



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Akli Mouhadj Bouira  
Faculté des Sciences de la Nature de la Vie et Sciences de la Terre  
Département des Sciences Biologiques



Réf : ...../UAMOB/F.SNV.ST/DEP.AGRO/2019

## **MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**

### **EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER**

**Domaine : SNV      Filière : Sciences Agronomiques**

**Spécialité : Phyto pathologie**

**Présenté par :**

***Chachoua Sofiane***

***Sellami Meriem***

***Thème***

***Contribution à l'inventaire des maladies  
cryptogamiques des céréales au niveau de région  
de Bouira***

**Soutenu le : 10/07/2019**

**Devant le jury composé de :**

***Nom et Prénom***

***Grade***

***Mme. MAHDI K.***

***MCA***

***Univ. de Bouira***

***Président***

***Mme. MELOUK S.***

***MAA***

***Univ. de Bouira***

***Promoteur***

***Mme. CHOUIH S.***

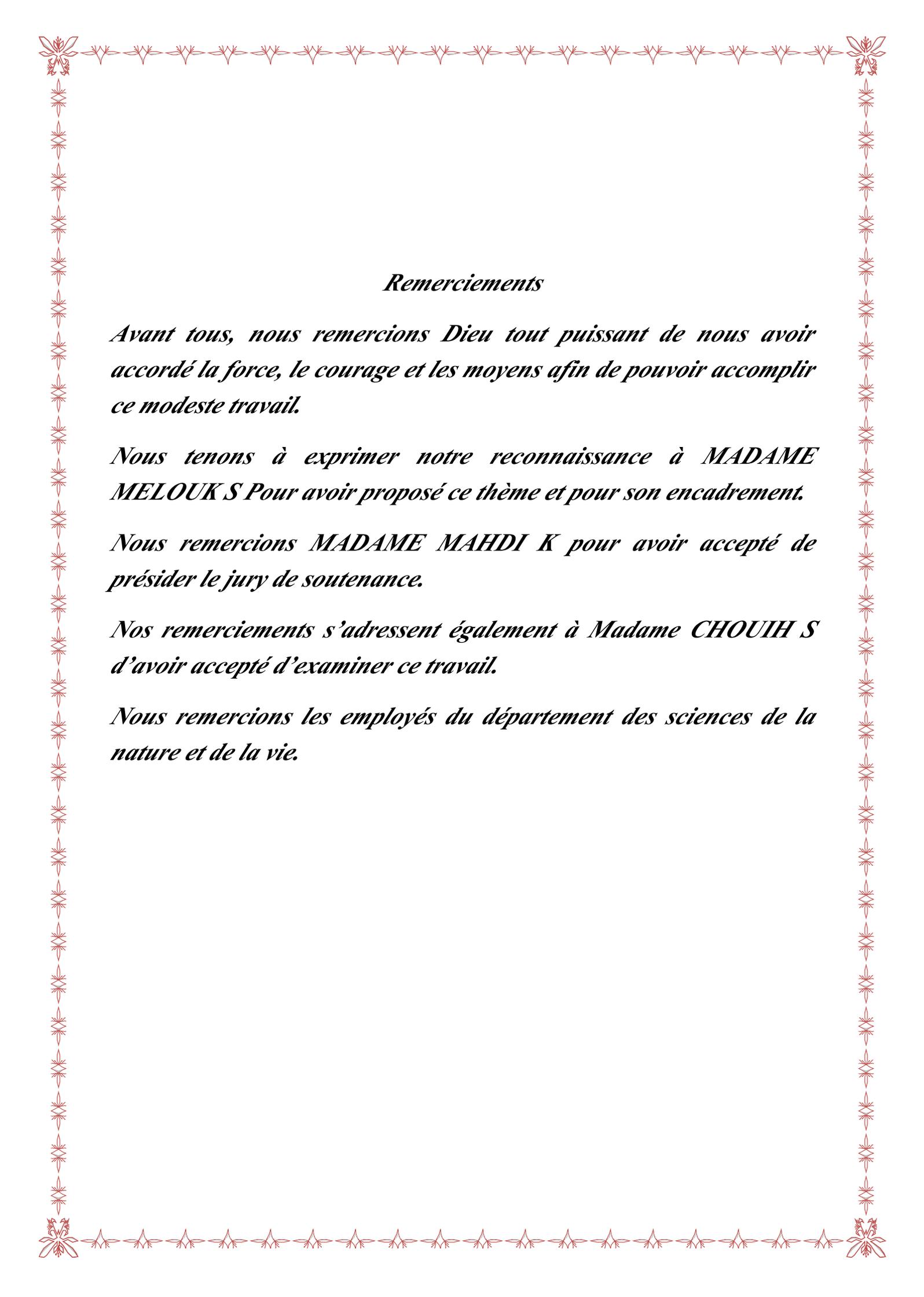
***MAA***

***Univ. de Bouira***

***Examineur***

Année Universitaire 2018/2019





## *Remerciements*

*Avant tous, nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir accordé la force, le courage et les moyens afin de pouvoir accomplir ce modeste travail.*

*Nous tenons à exprimer notre reconnaissance à MADAME MELOUK S Pour avoir proposé ce thème et pour son encadrement.*

*Nous remercions MADAME MAHDI K pour avoir accepté de présider le jury de soutenance.*

*Nos remerciements s'adressent également à Madame CHOUIH S d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Nous remercions les employés du département des sciences de la nature et de la vie.*

*Dédicaces*

*Je dédie ce travail :*

*À ma très chère Mère Fatma.*

*À mon très chère Père Boualeme.*

*À mes sœurs Assia, fouziya, Dounia et Chaima .*

*À mes frères kamel, yazid , Adel ,lyes, billal et Tarek .*

*Un grand merci à mon cher fiancé Ahmed.*

*A mes tontes et oncles.*

*A les petites : Hadjer Mallak, Aya Amina, Soumia.*

*A les fils de mes sœurs : Abdul momen et Anas*

*A mes chères amies : Djoihar, Khadidja, Nadjat et Sara.*

*À l'ensemble des étudiants de spécialité phytopathologie.*

*A tous mes enseignants qui ont contribué à ma formation du primaire jusqu' au master.*

***MERIEM***

# Table des matières

## Partie I: Synthèse bibliographique

### Chapitre 1 : synthèse bibliographique

<b>1-Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>2-Historique de la culture.....</b>	<b>2</b>
<b>3-Classification botanique.....</b>	<b>2</b>
<b>4-Importance des céréales dans l'alimentation .....</b>	<b>3</b>
<b>4-1- Le blé.....</b>	<b>3</b>
<b>4-2 -L'orge.....</b>	<b>4</b>
<b>4-3-L'avoine.....</b>	<b>4</b>
<b>5-Appareil végétatif.....</b>	<b>5</b>
<b>5-1-Système aérien.....</b>	<b>5</b>
<b>5-2- système racinaire.....</b>	<b>5</b>
<b>6- Appareil reproducteur.....</b>	<b>6</b>
a) l'inflorescence.....	6
b) l'épillet... ..	6
<b>7- Biologie des céréales.....</b>	<b>7</b>
<b>7-1- Croissance et développement.....</b>	<b>7</b>
<b>7-1-1-Période végétative.....</b>	<b>7</b>
a)La phase semis-levée.....	7
b) La phase levée -début tallage.....	7
c) La phase début tallage -début montée.....	7
<b>7-1-2-La période reproductrice.....</b>	<b>7</b>
➤ Phase de la montaison.....	7
➤ Phase de l'épiaison.....	8
<b>7-1-3- La période de maturation.....</b>	<b>8</b>

a) Une phase de multiplication cellulaire intense.....	8
b) Une phase d'enrichissement en glucides et protides.....	8
c) Une phase de dessiccation.....	8
<b>8-Les principaux problèmes phytosanitaires des céréales.....</b>	<b>10</b>
➤ Nématodes.....	10
➤ Oiseaux.....	10
➤ Rongeurs.....	10
➤ Insectes.....	10
➤ Bactéries.....	10
➤ Champignons.....	11
➤ Virus.....	12
<b>9-Généralités sur les maladies des céréales.....</b>	<b>13</b>
<b>9-1-Les principales maladies qui attaquent le blé.....</b>	<b>13</b>
<b>9-1-1Les Rouilles.....</b>	<b>14</b>
a)La Rouille jaune.....	14
• Symptômes.....	14
b) La Rouille brune des feuilles.....	14
• Symptômes.....	15
c)La Rouille noire des tiges.....	15
• Symptômes.....	15
<b>9-1-2Septoriose.....</b>	<b>16</b>
a)La tache Septorienne.....	16
• Symptômes.....	16
b) Septoriose des glumes.....	16
• Symptôme.....	16
<b>9-1-3- Tache auréolée (helminthosporiose).....</b>	<b>17</b>
• Symptômes.....	17

<b>9-1-4- La Fusariose.....</b>	<b>17</b>
• <b>Symptômes.....</b>	<b>18</b>
<b>9-1-5- L'Oïdium.....</b>	<b>18</b>
• <b>Symptômes.....</b>	<b>18</b>
<b>9-2- Les principales maladies qui attaquent l'orge.....</b>	<b>19</b>
<b>9-2-1- La Rhynchosporiose .....</b>	<b>19</b>
• <b>Symptômes.....</b>	<b>19</b>
<b>9-2-2-Les Helminthosporium de l'orge.....</b>	<b>19</b>
<b>a)Helminthosporium gramineum (La strie foliaire de l'orge).....</b>	<b>19</b>
• <b>Symptômes.....</b>	<b>19</b>
<b>b) Helminthosporium teres (Rayure reticulée).....</b>	<b>20</b>
• <b>Symptômes.....</b>	<b>20</b>
<b>9-3-Les principales maladies qui attaquent l'avoine.....</b>	<b>20</b>
<b>9-3-1 Tache Septorienne des feuilles d'avoine.....</b>	<b>20</b>
• <b>Symptômes.....</b>	<b>20</b>
<b>9-3-2-Rouille couronnée de l'avoine.....</b>	<b>20</b>
• <b>Symptômes.....</b>	<b>21</b>
<b>10-Moyens de lutte contre les maladies cryptogamiques.....</b>	<b>21</b>
<b>10-1-Mesures prophylactiques.....</b>	<b>21</b>
<b>10-2-Mesures chimiques.....</b>	<b>21</b>
<b>10-2-1 contre la fusariose.....</b>	<b>21</b>
<b>10-2-2Mesures chimiques contre la septoriose.....</b>	<b>21</b>
<b>10-2-3 Mesures chimiques contre la rouille jaune et la rouille brun.....</b>	<b>22</b>
<b>10 -2-4 Mesures chimiques contre l'Oïdium.....</b>	<b>22</b>
<b>10-2-5Mesures chimiques contre l'helminthosporiose.....</b>	<b>22</b>

## Partie II: Pratique

### Chapitre II : Matériels et méthodes

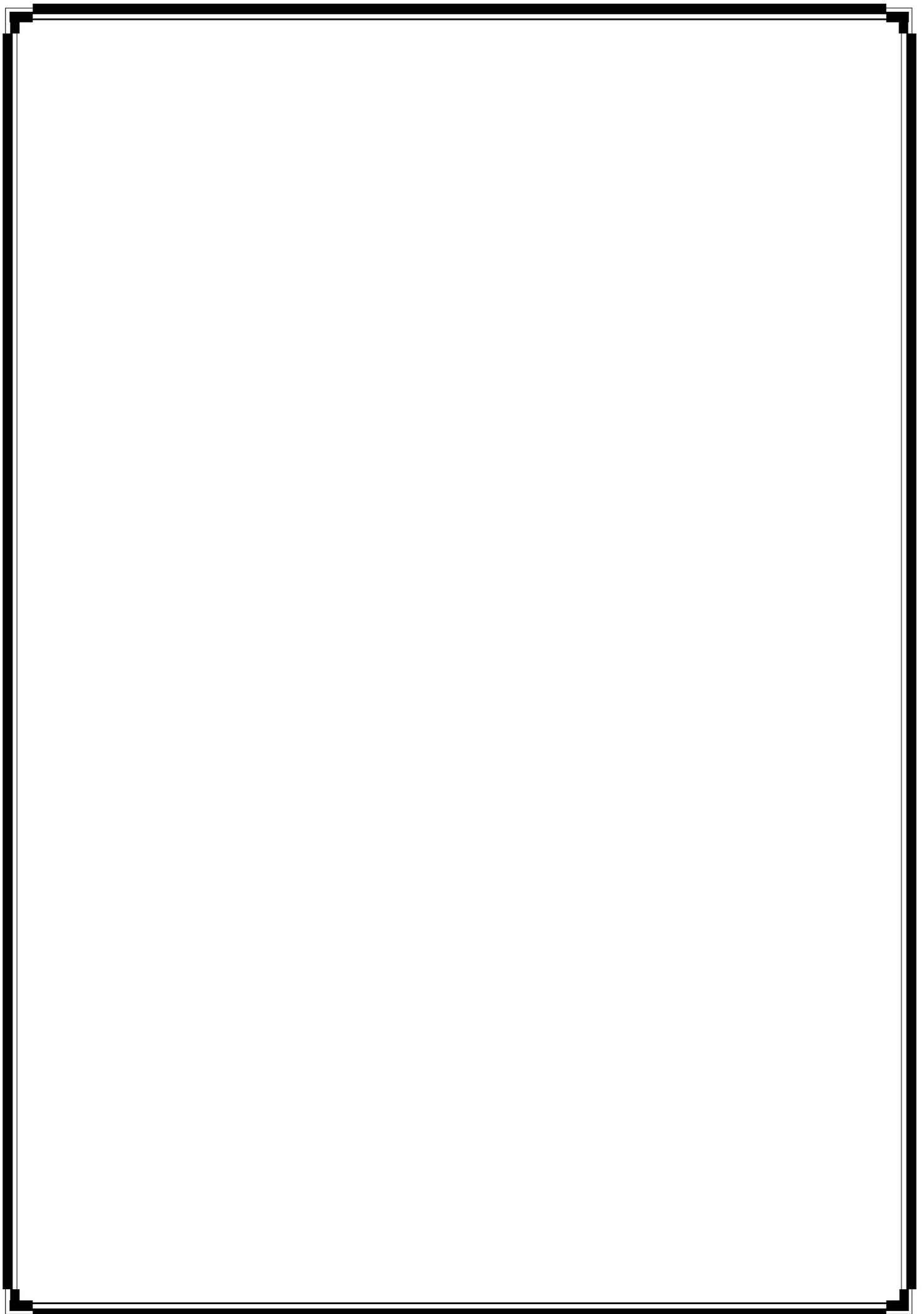
<b>1-Présentation de la zone d'étude.....</b>	<b>23</b>
<b>2-Synthèse climatique.....</b>	<b>24</b>
<b>2-1 –Température.....</b>	<b>24</b>
<b>2-2- Précipitation.....</b>	<b>24</b>
<b>2-3-Classification du climat.....</b>	<b>25</b>
<b>2-3-1-Diagramme ombrothermique de GAUSSEN.....</b>	<b>25</b>
<b>2-3-2-Climagramme d'EMBERGER.....</b>	<b>26</b>
<b>3-Matériel et méthodes.....</b>	<b>27</b>
✓ <b>Choix de la période d'inspection.....</b>	<b>27</b>
✓ <b>Choix de la parcelle.....</b>	<b>27</b>
✓ <b>Collecte d'informations.....</b>	<b>27</b>
<b>3-1- Matériel végétal.....</b>	<b>27</b>
<b>3-1-1-Prélèvement des échantillons.....</b>	<b>28</b>
<b>4- Analyse au laboratoire.....</b>	<b>28</b>
<b>4-1-Préparation de milieux de culture.....</b>	<b>28</b>
<b>4-1-1-Composition milieu agar dextrose potatoes (PDA).....</b>	<b>28</b>
<b>4-1-2 –Préparation.....</b>	<b>28</b>
<b>5-Méthodes d'isolement.....</b>	<b>29</b>
<b>5-1- Désinfection des échantillons.....</b>	<b>29</b>
<b>5-2-Séchage de l'échantillon.....</b>	<b>30</b>
<b>5-3-Mise en culture sur le milieu de culture PDA et incubation.....</b>	<b>31</b>
<b>6- Purification.....</b>	<b>32</b>
<b>7-Identification d'agent responsable étudié.....</b>	<b>33</b>
<b>7-1-Identification macroscopique.....</b>	<b>33</b>
<b>7-2-Identification microscopique.....</b>	<b>33</b>

<b>8-Identification des champignons obligatoires.....</b>	<b>34</b>
---	-----------

### **Chapitre III : Résultats et discussion**

<b>1-Diagnostic des maladies fongiques sans isolement sur un milieu de culture.....</b>	<b>35</b>
<b>1-1- L'Oïdium.....</b>	<b>35</b>
<b>a)Observation macroscopique.....</b>	<b>35</b>
<b>b) Observation microscopique.....</b>	<b>36</b>
<b>1-2-La Rouille jaune.....</b>	<b>37</b>
<b>a)Observation macroscopique.....</b>	<b>37</b>
<b>b) Observation microscopique.....</b>	<b>37</b>
<b>1-3- Helminthosporiose.....</b>	<b>38</b>
<b>a)Observation macroscopique.....</b>	<b>38</b>
<b>b) Observation microscopique.....</b>	<b>39</b>
<b>2-Diagnostic des maladies fongiques du blé après isolement sur un milieu de culture....</b>	<b>40</b>
<b>2-1-Fusariose.....</b>	<b>40</b>
<b>a)Observation macroscopique.....</b>	<b>40</b>
<b>b) Observation microscopique.....</b>	<b>42</b>
<b>2-2-Septoriose.....</b>	<b>44</b>
<b>a)Observation macroscopique.....</b>	<b>44</b>
<b>b) Observation microscopique.....</b>	<b>45</b>
<b>3- Résultat et discussion final.....</b>	<b>48</b>
<b>3-1-L'isolement d'échantillon de parcelles de blé et avoine sur (PDA).....</b>	<b>48</b>
<b>3-2-L'isolement d'échantillon de parcelles de l'orge sur (PDA).....</b>	<b>49</b>
<b>3-3-Identification des champignons obligatoires.....</b>	<b>50</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>51</b>
<b>References bibliographiques.....</b>	<b>52</b>

### **Annexes**



## Liste de figures

<b>Figure</b>	<b>Titre De Figure</b>	
Figure N°01	Morphologie et anatomie comparée de l'appareil végétatif des céréales.	04
Figure N°02	Morphologie et anatomie comparées de l'appareil	05
Figure N°03	Différents stades de développement de céréales exemple de blé	08
Figure N°04	La rouille jaune: ( <i>Puccinia striiformis</i> )	13
Figure N°05	Symptômes foliaires sur blé	14
Figure N°06	La rouille noir: ( <i>Puccinia graminis</i> )	14
Figure N°7	Symptômes de la tache septorienne causée par <i>Septoriatriitici</i>	15
Figure N°08	L'évolution de la Tache auréolée	16
Figure N°09	symptôme de la fusariose	17
Figure N°10	symptôme de L'Oïdium	18
Figure N°11	situation régionale de la wilaya de Bouira	22
Figure N°12	Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN de la région de Bouira (2006-2015)	24
Figure N°13	les échantillons des céréales (l'avoine et blé)	27
Figure N°14	préparations de milieu PDA	28
Figure N°15	Désinfection de l'échantillon à 2% l'eau de javel	29
FigureN°16	Rinçage de l'échantillon	29
Figure N°17	Séchage de l'échantillon	30
Figure N°18	Mise en culture des fragments suspectés affectés sur milieu PDA	30
Figure N°19	L'incubation des boites dans l'étuve à température de 25°C	31
Figure N°20	La méthode de purification par un prélèvement de disque sur une boîte de PDA	31
Figure N°21	L'Oïdium ( <i>Erysiphe graminis</i> ) sur feuille.	35
Figure N°22	Conidies et conidiophores de l'agent pathogène ( <i>Erysiphe graminis</i> ) (Gx40 et x100).	36
Figure N°23	la Rouille jaune ( <i>Puccinia striiformis</i> ).	37
Figure N°24	Les urédospores de la Rouille jaune (Gx40)	37
Figure N°25	Helminthosporiose sur la feuille de blé et l'orge	38
Figure N°26	Conidie et conidiophore de <i>Pyrenophora tritici-repentis</i> (Gx40).	39

Figure N°27	Observation macroscopique de la Fusariose sur le blé et l'orge	41
Figure N°28	Observation microscopique de fusariose A (G X 40)	43
Figure N°29	Observation microscopique de fusariose B.	43
Figure N°30	Tâche septorienne sur la feuille de blé et Folle avoine.	44
Figure N°31	Aspect de la boîte de culture de Septoriose	45
Figure N°32	Répartition des pourcentages des genres fongiques isolés sur (PDA) des parcelles de blé et avoine	49
Figure N°33	Répartition des pourcentages des genres fongiques isolés sur (PDA) des parcelles de l'orge.	50

## Liste des tableaux

<b>Tableaux</b>	<b>Titre de tableau</b>	<b>Page</b>
<b>Tableau N° 01</b>	la famille des Gramineae	<b>01</b>
<b>Tableau N°02</b>	Les principales bactéries phytopathogènes affectant les cultures des céréales	<b>10</b>
<b>Tableau N°03</b>	Les principaux agents fongiques spécifiques aux céréales	<b>11</b>
<b>Tableau N°4</b>	Principaux virus décrits sur céréales	<b>12</b>
<b>Tableau 0 N°5</b>	données météorologique de Bouira (2006-2015)	<b>23</b>
<b>Tableau 0 N°6</b>	Parcelles visités	<b>26</b>
<b>Tableau N°07</b>	Identification macroscopique des isolats suspectés d'être Fusarium	<b>33</b>
<b>Tableau N°08</b>	l'état phytosanitaire des parcelles au moment du prélèvement	<b>41</b>
<b>Tableau N°09</b>	Identification microscopiques des isolats suspecté d'être Septoria	<b>45</b>
<b>Tableau N° 010</b>	Caractères macroscopiques des déférant souches isolées des céréales (l'orge l'avoine et blé)	<b>46</b>
<b>Tableau N°11</b>	Caractères microscopiques des souches isolées des des céréales (l'orge l'avoine et blés	<b>47</b>

## Liste des Abréviations

<b>Abrévia</b>	<b>Signification</b>
<b>%</b>	<b>Pourcentage</b>
<b>AMO</b>	<b>Akli Mohand Oulhadj</b>
<b>C°</b>	<b>Degré celsius</b>
<b>DSA</b>	<b>Direction des Services Agricole</b>
<b>FAO</b>	<b>Food Agricol Organization</b>
<b>G</b>	<b>Grossissement</b>
<b>H</b>	<b>Humidité</b>
<b>h</b>	<b>heure</b>
<b>INPV</b>	<b>Institut National de la Protection des Végétaux</b>
<b>Qx</b>	<b>Quintaux</b>
<b>q</b>	<b>quintal</b>
<b>P</b>	<b>Precipitation</b>
<b>PDA</b>	<b>Composition milieu agar dextrose potatoes</b>
<b>T°</b>	<b>Temperature</b>
<b>T</b>	<b>Tonne.</b>
<b>Sp</b>	<b>Espèce</b>

### Introduction

Les céréales et leurs dérivées constituent l'épine dorsale du système alimentaire algérien ; elles occupent les plus grandes superficies et leur grain constitue la base de l'alimentation humaine et animale (**Ennadir et al, 2014**).

En effet, elle constitue une des principales filières stratégique de notre production agricole (**I.T.G.C, 2015**), et particulièrement au niveau de la wilaya de Bouira (**Mallek, 2017**). Malgré cette importance, sa production demeure faible, et reste loin de subvenir aux besoins de notre population ; car elle se trouve, constamment, menacée par plusieurs contraintes abiotiques et biotiques qui affectent les rendements de façon qualitative et quantitative (**Rastoin et Benabderrazik, 2014**).

Parmi les nombreuses contraintes biotiques, les maladies cryptogamiques occasionnent des pertes substantielles, allant jusqu'au 89% (**Carver, 2009 ; Ma et al. 2012; Talas et al, 2012**).

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**).

De ce fait, notre travail est réalisé dans le but d'inventorier les principales maladies cryptogamiques des céréales dans notre région « **Bouira** », durant la campagne agricole 2018-2019.

Le présent document est devisé en trois chapitres :

- ❖ Un premier regroupe des données bibliographiques sur la céréaliculture et sur les ravageurs et ennemis de cultures dont elle peut être sujette ; notamment, les maladies cryptogamiques.
- ❖ Le deuxième chapitre s'intéresse à la présentation de la région d'étude, le matériel et méthodologies adoptées pour inventorier et diagnostiquer ces maladies.
- ❖ Le troisième chapitre résume les résultats et les données obtenus ainsi que les discussions.

### 1-Historique de la culture

La culture des céréales est très ancienne, on trouve des traces de blé, de seigle, d'avoine, d'orge à 6 rangs dès le Néolithique (*Bonjean et Picard, 1991 ; Anonyme, 2015*). Le riz, le millet, le sorgho, le blé étaient cultivés 2 700 ans avant notre ère en Chine; les Égyptiens de l'ancienne Égypte connaissaient le blé et le sorgho.

Les céréales ont d'autre part joué un rôle capital dans le développement de l'humanité: la plupart des civilisations se sont développées autour d'une céréale :

- 🌍 les civilisations asiatiques, autour de la culture du riz;
- 🌍 les civilisations précolombiennes, autour du maïs;
- 🌍 les civilisations babyloniennes et égyptiennes, autour du blé (*Templier, 1969*).

### 2-Classification botanique :

La plupart des céréales appartiennent à la famille des *Graminées* (ou *Poacées*). Ce sont : le blé, l'orge, l'avoine, le seigle, le maïs, le riz, le millet, le sorgho. Les unes appartiennent à la sous-famille des *Festucoïdées* : blé, orge, avoine, seigle; les autres à la sous-famille des *Panicoïdées* : maïs, riz, sorgho, millet. Enfin, une céréale, le sarrasin appartient à une autre famille, celle des *Polygonacées* (*MOULE, 1971*).

**Tableau N° 01 : la famille des Gramineae. (Feillet, 2000).**

Famille	Sous Famille	Tribu	Sous Tribu	Genre	Nom Commun (Espèce)
Gramineae	Festucoideae	Triticeae Aveneae	Triticineae	Triticum	Ble Dur Ble Tendre
				Secale	Seigle
				Hordeum	Orge
				Avena	Avoine
			Oryzae	Oryza	Riz
	Panicoideae	Tripsaceae		Zea	Mais
			Andropogoneae	Sorghum	Sorgho

### 3-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

#### 3-1-Le blé

Le blé (*Triticum*) 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*).

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*).

### 3-2- L'orge

L'orge (*Hordeum vulgare*) 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.

### 3-3 - L'avoine

L'avoine (*Avena sativa*) 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*).

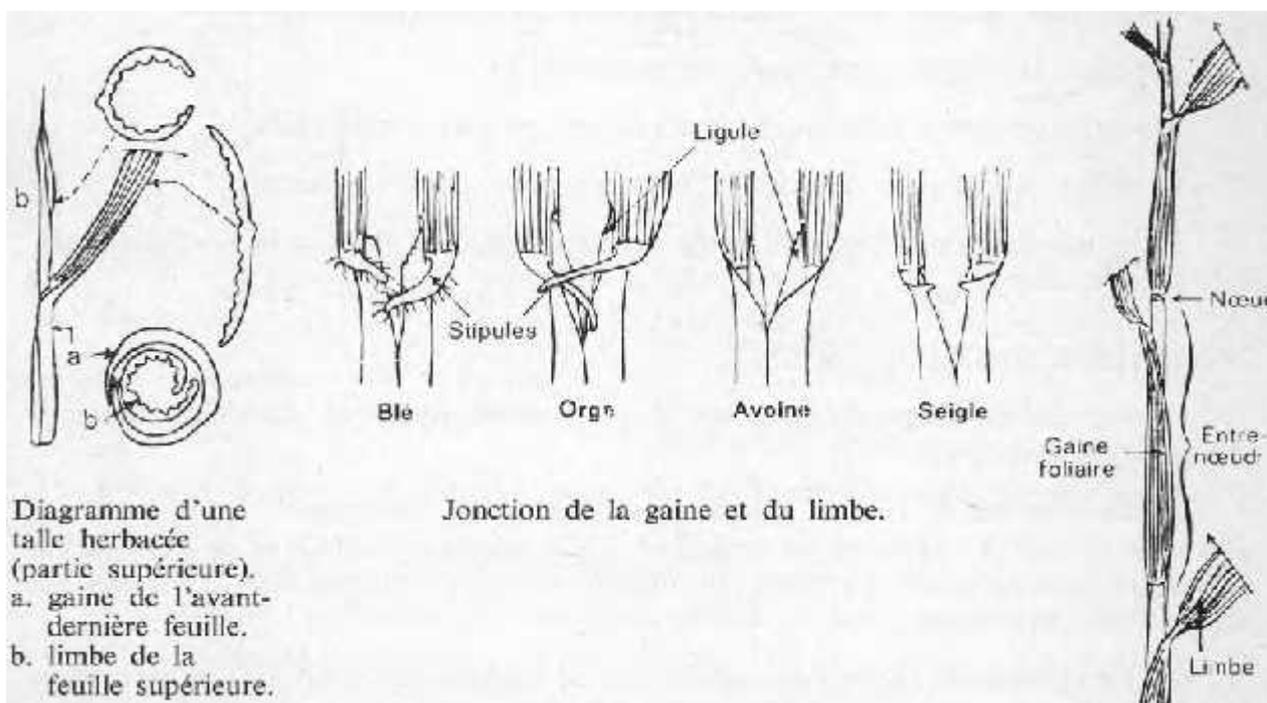
### 4-Appareil végétatif

#### 4-1 Système aérien

a) La tige est formée d'articles ou entre-nœuds séparés par des nœuds, zones méristématiques à partir desquelles s'allongent les entre-nœuds et se différencient les feuilles. Chaque nœud est donc le point d'attache d'une feuille.

b) Les feuilles sont alternes ou distiques (disposées sur deux rangs le long de la tige). Chaque feuille comprend deux parties :

- ✓ une portion inférieure enveloppant l'entre-nœud correspondant, la gaine;
- ✓ une portion supérieure, le limbe. (Agreste, 2003) (Figure N° 01)



**Figure N° 01** : Morphologie et anatomie comparée de l'appareil végétatif des céréales.

#### 4-2- système racinaire

Toute céréale dispose, au cours de son développement, de deux systèmes racinaires successifs.

a) Le système de racines primaires ou séminales, fonctionnel de la levée au début du tallage. Ce système est constitué d'une racine principale et de deux paires de racines latérales, soit 5 racines; éventuellement se développe une sixième racine à partir de l'épi blaste.

b) Le système de racines secondaires ou de tallage (ou coronales) apparaissant au moment où la plante émet ses talles. Ce système se substitue alors progressivement au précédent. Il est de type fasciculé, son importance et sa profondeur variant avec l'espèce :

- chez l'orge il est, relativement au blé, plus superficiel et moins important;
- l'avoine a, relativement au blé et à l'orge, un système racinaire plus puissant et plus profond (*Agreste, 2003*).

### 5- Appareil reproducteur.

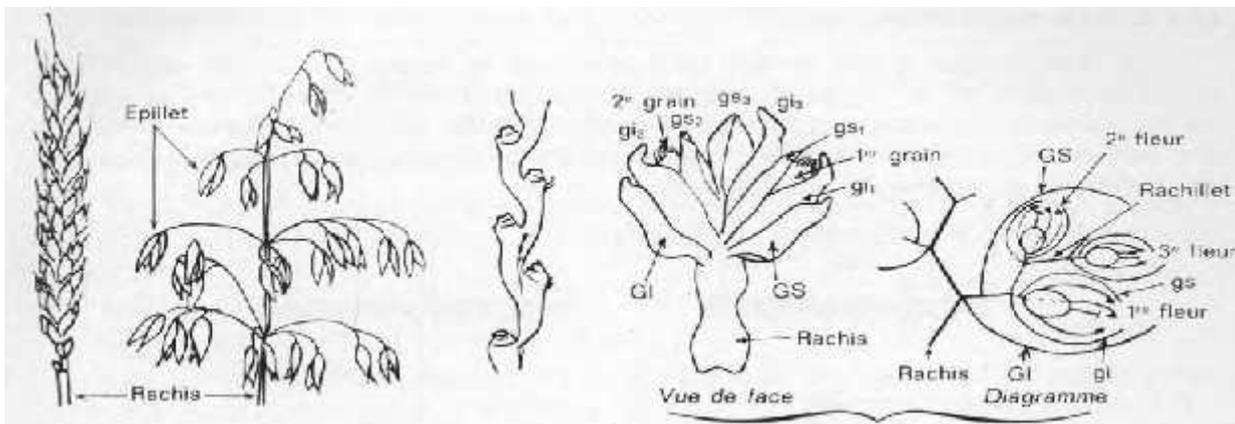
#### a) l'inflorescence.

Celle-ci est de deux types principaux :

- un épi : blé, orge, seigle;
- une panicule : avoine, riz, sorgho.

#### b) l'épillet.

Celui-ci est une petite grappe de 1 à 5 fleurs enveloppées de leurs deux glumelles (inférieure et supérieure) et incluses dans deux bractées ou glumes (inférieure et supérieure). Ces fleurs sont attachées sur le rachillet, rameau partant de l'axe principal (rachis) de l'inflorescence (*Soltner, 1998*).



Épi (blé)

Panicule (avoine)

Rachis (blé)

Épillet

GI: glume inférieure GS: glume supérieure

gi: glumelle inférieure gs: glumelle supérieur

**Figure N° 02 :** Morphologie et anatomie comparées de l'appareil reproducteur des céréales (*Soltner, 1998*).

### 6- Biologie des céréales.

#### 6-1- Croissance et développement

Le cycle de développement d'une céréale comprend trois grandes périodes :

##### 6-1-1 Période végétative

Celle-ci comprend elle-même trois phases :

###### a) La phase semis-levée

Les conditions requises étant réalisées (température, humidité, etc.), le grain de blé va germer. Quelques jours plus tard apparaît la première manifestation importante de la jeune plante en développement, une sorte d'acte de naissance : l'épointement de la radicule (la jeune racine déjà présente dans l'embryon) (*Claire, 2013*).

La germination de la graine se caractérise par l'émergence du coléorhize donnant naissance à des racines séminales et de la coléoptile qui protège la sortie de la première feuille fonctionnelle. La levée se fait réellement dès la sortie des feuilles à la surface du sol (*Cherfia, 2010*).

###### b) La phase levée -début tallage

Dès que la première feuille a percé l'extrémité de la coléoptile, celui-ci s'arrête de croître et peu à peu se dessèche. Cette première feuille fonctionnelle s'allonge, puis apparaît une deuxième, puis une troisième, puis une quatrième feuille (*Anonyme, 2005*).

###### c) La phase début tallage -début montée.

Le tallage est caractérisé par l'entrée en croissance de bourgeons différenciés à l'aisselle de chacune des premières feuilles : il s'agit donc d'un simple processus de ramification (*CHERFIA, 2010*).

#### 6-1-2 La période reproductrice :

Elle s'étend de la montaison à la fécondation

##### ➤ Phase de la montaison :

Un certain nombre de talles herbacées vont évoluer vers des tiges couronnées d'épis, tandis que d'autres commencent à régresser (**figure N°05.E**). La croissance entaille et en matière sèche est alors active. Cette phase se termine au moment de la différenciation des stigmates. La durée de cette phase est de 29 à 30 jours (*Clément et al, 1970*).

### ➤ Phase de l'épiaison :

Cette phase correspond à l'élaboration d'une grande quantité de la matière sèche, à l'organisation détaillée des épillets et à la fécondation (**figure N° 05**). La durée de cette phase est d'environ 32 jours. Cette phase est suivie par le grossissement du grain qui devient mou et le dessèchement de presque toutes les feuilles (**figure N° 05.g et h**). Sa durée est de 16 à 17 jours (*Clement et al, 1970*).

### 6-1-3- La période de maturation :

Elle comprend trois phases principales:

#### a) Une phase de multiplication cellulaire intense:

Un accroissement du poids d'eau et de matière sèche dans le grain se produit.

A la fin de cette phase, l'amande encore verte a pris sa forme définitive, l'albumen est devenu laiteux : c'est le stade laiteux.

#### b) Une phase d'enrichissement en glucides et protides:

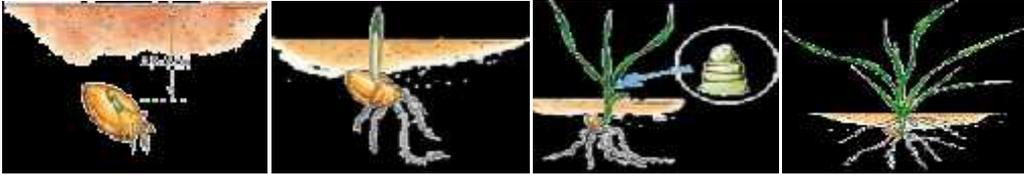
Le poids d'eau dans le grain demeure constant : c'est le palier hydrique. A la fin de cette phase, l'amande s'est colorées en roux pâle; ses enveloppes résistent bien à la pression du doigt mais se déchirent à l'ongle. C'est le stade pâteux. Il marque la fin de la migration des réserves. La teneur en eau est alors de l'ordre de 40% du poids frais.

#### c) Une phase de dessiccation:

Une diminution rapide du poids d'eau se produit. Le grain devient demi-dur, puis dur et cassant à sur maturité : c'est le stade propice au battage. Sous nos climats, toutes les céréales à paille peuvent être récoltées à ce stade (*Boyeldieu, 1997*).

Les grains devient dur et de couleur jaunâtre (**figure N° 05.n et m**) (*Boufenar, 2006*).

La période végétative



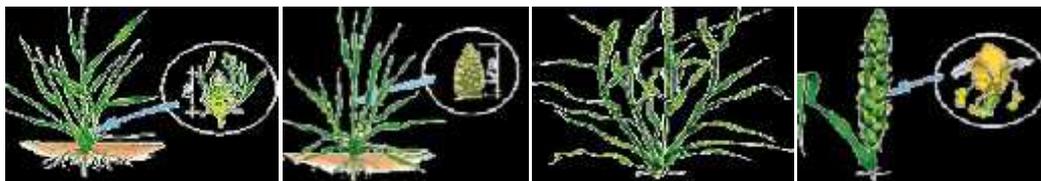
(a) Germination

(b) levée

(c) feuille

(d) début tallage

La période reproductrice



(E) Epi à 1 cm

(f) Un nœud

(g) Épiaison

(h) Floraison

La période de maturation



(n) Grain formé

(m) épi à Maturité

Figure N° 03: différents stades de développement de céréales exemple de blé (*Soltner, 2005*).

### 7- Les principaux problèmes phytosanitaires des céréales.

#### ➤ Nématodes.

Parmi les nématodes phytophages des céréales *Anguina tritici* et *Heterodera avenae* Woll, sont les plus connus et les plus communs. Ils s'attaquent respectivement aux grains et aux racines. (*Bakour et Bendifallah.; 1990*).

#### ➤ Oiseaux.

Ils sont spécialement à régime granivore, leurs dégâts peuvent être causés sur champ et même jusqu'au sein d'entrepôts, toutefois leurs attaques sur les champs peuvent être très graves. (*Bakour et Bendifallah.; 1990*).

#### ➤ Rongeurs.

Ils peuvent être très nuisibles. En Chine plus de 33 millions d'hectares sont chaque année la proie des rongeurs. En Algérie les dégâts sont estimés de 5 à 10 p. Cent de la production totale des céréales. (*Bakour et Bendifallah.; 1990*).

#### ➤ Insectes.

Les principaux insectes susceptibles de s'attaquer aux céréales sont fort nombreux et appartiennent à divers ordres entomologiques : homoptères (punaises des céréales, pucerons), orthoptères (sauterelles ; sauteriaux), lépidoptères (mineuses, tordeuses) etc. (*Bakour et Bendifallah.; 1990*).

#### ➤ Bactéries

Ce sont des pathogènes très courants sur les cultures, dans les matières organiques en décomposition et dans le sol. Ces organismes microscopiques sont constitués d'une seule cellule et se reproduisent par simple division et à très grande vitesse. Le caractère pathogène de certaines bactéries est d'ailleurs lié à leur extraordinaire capacité de se multiplier anormalement ou à leur possibilité génétique d'élaborer des substances dangereusement toxiques (*Laffont, 1985*). (Tableau N° 2)

Tableau N° 2. Les principales bactéries phytopathogènes affectant les cultures des céréales (INA ,2015)

-Maladies	Symptômes	Agent causal
<b>Maladies à Pseudomonas</b>	Nécrose bactérienne des céréales	<i>Pseudomonas syringae pv. syringae.</i> <i>Pseudomonas syringae pv. strafaciens</i>
	Nécrose bactérienne de l'avoine	<i>Pseudomonas syringae pv. coronofaciens</i>
	Pourriture basale des glumes	<i>Pseudomonas syringae pv. atrofaciens</i>
<b>Maladies à Xanthomonas</b>	Rayure bactérienne	<i>Xanthomonas campestris pv. translucens</i>
<b>Maladies à Clavibacter</b>	Brûlure du blé	<i>Clavibacter tritici</i>
	Gombose bactérienne des graminées	<i>Clavibacter rathayi</i>
	Mosaïque bactérienne du blé	<i>Clavibacter michigenensi subsp. Tessellarius</i>

➤ **Champignons.**

Les champignons sont des micro-organismes. La plupart d'entre elles existent sous forme de mycélium composé de cellules larges avec des parois chitineuses et des organes bien spécifiques (Nasraoui, 2006 ; Le poivre, 2003).

La plupart des champignons pathogènes sont des saprophytes facultatifs capables de croître sur cultures ou sur tissus de plantes mortes ; d'autres sont des parasites obligatoires qui existent seulement en association intime avec des plantes vivantes (Nasraoui , 2006 ; Weise, 1987). La plupart des maladies (environ 80 %) des plantes cultivées, sont dues aux champignons microscopiques, ces derniers détruisent chaque année une bonne partie (environ ¼) des récoltes mondiales (Nasraoui, 2006 ; Le poivre , 2003 ; Geigy et al. 1985). Les principaux agents fongiques spécifiques aux céréales sont résumés dans le tableau n°03.

**Tableau N° 3.** Les principaux agents fongiques spécifiques aux céréales en Algérie  
(Mallek ,2017)

<b>Maladies</b>	<b>Agent causal</b>
<b>Les Rouilles</b>	- Agent de la rouille noire ; rouille des tiges : <i>Puccinia graminis. PERS</i> - Agent de la rouille jaune ; rouille des glumes : <i>Puccinia striiformis. W.</i>
<b>Les Charbons</b>	- Agent du charbon couvert de l'orge : <i>Ustilago hordei (PERS) LAGERM</i>
<b>Les Caries</b>	- La carie commune : <i>Tilletia caries(D.C) TUL.</i>
<b>Les Septorioses</b>	- Agents des fontes de semis sur blé : <i>Septoria nodurum BERK.</i> - Agents des fontes de semis d'avoine : <i>Septoria tritici ROB et DESM.</i> -
<b>Les Piétins</b>	- Agent du Piétin-Verse : <i>Cercospora herpotrichoides FRON</i> - Agent du Piétin-échaudage : <i>Ophiobolus graminis SACC</i>
<b>L'Oidium</b>	- Le blanc : <i>Erysiphe graminis</i>
<b>L'Helminthosporiose</b>	- Agent de l'helminthosporiose de l'orge : <i>Helminthosporium teres</i> - Agent de l'helminthosporiose du blé, orge : et avoine : , <i>Helminthosporium tritici Repentis, Helminthosporium sativum P.K.B.</i>
<b>Le Rhizoctone</b>	- Agent du rhizoctone sur blé, orge et avoine : <i>Rhizoctone solani KUHN</i>
<b>La Rhynchosporiose</b>	- Agent de la Rhynchosporiose sur orge et seigle : <i>Rhynchosporium secalis (OUD)</i>

➤ **virus**

Les céréales sont sujettes aux viroses, de puis fort longtemps mais l'incidence économique de ces maladies a pris de l'importance ces dernières années, sur tout pour celles qui se transmettent par des vecteurs (puçerons) tels : le BYDV ou VJNO, ou bien (Cicadelles) telle : le virus de la mosaïque striée du blé. L'extension septentrionale de la culture du maïs a augmenté les populations des puçerons des céréales dans les zones à Blé et le Maïs peut servir de pont et de réservoir pour les virus. (Cornuet ,1987).

Tableau N°4. Principaux virus décrits sur céréales (*Mallek ,2017*).

Maladie	Nom du Virus	Plantes Hôtes	Réservoir du virus	Vecteurs
Mosaïque nanisante ou jaunisse nanisante de l'orge	BYDV/VJNO	Orge, Blé, Avoine, Seigle, Mais	Graminées fourragères, et sauvages, resemis des céréales	R.padi, S.avenae, M.dirhodum (Pucerons)
Mosaïque jaune de l'orge	BYMV	Orge	Polymyxa graminis	Polymyxa graminis (Champignon)
Mosaïque jaune du blé	WYMV	Blé	Polymyxa graminis	Polymyxa graminis (Champignon)
Mosaïque de l'avoine	OMV	Avoine	Polymyxa graminis	Polymyxa graminis (Champignon)
Mosaïque (commune) du blé	WSBMV	Blé	Polymyxa graminis	Polymyxa graminis (Champignon)
Stries de l'avoine	OBBSV	Avoine	Polymyxa graminis	Polymyxa graminis (Champignon)

### 8- Généralités sur 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, sur tout 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*).

#### 8-1- 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*)

### 8-1-1-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*).

#### a)La Rouille jaune

La Rouille jaune est causée par l'agent pathogène *Puccinia striiformis f.sp. Tritici*. Sur blé (*Amrani, 2013*). Son développement est lié à des conditions climatiques particulières (printemps frais, couvert, humide et venteux) (*Moreau, 2011*).

- **Symptômes**

Des pustules orangées apparaissent sur les feuilles et les tiges disposées en stries le long de nervures des feuilles (*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 (*Aouali et Douici-Khalfi, 2013*).



**Figure N°04:** La rouille jaune: (*Puccinia striiformis*) (*Khelifi, 2014*).

#### b) 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*).

- **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*).



**Figure N°05:** Symptômes foliaires sur blé (*Khelifi, 2014*).

### c)La Rouille noire des tiges

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

- **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. (*Nasraoui, 2006*).



**Figure N°06 :** La rouille noir: (*Puccinia graminis*) (*Khelifi, 2014*).

### 8-1-2-Septoriose

#### a)La tache Septorienne

La tache Septorienne est l'une des principales maladies cryptogamiques des céréales 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*). En Algérie, il n'y a pas de hôte alternative et la maladie ne se transmet pas par semence (*Aouali et Douici-Khalfi, 2013*).

- **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.



**Figure N°7 : Symptômes de la tache septorienne**

Causée par *Septoriatritici* (*Khelifi, 2014*).

#### b)Septoriose des glumes

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

- **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*).

### 8-1-3-Tache auréolée (helminthosporiose)

La Tache auréolée causée par *Pyrenophora tritici-repentis* ou bien *Drechslera tritici-repentis*, est une maladie qui est présente à travers les zones céréalières de l'Algérie.

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*).

- **Symptômes**

Au niveau de la parcelle on observe une répartition homogène .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*).



**Figure N°08:** L'évolution de la Tache auréolée (*Khelifi, 2014*).

### 8-1-4- La Fusariose

Durant ces dernières années, les symptômes de la Fusariose sont devenus très fréquents au niveau des champs des céréales 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*).

- **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. 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. (*BASF, 2015*).



**Figure N°09:** symptôme de la fusariose (*Khelifi, 2014*).

### **8-1-5-L'Oïdium**

L'Oïdium causé par l'agent pathogène *Erysiphe graminis f.sp.tritici* (*Masson, 2012*).

- **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. Les taches d'Oïdium apparaissent sur les graines des feuilles et les glumes des épis (*Sayoud et al, 1999*).



▪ **Figure N°10:** symptôme de L'Oïdium (*Khelifi, 2014*).

### 8-2- Les principales maladies qui attaquent l'orge

#### 8-2-1-La Rhynchosporiose

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

- **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*).

#### 8-2-2-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).

##### a) 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*).

- **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*).

### b) *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 (*Manninen et al, 2006*).

- **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*).

### 8-3-Les principales maladies qui attaquent l'avoine

#### 8-3-1 Tache Septorienne des feuilles d'avoine

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

- **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*).

#### 8-3-2-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*).

- **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*).

### **9-Moyens de lutte contre les maladies cryptogamiques**

#### **9-1-Mesures prophylactiques**

- L'utilisation des semences saines et certifiées.
- L'élimination des débris des végétaux.
- Surveiller la teneur du sol en potasse.
- Eviter les apports tardifs d'azote
- La pratique des rotations culturales pour diminuer la quantité de l'inoculum dans le sol et minimiser les risques (*El Yousfi ,2015*).

#### **9-2-Mesures chimiques**

##### **9-2-1- contre la fusariose**

L'application des traitements pesticides préventifs au début de la floraison en cas de forte humidité ou une pluie persistante pendant l'épiaison (plus de 48h à 100% d'humidité) peut éviter le risque de l'apparition de cette maladie. Plusieurs matières actives sont utilisé pour traiter la fusariose (*Bouakaz et Oussaid, 2013*), les matières actives homologués en Algérie sont à base de triazoles (Triadimenol, tebuconazole, Difenoconazole , cyproconazole) ; et également à base de dithiocabamates tels que le manèbe et thirame ; d'autres produits à base de prochloraze, carboxin, Spiroxamine, et de Trifloxystrobine sont homologués (annexe n°1) (*DPVCT, 2015*).

##### **9-2-2-Mesures chimiques contre la septoriose**

Deux applications de fongicides sont nécessaires pour contrôler la maladie :

- ❖ La 1ère application, au stade 2-3 nœuds pour protéger l'avant-dernière feuille.
- ❖ La 2eme application, au stade dernière feuille étalée-début épiaison, pour protéger la dernière feuille et l'épi. Ainsi, si aucun symptôme n'est présent et le temps est sec, l'application du 1er traitement n'est pas nécessaire. Prévoir une protection au stade dernière feuille étalée gonflement (*Bouakaz et Oussaid, 2013*).

### 9-2-3 -Mesures chimiques contre la rouille jaune et la rouille brun

Pour la rouille jaune, intervenir uniquement en présence de foyers actifs de rouille jaune (pustules pulvérulentes) pendant le stade épi 1cm. Mais durant le stade 1 nœud : traiter dès l'apparition des premières pustules dans la parcelle. (*Bouakaz et Oussaid, 2013*).

Pour la rouille brune, Appliquer le 1er traitement dès l'apparition de cinq à dix pustules en moyenne par feuille (1% de la surface foliaire) et répéter le traitement dès l'apparition de nouveaux symptômes. (*Bouakaz et Oussaid, 2013*).

Les fongicides utilisés contre les rouilles sont illustrés dans le tableau , les matières actives sont essentiellement à base de triazoles (Epoxyconazole Tebuconazole, triticonazole, cyproconazole, triadimenol, propiconazole, difienoconazole), d'azoxystrobine, trifloxystrobine, chlorothalonil et de dithiocarbamates (mancozèbe, thirame, zirame) (*DPVCT, 2015*).

### 9 -2-4- Mesures chimiques contre l'Oïdium

Plusieurs matières actives fongicides existent et qui sont efficaces contre l'oïdium du blé. Les fongicides homologués en Algérie sont essentiellement des triazoles (Tebuconazole, cyproconazole, triadimenol, propiconazole, prothioconazole, difienoconazole), des dithiocarbamate (thirame, zirame) (*DPVCT, 2015*).

### 9-2-5-Mesures chimiques contre l'helminthosporiose

Utilisation de semences certifiées et traitées et l'Adoption de variétés résistantes et traiter dès l'apparition de 2 à 3 taches en moyenne par feuille, et répéter le traitement dès l'apparition de nouveaux symptômes (*Bouakaz et Oussaid, 2013*).

Des fongicides à base de triazoles (Propiconazole, cyproconazole, difienoconazole, tebuconazole) de manèbe, de trifloxystrobine et de cuivre sont homologués en Algérie pour la lutte contre l'helminthosporiose du blé (*DPVCT, 2015*).

### 1-Présentation de la zone d'étude

La wilaya de Bouira se situe dans la région Centre Nord du pays. Elle s'étend sur une superficie de 4456,26 km<sup>2</sup> représentant 0,19% du territoire national. Le chef lieu de wilaya est situé à près de 120 km de la capitale Alger elle est limitée :

- Au Nord par la wilaya de Tizi-Ouzou et la Wilaya de Boumerdes.
- Au Sud et Sud - Ouest par les Wilayas de M'Sila et de Médéa.
- A l'Est et Sud-Est par les Wilayas de Béjaïa et Bourj-Bou- Arréridj
- A l'Ouest par les wilayas de Médéa et de Blida. (ANDI-2015)

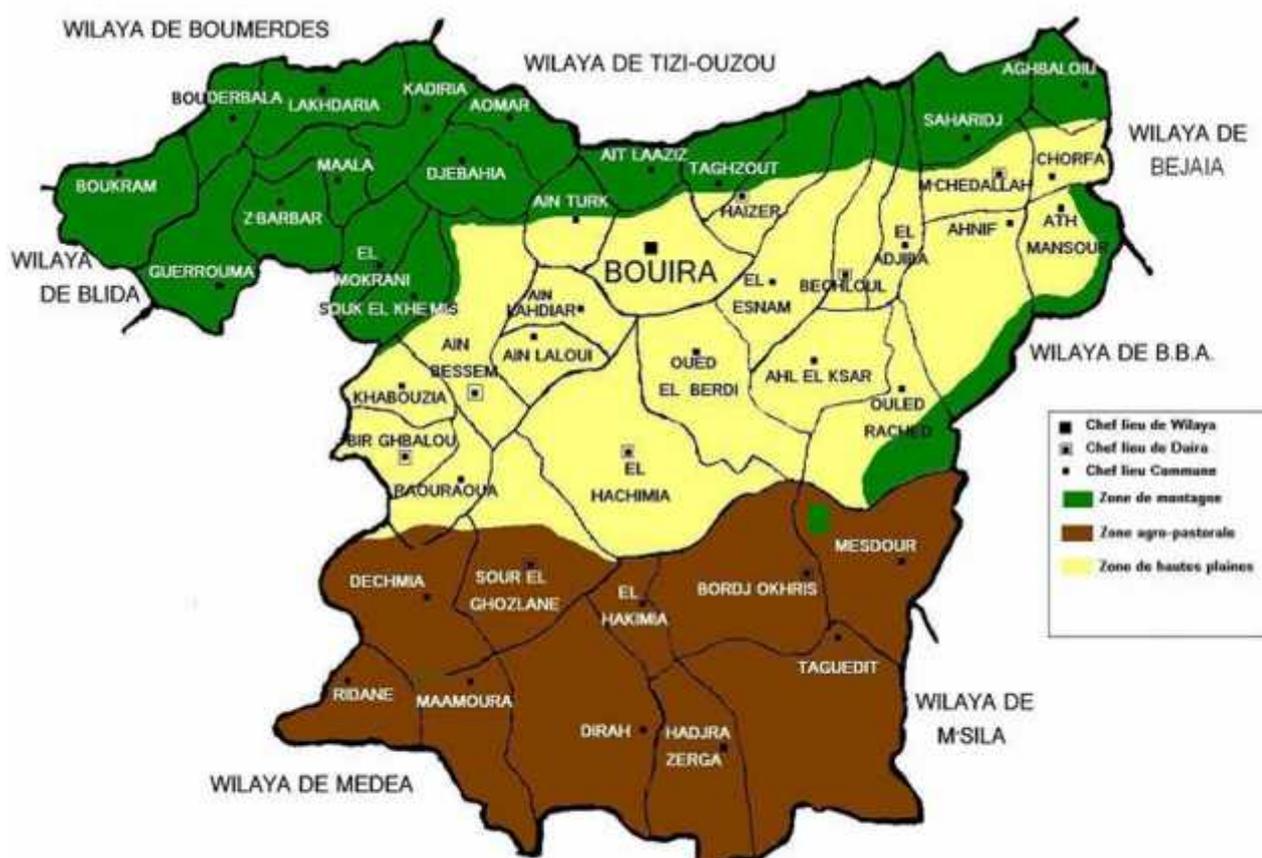


Figure N°11 : situation régionale de la wilaya de Bouira (ANDI-2015)

2-Synthèse climatique

Tableau 0 N°5: données météorologique de Bouira (2006-2015)

	<b>T.(°C)</b>	<b>TM. (°C)</b>	<b>Tm. (°C)</b>	<b>P.(mm)</b>
<i>janvier</i>	8.36	13,52	03,20	63.64
<i>Février</i>	8.48	14,90	02,06	84.18
<i>Mars</i>	10.93	18,10	03,76	84.53
<i>Avril</i>	15.1	20,30	09,9	56.83
<i>Mai</i>	18.9	25,30	12,50	41.73
<i>Juin</i>	23.59	31,90	15,28	13.8
<i>Juillet</i>	27.99	35,20	20,78	2.8
<i>Août</i>	27.5	35,00	20,00	9.78
<i>Septembre</i>	22.94	29,60	16,28	41.13
<i>Octobre</i>	18.85	25,10	12,60	42.24
<i>Novembre</i>	12.52	17,70	07,34	60.09
<i>Décembre</i>	9.13	14,10	04,16	57
<b>Moyenne</b>	<b>17.024</b>	<b>23,40</b>	<b>10,65</b>	<b>557.75</b>

T : température P. :pulviométrie

2-1 -Température :

La température moyenne annuelle est de 17.024 °C avec 27.99 °C en Juillet pour le mois le plus chaud, et 8.36°C en Janvier pour le mois plus froid

2-2- Précipitation

Les précipitations moyennes annuelles sont de l'ordre de 557.75 mm

2-3-Les données climatiques

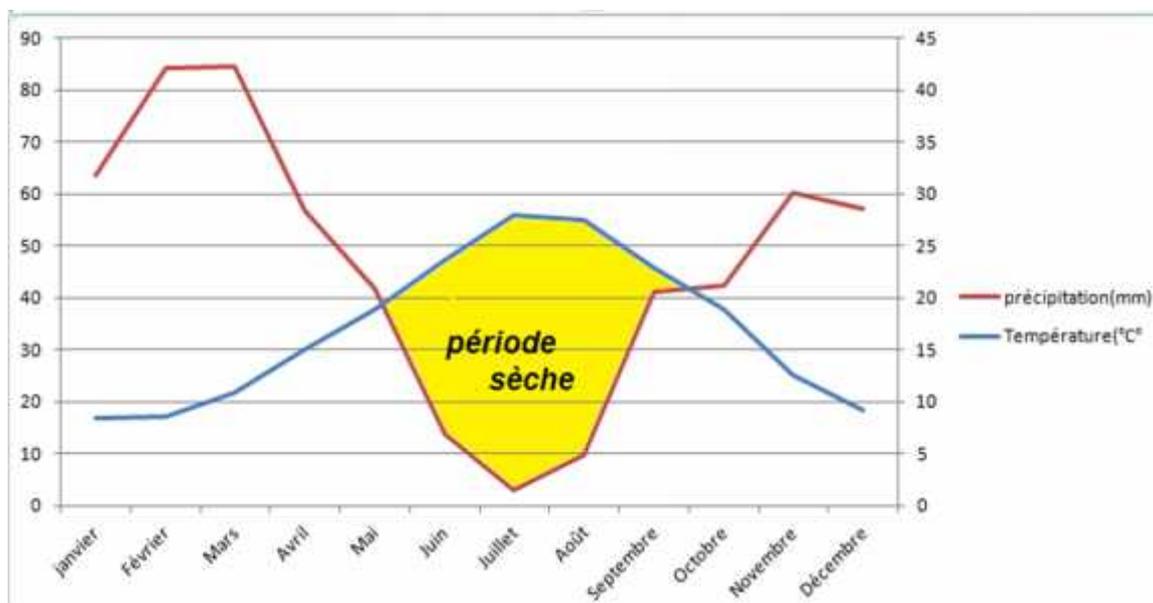
2-3-1-Diagramme ombrothermique de GAUSSEN

D'après le tableau 01 qui se base sur l'enregistrement des données de précipitation et des données de températures mensuelles des années (2006-2015), on peut établir la courbe pluviométrique dont le but est de déterminer la période sèche.

Le diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953) permet de suivre les variations saisonnières de la réserve hydrique.il est représenté (**Figure N°12**) :

- en abscisse par les mois de l'année.
- en ordonnées par les précipitationd en mm et les températures moyennes en °C.

- une échelle de  $P=2T$
- l'aire comprise entre les deux courbes représente la période sèche. Dans la région de Bouira nous remarquons que cette période entre le 15 mai jusqu'à la fin du mois de septembre



**Figure N°12:** Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN de la région de Bouira (2006-2015)

### 2-3-2-Climagramme d'EMBERGER

Il permet de connaître l'étage bioclimatique de la région d'étude. Il est représenté :

- En abscisse par la moyenne des minima du mois le plus froid.
- En ordonnées par le quotient pluviométrique ( $Q_2$ ) d'EMBERGER (1933 in LE HOUEROU, 1995).

Nous avons utilisé la formule de STEWART (1969 in LE HOUEROU, 1995) adapté pour l'Algérie, qui se présente comme suit :

$Q_2$  : quotient thermique d'EMBERGER.

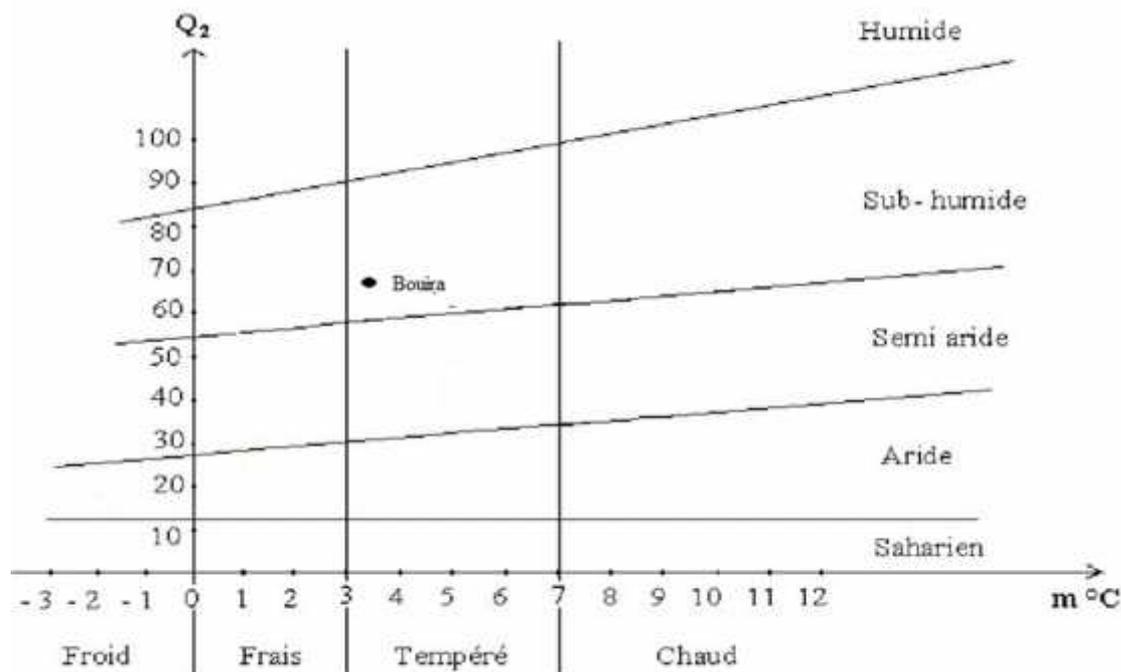
$P$  : pluviométrie moyenne annuelle en mm.

$M$  : moyenne des maxima du mois le plus chaud en °C

$m$  : moyenne des minima du mois le plus froid en °C

$$Q_2 = \frac{3,43 P}{M - m}$$

$$Q_2=67$$



### 3-Matériel et méthodes

Le présent travail est réalisé au niveau du laboratoire de l'université AMO. Il porte sur l'étude (isolement et l'identification macroscopique et microscopique) des principales maladies cryptogamiques rencontrées durant la saison agricole 2018-2019 chez les céréales.

Il comporte une partie prospection sur terrain qui vise à collecter des échantillons Symptomatiques et aussi à suivre l'évolution des maladies dans le temps.

L'inspection sanitaire des parcelles et l'étude de la nuisibilité des maladies fongiques dans une région donnée nécessite trois critères essentiels, à savoir le choix de la période, le choix de la parcelle et la collecte d'informations (*Zahri et al. 2014*).

- ✓ **Choix de la période d'inspection** : les prospections ont été réalisées au moment où les stades phénologiques des céréales s'évalaient de la montaison à floraison.
- ✓ **Choix de la parcelle** : le choix des parcelles a été effectué aléatoirement au niveau des différentes communes de la région de Bouira.
- ✓ **Collecte d'informations** : On a effectué un questionnaire aux céréaliculteurs sur la base d'une fiche d'enquête pré-établie durant nos prospections sur les exploitations agricoles (annexe 03).

### 3-1- Matériel végétal

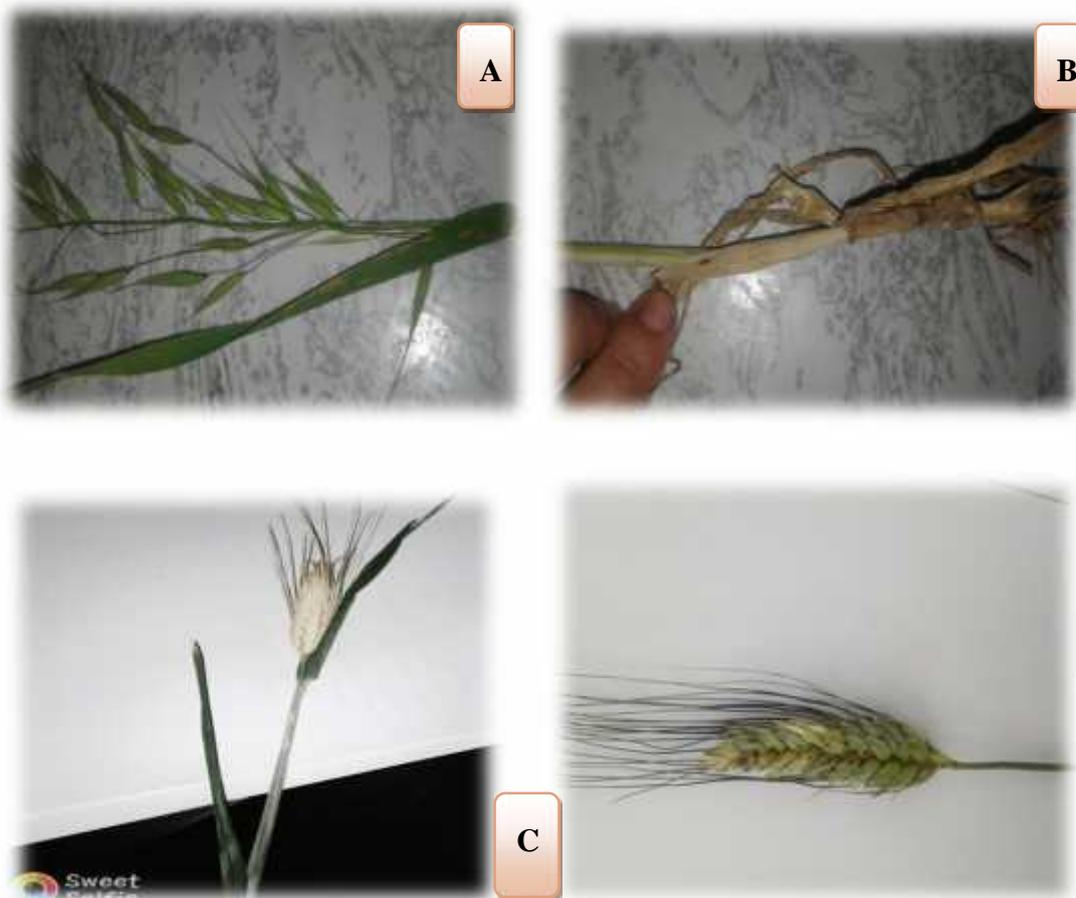
Le matériel végétal utilisé dans notre analyse expérimentale est constitué de différents céréales dont: le blé tendre (*Triticum aestivium*), le blé dur (*Triticum durum*), l'orge (*Hordeum vulgare*) et Folle avoine (Ancêtre sauvage de l'avoine). Ces variétés ont été récoltées durant le mois de mars, avril et Mai 2019.

**Tableau N°06: Parcelles visités**

Date	Parcelle visitée	Culture	Stade phénologique	Superficie	Variété
20-03-2019	Ain bessem « el parck »	Blé tendre	Début gonflement	7 hectar	Arz G2
	Ain bessem « rével »	Blé tendre	Epiaison	20 hectar	ANAPO
25-03-2019	Ain bessem « kazirna »	Blé dur	Début Gonflement	30 hectar	Sémito
01-4-2019	Ain bessem « dalia »	Blé dur	Début Gonflement	30 hectar	Chanes
04-04-2019	El_khabouzia « el parck »	Blé dur	Début Epiaison	51 hectar	Sémito
09-04-2019	Ain bessem « rével »	Blé dur	Epiaison	18 hectar	Chanes G3
14-04-2019	Lkhdaria «hazama»	l'orge	Début gonflement	14 hectar	Hordeum vulgare
19-04-2019	Lkhdaria «krichiche»	l'orge	Epiaison	20 hectar	Hordeum vulgare
22-04-2019	Alkadiria «hazama»	l'orge	Début gonflement	24 hectar	Hordeum vulgare
27-04-2019	Alkadiria «hazama»	Folle avoine	Début Epiaison	9 hectar	
01-05-019	Alkadiria «hazama»	Folle avoine	Début gonflement	30 hectar	

#### 3-1-1-Prélèvement des échantillons

Suite à des observations approfondies, les échantillons ont été prélevés sur les champs de céréales au niveau de la wilaya de Bouira. Les plantes affectées sont prélevées dans des sacs en plastique et transportées au laboratoire pour l'examen mycologique.



**Figure N°13 : les échantillons des céréales (l'avoine, blé et l'orge) (originale, 2019).**

**A-** Folle Avoine

**B-**L'orge (*Hordeum Vulgare*)

**C-** Le Blé Dur (*Triticum Durum*)

#### **4- Analyse au laboratoire**

##### **4-1-Préparation de milieux de culture**

Durant le premier isolement des agents pathogènes, on s'est basé sur le milieu PDA, jugé comme milieux standard pour le développement des champignons.

##### **4-1-1-Composition milieu agar dextrose potatoes (PDA)**

Pomme de terre.....200g.

Glucose.....20g.

Agar-agar.....20g.

Eau distillée.....1000ml. (*LARPENT, 1997*).

### 4-1-2 -Préparation

- Pour la préparation de l'extrait, laver et couper en petits morceaux 200 g de pommes de terre non pelée, vieilles de préférence.
- Les mettre dans 1 litre d'eau et porter à l'ébullition pendant 1 heure, Ecraser, filtrer et compléter à 1 litre.
- Dissoudre l'agar à chaud dans l'extrait, puis ajouter le glucose. Compléter à 1 litre. Stériliser à 110C° pendant 30 minutes. En cas de dépôt, agiter le milieu avant de le répartir. (BOTTON et al, 1990) (Figure N° 14).

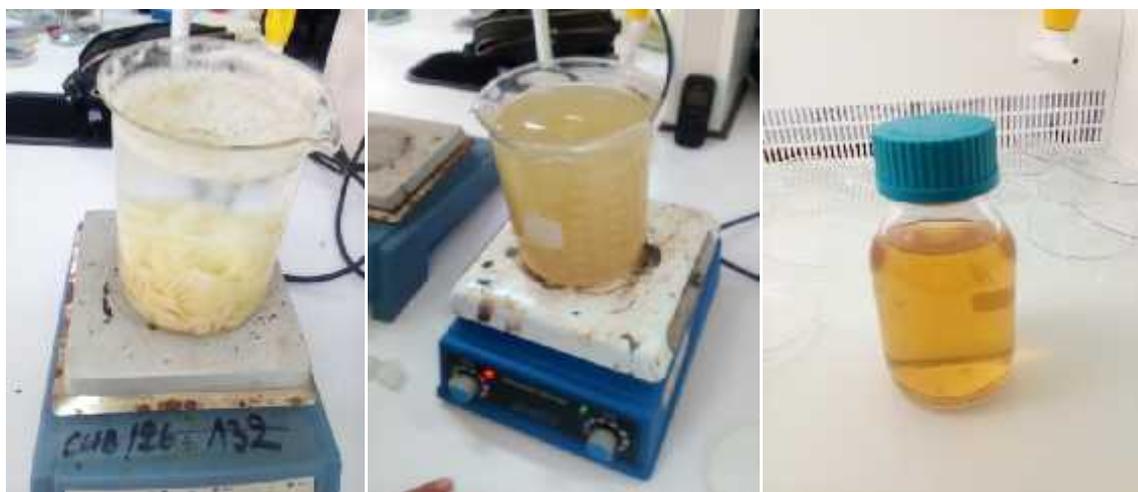


Figure N° 14: préparations de milieu PDA (original, 2019)

## 5-Méthodes d'isolement

### 5-1- Désinfection des échantillons

Après l'examen visuel de l'organe affecté par l'agent pathogène, il faut couper des portions de feuille affectée par les champignons comme 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 par exemple, sont découpées séparément en petits fragments. Chaque maladie a été traitée séparément.

Désinfection par trempage dans 2% d'eau javellisée pendant 3min (figure N°15), puis rinçage deux fois dans l'eau distillée stérile (figure N°16), pendant quelques minutes afin d'éliminer toute trace d'hypochlorite de sodium.



**Figure N° 15 : Désinfection de l'échantillon à 2% l'eau de javel (original, 2019)**



**Figure N°16 : Rinçage de l'échantillon (original , 2019).**

### **5-2-Séchage de l'échantillon**

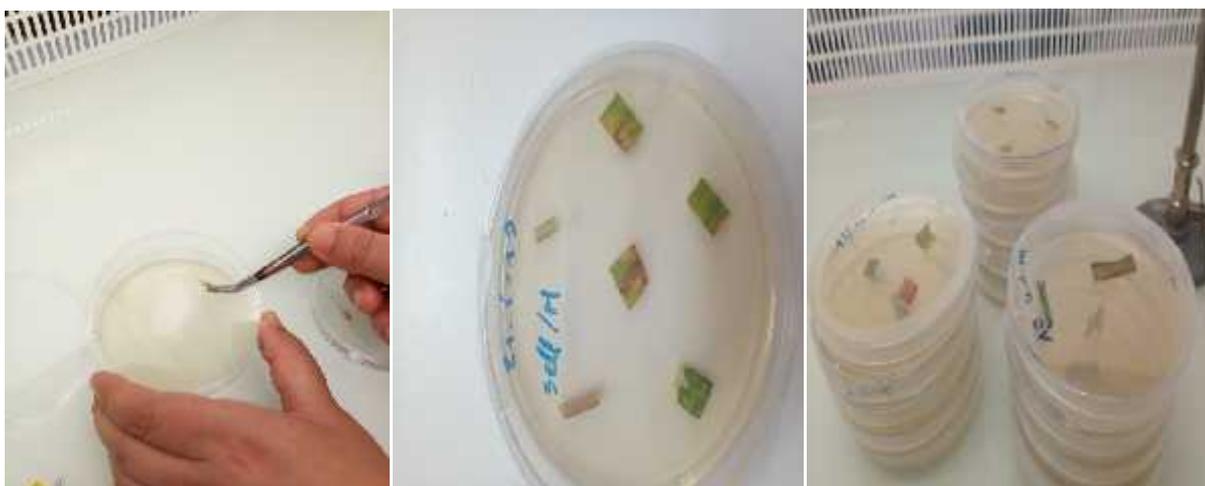
Le séchage se fait sous haute, et devant un bec bunsen. On dépose nos fragments sur un papier buvard stérile pendant quelques minutes jusqu'à obtention de fragments totalement secs (figure N°17).



**Figure N°17 : Séchage de l'échantillon (Original, 2019)**

### **5-3-Mise en culture sur le milieu de culture PDA et incubation**

Les différents fragments du végétal désinfectés sont transférés directement sur des boîtes de Pétri contenant un milieu de culture PDA et misent en incubation dans l'étuve à température de 25°C pendant 7 jours pour permettre le développement des structure de fructification du champignon (**Figure N°18 et 19**)



**Figure N°18 : Mise en culture des fragments suspectés affectés sur milieu PDA. (Original, 2019)**



**Figure N°19** : l'incubation des boîtes dans l'étuve à température de 25°C

### 6- Purification

La purification est réalisée par transfert des colonies développées sur des boîtes contenant le milieu de culture PDA (chaque colonie récupérée dans une boîte). Ce dernier se considère comme un milieu favorable de développement (rapide) des champignons, ainsi à la production des spores (*Botton et al. 1990*).

L'incubation est réalisée à une température 25C°, pendant à 7 jours. Cette méthode est répétée jusqu'à l'obtention des colonies pures (figure N°20).

Les boîtes où les mycéliums se sont développés, sont récupérées pour l'identification.



**Figure N°20** : La méthode de purification par un prélèvement de disque sur une boîte de PDA (*Original, 2019*)

### Remarque importante

Nous avons fermé les boîtes cultivées dès le début de localisation jusqu'à dernière étape par parafilm pour éviter tout risque de contamination.

### 7-Identification d'agent responsable étudié

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

#### 7-1-Identification macroscopique

Pour l'observation macroscopique des moisissures, il est nécessaire de caractériser ces isolats sur milieu PDA par :

- **L'aspect des colonies :** qui représente un critère clef d'identification. Les champignons filamenteux forment des colonies duveteuses, laineuses, cotonneuses, veloutées, poudreuses ou granuleuses.
- **La couleur des colonies :** c'est un élément très important d'identification. Les couleurs les plus fréquentes sont le blanc, crème, jaune, orange, brun allant jusqu'au noir. Les pigments peuvent être localisés au niveau du mycélium (*Aspergillus*, *Penicillium*) ou diffuser dans le milieu de culture (*Fusarium*) (**Botton et al.1990**).

#### 7-2-Identification microscopique

Nous avons utilisé un microscope binoculaire afin de réaliser une identification microscopique. L'examen microscopique d'un champignon se fait après réalisation d'un étalement entre lame, scotch et coloration avec le bleu de méthyle. Généralement, un examen à l'objectif x40 est suffisant pour mettre en évidence la plupart et des éléments importants (**Chablassse,2002**).

L'observation microscopique permet de détecter :

- la présence du thalle.
- la présence ou l'absence de septum.
- la nature de la reproduction et les caractéristiques des fructifications et des spores.

Pour cela, plus de 50 boîtes de Pétri ont été utilisées pour l'isolement et la purification des champignons et plus de 50 lames ont été préparées pour procéder

aux observations microscopiques sous un microscope photonique avec un grossissement de (x40 et x100).

### **8-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 directement, 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. Il est possible d'observer les spores à l'aide d'une coloration par bleu de méthyle (annexe 01).

1-Diagnostic des maladies fongiques sans isolement sur un milieu de culture

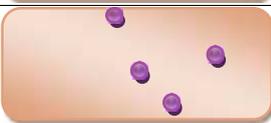
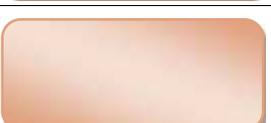
- Incidence des maladies fongiques

Nous avons suivi au cours de temps les parcelles de blé dur et blé tendre de l'orge et folle avoine choisies afin d'enregistrer tous les changements (l'apparition et du développement de la maladie) qui ont eu lieu au cours des mois mars, avril et mai.

La fréquence des 5 maladies fongiques identifiées au niveau de la région d'étude est classée par ordre de prédominance :

La rouille brune+, l'helminthosporiose ++, La fusariose d'épi+++, la septoriose +++, la rouille jaune +++++, l'oïdium +++++ (tableau 06)

Tableau N° 07 :l'état phytosanitaire des parcelles au moment du prélèvement

Symptom observes	Date de prrelevement	Echantillonnage aleatoire
l'Oïdium	20-03- 2019	
	22-03- 2019	
	24-03-2019	
Fusariose	25 -03- 2019	
	01-04-2019	
	04-04-2019	
	09-04-2019	
Helminthosporiose	14-04-2019	

<b>La Rouille jaune</b>	19 -04- 2019	
<b>Septoriose</b>	22-04-2019	
	27-04-2019	
	01-05-2019	

Les pluies abondantes qui ont caractérisé le mois de Mars et avril, combinées avec une élévation progressive des températures durant le mois d'avril ont été favorables au déclenchement des maladies durant ce mois.

L'apparition des maladies étaient un peu tardive par rapport aux campagnes écoulées ceci peut être expliqué par le froid qui a marqué le mois de mars.

A Ain Bessem la fréquence moyenne des maladies fongiques classée par ordre décroissant : La fusariose, la septoriose, l'oïdium, La tache auréolé et la rouille jaune ; Par contre à Lakhdaria et Alkadiria, signalent la prédominance de la rouille jaune (87,0 %), l'helminthosporiose (79,1 %), et les septorioses (45,8 %). L'oïdium était le moins prévalent avec 13,4 %.

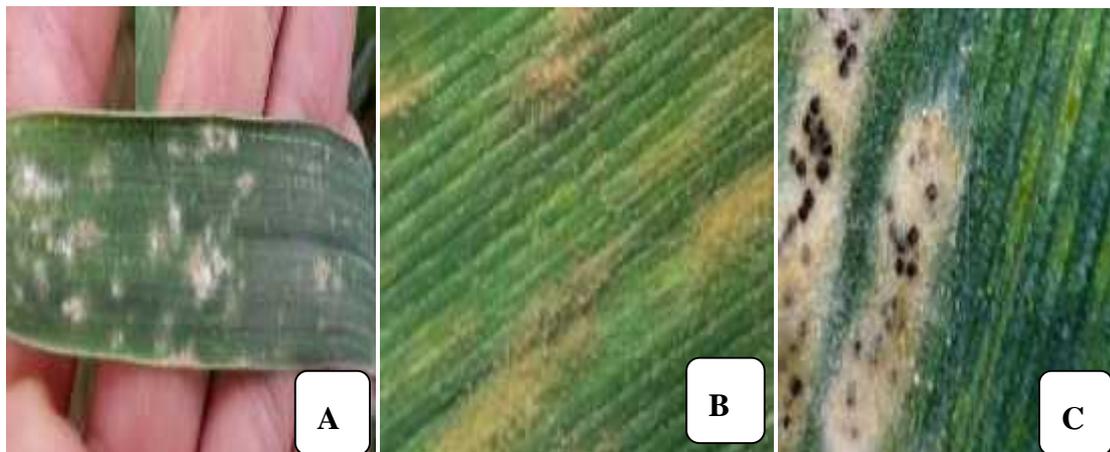
### 1-1- L'Oïdium: (*Erysiphe graminis*)

#### a)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 20 mars 2019 à partir d'une parcelle de blé dur, on a observé un feutrage blanc (**figure N°21 A**) avec une croissance fongique cotonneuse gris blanc (**figure N°21 B**), sur des zones isolées sur la feuille contaminée.

En suite, 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 N°21 C**) de l'Oïdium sur la gaine d'un échantillon blé tendre, récolté le 20 avril 2019.



**Figure N°21** : L'Oïdium (*Erysiphe graminis*) sur feuille (**originale, 2019**).

**A** : Pustules blanches sur la surface de la feuille.

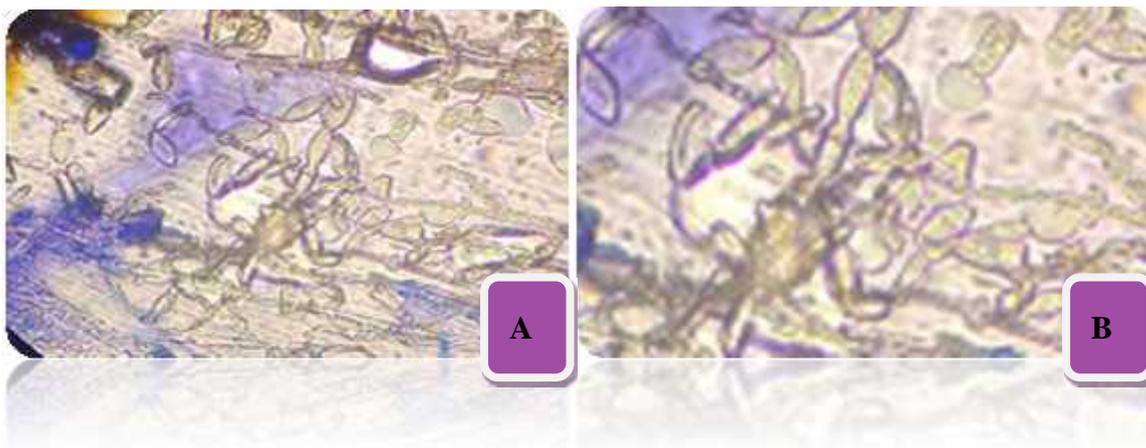
**B** : Pustules brunes ou grises due au vieillissement.

**C** : Aspect des cléistothèces (ponctuations noires) sur feuille en fin d'attaque

#### **b) Observation microscopique**

L'observation microscopique nous a montré des conidiophores et plusieurs conidies qui sont des cellules en dispersion (**figure N°22**). Le conidiophore (**figure N°22A**) 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 N°22 B**). Ces observations microscopiques sont conformes aux travaux de (**Zahri et al, 2014**).



**Figure N°22:** Conidies et conidiophores de l'agent pathogène (*Erysiphe graminis*) (Gx40 et x100). (Original, 2019)

**A :** Le conidiophores (Gx40).

**B :** Conidies libres rapprochées du conidiophore (Gx100).

### 1-2-La Rouille jaune

#### a)Observation macroscopique

La première apparition des symptômes de la Rouille jaune été observe et récolte le 19 avril 2019 sur blé tendre, on a remarqué l'apparition des Premières pustules d'une manière non alignée sur les feuilles de couleur jaune à orangé et non condensés.

Après une semaine et une augmentation des températures, 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 formés et une masse importante des pustules alignées entre les nervures, de couleur orange foncée.

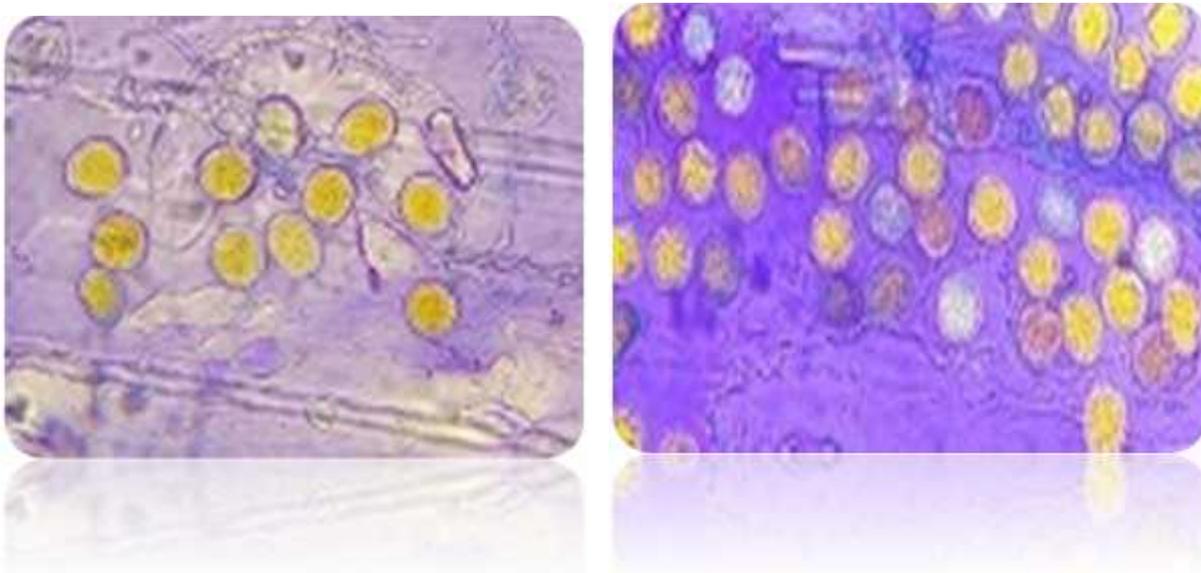


**Figure N°23:** la Rouille jaune (*Puccinia striiformis*) (Original, 2019).

**b) Observation microscopique**

L'observation microscopique en grossissement  $\times 40$  d'une lame préparée montrée un bon aspect d'urédospores typiques d'une masse importante. Ces derniers sont des spores dicaryotiques unicellulaires, bien regroupées, de coloration orangée, ayant une forme globuleuse, entourée par une paroi visible pigmentée et rugueuse.

Les urédospores ont été libérées par les pustules.



**Figure N°24 :** Les urédospores de la Rouille jaune (Gx40) (Original, 2019).

#### Remarque :

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).

#### 1-3- Helminthosporiose (*Pyrenophora tritici-repentis*)

##### a) Observation macroscopique

Les symptômes de cette maladie se présentent sous forme des tâches ocellées en forme d'œil plutôt ovoïde souvent entourées d'un halo chlorotique jaune (**Figure N°25**). Le point d'infection est un point noir au centre. Il est remplacé progressivement par un point foncé puis un cercle brun.



**Figure N° 25:** Helminthosporiose sur la feuille de blé dur et l'orge (Original, 2019).

**A :** Helminthosporiose sur la feuille de blé dur

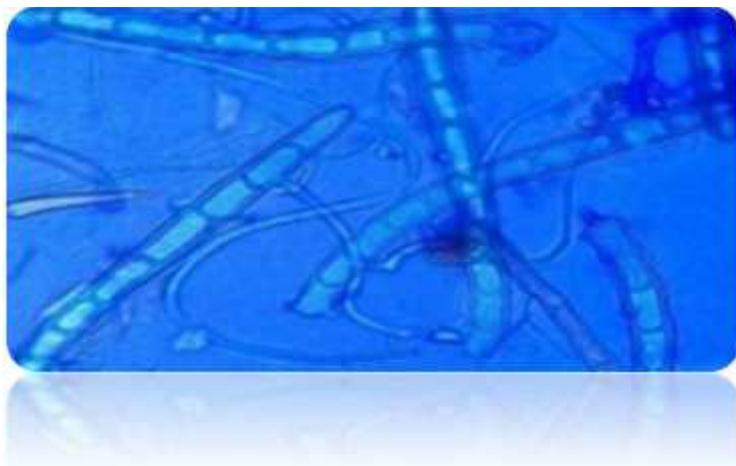
**B :** Helminthosporiose sur la feuille de l'orge

##### b) Observation microscopique

Pour s'assurer que de tels symptômes sont provoqués par l'agent pathogène de l'helminthosporiose, on est passé à l'examen mycologique au laboratoire. L'observation a été réalisée sur des fructifications développées sur les taches, ces fructifications sont collé directement sur une lame avec une goutte de bleu de méthyle (annexe 01).

Nous avons observé des conidiophores avec des conidies pluricellulaires, allongées, arrondies à l'extrémité apicale et pointue à l'extrémité basale (**figure26**). La paroi des spores est épaisse.

Les résultats obtenus suite à l'observation microscopique ont confirmé la présence de l'agent pathogène *Pyrenophora tritici-repentis*. Cette description est conforme à celle rapportée par Nasraoui (2008).



**Figure N°26:** Conidie et conidiophore de *Pyrenophora tritici-repentis*(G×40) (**Original 2019**) .

## **2-Diagnostic des maladies fongiques du blé après isolement sur un milieu de culture**

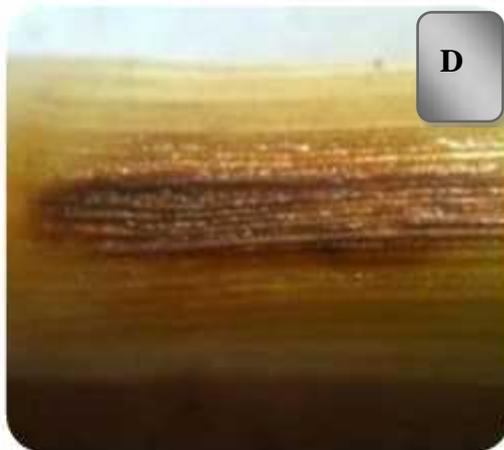
### **2-1-Fusariose**

#### **a)Observation macroscopique**

Dans un premier temps, on a observé un premier échantillon de Fusariose le 25 mars 2019 sur une parcelle de blé tendre au niveau de la région du Bouira.

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. Après le déclenchement des températures élevées qui ont caractérisées le mois d'avril nous avons observé d'autres échantillons de Fusariose sur autre parcelles de l'orge .Les symptômes de la maladie se sont manifestés par une nécrose de couleur brune sous forme de trait de plume (**figure N°27**).

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.





**Figure N°27:** Observation macroscopique de la Fusariose sur le blé et l'orge (Original, 2019).

**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.

**E :** Les symptômes de la fusariose sur épis d'orge.

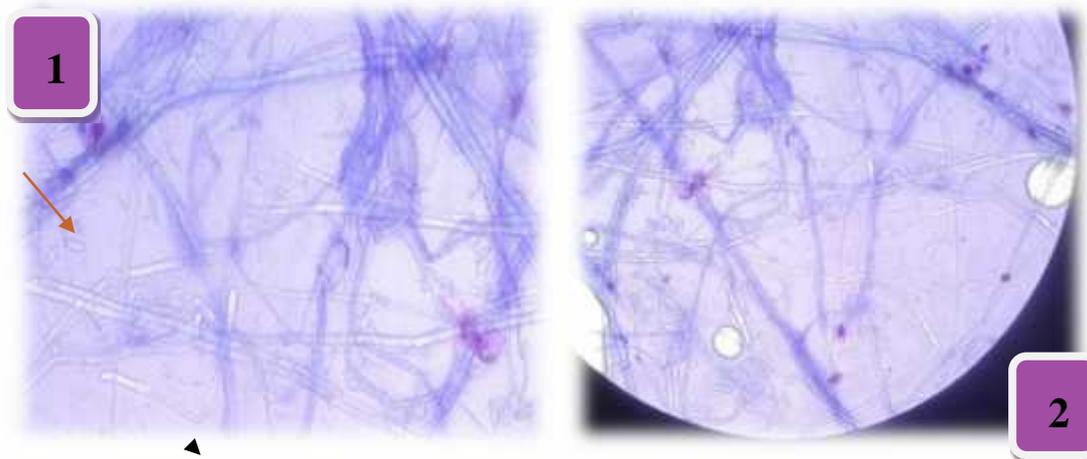
Tableau N°08: Identification macroscopique des isolats suspectés d'être Fusarium

Code d'isolat	Face supérieure (photos originales)	Face inférieure	Description Macroscopique
Fusariose A			Un développement rapide d'un mycélium dense, rasant, dominant sur la boîte avec une couleur rose et un duvet blanchâtre
Fusariose B			Colonie, duveteuse à cotonneuse, de couleur blanchâtre sur sa face supérieure, avec une croissance rapide de forme arrondie. Le revers est de couleur jaune.

**b) Observation microscopique :**

Les spores de Fusariose ont la forme d'un croissants segmentés, avec des extrémités 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 (**la Fusariose A**).



**Figure N°28 :** Observation microscopique de fusariose A (G X 40) (Original, 2019).

**1 :** conidies de la Fusariose regroupées.

**2:** la présence de macroconidies et microconidies

D'après les clés d'identification de Botton et al. (1990)

l'isolat correspondant à *Fusarium solani*. L'observation microscopique à grossissement X40 montre des macroconidies formées à partir de conidiophores ramifiés, multiples, courts et qui peuvent former des sporodochies, comportant de sept à neuf cloisons. Des microconidies cylindriques comportant trois cloisons sont regroupées en deux à trois paires rapprochées et plus au moins éloignées.



**Figure N°29:** Observation microscopique de fusariose B (Original, 2019).

### Remarque

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

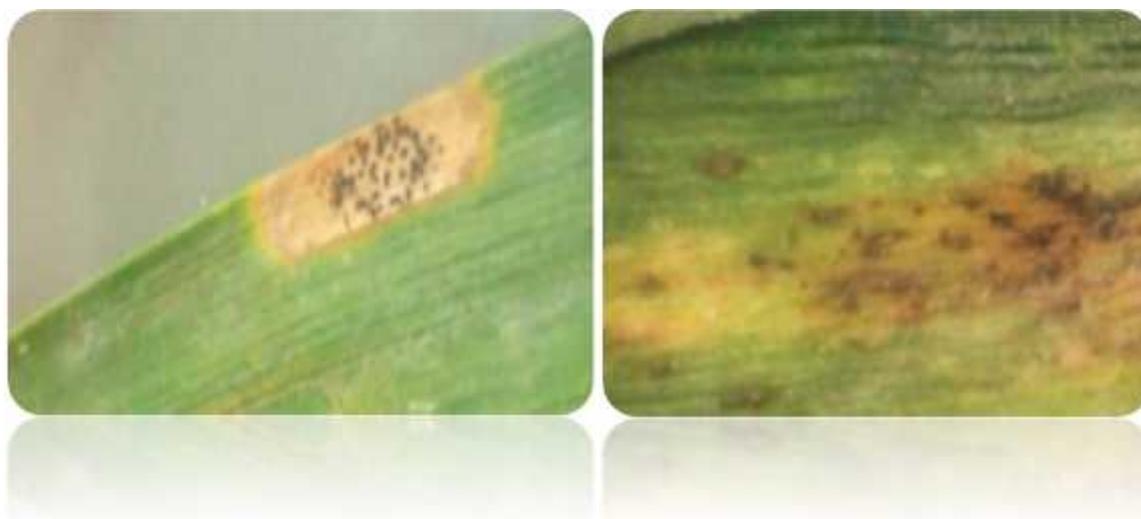
### 2-2-Septoriose

#### a) Observation macroscopique

Le premier échantillon présentant des symptômes de Septoriose a été observé le 21 mars 2019 sur une parcelle de blé dur et le 22 avril 2019 on observe les symptômes sur une autre parcelle d'orge qui il contient des mauvaises herbes (folle avoine) au niveau de la région du Bouira

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, à la faveur de l'humidité on observe des cirrhes au niveau de la tâche. Les symptômes de Septoriose sont difficiles à distinguer (**Figure N°30**)



**Figure N°30** : Tâche septorienne sur la feuille de blé et Folle avoine (**Original, 2019**).

### Chapitre III : Résultats et discussion

L'isolement des champignons sur le milieu PDA à partir des échantillons Folle avoine, blés suspectés d'être affecté par la septoriose a permis d'obtenir une souche fongique

On observe des Colonie vert brun, floconneuse, sur sa face supérieure avec une croissance faible, une couleur brun foncé sur sa face inférieure.



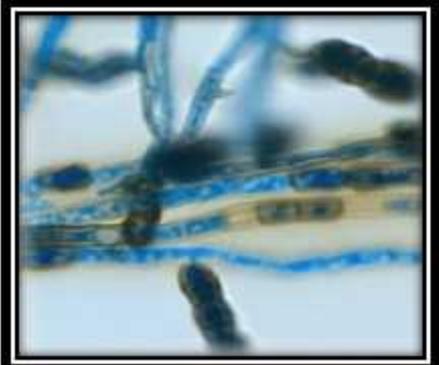
**Figure N°31 :** Aspect de la boîte de culture de Septoriose (Original, 2019).

#### b) Observation microscopique :

L'observation microscopique a permis d'identifier un champignon qui est le *Pithomyces sp.*

- ✓ Filaments mycéliens, hyalins ramifié.
- ✓ Les conidiophores sont peu différents des hyphes végétatifs.
- ✓ Les conidies (sont ellipsoïdales, à paroi lisse ou rugueuse, solitaires. Elles sont cloisonnées parfois dans les deux sens (muriformes)

**Tableau N°09 :** Identification microscopiques des isolats suspecté d'être Septoria.

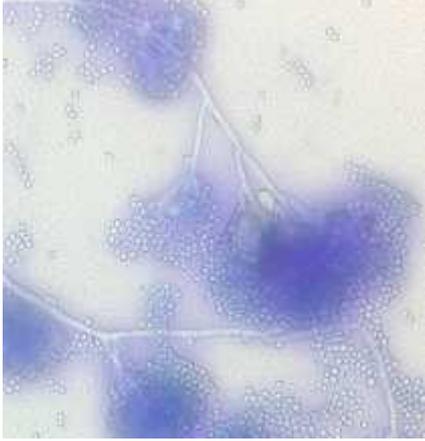
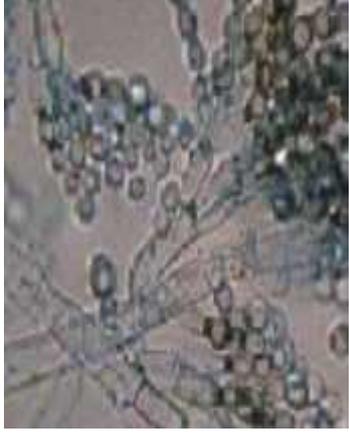
Code d'isolat	Grossissement de X40 (photos originales)	Référence
Septoriose	 Pithomyces	 Yuri, 2015

### Chapitre III : Résultats et discussion

**Tableau N° 10** : Caractères macroscopiques des déférant souches isolées des céréales (l'orge l'avoine et blé)

Face supérieure (photos originales)	Face inférieure	Aspect Macroscopique	Référence (Chabasse et al, 2002)
		-Face supérieure : colonie verte bleuâtre, velouté -Face inférieure : jaunâtre colonie à croissance moyenne	
		-Croissance rapide -Texture : laineuse -couleur : blanc - Face inférieure : incolore	
		-Colonie à croissance rapide sur milieu de PDA -Texture poudreuse, de couleur noire - Face inférieure : noire	

Tableau N°11 : Caractères microscopiques des souches isolées des des céréales (l'orge l'avoine et blés)

Aspect microscopique X40	Photo Microscopique de Référence (Chabasse et al., 2002)	Identification microscopique	Identification de la souche
		<p>-Mycélium cloisonné -Spores très nombreuses, claires, sphériques ou ovales</p>	<p><i>Penicillium sp</i></p>
		<p>-Sporosystophore généralement très grands, terminés en entonnoir, en bouquet de 2à6 présentant à la base de rhizoïdes _Columelles brunes, globuleuses ou semi globuleuses.</p>	<p><i>Rhizopus sp</i></p>
		<p>Des conidiophores ramifiés et allongés. - Des conidies en chaîne acropétale, septées avec plusieurs sites conidiogènes</p>	<p><i>Cladosporium sp</i></p>

#### 3- Résultat final :

##### 3-1-L'isolement d'échantillon de parcelles de blé et avoine sur (PDA) :

Il est représenté par 20 isolats, les genres fongiques sont représentés par :

-Fusariose

-Septoriose

-Rhizopus

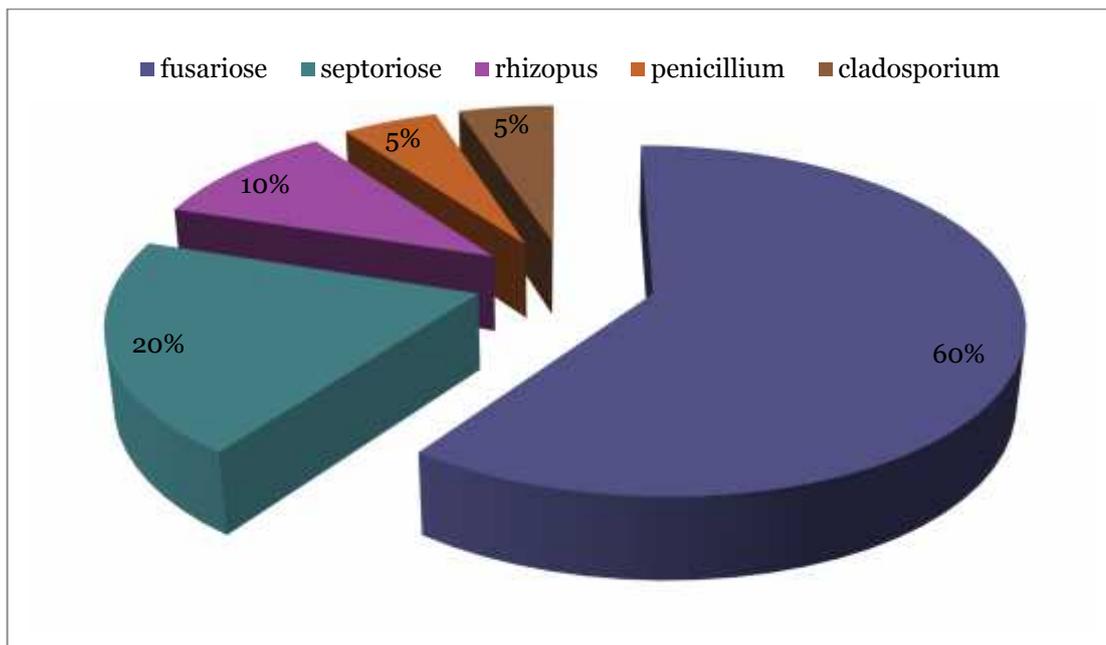
-Penicillium

- Cladosporium

On remarque que le genre prédominant est le Fusariose, de 60%, il regroupe les espèces suivantes : *Fusarium solani* par 07 isolats et *Fusarium sp* par 05 isolats suit le genre Septoriose qu'est représenté par 04 isolats, et représente 20% et le genre Rhizopus qu'est représenté par 02 isolats, et représente 10% .

enfin les genres : *Penicillium*, *Cladosporium* ,de 5% pour chacun, et sont représentés par 1 seul isolats pour chaque genre.

	Germes isolés	Nombre de Répétitions	Nombre total d'isolats
parcelles de blé et avoine	-Fusariose	12	
	-Septoriose	04	
	-Rhizopus	02	
	-Penicillium	01	
	- Cladosporium	01	



**Figure N°32:**Répartition des pourcentages des genres fongiques isolés sur (PDA) des parcelles de blé et avoine

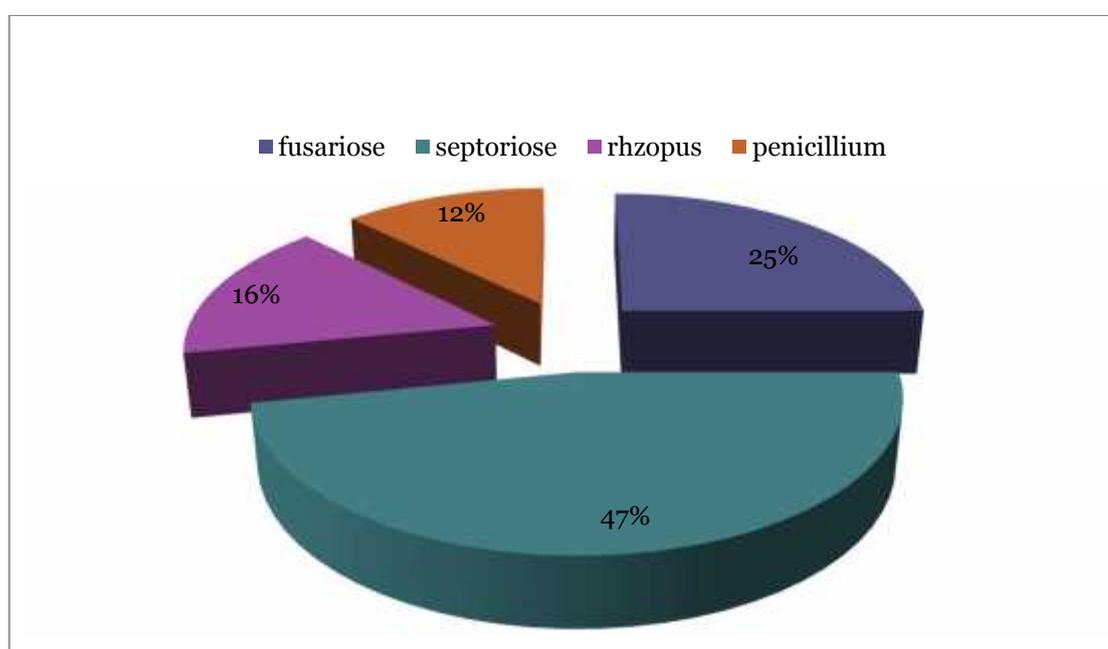
### 3-2-L'isolement d'échantillon de parcelles de l'orge sur (PDA)

Les genres fongiques trouvés représentés par 32 isolats :

- Fusariose
- Septoriose
- Penicillium
- Rhizopus

On remarque que le genre Septoriose (*Pithomyces sp*) est le prédominant par 46,87% représenté par 15 répétitions. il est suivi par le genre Fusariose Sp de 25%, et se confirme sur 08 isolats, puis le genre *Rhizopus sp* de 15,62 confirme par 05 isolats enfin le genre *Penicillium sp* 12,5% et il est représenté par 04 isolat.

	Germes isolés	Nombre de Répétitions	Nombre total d'isolats
parcelles de l'orge	-Fusariose	08	 32
	-Septoriose	15	
	Penicillium	04	
	-Rhizopus	05	



**Figure N° 33:**Répartition des pourcentages des genres fongiques isolés sur (PDA) des parcelles de l'orge.

### 3-3-Identification des champignons obligatoires

Nous avons trouvés aussi d'autres genres fongiques : l'Oïdium, Helminthosporiose et les Rouilles jaunes. On frotte directement les pustules observées sur une lame et on passe directement à l'observation. Nous avons observé les spores à l'aide d'une coloration par bleu de méthyle (annexe 01).

### Conclusion

Les Institutions dans le domaine agricoles cherche toujours a évaluer la qualité et augmenter la productivité des céréales pour répondre à la demande du Consommateur et arriver a autosuffisance.

Selon ce contexte nous avons fait une étude expérimentale dans la région du Bouira pour suivre les maladies cryptogamiques des céréales. Les paramètres étudiés pour l'étude expérimentale sont : nombre des espèces fongique, le Champignon dominant de cette zone.

Nous avons déterminé ces maladies grâce à l'isolement et identification au laboratoire de la Faculté Des Sciences De La Nature Et De La Vie de Bouira

On a obtenus ces résultat :

1. Le nombre des espèces des champignons est de espèces sur les deux sites étudiés.
2. L'espèce majeure est le Fusariose, dans blé et avoine avec 60% et Septoriose (Pithomyces sp) dans l'orge avec 46,87%.
3. Les espèces non phyto pathogène sont : Penicillium sp, Rhizopus sp et Cladosporium sp.

Il faut donc faire une bonne sensibilisation au risque de mycotoxines sur la santé humaine et L'éleveur pour les animaux

Pour diminuer les risques d'affection des céréales et minimiser l'utilisation des fongicides nous avons proposé certain méthode :

1. Utilisation des variétés résistantes.
2. Utilisation des plantes saines
3. Une bonne pratique culturale
4. la lutte intégrée contre les maladies au champ.
5. La récolte dans la période sec
6. ventilation du magasin

## Annexe : 01

### Préparation de bleu de méthyle

Composants	Quantité/L
Eau distillée	50ml
Bleu de méthyl	0.5g
Acide acétique glaciale	1ml
SDS	0.25g

Mesurer 0.5g de bleu de méthyl ainsi 0.25g de SDS, prélever 1ml d'acide acétique glaciale mélanger le tout dans un bécher et remplir avec l'eau distillée jusqu'au trait de 50ml.

## Annexe : 01

### Matériels :

- Des pipettes graduées.
- Autoclave (SANOclav).
- Balance (KERN EMB 600-2).
- Microscope optique (Carlzeiss jena)
- Entonnoir.
- Micropipette (1000 $\mu$ l).
- L'étuve (memmert).
- Fiole de 250ml.
- Lames.
- Papier d'aluminium.
- Plaque chauffante (SELECTR).
- Beck Bunsen.
- boîtes pétris.
- Para film.

## Annexe : 03

Université Akli Mohand Oulhadj \_ Bouira\_  
Faculté des Science de la Nature et de la Vie et Science de le Terre  
Département des Sciences Agronomique

### FICHE DE RENSEIGNEMENT BLE

**Date de sortie :**

**Données sur la culture :**

- La superficie : .....
- Date de semé : .....
- Stade végétatif : .....
- Variété : .....
- Culture précédente : .....
- Localité : ..... Commune : .....
- Irrigation complémentaire : .....

**Etat phytosanitaire**

- Bon /mauvais
- Symptomes observés :.....
- Traitements phytosanitaires utilisés :.....
- Fertilisants utilisés :.....
- Présence des mauvaises herbes :.....
- Présence d'insectes ou nématodes :.....
- Autres observations.....

## 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.
- **Anonyme, (2002).** Extrait du Guide agronomique des grandes cultures. Ontario Canada.
- **Anonyme, 2005.** Photologie des plantes. 16 p.
- **Anonyme. (2001).** Dynamique de propagation de la rhynchosporiose, orge. *The chemical company.*
- **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.*
- **Bakour, L., et Bendifallah, K. 1990.** Rapport d'enquête. Etat sanitaire des denrées entre posées dans les unités de stockage de D, B, K, Bouira et Ain Bessem.
- **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 (consulté le 30/05/2015).
- **Belaid D., (1986):** Aspect de la céréaculture algérienne. Collection le cours d'agronomie office des publications universitaires. 207p.
- **Belaid, D. 1986.** Aspect de la céréaliculture algérienne. Collection le cours d'agronomie office des publications universitaires. 207 p.
- **Ben Slimane R ; 2011** Effets de la septoriose foliaire sur la sénescence et les flux d'azote pendant le remplissage des grains chez le blé tendre *Agronomie. Agro Paris Tech, p187 p9.*
- **Benbelaid, R. 1991.** Contribution à l'étude des agents de pourritures Racinaires des céréales. Thèse. Ing. Agri. Ina., El Harrach.
- **Benbelkacem A, 1985.** Adaptation of cereals to extreme environments, *Field crops Research.*
- **Benbelkacem A. Et Bendif N., 2010.** Résultats des enquêtes, maladies et insectes Des céréales en région Est de l'Algérie. *Bilan PNAB. Rev. Céréaliculture 45, 12-19.*
- **Bendif N., (1994):** La situation actuelle des maladies des céréales en Algérie. *ITGC. Céréaliculture 27.* p9.
- **Bendif N, 2008.** Identification des maladies et des insectes des céréales prévalent dans l'Est Algérien. *F.D.P.SDE L'ITGC de Gulema.* p1
- **Bonjean A, Picard E., 1991.** Les céréales à paille. Origine-histoire-économie-sélection. *Ligugé ; Poitiers : Aubin imprimeur, 1991.* Poitiers 44 pp.
- **Botton B, Breton A, Fevre M, Gauthier S, Guy, PH. Larpent ,JP. Raymond, P. Sanglier JJ. Vayssier Y, Veau P ; 1990 .** Moississures utiles et nuisible importance industrielle. 2<sup>ème</sup> édition .maosson collection biotechnologies. p.34-42.
- **Bouakaz K. et Oussaid Y., 2013** reconnaissances et identification des principales maladies cryptogamiques du blé et de l'orge, *Institut National de la Protection des Végétaux, page 31.*
- **Boufenar-Zaghouane F. et Zaghouane O., 2006 :** Guide des principales variétés de céréales à paille en Algérie (blé dur, blé tendre, orge et avoine). *ITGC d'Alger, 1<sup>ère</sup> Ed, 152p.*
- **Bouzidi H., (1979):** Généralité. *Revue trimestrielle scientifique et technique d'information, Institut de développement des grandes cultures, Alger. 32 p.*
- **Boyeldieu, J. (1997).** Blé tendre. *Techniques agricoles, Editions Techniques - Techniques agricoles. Fascicule 2020.*

## Références bibliographiques

---

- **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.
- **Chabasse, D. 2002.** Les moisissures d'intérêt médical. Cahier N°25 de formation de biologie médicale, pp. 25-27.
- **Champion R., (1997):** Identifier les champignons transmis par les semences. Chapitre 8 : maladies transmis par les semences. INRA EDITIONS : 105-113.
- **Cherfia, R .2010.** Etude de la variabilité morpho-physiologique et moléculaire d'une collection de blé dur algérien (*Triticum durum* Desf.).these de Magistère en Biotechnologies végétales. Université Mentouri, Constantine. 118 pages.
- **Claire, C. 2013.** Le Blé, une plante modèle pour étudier la biologie végétale au lycée. L'Ifé-ENS de Lyon.47 p.
- **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.
- **Cornuet P., 1987.** Eléments de virologie végétale .INRA ,145 rue de l'Université ,75007 Paris.206p.
- **Djermoun A., (2009):**La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques. *Revue Nature et Technologie.*
- **DPVCT :** Direction de la protection végétaux et des contrôles techniques,Ministère de l'agriculture du développement rural et de la pecge.Index des produits phytosanitaires à usage agricole,juillet2015.
- **EL Yousfi Brahim, 2015** guides du diagnostic des principales maladies des céréales d'automne au Maroc, INRA CRRA de Settat-laboratoire de phytopathologie.
- **Eyal Z., (1981):** Integrated control of Septoria diseases of wheat. *Plant Disease.* 65: 763-768.
- **FAO.2005.**FAOSTAT Agriculture.Availableonlineat<http://faostat.fao.org/faostat/collections?>
- **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, utilisation. Edition INRA, Paris, 308p.
- **Feliachi, K. 2002.** PNDA, Intensification et développement des filières, cas de la céréaliculture. Acte des 3iemes Journées Scientifiques sur le Blé, 12 et 13 février 2002, Université Mentouri, Constantine.
- **Geigy, C. et Nathan, A. 1985.** Maladies des céréales et du Mais. Edition. Agri-Nathan. France. 96pp
- **Godon B ; 1991.** Les constituants des céréales : nature, propriétés et teneurs. In: Godon B. (Ed.), Biotransformation des produits céréaliers. Ed. Lavoisier Tec & Doc, Paris, pp. 1-22.
- **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.
- **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.

## Références bibliographiques

---

- **INPV 2019:** Institut National de la Protection des Végétaux «, 12, Avenue des Frères Ouadek Hacem Badi .EL HARRACH - BP.80 El-Harrach, Alger.le fusariose..www.inpv.edu.dz.
- **Janati A., (1990):** Des cultures fourragères dans les Oasis ; option Méditerranéenne, Série
- **Josine C., (2006):** L'orge au fil de temps, usages culinaire, Ecologie et environnement. Orge.
- **Laffont J, 1985a.** les maladies des céréales et du maïs. AGRI-NAHAN. Pp 4-51
- **Laffont J, 1985b.** le désherbage des céréales. AGRI-NAHAN.96p
- **LARPENT J.P; 1997.**Microbiologie Alimentaire. Technique De Laboratoire. Edition Lavoisier. Paris.
- **Le poivre P., 2003.** Phytopathologie. Edition De Boeck Université, Belgique, 427 p79.
- **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.
- **Madr. 2005.** Données statistiques du Ministère de l'agriculture. Bureau des statistiques.
- **Madr. 2006.** Données statistiques du Ministère de l'agriculture. Bureau des statistiques.
- **Mallek H. ,2017.** Contribution à l'étude de la mycoflore associée aux grains de blé dans la wilaya de Bouira. Mémoire de Master, université d'Akli Mohand Oulhadj de Bouira, 57p.
- **Masson E., (2012):** Diagnostic des accidents du blé tendre. ARVALIS-Institut du végétal. 36-40.
- **Moreau J.M., (2011):** Lutte contre les maladies. Livre Blanc « Céréales » ULg Gembloux Agro-Bio Tech et CRA-W
- **Nasraoui, B. 2006.** Les champignons parasites des plantes cultivées, Biologie,
- **Prats J. et Grandcount M.C., (1971):** Les céréales 2ème éd. Coll d'enseignement Agricole.288p.
- **Rappily F., Lemaire, J. M. et Cassini R., 1971.** Les principales maladies cryptogamiques des Céréales. INRA, Dept. Path. Vege ; 189 pp
- **Rastoin J.I. et Benabderrazik E.H., (2014):** Céréales et oléagineuse au Maghreb-Institut de perspective économique du monde méditerranéen. 13-15.
- **Sayoud R., Ezzahiri B. et Bouznad Z., 1999.** Les maladies des céréales et des légumineuses alimentaires au Maghreb, Guide Pratique. Projet Maghrébin sur la Surveillance des Maladies et le Développement de Germoplasme Résistant des céréales et des Légumineuses Alimentaires. PNUD RAB/91/007 Maroc-Algérie - Tunisie. Trames Ed, Algérie. 64p.
- **Selmi R., (2000):** Fin du mythe de l'autosuffisance alimentaire et place aux avantages comparatifs. Revue Afrique Agriculture. IN: Evaluation de la qualité d'un germoplasme de blé dur (*Triticum durum* Desf) : appréciation de l'aptitude technologique et biochimique.
- **Shipton W.A Boyd W.R.J, Rosielle A.A., Shearer B.L., (1973):** The common Septoria diseases of wheat. Botanical Review 37: 231-262.
- **Simon H., Codaccion P. et Lecoeur X., 1989.** Produire des céréales à paille. Agriculture d'aujourd'hui. Eds.Lavoisier, Paris. 346 pages.
- **Soltner P., 2005.** Les bases de la production végétales: La plante et son amélioration. 4<sup>ème</sup> Ed. Collection et Techniques Agricoles. 248p.

## Références bibliographiques

---

- **Soltner, D. (1998).** Les grandes productions végétales : céréales, plantes sarclées, prairies. Sainte Gemme-sur-Loire, Sciences et Techniques Agricoles.
- **Systematique, Pathologie, Maladies. Chapitre 4 : Maladies.** Centre de Publication Universitaire Tunis, 363-427- 456p.
- **Templier (P. D.). 1969.** - Le marché des céréales. (Rev. Franc. Agric., aut. 1969, 55-61p
- **Zahri S, Farih A, Badoc A et Douira A ; 2014.** Statut des principales maladies, cryptogamiques foliaires du blé au Maroc en 2013. Journal of Applied Biosciences 77, 6543–6549.
- **Zillinsky F.J., (1983):** les maladies des céréales à paille. Guide d'identification. Eds. CIMMYT. Mexico. 142p.

