



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

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



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

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة 1  
كلية علوم الطبيعة و الحياة

Département : Biologie et Ecologie Végétale

قسم : البيولوجيا و علم البيئة النباتية

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

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biotechnologies

Spécialité : *Biotechnologie et Génomique Végétale*

**Intitulé :**

---

**Etude des maladies du blé prévalentes dans le Constantinois  
durant la campagne agricole 2020/2021**

---

Présenté et soutenu par : *CHELAHI Sonia*

Le : 07/07/2021

*BOUMEZBAR Dina*

**Jury d'évaluation :**

**Président du jury :** *DJEKOUN Abdelhamid* (Prof. - UFM Constantine 1).

**Encadrant :** *BENBELKACEM Abdelkader* (Prof. - UFM Constantine 1).

**Examineur :** *KELLOU Kamel* (MAA.- UFM Constantine 1).

*Année universitaire  
2020 - 2021*

## *Remerciements*

*Nous exprimons toute notre reconnaissance à Pr. Djekoun de nous avoir fait honneur d'accepter de présider notre jury.*

*M. Kellou trouve ici l'expression de nos vifs remerciements pour avoir bien voulu juger ce modeste travail.*

*A notre encadreur Pr. Benbelkacem A, les mots ne suffisent pas pour exprimer nos remerciements et gratitudes...*

*Merci de nous avoir guidées tout au long de notre travail en nous apportant vos précieux et pertinents conseils.*

*Merci pour votre patience et votre soutien lors de la réalisation de ce travail.*

*Votre passion pour votre travail est contagieuse, Merci de nous l'avoir transmis.*

*Sans oublié M. Ouffroukh, Mme Bencedira et Mme Serarma de l'INRAA- Unité de Recherche de Constantine.*

*Enfin nos vifs remerciements s'adressent à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la concrétisation de ce modeste mémoire.*

## *Dédicaces*

*Je dédie ce noble travail tout d'abord à la mémoire de ma très chère  
mère **Sonia** paie à son âme.*

*Aussi à la prunelle de mes yeux mon très cher père **Hacene** qui sans  
lui tout ceci n'est qu'éphémère.*

*Aussi à ma grande, chère sœur **Sylia**, Sans oublier mon adorable frère  
**Anis**, Mes petites sœurs **Linda** et **Amira**.*

*Ainsi à ma chère copine **Sonia**.*

*Ma famille maternelle et ma famille paternelle.*

*Sans oublier mon encadreur Dr. **BENBELKACEM Abdelkader** Avec  
ses conseils directs.*

*Merci à vous tous.*

***Dina***

## *Dedicaces*

*Je dédie ce travail à la mémoire de ceux qui nous ont quittés trop tôt en laissant un vide incommensurable dans nos cœurs, à mes **parents** que Dieu les accueille dans son vaste paradis.*

*A mon très cher frère, à ma sœur et ma belle-sœur, pour leur patience et leurs encouragements qui sont pour moi le soutien impérissable. Que Dieu tout puissant les protège de tout mal.*

*A toute ma famille paternelle.*

*Mes tantes mes oncles cousins et cousines.*

*A ma chère amie et binôme Dina*

*Ainsi qu'à tous mes chers amis qui étaient toujours là pour moi*

*Sonia*

# TABLE DES MATIERES

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction

1

**CHAPITRE 1 : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE**

4

**PARTIE 1 : LE BLE**

4

1. Origine et historique

4

1.1 Origine géographique

4

1.2 Origine génétique

5

1.3 Description et classification botanique

6

1.4 Le cycle de développement du blé

7

1.4.1 La phase végétative

7

1.4.2 La phase reproductrice

8

2. L'importance économique

9

2.1 A l'échelle mondiale

9

2.2 En Algérie

10

3. Accidents et ennemies du blé

10

3.1 Stress abiotique

11

3.2 Stress biotique

11

**PARTIE 2 : Les maladies du blé**

14

1. Les maladies fongiques

15

1.1 La septoriose

15

1.1.1 La tache septorienne

15

1.1.2 La septoriose des glumes

15

1.2 La fusariose

17

1.2.1 La pourriture du collet

17

1.2.2 La fusariose de l'épi

18

1.3 La tache auréolée (Tan Spot)

20

1.4 L'oïdium

22

1.5 Les rouilles

23

1.5.1 La rouille brune

23

1.5.2 La rouille jaune

24

1.5.3 La rouille noire

24

1.6 Autres maladies cryptogamiques

26

2. Les maladies bactériennes

27

2.1 Les glumes noires et la strie bactérienne

27

3. Les maladies virales	28
3.1 La mosaïque	28
3.2 Le virus de la jaunisse nanisante de l'Orge	29
4. Les Moyens de lutte	29
4.1 Lutte chimique	29
4.2 Lutte physique	29
4.3 Lutte culturale	30
4.4 Lutte biologique	30
4.5 Lutte génétique	30
<b>CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES</b>	<b>31</b>
1. La zone prospectée	31
2. Le materiel végétal	32
3. Dépistage de la maladie au champ	32
4. Analyse au laboratoire	33
4.1 Préparation des milieux de culture	33
4.2 Désinfection et isolement des pathogènes	33
4.2.1 Préparation des chambres humides	34
4.2.2 Isolement sur milieu de culture	34
4.3 Purification	36
4.3.1 Purification de la septoriose sur milieu YMA	36
4.3.2 Purification par repiquage des disques sur milieu PDA	36
4.4 Observation microscopique	37
4.5 Identification	38
<b>CHAPITRE 3 : RESULTATS ET DISCUSSION</b>	<b>39</b>
1. Résultats	39
1.1 Résultats de prospections	39
1.2 Résultats de l'analyse laboratoire	44
2. Discussion	51
<b>CONCLUSION</b>	<b>52</b>
<b>REFERANCES BIBLIOGRAPHIQUES</b>	<b>53</b>
<b>ANNEXE</b>	
<b>RESUME</b>	

# LISTE DES ABREVIATIONS

**BD** : Blé Dur

**BT** : Blé Tendre

**BYDV**: Barley Yellow Dwarf Virus

**CIMMYT**: The International Maize and Wheat Improvement Center

*F.*: *Fusarium*.

**F.A.O.**: L'Organisation pour l'Alimentation et l'Agriculture.

**Fus**: Fusariose

**ICARDA**: International Centre for Agricultural Research in Arid Areas

**INRAA**: Institut National de Recherche Agronomique Algérie

**ITGC**: Institut Technique des Grandes Cultures

*M.* : *Microdochium*.

**Oïd**: Oïdium

**PDA**: Potatoes Dextrose Agar

**PNAB**: Programme National de l'Amélioration du Blé

**R.B** : Rouille Brune

**R.J**: Rouille Jaune

**R.N**: Rouille Noire

**STB**: *Septoria tritici blotch*

**Tr** : Traces

**TS** : Tan Spot

**VMC** : Virus de la Mosaïque du Blé.

**VSFB** : Virus de la Mosaïque des Stries en Fuseaux du Blé.

**YMA**: Yeast Medium Agar

# LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1 :</b>	Classification botanique selon Cronquist (1981).....	<b>6</b>
<b>Tableau 2 :</b>	Classification botanique selon les APG III (2009).....	<b>7</b>
<b>Tableau 3 :</b>	Analyse pluviométrique et températures mesurées à El Khroub en 2010/2011 par rapport à la moyenne ONM et à la campagne 2020/2021 .....	<b>39</b>
<b>Tableau 4 :</b>	Résultats de prospection des maladies à Constantine 2020/2021.....	<b>40</b>
<b>Tableau 5 :</b>	résultats des prospections à Guelma 2020/2021.....	<b>41</b>

# LISTE DES FIGURE

<b>Figure 1 :</b>	Carte de la diffusion de la culture du blé	<b>4</b>
<b>Figure 2 :</b>	Phylogénie des blés	<b>5</b>
<b>Figure 3 :</b>	Caractéristiques botaniques d'une plante de blé	<b>6</b>
<b>Figure 4 :</b>	Cycle de développement du blé	<b>8</b>
<b>Figure 5 :</b>	Les principaux pays producteurs de blé dans le monde	<b>10</b>
<b>Figure 6 :</b>	Dégât du gel sur l'épi et les feuilles	<b>11</b>
<b>Figure 7 :</b>	Dégât de criocère sur la feuille	<b>12</b>
<b>Figure 8 :</b>	Dégât du puceron sur la feuille	<b>12</b>
<b>Figure 9 :</b>	Schéma de développement de différentes maladies durant tout le Cycle végétatif du blé	<b>13</b>
<b>Figure 10 :</b>	Différents maladies du blé	<b>14</b>
<b>Figure 11 :</b>	Symptômes de <i>Mycosphaerella graminicola</i> sur feuilles de blé	<b>16</b>
<b>Figure 12 :</b>	Cycle de développement de la tâche septorienne	<b>17</b>
<b>Figure 13 :</b>	Symptomes des Fusaria sur le collet et l'épi	<b>19</b>
<b>Figure 14 :</b>	Cycle de développement de la Fusariose	<b>20</b>
<b>Figure 15:</b>	Symptômes de <i>Pyrenophora tritici-repentis</i>	<b>21</b>
<b>Figure 16 :</b>	Cycle de développement de la Tache auréolée	<b>21</b>
<b>Figure 17 :</b>	<i>Erysiphe graminis</i> sur feuille de blé	<b>22</b>
<b>Figure 18:</b>	Cycle de développement de l'Oïdium.	<b>23</b>
<b>Figure 19 :</b>	Les rouilles du blé	<b>25</b>
<b>Figure 20 :</b>	Cycle de développement de la rouille brune	<b>25</b>
<b>Figure 21 :</b>	Charbon nu sur blé et la carie commune du blé	<b>26</b>
<b>Figure 22 :</b>	Symptômes <i>Xanthomonas translucens</i> sur le blé	<b>27</b>
<b>Figure 23 :</b>	Symptômes de la mosaïque du blé	<b>28</b>
<b>Figure 24 :</b>	Circuit des prospections des maladies effectué en 2020/2021	<b>31</b>
<b>Figure 25 :</b>	Désinfection et séchage des échantillons	<b>34</b>
<b>Figure 26 :</b>	La méthode des chambres humides	<b>35</b>
<b>Figure 27 :</b>	Méthode d'isolement sur milieu de culture	<b>35</b>

<b>Figure 28 :</b>	Purification de la septoriose sur milieu YMA	<b>36</b>
<b>Figure 29 :</b>	Purification de la fusariose sur milieu PDA.	<b>37</b>
<b>Figure 30 :</b>	Nombre de variétés sensibles aux différentes maladies du blé dur (Pepinière d'EL Khroub)	<b>42</b>
<b>Figure 31 :</b>	Nombre de variétés sensibles aux différentes maladies du blé dur (Pepinière STB Beni Mestina)	<b>43</b>
<b>Figure 32 :</b>	Nombre de variétés sensibles aux différentes maladies de blé tendre (Pepinière STB Beni Mestina)	<b>44</b>
<b>Figure 33 :</b>	Apparition du cirrhe à la faveur de l'humidité.	<b>44</b>
<b>Figure 34 :</b>	L'aspect des colonies de la culture de <i>Septoria tritici</i>	<b>45</b>
<b>Figure 35 :</b>	Observation microscopique des pycnidiospores de <i>Septoria tritici</i>	<b>45</b>
<b>Figure 36 :</b>	Tache brune au niveau du collet	<b>46</b>
<b>Figure 37 :</b>	Aspect du mycélium sur le milieu de culture.	<b>46</b>
<b>Figure 38 :</b>	Observation microscopique des Conidies de <i>fusarium culmorom</i>	<b>47</b>
<b>Figure 39</b>	Pustules allongées de <i>Puccinia striiformis</i> .	<b>48</b>
<b>Figure 40 :</b>	Observation microscopique d'urédospores de <i>Puccinia striiformis</i>	<b>48</b>
<b>Figure 41 :</b>	Pustules circulaires de <i>Puccinia recondita</i> .	<b>49</b>
<b>Figure 42</b>	Observation microscopique d'urédospores de <i>Puccinia recondita</i>	<b>49</b>
<b>Figure 43 :</b>	Observation des pustules de <i>Puccinia graminis</i>	<b>50</b>
<b>Figure 44 :</b>	Observation microscopique des spores de <i>Puccinia graminis</i>	<b>50</b>

---

# INTRODUCTION

---

## **Introduction :**

Dans la plupart des pays en voie de développement, l'agriculture est appelée à jouer un rôle stratégique important, elle seule peut contribuer à assurer la couverture des besoins alimentaires et à accroître ainsi les moyens d'une réelle indépendance économique (Benbelkacem, 1991).

La culture des céréales a été et restera la spéculation prédominante de l'agriculture algérienne. Elle fait partie de nos mœurs et constitue l'alimentation de base de la majorité des populations. Si les besoins du pays en céréales augmentent rapidement, il en est pas de même pour la production qui stagne et ce depuis fort longtemps. Leurs productions, surtout celle des blés, ont connu depuis longtemps une faiblesse considérable.

La faiblesse de la production est due à plusieurs facteurs dont les plus importants sont considérés être : les pratiques culturales, les aléas climatiques et les variétés anciennes à faible rendement (Sayoud et Benbelkacem, 1996). Des études ont montré qu'un autre élément parmi les plus contraignants de la production de blé et non des moindres est menacée par plusieurs contraintes biotiques (les maladies) (Benbelkacem et Djenadi, 2012), qu'elle peut être attaquée par un grand nombre d'organismes parasites macroscopiques et microscopiques.

Depuis des milliers d'années, les céréales (le riz, le maïs et le blé) constituent la base alimentaire des populations du globe. Les céréales occupent en Algérie une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale. Elles fournissent plus de 60% de l'apport calorifique et 75 à 80% de l'apport protéique de la ration alimentaire (Djermoum., 2009). De nos jours, le blé est l'une des céréales qui constitue la principale base du régime alimentaire pour les consommateurs algériens (Benbelkacem, 2013). Il présente un rôle social, économique et politique dans la plupart des pays dans le monde (Ammar, 2015).

Le blé est la céréale la plus cultivée et la plus consommée en Algérie, et à travers le monde. La consommation Algérienne de blé a augmenté au cours des dernières années en raison de l'urbanisation accrue et la croissance démographique. Il représente une grande importance économique grâce à ces deux espèces les plus cultivés ; le blé dur (*Triticum durum*) et le blé tendre (*Triticum aestivum*), qui sont utilisées pour la production et la fabrication des différents aliments (les semoules, les pâtes alimentaires, la farine, etc...).

Malgré l'importance relative des superficies emblavées, la production céréalière algérienne reste insuffisante comparativement aux potentialités productives et des besoins du

pays. Ceci est due en partie aux conditions difficiles du milieu de production (Benbelkacem, 1985,1997 ; Oudina, 1986), et à la faiblesse de la production due à plusieurs facteurs dont les plus importants sont : les pratiques culturales, les aléas climatiques et les variétés anciennes à faible rendement (Sayoud et Benbelkacem, 1996).

Cette faible productivité est due à plusieurs contraintes (itinéraires techniques appliqués, vulgarisation, etc...), abiotiques (sécheresse surtout, salinité, températures extrêmes) et des facteurs biotiques (adventices, ravageurs et maladies) (Hamadache *et al.*, 2002).

Une maladie des plantes peut être définie comme étant une altération du processus physiologique d'utilisation de l'énergie, résultant dans un manque de coordination pour son utilisation dans la plante (Benbelkacem, 1990). Cette altération comprend la perturbation progressive des activités cellulaires qui se manifeste par les changements morphologiques, appelés symptômes. Cette altération est causée par des facteurs de l'environnement, facteurs chimiques physiques ou biologiques.

Les maladies les plus importantes sont causées par des facteurs biologiques (pathogènes) qui sont capables de se reproduire et sont infectieux (Benbelkacem, 1990). Plusieurs maladies peuvent attaquer le blé, notamment les maladies fongiques ou cryptogamiques (la septoriose, la fusariose, la tache auréolée, l'oïdium, les rouilles, le charbon nu, etc...), les maladies bactériennes (les glumes noires, la strie bactérienne) et les maladies virales (la jaunisse nanisante de l'orge, la mosaïque, etc ...), qui occasionnent des pertes substantielles aussi bien en rendement qu'en qualité des grains, en conditions environnementales favorables (Humidité, température) pour les pathogènes, et quand les variétés utilisées sont sensibles (Zahri *et al.*, 2014).

Pour limiter les risques et les dégâts, une connaissance des spécificités des agents pathogènes (champignon, bactérie et virus) responsables de la maladie est nécessaire et considérée comme un élément fondamental pour la mise au point des méthodes de lutttes raisonnées.

On dénombre plus de 8000 espèces de champignons, 2000 de bactéries, 500 de virus (Benbelkacem, 1990). Ce sont donc des maladies cryptogamiques qui sont les plus fréquentes.

Le développement d'une maladie est dépendant de trois facteurs important ; le pathogène, la plante hôte et l'environnement (Humidité, température) (Benbelkacem, 1990).

Les enquêtes annuelles sont réalisées pour évaluer la prévalence, l'incidence et la gravité des maladies des céréales à travers la partie nord du pays afin de dresser des cartes qui sont outil très utile pour adapter les objectifs de sélection (Benbelkacem et Bendif, 2010). L'enquête permet également la collecte d'échantillons d'agents pathogènes pour détermination de la diversité génétique et la virulence phénotypique. Le blé dur et les champs de blé tendre ont été évalués pour leur réaction au stade adulte pour les maladies les plus dominants dans les différentes céréalicultures de la zone du Nord-Est Algérien.

Ce travail consacré à une étude sur les différents pathogènes qui touchent le blé dans la région de Constantine durant la campagne agricole 2020-2021 pour évaluer l'incidence et la sévérité de chaque maladie et cela consistera d'abord à faire une prospection et une collecte des échantillons (Feuilles, tiges, épis) possédant les symptômes des différentes maladies rencontrées dans les différents champs inspectés. Ces échantillons vont être analysés au laboratoire par un isolement et une identification des agents pathogènes responsables de ces maladies. Enfin, deux pépinières spécifiques aux maladies vont subir un criblage en vue de les évaluer vis-à-vis des différentes maladies.

---

# CHAPITRE I : Revue bibliographique

---

---

---

# Partie 1 : Le blé

---

---

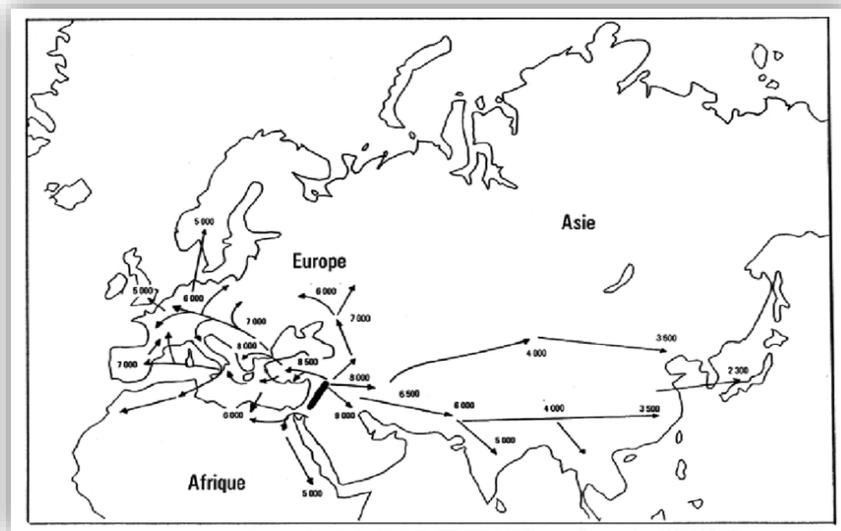
## Partie 1 : le blé

### 1. Origine et historique

#### 1.1. Origine géographique

Les céréales constituent la ressource alimentaire la plus importante dans le monde. Elles sont considérées comme une principale source de la nutrition humaine et animale (Slama et al., 2005).

Depuis plus de 7000 à 10000 ans avant Jésus-Christ l'homme a cultivé l'une des premières céréales le blé, dans la région du croissant fertile, vaste territoire comprenant la vallée du Jourdain et les zones adjacentes de la Palestine, de l'Irak, de la Jordanie, et de la bordure ouest de l'Iran (Feldman 2001) (**Fig.1**).



**Figure 1:** Carte de la diffusion de la culture du blé (Alain Bonjeau,2001)

Avant cette époque l'homme pratiquait déjà la cueillette et faisait ses débuts comme agriculteur. Selon Wadley et martin (1993), cette période coïncidait avec un épisode climatique sec, aboutissant à l'arrêt du mode de vie de chasseur-cueilleur, et engendrant la domestication progressive des plantes, associée à la création des premières communautés villageoises.

Selon Bonjeau (2001), Le blé a été diffusé hors de son centre d'origine vers l'Afrique, l'Asie et l'Europe, par la route ancienne de diffusion des céréales vers les pays du Maghreb à partir de la péninsule italienne et se la Sicile.

## 1.2. Origine génétique

Le genre *Triticum* regroupe plusieurs espèces qui présentent une large gamme de diversité morphologique et agro-écologique. L'origine génétique du blé est un croisement naturel entre des espèces sauvages apparentées appartenant à *Aegilops* (*Aegilops speltaoides*) et l'espèce *Triticum monococcum*, *Triticum uratu* (Fig.2).

D'un point de vue génétique, le genre *triticum* regroupe des espèces à ploïdies variées :

- Des espèces diploïdes  $2n = 14$  chromosomes, tel que l'Engrain *Triticum monococcum* qui à le génome A (AA).
- Des espèces tétraploïdes  $2n= 28$  chromosome, tel que l'Amidonnier *Triticum dicoccum* ou le blé dur *Triticum durum* qui possède les génomes A (AA) et B (BB).
- Des espèces hexaploïdes  $2n= 42$  chromosomes, tel que le blé tendre *Triticum aestivum* , possède les trois génomes A (AA) et B (BB) et D ( DD) ( Feuillet, 2000).

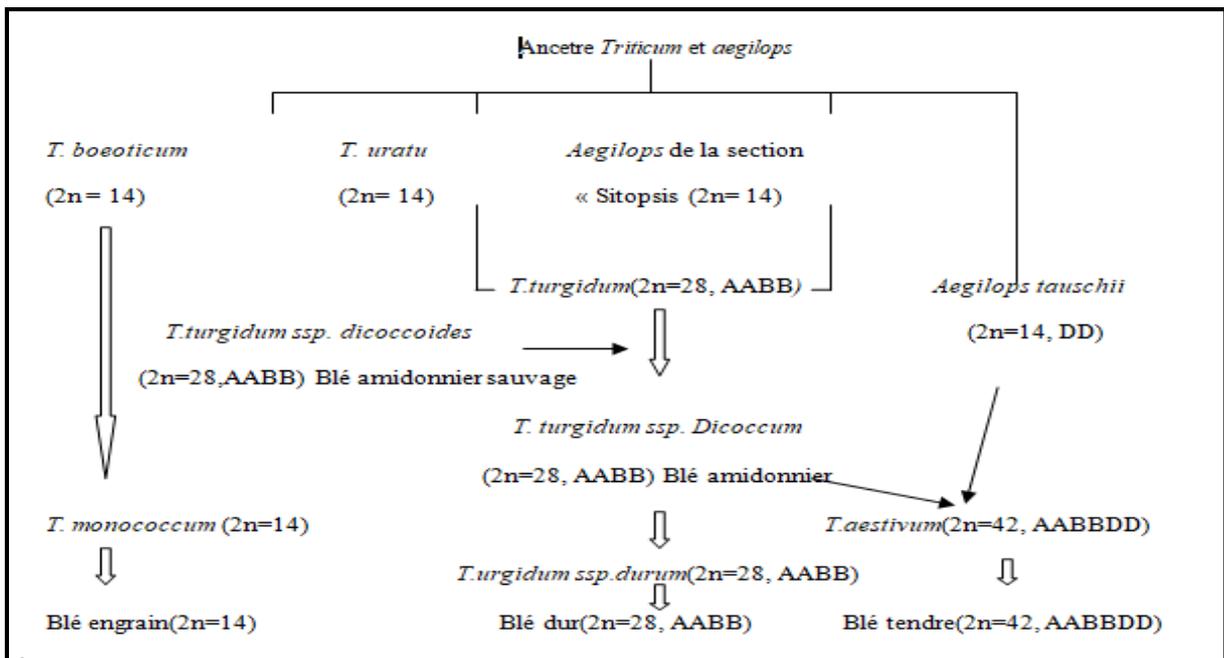


Figure 2 : Phylogénie des blés (Liao et al., 2008)

Les deux espèces les plus cultivées sont le blé dur (*Triticum durum*,  $2n= 4x=28$ , AABB) et le blé tendre (*Triticum aestivum* L,  $2n= 6x= 42$ , AABBDD) (Fig.2).

### 1.3. Description et classification botanique

Le blé est une plante annuelle, herbacée monocotylédone de la famille des Poaceae (anciennement graminées) regroupe de nombreuses espèces qui appartiennent aux angiospermes (plante à fleurs) (Mathieu CH., 2010), l'appareil végétative de blé se caractérise par un appareil racinaire, tige et feuille, épi, épillets, fleurs et graines (**Fig.3**).



**Figure 3** : Caractéristiques botaniques d'une plante de blé (Wikipedia, 2018)

Selon Brouillet et *al.*, (2006) la classification du blé (**Tab.1 et 2**) est la suivante :

#### Classification de Cronquist (1981) :

**Tableau 1** : Classification botanique selon Cronquist (1981)

Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Lilopsida
Sous-classe	Commelinidae
Ordre	Cyperales
Famille	Gramineae
Sous-famille	Pooideae
Tribu	Triticeae
Genre	Triticum

**Classification des APG III (2009) :**

**Tableau 2 :** Classification botanique selon les APG III (2009).

Ordre	Poales
Famille	Poaceae

**1.4 Le cycle de développement de blé**

Le cycle de développement de blé est la succession de phases de croissance permettant à la plante de se multiplier dans un milieu favorable. Il comprend deux grandes périodes qui sont (**Figure 4**) :

**I.4.1. La période végétative :**

Elle est caractérisée par un développement strictement herbacé qui se divise en deux stades :

➤ Phase germination – levée

La germination est le passage de la semence de l'état de vie lente à l'état de vie active, caractérisée par l'émergence du coléorhize donnant la naissance à des racines séminales et à la coléoptile qui joue un rôle protecteur et mécanique pour percer le sol et protège la sortie de la première feuille fonctionnelle (Bada., 2007). La levée se fait réellement dès la sortie des feuilles à la surface du sol et atteinte lorsque la majorité des lignes de semi sont visibles (Gate, 1995).

➤ Phase levée – tallage

Le début de la phase de tallage se fait à partir de l'apparition de la première feuille de la talle latérale primaire, et il est caractérisé par la formation du plateau de tallage, l'émission des tales et la sortie de nouvelles racines (Zaidi, 2017).

Selon Moule (1971), les talles commencent à se produire à partir du développement de la troisième feuille dans un rythme régulier à celui de l'émission des feuilles. A partir des bourgeons situés à l'aisselle des talles primaires initiées à la base du maître brin, les talles secondaires peuvent apparaître et être susceptibles d'émettre des talles tertiaires.

La fin de la phase de tallage marque le début de la phase reproductive conditionnée par la photopériode et la vernalisation qui autorisent l'élongation des entre-nœuds (Gate, 1995).

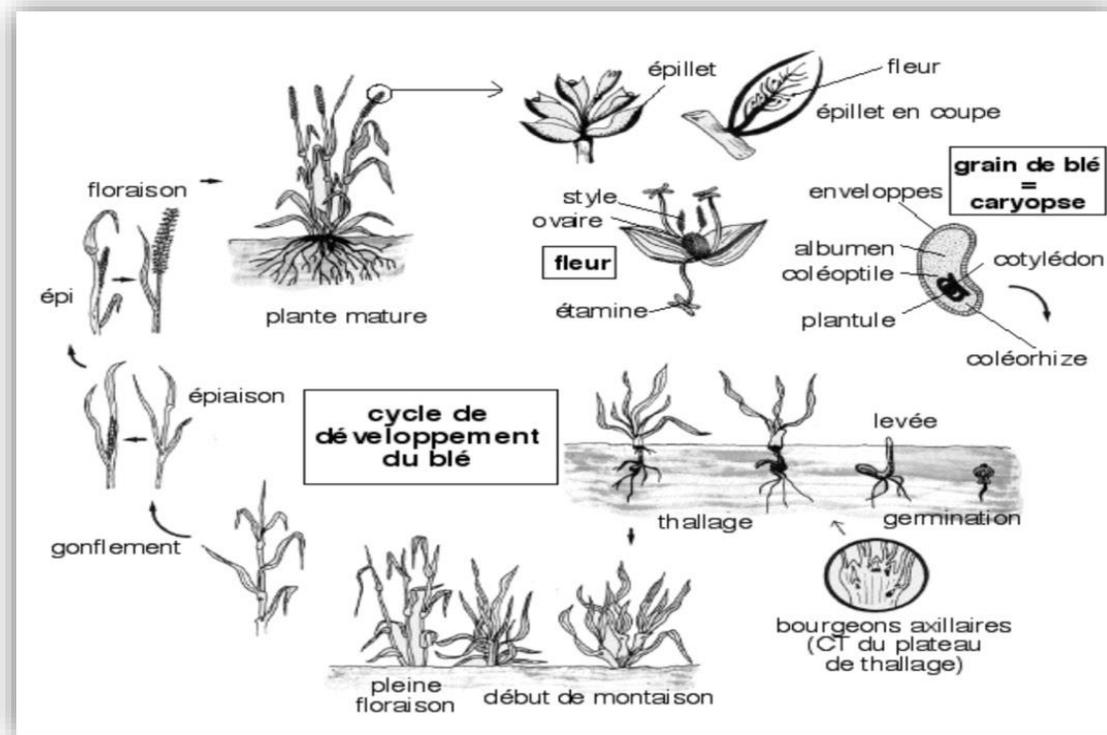


Figure 4 : Cycle de développement du blé (Henry, 2000).

#### 1.4.2. La phase reproductrice :

Elle se caractérise par trois phases :

##### ➤ Phase montaison – gonflement

L'épi 1 cm marque la fin du tallage herbacé et le début de l'élongation des entre-nœuds de la tige principale (Belaid, 1996). Il est suivi du stade 1 à 3 nœuds, ici les nœuds sont aisément repérables sur la tige. Elle est caractérisée par la différenciation des pièces florales.

La montaison constitue la phase la plus critique du développement du blé, elle s'achève à la fin de l'émission de la dernière feuille et des manifestations du gonflement que provoque les épis dans la gaine (Baldy, 1984).

##### ➤ Phase épiaison – floraison

Selon Gate (1995), la phase de l'épiaison est marquée par la méiose pollinique et l'éclatement de la gaine avec l'émergence de l'épi de la gaine de la feuille étendard et durant cette phase la formation des organes floraux (l'anthèse) s'achèvent et s'effectue la fécondation. La floraison dure de trois à six jours selon les conditions météorologiques. Cette phase est atteinte quand 50% des épis sont à moitié sortis de la gaine de la dernière feuille.

➤ Phase de formation du grain

Elle comprend trois stades selon Gigot (2009) (**Tab.3**) :

Stade grain laiteux : marque la fin des multiplications et différenciations cellulaires au sein du grain, fixant par la même le poids potentiel, car le nombre maximal de cellules est atteint.

Stade grain pâteux : correspond à la fin de la croissance des cellules de l'enveloppe et du remplissage des amyloplastes par des sucres essentiellement sous forme d'amidon.

Stade maturité : est atteinte dès que la migration de matière sèche vers le grain a cessé, déterminant par la même la valeur maximale du poids sec. Une phase rapide de dessiccation se met alors en place, aboutissant à la maturité récolte, lorsque le grain est devenu suffisamment sec et dur pour pouvoir être récolté.

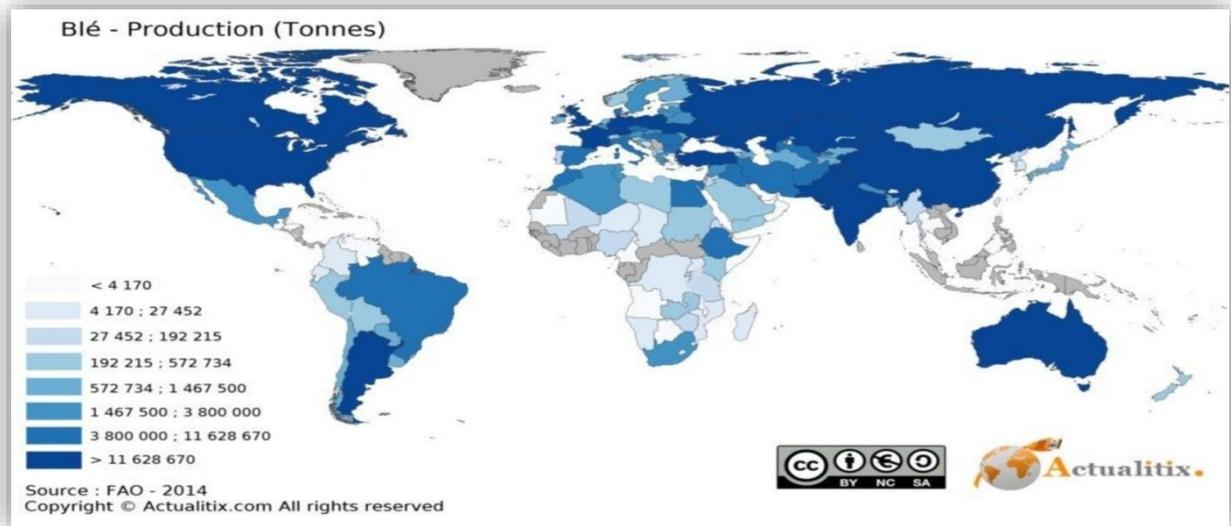
## **2. Importance économique du blé**

### **2.1 A l'échelle mondiale**

Le blé est l'un des aliments le plus important des populations mondiales, et la deuxième céréale la plus produite au monde devant le riz et derrière le maïs. Selon la FAO (2006) le blé est classé au troisième rang des 10 plus importantes cultures agricoles, avec une moyenne de production mondiale dépassant les 700 millions de tonnes sur une superficie récoltée avoisinant les 220 millions d'hectares durant l'année 2014.

Les principaux pays producteurs de blé dans le monde sont la Chine, l'Inde et les Etats Unis d'Amérique, la Russie, la France, le Canada, l'Allemagne, la Turquie, l'Australie et l'Ukraine (Gaur et Mogalapu, 2018).

Il existe plusieurs types de blé à travers le monde du point de vue génétique que morphologique, les plus importants et cultivés sont le blé dur (*Triticum durum* Desf.), il est utilisée par plus de 200 millions de consommateurs, l'usage de blé dur en alimentation est spécialement concentré en méditerranée (Algérie, Maroc, Tunisie, Turquie, Italie,...), pour la fabrication de couscous, pains, et différents types de cuisines régionales (Lebeau, 2015), et le blé tendre (*Triticum aestivum* L.) représente environ 21% de la production alimentaire mondiale, grâce à son adaptation à un large éventail de climats (Xiaojie et al., 2012).



**Figure 5** : Les principaux pays producteurs de blé dans le monde (FAO 2014).

## 2.2 En Algérie

Le blé constitue la base de l'alimentation de la population algérienne. Il est utilisé pour fabriquer le pain, le couscous, les gâteaux et les pâtes alimentaires, il est aussi utilisé pour la production animale et pour l'amendement du sol. Malgré la place stratégique des céréales dans le système alimentaire algérien et dans son économie nationale, leur production reste insuffisante et ne répond qu'à 25-30% des besoins de la population (Chourghal et *al.*, 2016).

Selon Zaidi et al (2018), la céréaliculture couvre 3.5 millions d'hectares, soit 60% des superficies cultivées. La région de l'est représente 46% de la production céréalière du pays avec 1.58 millions d'hectares alloués aux céréales (MADR, 2019). Le blé dur est la céréale la plus répandue, il est surtout cultivé à l'est (Constantine, Souk Ahras, Sétif et Mila) contrairement à le blé tendre qui est cultivé à l'ouest du pays (Saida, Bel-Abbes et Tiaret). Selon Hamadache (2013), les superficies récoltées sont souvent inférieures aux superficies emblavées, principalement à cause de la sécheresse printanière.

Le pays a recours aux importations pour subvenir aux besoins de la population sans cesse croissante. Selon FAOSTAT (2019) l'Algérie importe le blé de France, du Canada, d'Allemagne, des Etats-Unis d'Amérique, d'Espagne et du Mexique.

## 3. Les accidents et ennemis de blé

Les cultures du blé sont chaque année soumises à des stress important et complexe (stress abiotiques, stress biotique) s'attaquant à toutes les parties de la plante, et à différents stades de son développement.

### 3.2 Stress abiotique

Les occurrences de stress osmotique (Stress hydrique, salinité du sol, températures extrêmes,...) ont de profondes répercussions sur la production mondiale de blé. Les cas de sécheresse sont de plus en plus fréquents et de plus en plus persistants en raison du réchauffement climatique, ce qui augmente le potentiel de menace pour les rendements (Abhinandan et *al.*, 2018).

Chez les céréales, la salinité représente une contrainte majeure pour la production, comme les contraintes climatiques telles que l'insuffisance et l'irrégularité des précipitations durant le cycle végétatif de la culture.

Selon Mazouz (2006), La baisse de la fertilité des épis est due aux dégâts de gel (**Fig.6**) au cours des stades végétatifs allant de la montaison à l'épiaison, surtout chez les variétés précoces.



**Figure 6** : Dégât du gel sur l'épi et les feuilles.

### 3.2 Stress biotique

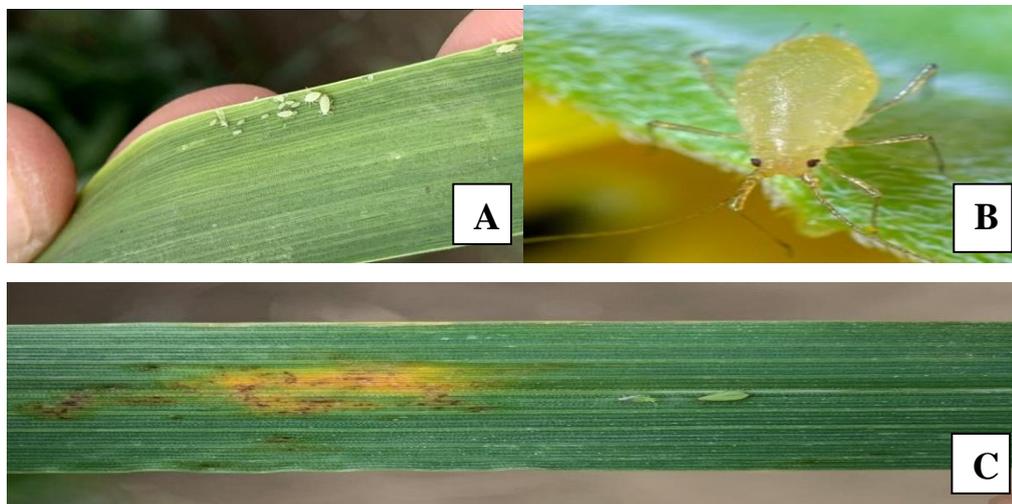
Un stress biotique découle de l'action néfaste d'un être vivant au cours de cycle de développement de blé.

- Les mauvaises herbes : causent la perte de 20% de rendements de céréaliculture (Oufroukh et Hamadi, 1993 in Fritas, 2012). Selon Blaid (1996) les mauvaises herbes les plus importants sont la folle avoine (*Avena sterilis*), le brome (*Bromus rigidum*), le phalaris (*Phalaris brachystachys* et *phalaris paradoxa*) et le ray-grass (*Lolium multiflorum*).
- Les insectes : sont des ravageurs de céréales qui causent des dégâts directe sur les feuilles ou indirecte en tant que vecteurs de maladies (Boulal et al, 2007). Les plus

importants sont le criocère (**Fig.7**), les pucerons (deux espèces : *Sitobion avenae* et *Rhopalosium padi*) (**Fig.8**), la mouche de hesse (*Mayetiola destructor*) et les punaises (*Aelia germarih*).



**Figure 7:** a- Larve du criocère, b- Adulte de criocère, c- Dégât de criocère sur la feuille.



**Figure 8 :** a-b- Insecte puceron, c- Dégât du puceron sur la feuille.

- Les nématodes : sont connus comme étant des ravageurs, leur dégât dépend de la quantité des œufs qui se trouvent dans le sol. Les nématodes du blé *Anguina tritici*.

- Les oiseaux : les céréales attirent les oiseaux depuis le stade laiteux jusqu'à la maturité, les oiseaux comme le corbeau freu (*corvus frugilenus*) et en Algérie les moineaux.
- Les pathogènes : le blé peut être attaqué par des champignons, bactéries et virus. Ces derniers peuvent provoquer plusieurs symptômes et générer des impacts sur le rendement et ou la qualité du blé.

---

---

## Partie 2 : Les maladies du blé

---

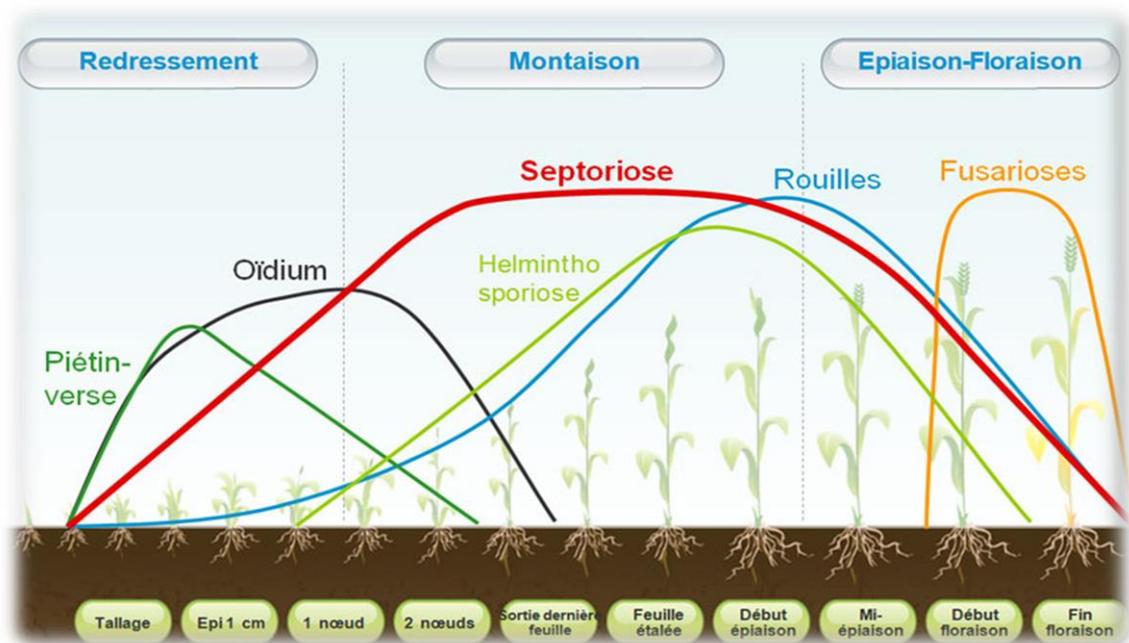
---

## Partie 2 : Les Maladies du blé

### 1. Les maladies fongiques :

Le blé peut être attaqué par de nombreuses maladies fongiques ou cryptogamiques à différents stades de croissances (**Fig.9**), lorsque les conditions climatiques sont favorables, ces maladies peuvent facilement se propager provoquant des symptômes qui leurs sont spécifiques (Ezzahiri, 2001)

On distingue des maladies touchant les feuilles, l'épi, le collet et les racines (**Fig.10**)



**Figure 9** : Schéma de développement de différentes maladies durant tout le Cycle végétatif du blé. (Anonyme, 2011).



**Figure 10** : Différents maladies du blé. En Haut, de gauche à droite : Rouille jaune, Septoriose des feuilles, Oïdium. En bas, de gauche à droite : Fusariose de l'épi, Charbon nu, Pourriture du collet. (Syngenta, 2015, <https://www.syngenta.fr> )

## 1.1. La septoriose :

### 1.1.1 La tache septorienne

#### ➤ Description de la maladie

La tache septorienne du blé causée par *Mycosphaerella graminicola* (=anamorphe *Septoria tritici*) récemment nommé *Zymoseptoria tritici* (Quaedvlieg et al., 2011) est largement répandue dans le monde (Eyal et al., 1987).

Cette maladie est signalée dans la majorité des régions de production de blé en Algérie. La prévalence et la sévérité de la tache septorienne selon les différentes régions céréalières du nord algérien sont évaluées, avec un accent particulier sur la diversité phénotypique et génotypique des isolats de *Z. tritici* de l'Est algérien.

Elle se présente sous forme de lésions chlorotiques dans les feuilles basales (Pedersen, 1989 ; Ponomarenko, 2011), les taches sont de couleur jaune en premier temps (chlorose), puis deviennent brune à raison de la mort des tissus (nécrose). Les nécroses sont très souvent allongées, délimitées par les nervures et parsemées de nombreux points noirs sous forme d'exsudats cirrhe appelés pycnides (Rapilly et al., 1971 ; Ponomarenko, 2011). (**Fig.11**).

### 1.1.2 Septoriose des glumes

#### ➤ Description de la maladie :

La septoriose de l'épi ou des glumes est causée par le champignon *Septorianodorum* (Mazouz, 1992; Scharen, 1999). Cette maladie apparaît aussi bien sur les feuilles que sur les glumes, la gaine des feuilles et les nœuds. Des lésions ovales brunes auréolées d'un jaunissement périphérique sont observées sur les feuilles, ainsi que des points noirs correspondant à des pycnides mais moins apparents que ceux observés chez *Septoria tritici* et exsudant en conditions humides une cirrhe rose (Ezzahiri, 2010).

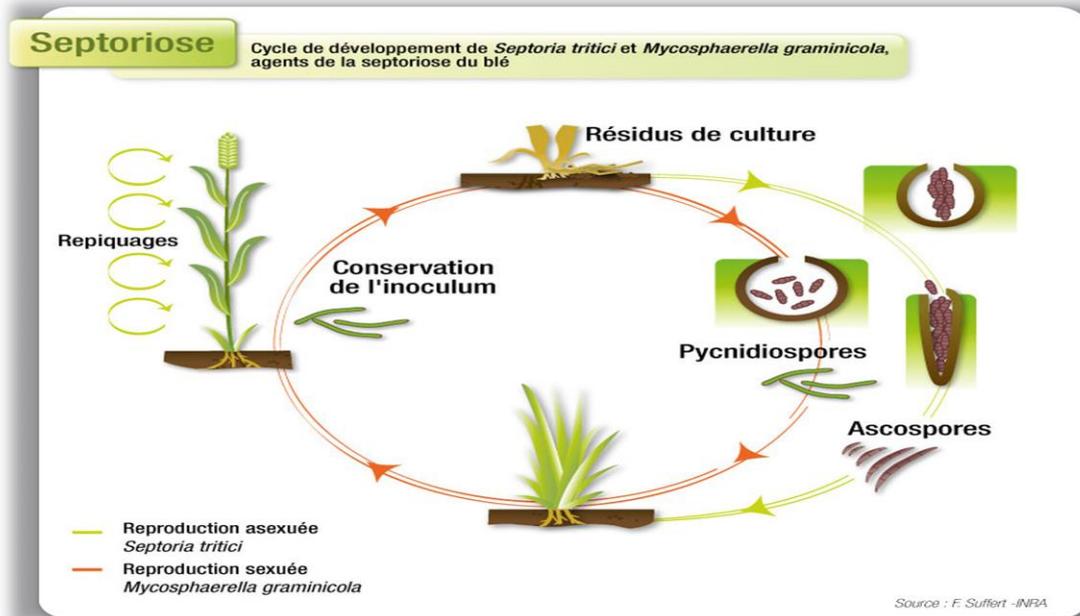
### 2. Cycle de développement de la septoriose

*Mycosphaerella graminicola* spécifique à la tache septorienne est un champignon hémibiotrophe, il passe par deux phases, la première phase biotrophe où l'infection se déroule sans endommagement des tissus hôtes, suivi par une phase nécrotrophe pendant laquelle les tissus infectés commencent à dépérir.

La représentation schématique du cycle de développement de l'agent de la septoriose du blé est présentée en figure 12. La primo-infection (inoculum primaire) par la septoriose est causée par la forme sexuée *Mycosphaerella graminicola* grâce à des spores aériennes appelées ascospores ou conservées sur les résidus de culture. Quant à l'effet « splash », il permet la propagation des pycnidiospores par éclaboussure de gouttelettes d'eau de pluie vers le haut de la plante et vers les plantes voisines sous forme asexuée *Septoria tritici*. Les conditions d'infection résultent de la présence d'une humidité élevée voir d'eau liquide pendant au moins 20h (Ponomarenko et al., 2011) avec une température optimale comprise entre 15°C et 20°C (GRDC, 2014).



**Figure 11:** Symptômes de *Mycosphaerella graminicola* sur feuilles de blé (Wikipédia, 2006)



**Figure 12 :** Cycle de développement de la tache septorienne.

## 1.2 La Fusariose :

Le blé peut être attaqué par un complexe d'espèces de genre *Fusarium*, *Microdochium* qui peuvent causer des fontes de semis, des pourritures du collet et la fusariose de l'épi. Les deux dernières maladies sont détaillées ci dessous.

Les fusarioses sont parmi les maladies les plus dangereuses du blé, elles provoquent une baisse du rendement par la diminution de la faculté germinative des semences, du nombre de grains par épi et du poids de mille grains (Gutzuiller et *al.*, 2005). Les deux maladies les plus courantes provoquées par les *Fusaria* sont la fusariose de l'épi et les pourritures du collet (Zillinsky, 1983).

### 1.2.1 Pourritures du collet

#### ➤ Description de la maladie

La pourriture du collet est répandue dans la plupart des régions productrices de céréales dans le monde, elle a aussi été signalée en Afrique du nord (Kammoun et *al.*, 2009 ; Laraba et *al.*, 2017). La pourriture du collet est un problème chronique où les conditions sèches sont présentes et la monoculture est largement utilisée.(Beccari et al,2018).

Elle est causée par les espèces *F. pseudo graminearum*, *F. culmorum* et *F. graminearum* (Akinsanmi et *al.*, 2004 ; Sherm et al., 2013 Beccari et *al.*, 2018) , *Microdochium nivale* dans

les régions tempérées ou encore *F. algeriens* Laraba & O'Donnel qui a été isolée d'une pourriture du collet des parties basales du blé dur ( Laraba et al., 2017).

Elle se caractérise par une nécrose « brun miel » du collet et de la tige inférieure. Une décoloration brune sur les entre- nœuds, le collet et les feuilles de la couronne, et des lésions concentrées sur les parties inférieures de la tige pendant le stade adulte. Elle s'identifie également par des épis blancs partiellement remplis ou totalement stériles, intercalés tout au long du champ (Smiley, 2019) (**Fig.13A**).

L'humidité et l'absence de rotation sont des facteurs importants au développement de cette maladie (Laffont, 1985)

### 1.2.2 Fusariose de l'épi

#### ➤ Description de la maladie

La fusariose de l'épi (*Fusarium* Head Blight) est l'une des maladies les plus importantes auxquelles sont confrontées les agriculteurs, signalée par plusieurs auteurs dans le monde (Kaur et al., 2018) mais aussi en Tunisie ( Kammoun et al., 2009 ; Kammoun et al., 2019) et en Algérie (Touati-Hattab et al., 2016 ; Laraba et al., 2017). Elle touche toutes les céréales « à petites graines » en particulier l'orge, le blé (Kaur et al., 2018) et le triticale ; le blé dur est connu pour son extrême sensibilité à la fusariose de l'épi (Hail et al., 2019).

Elle est causée par des espèces appartenant à deux genres : le genre *Microdochium* avec deux espèces (*M. majus* et *M. nival*) et le genre *Fusarium* qui comprend plusieurs espèces (Glunn et al., 2005). *F. graminearum* est considérée comme l'espèce la plus répandue et la plus importante (Beccari et al., 2019).

Les symptômes de cette maladie diffèrent en fonction de la localisation du point de pénétration et du genre du parasite, par exemple si la contamination se fait au dos de la glume, on pourra observer un dessèchement clair avec un liseré brun, si c'est le rachillet qui est atteint, un grain entier ou un épillet sera échaudé, par ailleurs si la contamination est au niveau du col de l'épi l'échaudage atteindra tout l'épi (Caron, 1993) (**Fig.13B**).

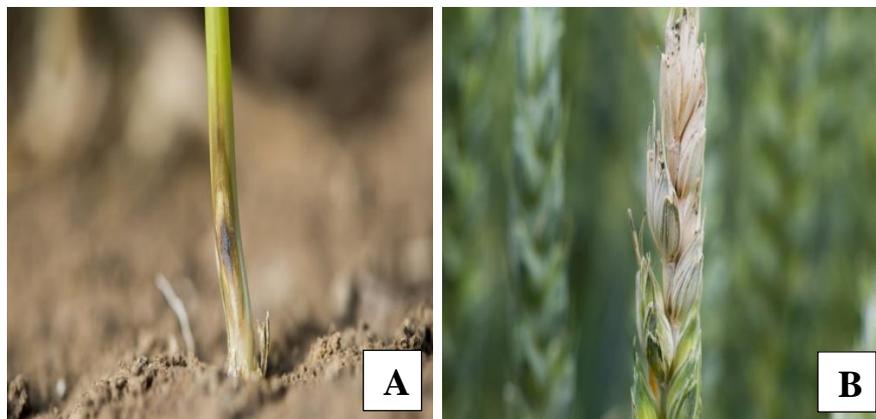
En général, le *F.culmorum* provoque des échaudages massifs des épis, *F.graminearum* laisse des taches brunes au dos des glumes, quant à *M.nival* peut provoquer l'un ou l'autre. Les graines atteintes peuvent aussi présenter une coloration blanche ou rose (Caron, 1993 ; Clavel, 2006)

➤ **Cycle de développement**

Selon Agrios (2005), la fusariose de l'épi est soit accompagnée soit précédée par la pourriture du collet. Le plus grand risque d'infection se situe au moment de la période reproductrice, soit au moment de l'épiaison ou la floraison. Un niveau d'humidité élevé est indispensable au développement du champignon, les risques sont également associés aux résidus de culture et à la sensibilité du cultivar choisi (Yves et *al.*, 2007)

Une alternance entre période de sécheresse et de pluies conduit à la production de conidies (se formant à la surface des résidus de végétaux) et d'ascospores (produits dans les périthèces) sur les feuilles et les gaines desséchées de la base. Ses spores sont ensuite dissimulées par les pluies et le vent vers les épis pour initier la maladie (Caron, 1993) (**Fig.14**).

Pendant la floraison et en condition d'humidité élevée, les spores présentes sur l'épi peuvent germer, le champignon pénètre alors dans la fleur en commençant par les anthères, se propageant ensuite sur les fleurs et les épillets voisins. L'infection dans cette période cause de graves endommagements tels que la stérilité florale, la réduction du nombre et la grosseur des graines (Yves et *al.*, 2007), les semences infectées seront initiatrices de la maladie lors de la campagne suivante (Caron, 1993).



**Figure 13:** Symptômes des Fusaria sur le collet et l'épi. A : Pourriture du collet, B : Fusariose de l'épi. ( Agro Basf, <https://www.agro.basf.fr> )

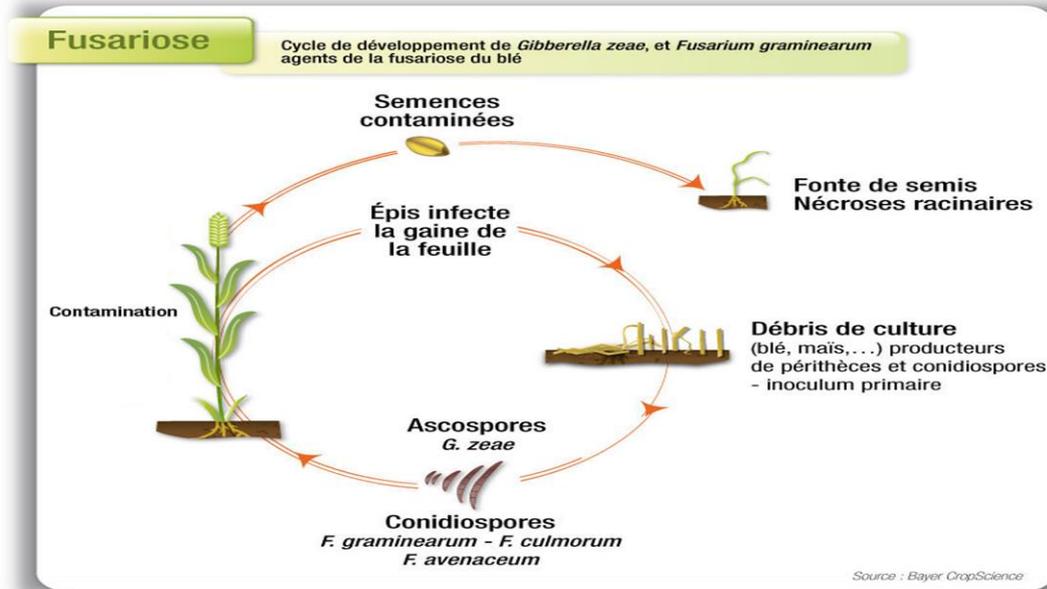


Figure 14: Cycle de développement de la Fusariose

### 1.3 Tache auréolée (Tan Spot)

#### ➤ Description de la maladie

La tache auréolée ou la tache hémithosporienne est une maladie foliaire du blé, elle est causé par le champignon *Pyrenophora tritici-repentis* (Died) Drechs (Lamari *et al.*, 1991, Sayoud *et al.*, 1999 ;Lamari *et al.*, 2005), désigné par le terme anglo-saxon « Tan spot » ou tâche bronzée.

Les symptômes se présentent sous forme de lésions nécrotiques ovales bordées d'une auréole chlorotique jaunâtre (Lamey et Hosford ,1982) (**Fig.15**). Sur le blé résistant et partiellement résistant, la taille des lésions est réduite, la chlorose et la nécrose peuvent être absentes (Moreno *et al.*,2012). La propagation de cette maladie se fait par deux voies : sexuée (ascospores) asexuée (conidies) (Zillinsky, 1983 ; Champion, 1997)

#### ➤ Cycle de la maladie

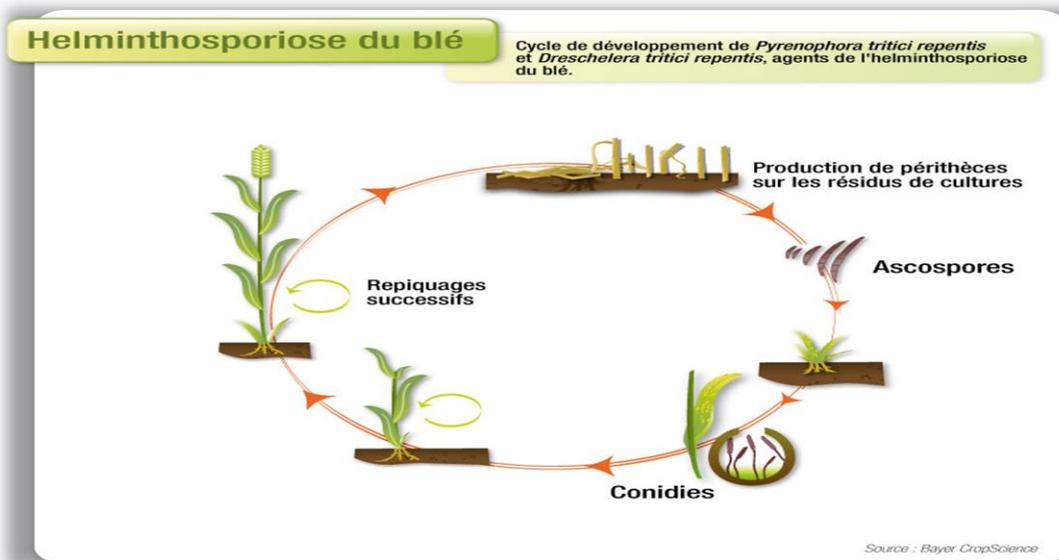
Le pathogène se conserve sous forme de spores et de mycélium sur les résidus de blé infecté à la surface du sol. Les périthèces structures de reproduction sexuée et le mycélium constituent la principale source d'inoculum primaire. En présence d'humidité, les périthèces libèrent les ascospores et le mycélium produit des conidies.

La contamination primaire se fait par des ascospores qui se traduit par l'apparition de points nécrotiques comme conséquences de la pénétration du tube germinatif de l'ascospore dans les tissus de la feuille (Le Quintrec, 1999)

L'infection secondaire est assurée par les conidies qui sont disséminées par le vent. La germination des conidies et l'infection des tissus sont favorisées par une durée d'humectation du feuillage de 24 à 48h.(Ezzahiri, 2001 ; Aouali et Douici-Khalfi,2009).



**Figure15:** Symptômes de *Pyrenophora tritici-repentis* (ARVALIS- institut du végétal, 2013)



**Figure 16:** Cycle de développement de la Tache auréolée (Helminthosporiose du blé)

## 1.4 L'Oïdium

### ➤ Description de la maladie

L'oïdium blanc (*Erysiphe graminis*) est une maladie assez courante des céréales et des graminées (Zillinsky, 1983). Chez le blé il est provoqué par *Erysiphe graminis f. sp. tritici* (Messiaen, 1981).

Les premiers symptômes apparaissent sous forme de feutre blanchâtre ou gris pâle sur les limbes et les feuilles basales, puis se développent sur les feuilles supérieures (**Fig.17A**) (Aouali et Douici-Khalfi, 2009). Après quelques temps, des punctuations noires apparaissent (organes de conservation) (**Fig.17B**). La présence de la maladie peut conduire à l'échaudage des grains (Ectophyto, 2015).

### ➤ Cycle de développement

L'infection est assurée par deux spores : ascospores et les conidies. (**Fig.18**).

Le mycélium présent sur les repousses de céréales et les cultures à semis automnal, se développe et produit des conidies qui sont ensuite disséminées par le vent et provoquent une nouvelle contamination. Les conidies sont à l'origine des pustules cotonneuses présentes à la surface des feuilles.

Les cléistothèces produites en fin d'été, libèrent des ascospores produites par voie sexuée qui peuvent alors provoquer des infections automnales. On estime par ailleurs que les cléistothèces ont une importance secondaire pour le mycélium (Anonyme a, 2014)



**Figure17:** *Erysiphe graminis* sur feuille de blé A : Symptômes de l'oïdium sur la plante (Photo personnelle), B : Oïdium sur une feuille de blé (Agro-base <https://www.agro.basf.fr/>).

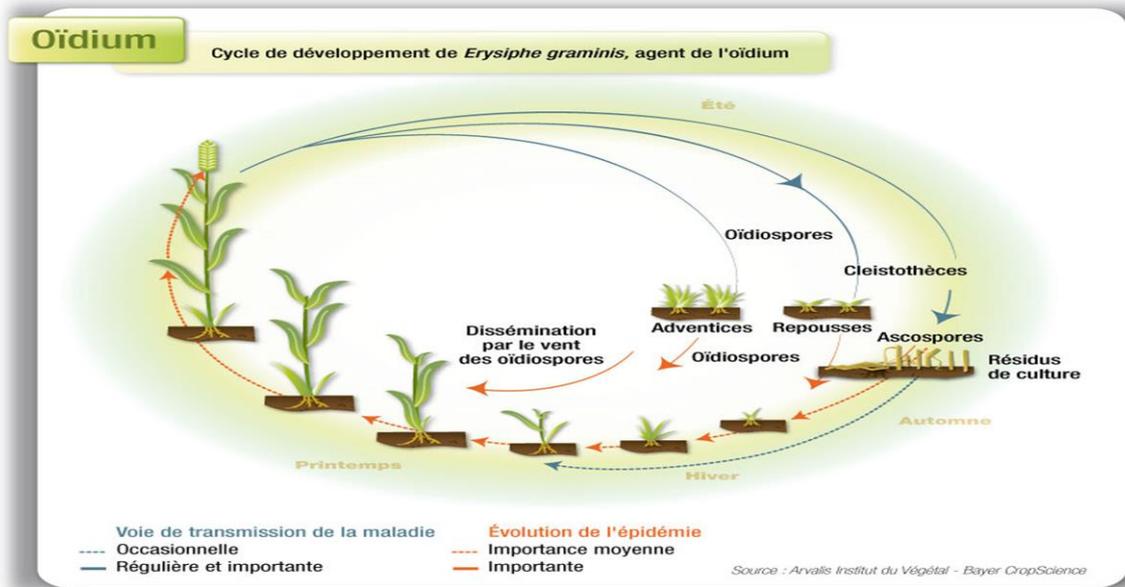


Figure18 : Cycle de développement de l’Oïdium.

## 1.5 Les rouilles

Le blé par trois espèces de rouilles du genre *Puccinia*, selon Sayoud et al., (1996) les Rouilles sont essentiellement présentes au niveau de tous les étages bio climatiques d’Algérie (Sub littoral, plaines et hauts plateaux).

Leur identification est relativement facile, car l’agent pathogène produit des pustules formées essentiellement des spores facilement disséminées par le vent (Aouali et Douici-Khalfi, 2013). (Fig.19).

### 1.5.1 La rouille Brune

C’est une maladie qui apparaît généralement pendant et après l’épiaison (avril-mai), elle est causée par *Puccinia recondita sp. Tritici*(Amrani, 2013). Elle se développe à des températures allant de 10° à 30°.

Elle a comme hôte alternatif *Anchusa azurea* anciennement *Anchusa italica* ou Buglosse d’Italie ou fausse bourrache (plante vivace) (Aouali et Douici-Khalfi, 2009). Elle se caractérise par des pustules de forme circulaires ou ovales de couleur brun appelées « urédospores » sur la surface des feuilles (Fig.19A) et parfois sur la face inférieure des feuilles. En fin de saison, ces pustules prennent une couleur noire (téleutospores) (Aouali et Douici-Khalfi, 2009 ; Ezzahiri, 2001). Selon Mohamed Jlibene (2011), les dégâts causés par cette maladie varient selon le niveau de résistance des variétés, de 5 à 70 %.

### 1.5.2 La rouille jaune

Cette maladie est provoquée par *Puccinia striiformis sp tritici* (Amrani, 2013). Son développement est lié à des conditions climatiques particulières (printemps frais, couvert, humide et venteux) et des températures entre 2° et 15°C.

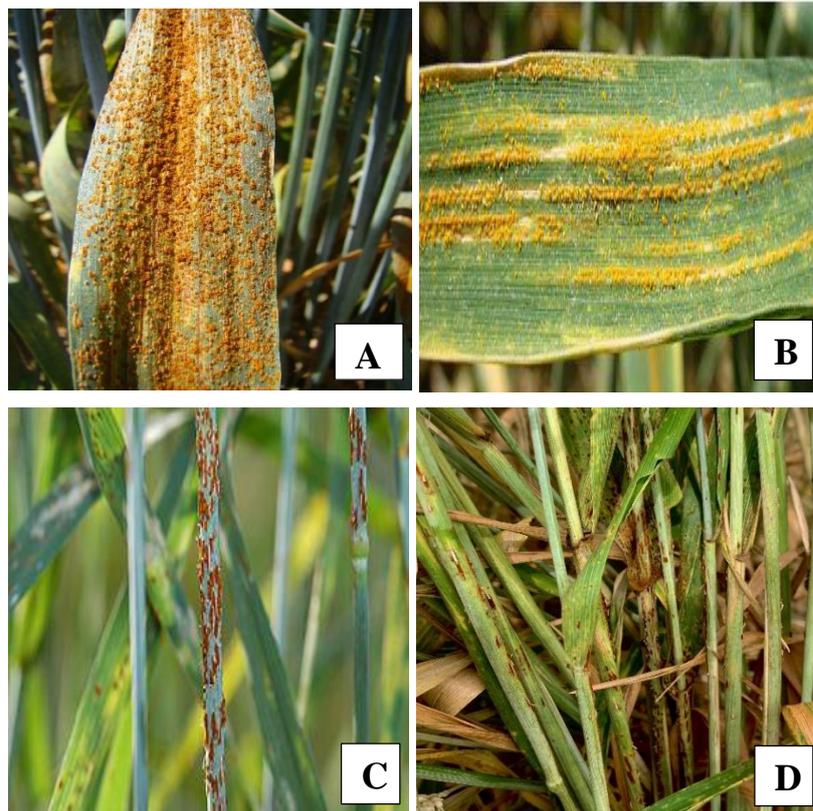
La rouille jaune vient sous forme de pustules orange-ocre disposées en stries le long des nervures des feuilles (**Fig.19B**), ces pustules sous forme de poudre composées essentiellement d'urédospores, qui noircissent au développement des téléospores en fin de cycle.(Aouali et Douici-Khalfi, 2013).

Elle est bien connue depuis très longtemps par nos agriculteurs, la dernière épidémie remonte à 2004/2005 affectant plus de 80% des champs cultivés en blé tendre (Benbelkacem, 2005), elle est présente chaque année à des degrés variés. Elle est prévalant dans les régions froides comme les hauts plateaux (Anonyme, 2007).

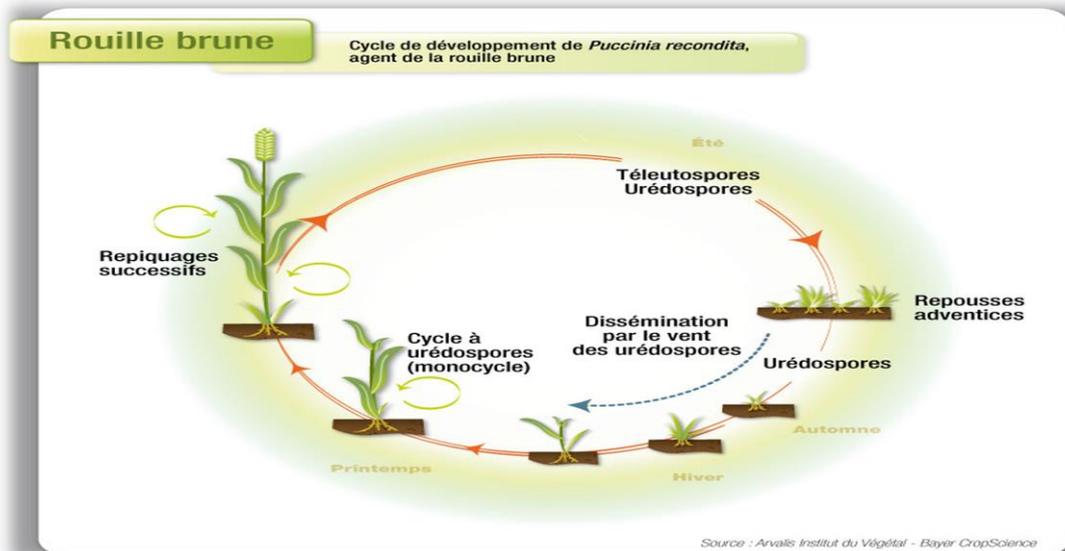
### 1.5.3 La rouille noire

L'agent causal *Puccinia graminis* attaque l'épine vinette (*Berberis vulgaris*) comme hôte secondaire (Nasraoui, 2006) où le cycle sexué du pathogène se produit.

Elle se manifeste par des pustules plus longues que celle de la rouille brune de couleur brun foncé à marron, présentes principalement sur la tige, les feuilles et les épis (Aouali et Douici-Khalfi, 2009 ; Ezzahiri, 2001) (**Fig.19 C,D**) Ces pustules contiennent une poudre d'urédospores, au fur et à mesure de la maturité de la plante cette poudre brune devient noire (Nasraoui, 2006). La rouille noire est favorisée par des conditions humides et des températures élevées 15° à 35° (Ezzahiri, 2001).



**Figure 19:** Les rouilles du blé. A : Symptômes de *Puccinia recondita* sp *tritici* sur la feuille de blé (Agrifind, <https://www.agrifind.fr>) ; B : Symptômes de *Puccinia recondita* sp *tritici* sur une feuille de blé (Agrifind, <https://www.agrifind.fr>) ; C, D : Symptômes de *Puccinia graminis* sur les tiges et les feuilles (C : Rouille noir, Wikipedia <https://fr.wikipedia.org/>) (D : photo personnelle).



**Figure 20 :** Cycle de développement de la rouille brune

## 1.6 Autres maladies cryptogamiques :

Il existe d'autres maladies cryptogamiques qui touchent le blé comme le charbon nu et la carie commune qui touchent les épis.

### ➤ le charbon nu :

L'agent pathogène de cette maladie est *Ustilago tritici*, il se développe aussi bien sur le blé tendre que le blé dur. Ses symptômes sont visibles entre la floraison et la maturité. Les épis infectés deviennent noirs et apparaissent plus tôt que les épis sains. Une masse noirâtre constituée de spores (chlamidospores) remplace le contenu des graines ainsi que leurs enveloppes (figure) (Ezzahiri, 2001) (**Fig.21A**). Cette poudre est facilement emportée par le vent ne laissant que le rachis (Nasraoui, 2006).

### ➤ La carie commune :

La carie du blé, provoquée par des champignons basidiomycètes de la famille des Tillétiacées (Bruyere,2011). *Tilletia caries* est l'agent causal de la carie commune, Les symptômes de l'infection deviennent visibles après la montaison. Les épis contaminés ont une couleur verte bleuâtre et murissent tôt dans la saison. Les glumes tendent à s'écarter pour faire apparaître des grains malades, de formes arrondies et de couleur grise brunâtre dégageant une forte odeur de poisson (**Fig.21B**). Les grains normaux sont remplacés par des masses sporifères (Ben Mbarek et Boubaker, 2017).



**Figure 21:** A : Charbon nu sur blé (photo personnelle), B : La carie commune du blé (Les fiches accidents, ARVALIS <http://www.fiches.arvalis-infos.fr/> )

## 2. Les maladies bactériennes

Les bactéries phytopathogènes sont de petits bâtonnets unicellulaires, elles n'ont pas de noyau distinct, ni de membrane nucléaire. Ces bactéries sont disséminées par le vent, les insectes, les éclaboussures d'eau de pluie et les moyens mécaniques (Prescott et *al.*, 1987)

L'infection, pour se produire, requiert la présence d'eau. Les bactéries de pénétrer dans le tissu de la plante-hôte grâce à des blessures superficielles ou des stomates ouverts, Elles envahissent alors le système vasculaire ou les espaces intercellulaires et provoquent la nécrose par les toxines ou les enzymes qu'elles secrètent (Prescott et *al.*, 1987).

### 2.1 Les glumes noires et la strie bactérienne

Un seul microorganisme est à l'origine de la glume noire et la strie bactérienne, *Xanthomonas translucens*. C'est la bactériose la plus répandue dans toutes les régions du monde (Zillinsky, 1983).

Elle se manifeste essentiellement sur les glumes et les feuilles. Les feuilles infectées présentent des lésions humides, chlorotiques et nécrotiques au centre (Sands et Fourrest, 1989)(**Fig.22A**). Ces lésions libèrent au contact de l'eau un exsudat jaunâtre qui donne une fine couche de dépôt qui peut s'écailler en séchant.

Quant aux glumes elles présentent des symptômes de 'glume noire' avec une décoloration pourpre noire de surface (Sands et Fourrest, 1989)(**Fig.22B**)



**Figure 21:** Symptômes *Xanthomonas translucens* sur le blé. A :Strie bactérienne, B : Glumes noires (<https://gd.eppo.int/taxon/XANTTR/photos>)

### 3. Les maladies virales

Les viroses sont transmises par des insectes, des acariens, des nématodes, les champignons, le sol et les moyens mécaniques. Elle sont souvent difficiles à détecter car les hôtes infectés ne présentent pas toujours de symptômes visibles ou sont généralement identiques à de nombreuses anomalies physiologiques ou génétiques. Leur identification sera cependant facilitée dans la mesure où vecteurs et hôtes sont eux-mêmes identifiés (Prescott et al., 1987).

#### 3.1 La mosaïque :

Les infections virales du blé dur et blé tendre sont transmises par le vecteur appelé *Polymyxa graminis* un micro-organisme du sol. Ces maladies sont provoquées par deux types de virus (ARVALIS, 2017)

- Le virus de la mosaïque des stries en fuseaux du blé (VSFB) qui infecte particulièrement le blé dur
- le virus de la mosaïque des céréales (VMC) qui peut aussi infecter le triticale.

Les symptômes typiques des mosaïques sont des tirets chlorotiques répartis irrégulièrement (en mosaïques) (**Fig.23**).

A partir de mi-tallage, les plantes sont chétives ; la croissance et le tallage sont réduits, des plantes peuvent même disparaître. Les vieilles feuilles jaunissent puis se dessèchent (ARVALIS, 2017).



**Figure 23:** Symptômes de la mosaïque du blé (ARVALIS- institut du végétal

<http://www.fiches.arvalis-infos.fr> )

### **3.2 Le virus de la jaunisse nanisante de l'orge**

(BYDV, *Barley yellow dwarf virus*) est un phytovirus du genre Luteovirus qui est l'un des agents responsables de la jaunisse nanisante de l'orge. Ce virus infecte principalement les cultures d'orge, mais aussi d'autres céréales, notamment le blé et l'avoine, ainsi que d'autres graminées. La particule virale forme un virion sphérique non enveloppé, d'un diamètre d'environ 25-30 nm, de symétrie icosahédrique, composé de 180 protéines CP

On ne connaît plusieurs souches : RMV, RPV, MAV, PAV, cette dernière étant la plus virulente.

## **4. Les moyens de Lutte**

### **4.1 La lutte chimique**

C'est une méthode de lutte contre les agents phytopathogènes par l'utilisation des traitements chimiques (fongicides), un traitement préventif pour éviter la maladie ou un traitement curatif pour stopper la prolifération de la maladie. Elle doit être raisonnée en tenant compte de la période de traitement, du produit utilisé, de la dose à appliquer, du spectre d'action de la manière active et de la période de couverture (Mahdjoub et Magherbi, 2018).

En agriculture, les fongicides sont utilisés pour détruire les champignons pathogènes qui s'attaquent aux cultures, aux semences et aux produits récoltés, et selon Clément (1981), sont des matières actives ou préparation susceptibles d'entraîner plus ou moins rapidement l'inhibition de la croissance ou de la mort des champignons et d'être utilisées pour lutter contre les maladies des cultures. Les fongicides utilisées dans la pratique agricole ont des nombreuses molécules appartenant à des familles chimiques variées (Bermond, 2002). Il est plus facile d'utiliser des fongicides en traitement des semences pour contrôler les maladies transmises par les semences et pour réduire l'impact des maladies foliaires (Boulif., 2012).

### **4.2 La lutte physique**

Selon Vincent et al, (2000), en protection des plantes la lutte physique regroupe toutes les techniques de lutte dont le mode d'action primaire ne fait intervenir aucun processus biologique ou biochimique.

La conservation des agents pathogènes dans l'environnement est essentielle pour lutter contre les maladies, les débris de plantes malades sont susceptibles de produire un inoculum capable d'attaquer les plantes cultivées saines placées dans un substrat sain. Il existe plusieurs méthodes préventives pouvant être utilisées pour limiter ces sources potentielles de

contamination, comme la destruction des débris de végétaux infectés par le feu ou leur enfouissement dans le sol (Seguin, 1995).

#### **4.3 La lutte culturale**

Cette lutte vise à limiter le développement des maladies dans le sol et consiste à l'utilisation des semences saines, l'utilisation de la fumure azotée de façon rationnelle, l'élimination des résidus de culture contaminés par incinération ou enfouissement profond (Dill Macky et al., 2000), la réalisation des rotations d'au moins deux ans en dehors des céréales (alterner avec des légumineuses) cela réduit la densité de l'inoculum (Gilbert et Tekauz., 2000).

#### **4.4 La lutte biologique**

C'est une méthode qui consiste à utiliser les capacités biologique d'un organisme vivant en vue de limiter, arrêter ou bien inhiber le développement d'un autre organisme vivant sans avoir recours aux pesticides.

Plusieurs êtres vivant, bactéries (*Bacillus*, *Pseudomonas*, *Chromobacterium*) et champignons (*Trichoderma sp*, *cladosporium*, *dendrophome obscurans*, etc), ont fait l'objet d'étude ou ont été utilisés dans des applications de lutte biologiques sont bénéfique à la santé des plantes et protègent efficacement contre certaines maladies des racines (Vincent et al., 2000).

#### **4.5 La lutte génétique**

La méthode de lutte la plus économique et la plus pratique contre les maladies de blé est la résistance variétale (Ezzahiri, 2001). Elle est la solution idéale car elle dispense l'agriculteur des coûts qu'il aurait à engager dans la lutte tout en préservant l'environnement. En effet l'utilisation de cultivars résistants réduit la conservation du pathogène dans les chaumes (Krupinsky, 1999 in Harrat , 2009).

---

---

# CHAPITRE II : Matériel et méthodes

---

---

## Matériel et Méthodes

Dans ce travail nous avons en premier temps mené une enquête sur l'occurrence des différentes maladies du blé prévalentes dans la région de Constantine. Des observations et identifications des maladies ont également été faites sur deux pépinières de blé semées au niveau de la station INRAA El-Khroub et sur le site de Beni Mestina (Nord de Constantine) dans le but de détecter la réaction des différentes variétés vis-à-vis des maladies.

Par la suite, une isolation et identification microscopiques des maladies prélevées des champs prospectés ont été faites dans les laboratoires de l'unité de recherche INRAA El-Khroub afin de confirmer les diagnostics relevés sur champs.

### 1. Les zones prospectées :

Les prospections se sont déroulées à travers la grande région du Constantinois allant du Nord vers le Sud, et d'Est en Ouest de la wilaya; touchant les communes suivantes : El-Khroub, Ouled Rahmoun, Aïn Smara, Ibn Ziad, Didouche Mourad, Beni Hamidene, Bounouara, Aïn Abid.

Les prospections se sont même étendues jusqu'à l'Est vers la wilaya de Guelma (Kiffane Lassal et Guelma centre) (**Fig.24**).

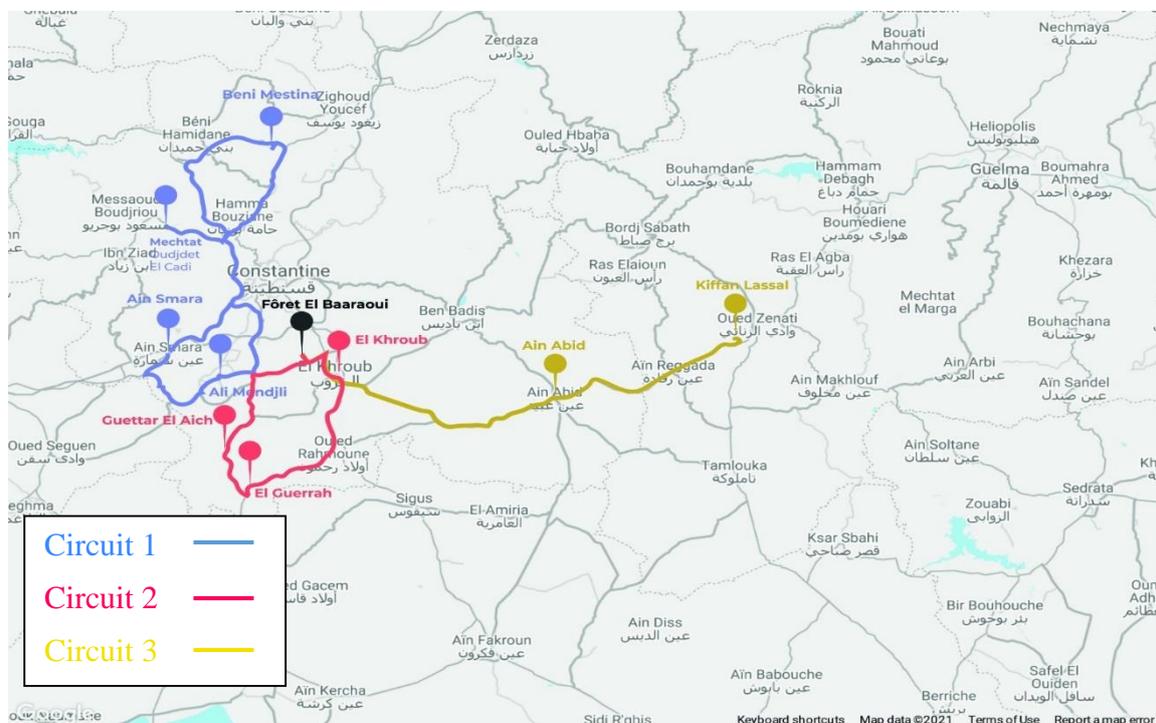


Figure 24 : Circuit des prospections des maladies effectué en 2020/2021

## **2. Le matériel végétal :**

L'enquête s'est faite principalement sur des champs de blé dur (BD) et de blé tendre (BT) de variétés différentes (**Annexe2,3**)

La pépinière au niveau de la station INRAA El-khroub est constituée d'une collection de 50 génotypes de blé dur, ce matériel végétal regroupe des variétés locales ainsi que celles obtenues dans le programme national de l'amélioration des plantes (PNAB) et sélectionnées à partir des pépinières locales et essais internationaux en provenance du CIMMYT ou de l'ICARDA (**Annexe 4**).

La deuxième pépinière située à Beni Mestina regroupe des variétés Maghrébines de BD et BT en provenance de la plateforme CIMMYT/Septoria située à la station de Beja (Tunisie) (**Annexe 5**).

## **3. Dépistage de la maladie au champ :**

Les prospections se sont déroulées durant les mois d'Avril et Mai au cours de la campagne agricole 2020/2021 correspondant au stade végétatif montaison/épiaison.

La méthodologie de l'enquête consiste à faire un arrêt à chaque 15 à 20Km ; à chaque site, les coordonnées Lambert (longitude, latitude et altitude) sont notées à l'aide de l'application Google Earth. Les champs se présentant à droite et à gauche sont inspectés quelle que soit l'espèce et variété cultivée.

La prospection s'est faite dans chaque champ sur plusieurs placettes choisies au hasard réparties en différentes directions, une observation globale (symptômes) des maladies rencontrées se fait tout en prenant note du type de pathogène, de son importance et de sa sévérité. L'incidence est représentée par le pourcentage d'attaque ou d'infestation des champs prospectés mais au niveau d'un champ ; quant à la sévérité, représente l'importance des symptômes sur différentes parties de la plante où se développe le pathogène selon Saari et Prescott (**Annexe6**).

Des échantillons de diverses maladies ont été pris et mis dans des sachets sur lesquels les informations nécessaires sont notées telles que la date, le nom du site, l'espèce et la variété sont inscrites. Ces échantillons seront analysés au laboratoire de l'unité de recherche INRAA de Constantine pour une identification définitive et précise du pathogène.

## **4. Analyse au laboratoire**

### **4.1 Préparation des milieux de culture**

Afin d'étudier les différents pathogènes, on a du utiliser deux milieux de culture. L'isolement de la fusariose s'est fait sur milieu PDA (Potatoes Dextrose Agar) (**Annexe 7**) jugé milieu standard pour le développement des champignons, quant à la septoriose, son isolement et sa purification se sont faits sur milieu YMA (Yeast Medium Agar) (**Annexe 7**).

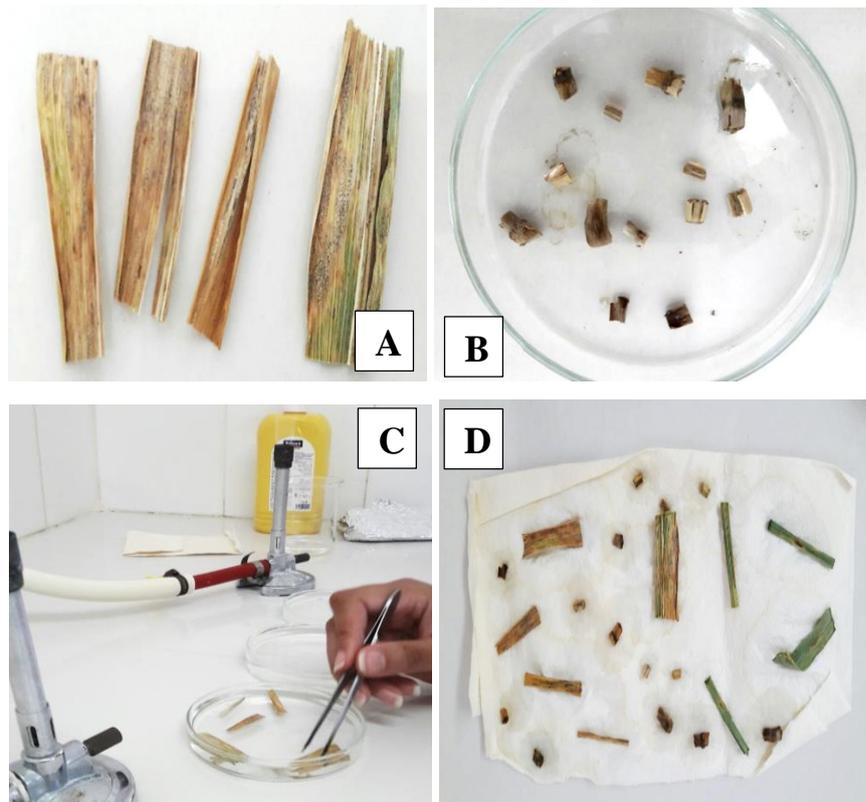
### **4.2 Désinfection et isolement des pathogènes**

L'isolement du pathogène a été fait à partir de fragments de feuilles ou de tiges de différents organes de la plantes présentant des symptômes caractéristiques de chaque maladies, comme les feuilles pour la tâche septorienne, le collet et les premiers nœuds pour la fusariose.

Après l'examen visuel de l'organe affecté par l'agent pathogène, on a découpé la partie de la feuille affecté par la septoriose présentant les pycnides, et des fragments du collet et des nœuds présentant une coloration brune attaqués par la fusariose.

Les fragments découpés sont désinfectés pour éviter toute éventuelle contamination. Les fragments sont trempés dans une solution d'hypochlorite de sodium à 2% puis rincés deux fois à l'eau distillée pendant quelques minutes (**Fig.25C**), ils sont ensuite séchés sur un papier buvard stérilisé (**Fig.25D**)

La désinfection et l'isolement se sont déroulés dans des conditions d'asepsie devant un bec bunzen.



**Figure 25** : Désinfection et séchage des échantillons.

**A** : Fragments de feuilles infectées par la septoriose, **B** : Fragments du collet et des nœuds touchés par la fusariose, **C** : Désinfection des fragments. **D** : Séchage des fragments

#### 4.2.1 Préparation des chambres humides

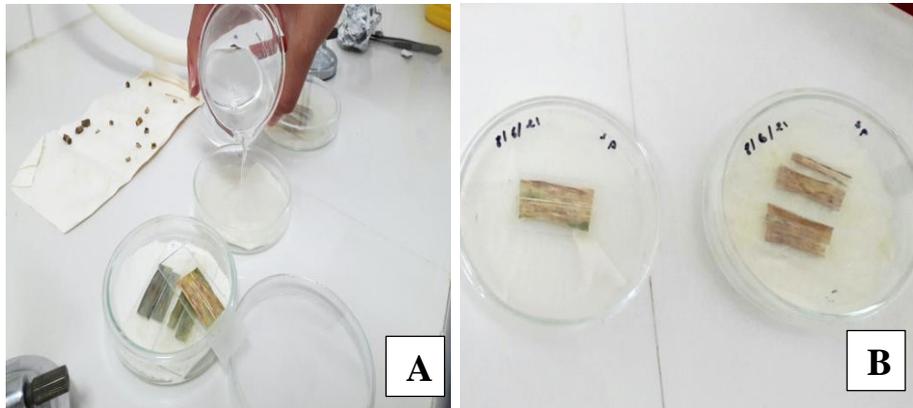
Cette méthode est utilisée pour la septoriose, afin de stimuler le développement du champignon.

Après séchage des fragments découpés, à l'aide d'une pince on les a déposés sur une lame stérile, les lames ont été ensuite mises dans des boîtes de Pétri en verre stérile contenant du papier buvard humidifié à l'eau distillée et stérile (**Fig.26**).

Les boîtes de pétri ont ensuite été placées dans l'étuve à 25°C pendant 24 à 48h

#### 4.2.2 Isolement sur milieu de culture

Les fragments isolés de la fusariose ont directement été placés dans des boîtes de Pétri contenant le milieu de culture PDA, favorable au développement du champignon. Les boîtes ont par la suite été mises en incubation dans l'étuve pendant 72h à 25°C (**Fig.27**).



**Figure 26 :** La méthode des chambres humides.  
A : Humidification du papier buvard. B : Chambres humides



**Figure 27:** Méthode d'isolement sur milieu de culture.

### **4.3 Purification**

#### **4.3.1 Purification de la septoriose sur milieu YMA**

Après deux jours, on a procédé par une observation des fragments isolés sous binoculaire (**Fig.28**) afin de bien voir les cirrhes, ces derniers ont été prélevés de chaque pycnide et transférés à l'aide d'une pipette pasteur dans un milieu YMA favorable à la production des spores. Les boîtes ont été mises à l'incubation à 20°C pendant 5 jours.

Une deuxième purification a été faite pour diminuer les contaminations, le repiquage de la culture a été réalisé avec une pipette Pasteur lancéolée, en étalant la colonie pure sur une nouvelle boîte de Pétri contenant le même milieu nutritif pour stimuler la sporulation, elles ont ensuite été conservées à 20°C dans l'étuve.



**Figure 28** : Purification de la septoriose sur milieu YMA

#### **4.3.2 Purification par repiquage des disques sur milieu PDA**

En général, les colonies développées autour des fragments ne sont pas toujours pures, elles se présentent avec des textures, des aspects et des couleurs différentes cela est traduit par la contamination par une bactérie ou d'autres champignons.

Pour obtenir une population purifiée nous avons effectué une autre purification sur milieu PDA, avec une pipette Pasteur, des repiquages sous forme de disques ont été prélevés à partir du front de croissance du mycélium développé des cultures d'isolement de départ sur milieu PDA.



Figure 29 : Purification de la fusariose sur milieu PDA.

A : Repiquage des disques de mycélium, B,C : transfert des disques sur milieu PDA,  
D : incubation à l'étuve à 25°

#### 4.4 Observations microscopiques

Afin de confirmer l'ensemble des maladies étudié, une observation microscopique a été faite, une préparation des lames a été effectuée a été faite auparavant.

Pour la septoriose, une goutte de bleu de méthylène a été ajoutée sur une lame, puis on a transféré des pycnidiospores contenus dans les cirrhes sur la lame, une lamelle vient la recouvrir et l'observation au microscope avec un grossissement ( $\times 40$ ) est faite.

Pour la fusariose, une goutte de bleu de méthylène a aussi été ajoutée sur une lame, et à l'aide d'un bout de scotch on a prélevé un peu de mycélium développé dans les boites et transféré sur la lame, l'observation se fait ensuite sous microscope avec un grossissement ( $\times 40$ ).

Certains champignons ne se cultivent pas sur les milieux nutritifs et peuvent facilement être identifié, c'est le cas des rouilles.

L'identification se fait facilement en utilisant du scotch (ruban adhésifs) pour prélever les urédospores et téléutospores des feuilles et tiges infectées et les coller sur des lames contenant une goutte de bleu de méthylène.

#### **4.5 Identification**

L'identification est basée sur les caractères morphologiques et les aspects culturaux (pigmentation des cultures, aspect du mycélium) du champignon obtenu sur milieu de culture ou sur fragment d'organes atteints.

L'observation des divers caractères morphologiques des symptômes est faite par une loupe binoculaire, le microscope photonique est utilisé pour l'observation des caractères du champignon, et leur identification se fait grâce à la clé de détermination Botton *et al.*, 1985.

---

---

# CHAPITRE III : Résultats et discussion

---

---

## 1. Résultats

### 1.1 Résultats des prospections :

#### a. Analyse climatique (pluviométrie et températures) de la campagne 2020/2021 :

Afin de mieux cerner le développement des maladies dans notre région ciblée, il est nécessaire d'étudier les conditions climatiques (pluviométrie et températures) qui ont prévalu.

Globalement, la pluviométrie cumulée à Constantine durant la campagne agricole 2020/2021 a été nettement inférieure à celle de la moyenne sur 25 ans (332,1mm de septembre à juin contre 486.5mm); un écart négatif de 154,4 mm est enregistré (**Tab.3**).

Cependant, il y a lieu de remarquer que si la pluviométrie de la campagne actuelle n'a pas été généreuse et satisfaisante en considérant le cumul total, elle n'a pas été bien répartie durant la saison. Les mois de Février à Mars ont été très secs

Les températures ont été saisonnières dans l'ensemble et même légèrement supérieures à la normale.

**Tableau 3** : Analyse pluviométrique et températures mesurées à El Khroub en 2010/2011 par rapport à la moyenne ONM et à la campagne 2020/2021 :

Mois	Pluvio 2020/2021(mm)	Pluvio(25 ans)
Septembre	37,3	37,5
Octobre	38,1	38,6
Novembre	46,4	44,6
Décembre	33,7	73,2
Janvier	32,6	62,8
Février	19,4	53,8
Mars	33,4	56,2
Avril	36,4	59
Mai	40,6	42,3
Juin	14,2	19,3
<b>T O T A L</b>	<b>332,1</b>	<b>486,5</b>

Au vu de ces données climatiques qui n'ont pas été très favorables à une bonne production des céréales, on peut appréhender la faible attaque des maladies cryptogamiques dont les conditions de développement ont été insuffisantes parfois et par endroit.

**b. Dépistage aux champs (Prospections) :**

Les champs prospectés nous ont mené à visiter huit communes de Constantine à savoir Didouche Mourad, Beni Hamidène, Ibn Ziad, Ain Smara, El Khroub, Ouled Rahmoun, Bounouara et Ain Abid où un total de 18 champs ont été inspectés (**Annexe 2**)

**Tableau 4 : Résultats de prospection des maladies à Constantine 2020/2021**

N°	Espèce	S.TR	TS	R.J	R.B	R.N	Oïd	Fus
1	BT Hidab		2	5 Ms				10%
2	BDWaha		2					
3	BD		1				2	30%
4	BD GTA/Dur	2	2		Tr		7	Tr
5	BD		1				2	Tr
6	BD		2				3	
7	BT Hidhab		1				1	
8	BT Hidhab						1	
9	BD	4	5				4	25%
10	BD							10%
11	BD GTA/Dur		2					
12	BT Hidhab		2	40 MS/S				Tr
13	BT HD		2					
14	BT	1	2				2	10%
15	BD		2				6	30%
16	BD GTA/Dur	Tr	3				1	
17	BT Waha		1					30%
18	BD Cirta		3			Tr		
	Total	4	16	2	1	1	10	10

Comme on n'a pas trouvé suffisamment de champs touchés par la septoriose, on a poussé notre inspection jusqu'à la wilaya de Guelma où des évaluations ont été faites sur la parcelle de ITGC de Guelma en passant par un champ de la commune de BorjSebbat, au total 2 champs évalués (**Tab.5**)

La première remarque faite dans cette étude est que la culture du blé a été majoritaire par rapport au blé tendre avec un total de 11 champs sur 18 évalués soit 61% (**Tab.4**). Il apparaît à Constantine que c'est l'helminthosporiose du blé (tâche auréolée) causée par *Pyrenophora tritici repentis* qui a été la plus rencontrée à travers champs ; l'oïdium et la fusariose suivent de près avec 10 champs sur 18.

Dans la wilaya de Constantine, presque tous les champs visités ont montré la présence de la tache auréolée avec une sévérité notée entre 1 et 5 sur l'échelle de Saari et Prescott (1975). L'oïdium présent avec une sévérité entre 1 à 7. Pour la fusariose on a remarqué une incidence qui varie entre 10 et 30%. Les rouilles sont signalées par des traces ou des dégâts moins importants.

**Tableau 5 : Résultats des prospections à Guelma 2020/2021**

N°	Espèce	S.TR	TS	R.J	R.B	R.N	Oïd	Fus
19		2	4	Tr	30 MR	20MR	3	10%
20	BD	3	5				7	20%

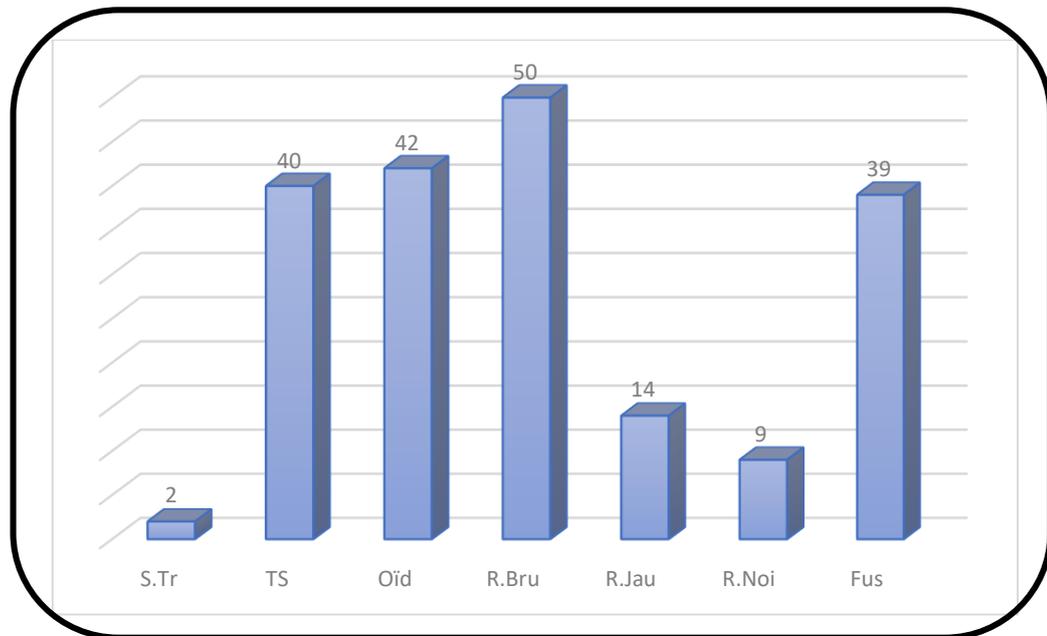
Dans les deux champs de Guelma, une sévérité de 4 et 5 a été notée pour la tâche auréolée, et de 2 à 3 pour la septoriose, la rouille brune et la rouille noire ont été observées avec une sensibilité estimée entre 20 et 30%. La rouille noire causée par *Puccinia graminis tritici* a été trouvée sur une collection de blés durs locaux très tardifs et semés tardivement au niveau de la parcelle de la station ITGC.

**c. Pépinières de criblage des maladies:**

**Blé dur :**

En combinant les réactions des géotypes de blé dur vis-à-vis des différentes maladies (**Fig.30 et en annexe 4 et 8**), on note que la plupart des 50 géotypes testés sont sensibles aux maladies. Il est à signaler que tous les géotypes ont été atteints par la rouille brune, 39 à 42 ont réagit sensiblement respectivement à la fusariose, la tâche auréolée et à l'oïdium. Les rouilles noire et jaune sont notées sur 9 et 14 géotypes et la septoriose a été quasi absente (2 cas seulement de sensibilité). Il est aussi à signalé que le sévérité a été faible dans toutes les réactions.

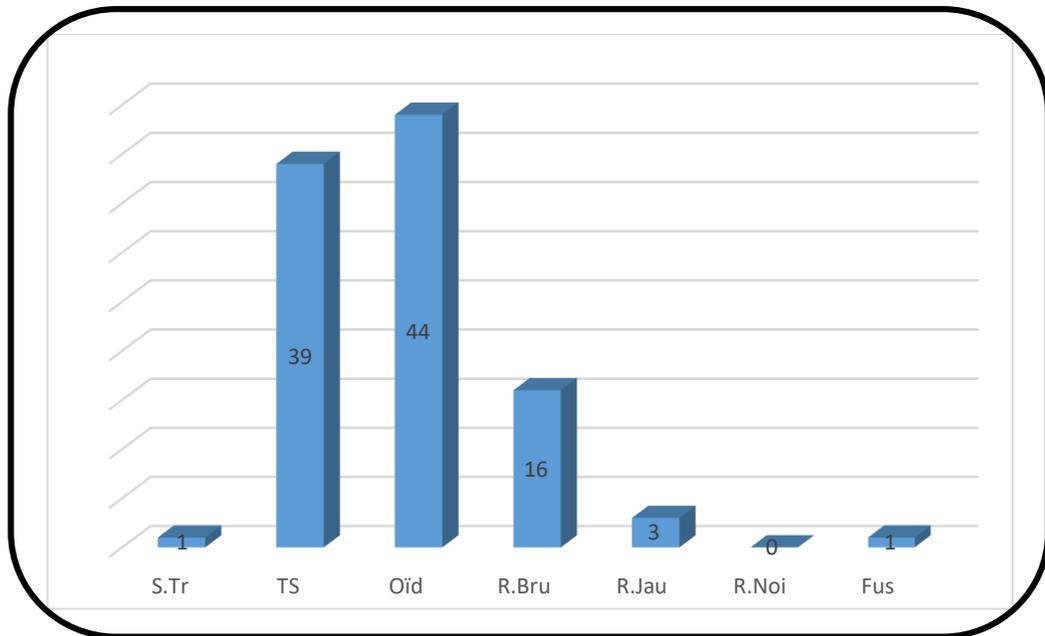
Au vue de ces constatations nous ne pouvant pas conclure qu'il existe une résistance simple ou multiple de ces variétés aux différentes maladies.



**Figure 30 :** Nombre de variétés sensibles aux différentes maladies du blé dur (Pépinière d'EL Khroub)

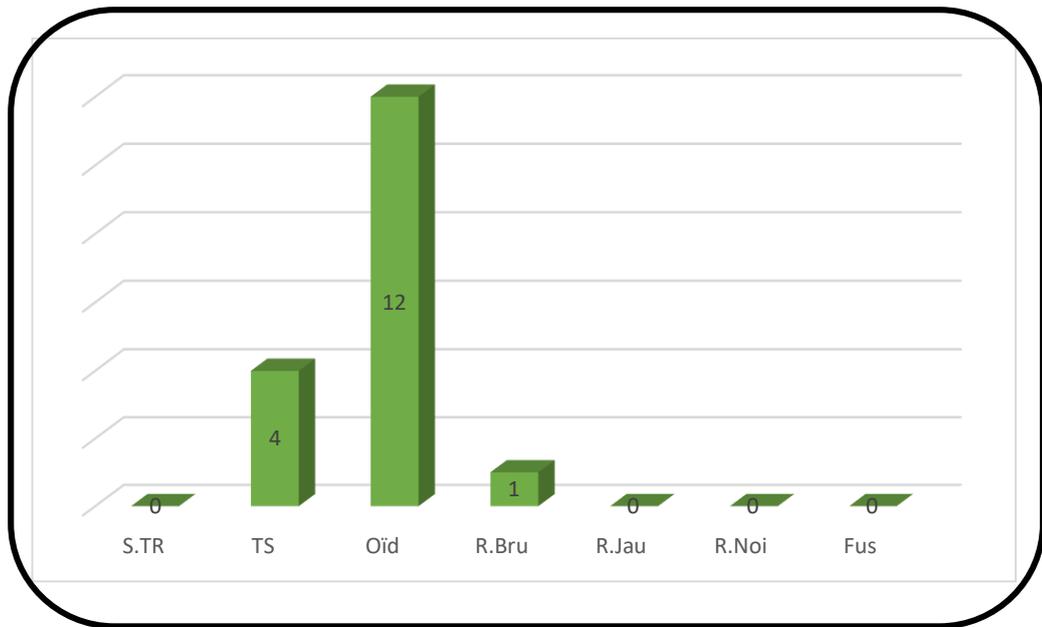
La pépinière réalisée à Beni Mestina ayant pour but de voir la réaction des variétés Maghrebines vis-à-vis de la septoriose vu que le site est toujours utilisé en tant que parcelle clinique pour ce pathogène a été globalement épargné par cette maladie lors de cette campagne où les conditions de développement non pas été réunies (faibles pluviométrie et humidité).

Néanmoins nous avons quand même noté toutes les autres maladies qui se sont développées sur les blés dur et blés tendre semés.



**Figure 31** : Nombre de variétés sensibles aux différentes maladies du blé dur (Pepinière STB Beni Mestina)

Ainsi, on a pu voir que dans ce site et sur blé dur (**Fig.31 annexe 5 et 9**) c'est l'oïdium qui s'est le plus développé comptabilisant 44 génotypes atteints sur 45 soit 97% ; la tâche auréolée suit avec 39 sensibilité sur 45 soit 86,5% ; la Rouille brune indique une sensibilité au seuil de 35%, les autres maladies sont insignifiantes et à très faible sévérité



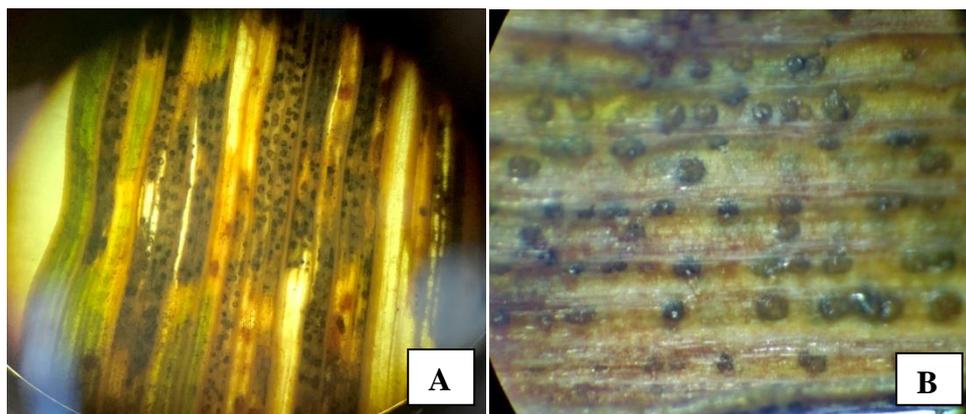
**Figure 32:** Nombre de variétés sensibles aux différentes maladies de blé tendre (Pepinière STB Beni Mestina)

Pour les blés tendres qui sont au nombre de 15 génotypes, on a à peu près le même cas de figure où c'est l'oïdium puis la tache auréolée qui apparaissent chez tous les génotypes ; les autres maladies ne sont pas apparentes au niveau des autres variétés.

## 1.2 Résultats de l'analyse laboratoire

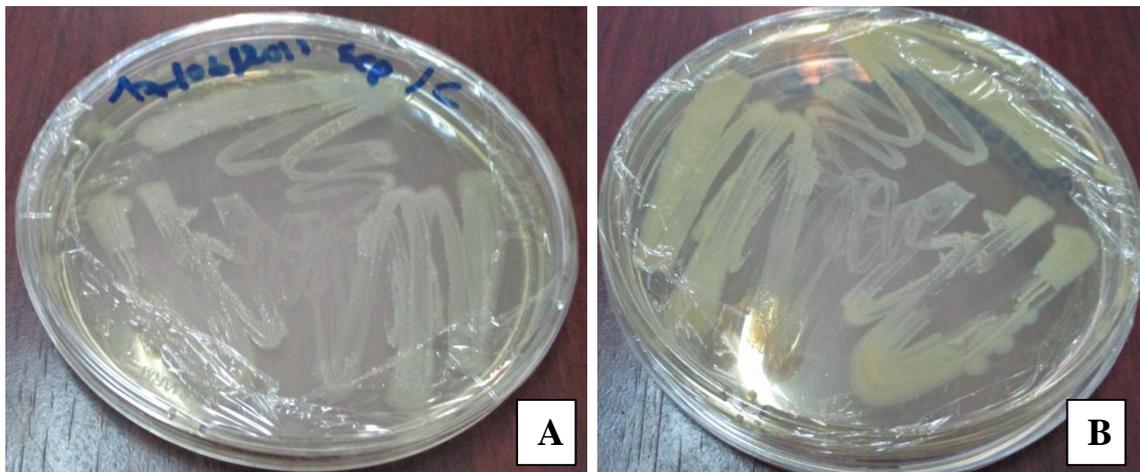
### a. La septoriose

Dans les conditions d'une chambre humide on a pu observer sur les échantillons isolés une gelée sporifère appelée cirrhe (**Fig.33**).



**Figure 33 :** Apparition du cirrhe à la faveur de l'humidité.

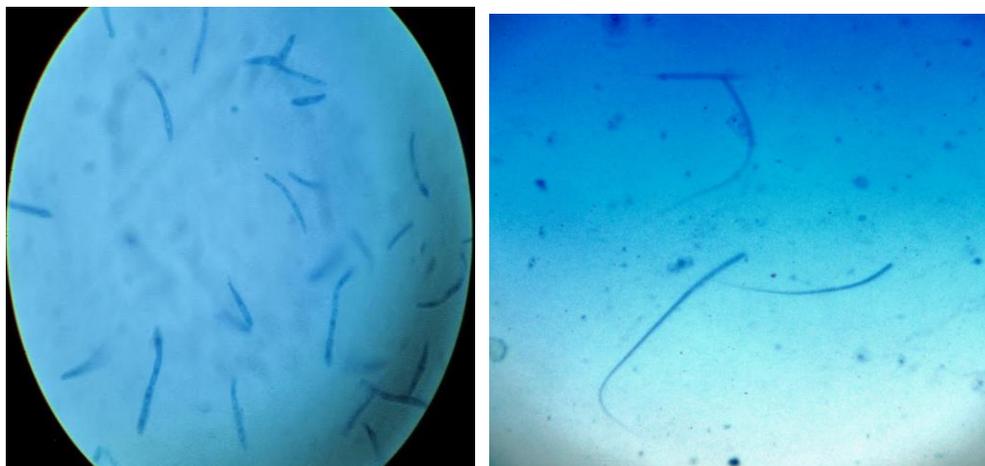
Dans un milieu de culture YMA, le champignon se développe rapidement et se multiplie par bourgeonnement à la manière d'une levure, c'est l'aspect de colonies pures (Fig.34)



**Figure 34** : L'aspect des colonies de la culture de *Septoria tritici*

A : L'aspect des colonies de la culture de *Septoria tritici*. B : le revers de la boîte.

A partir de cirrhe, on a observé sous microscope des spores (Fig.35) longues, fines, hyalines, droites à légèrement recourbées. Ayant de 3 à 5 cloisons transversales et mesurant de 35-98 $\mu$ m x 1-3 $\mu$ m , ces spores sont des pycnidiospores de *Septoria tritici*(Bouchoukh., 2006).



**Figure 35** : Observation microscopique des pycnidiospores de *Septoria tritici* (Gx40).

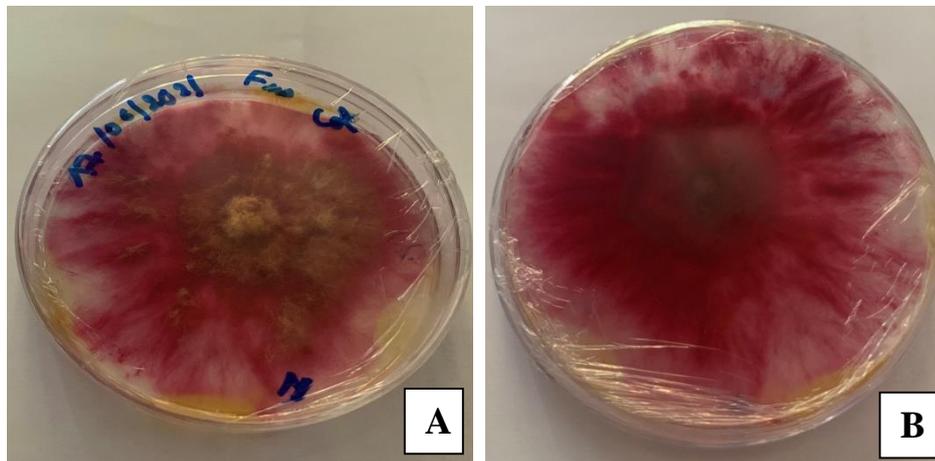
**b. La fusariose**

Observation des lésions sur le collet (la base de la tige) sous forme de coloration brune (une nécrose), causé par l'agent pathogène de la fusariose, par la suite il provoque la perte de la chlorophylle qui conduit à un fort jaunissement de la plante (**Fig.36**)



**Figure 36** : Tache brune au niveau du collet.

Une analyse au laboratoire pour s'assurer que tels symptômes sont provoqués par l'agent pathogène de la fusariose a été faite. Après une incubation sur milieu PDA on a remarqué un développement rapide de mycélium dense, rasant et dominant sur la boîte, avec une couleur rosâtre (**Fig.37**).

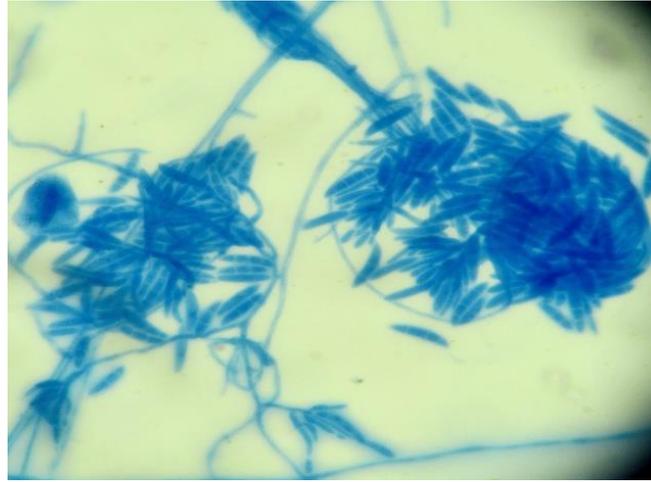


**Figure 37** : Aspect du mycélium sur le milieu de culture PDA.

A : aspect de mycélium vu à travers le couvercle de la boîte. B : le revers de la boîte.

Selon ces boîtes et le développement du mycélium on distingue ces spores qui sont courtes, ayant une forme de croissant segmenté avec des extrémités bien courbées. On observe des conidies présentes en deux groupes proches (**Fig.38**).

Selon leur forme courte courbée, (3-4), mesurant 26-50 x 4-7 $\mu$ m, ces spores sont des conidies du *Fusarium culmorum* (Botton et al., 1985)



**Figure 38:** Observation microscopique des Conidies de *fusarium culmorum* (Gx40).

### **c. La rouille jaune**

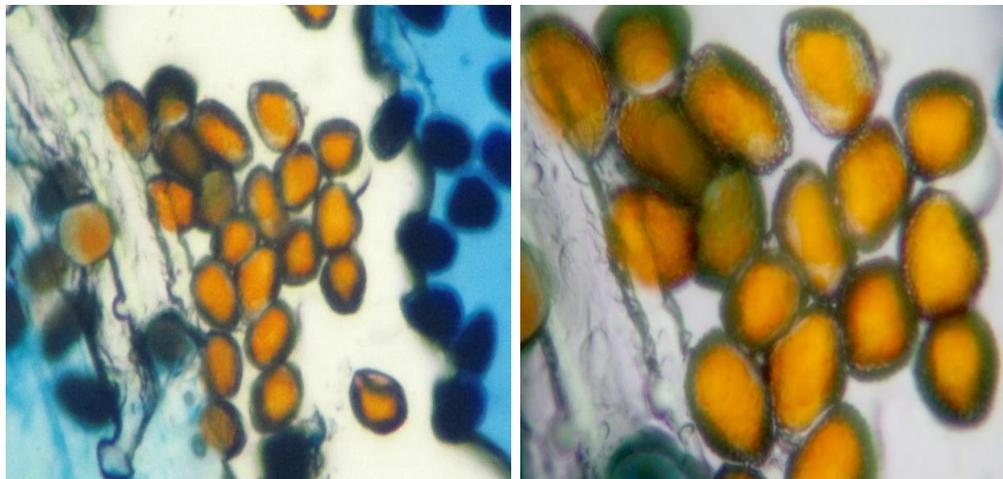
Les premiers symptômes de cette maladie provoquée par *Puccinia striiformis* apparaissent lentement pendant l'hiver, et sont souvent détectés au début du printemps. Les plantes infectées se détachent visuellement dans les champs.

Après l'observation des échantillons récoltés, nous avons détecté la présence des pustules sur les feuilles de couleur jaune-orange, allongées avec différentes tailles sous forme de poudre (spores) cela est dû aux conditions climatiques qui n'ont pas été favorables pour le développement des pustules (**Fig.39**).



**Figure 39:** Pustules allongées de *Puccinia striiformis*.

Après la préparation de la lame et sous microscope avec le grossissement (x40) nous avons observé les spores libérées par les pustules (**Fig.40**) les spores sont de couleur jaunes-orange, plus ou moins sphéroïdes et grosses, mesurant 28-38 $\mu$ m de diamètre (Bouakaz K, Oussaid Y., 2013) entourée par une paroi pigmenté selon Botton et *al.*, ces spores sont au stade urédospore ce qui confirme la présence de l'agent pathogène *Puccinia striiformis*.

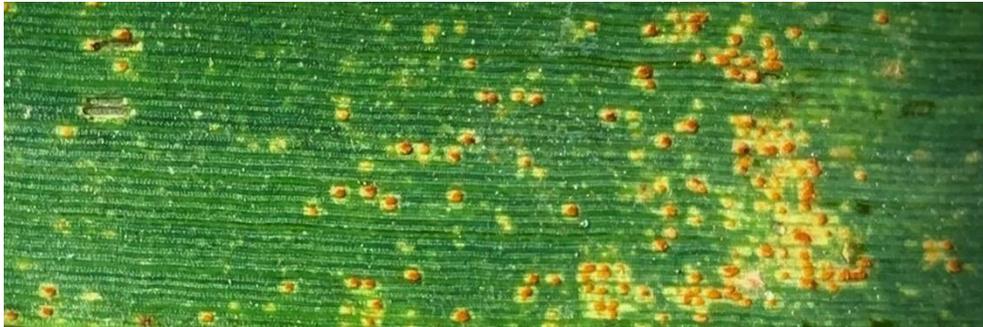


**Figure 40 :** Observation microscopique d'urédospores de *Puccinia striiformis* (Gx40).

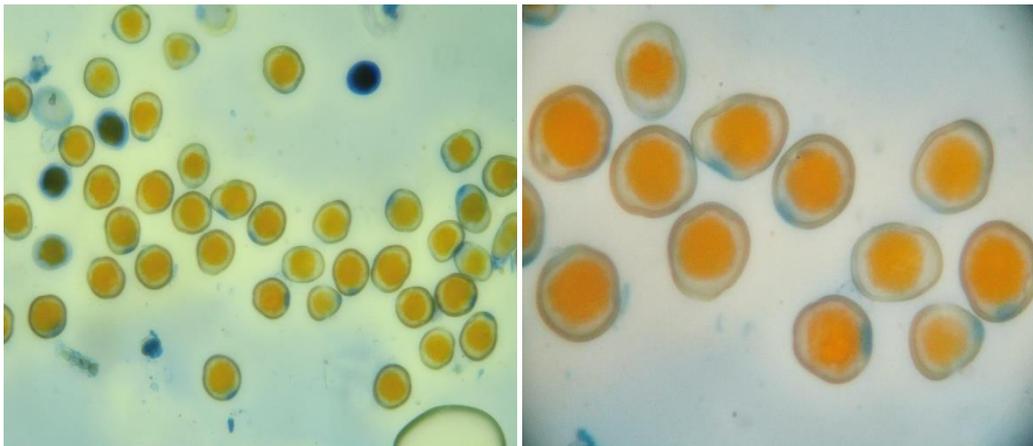
**d. la rouille brune**

On a observé sur la surface des feuilles prospecté des pustules de forme circulaires ou ovales de couleur brune (**Fig.41**) entouré d'une chlorose de la feuille.

Ces pustules renferment des spores au stade urédospore (**Botton,et al., 1985**)



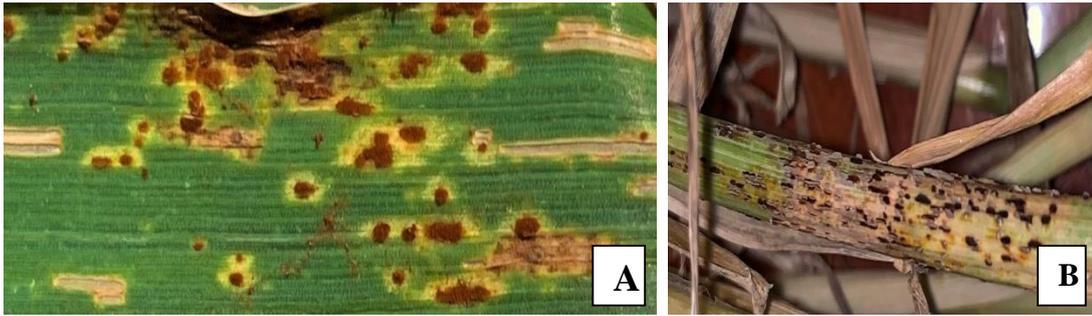
**Figure 41** : Pustules circulaires de *Puccinia recondita*.



**Figure 42** : Observation microscopique d'urédospores de *Puccinia recondita* (Gx40).

**e. la rouille noire**

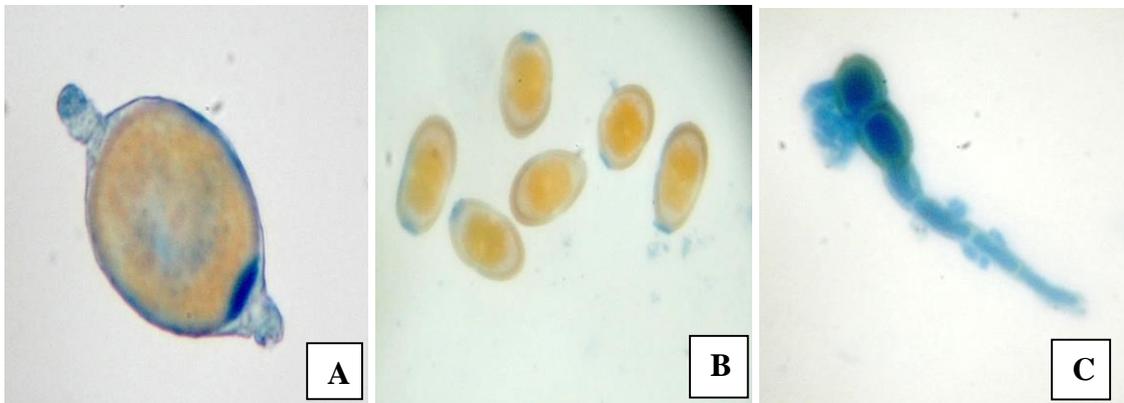
On a remarqué des symptômes de la maladie sur des variétés tardives, qui ont été provoquée par l'agent pathogène *Puccinia graminis* lorsque la température est élevée .Des pustules longues contiennent une poudre de couleur brun foncé ou marron la feuille (**Fig.43A**), sur la tige on remarque une poudre de couleur noire



**Figure 43** : Observation des pustules de *Puccinia graminis* A : Sur la feuille, B : Sur la tige.

Selon Mehazem in Zilinsky F.J., (1983), les spores de *Puccinia graminis* de la feuille sont brun rougeâtre et de la tige brun jaunâtre, ellipsoïdes ou ovoïdes et mesurent entre 24-32 $\mu$ m et 18-22 $\mu$ m.

Après la préparation de la lame et sous microscope avec le grossissement (x40) nous avons observé des urédospores libérées par les pustules des feuilles (**Fig.44A et B**) et des téléutospores au stade final relevées à partir de la tige (**Fig.44C**)



**Figure 44**: Observation microscopique des spores de *Puccinia graminis* (Gx40).  
A/B : Urédospores de *Puccinia graminis*. C : Téléutospores de *Puccinia graminis*.

## **2. Discussion :**

Pour les prospections on peut dire que la prévalence des maladies dépend surtout des conditions climatiques, dans notre étude, on n'a pas noté beaucoup de maladies malgré cela on pourrait dire que certaines d'entre elles ont une grande incidence et sévérité sur la totalité des champs de blé dur et blé tendre prospectés, une totalité de 18 champs la tache auréolée était prévalente à 88% atteignant une sévérité allant jusqu'à 5 sur l'échelle de Saari et Prescott (1975), suivit de l'oïdium et la fusariose rencontrés dans 55% des champs, pour la septoriose et les rouilles leur dégâts était moins sévères, par contre d'autres travaux antérieurs faits par Mehazem et autres ont montré une plus grande incidence et sévérité chez les différentes maladies. Les champs inspectés par Mehazem et al, 2013/2014 à travers 12 douze wilayate d'algerie étaient au nombre de 53 champs de blé, 22 champs d'orge, 2 de Triticale et 1 d'Avoine ont été évalués ont donné les résultats suivants pour le blé et sur la côte littorale et sub-littorale, l'incidence de la septoriose et de la tache auréolée a atteint les 100% soit tous les champs visités ont montré la présence de ces maladies. Les taux d'incidence ont varié de 50 à 100% sur une même parcelle, et la sévérité a en générale été noté entre 4 et 9 Globalement on peut considérer que les maladies foliaires ont beaucoup plus touché les blés en zone nord (littoral-sub littoral et hautes plaines) 38/55 en septoria et 53/55 en Tache auréolée. Une forte incidence de la jaunisse nanisante de l'orge (57% des champs) dans les différentes wilayate même si la sévérité est en générale inférieure à 30% ;certaines parcelles ont exhibé des taches où le seuil de 50% a été observé.

Dans l'évaluation des collections réalisées en pépinières dans les stations on a presque les mêmes réactions ; en effet Ladoui (2018) a évalué une collection de 108 génotypes de blé tendre composée de variétés locales, de lignées internationales du CIMMYT et de l'ICARDA, au niveau de la station expérimental de l'ITGC- d'El Khroub. Les notations des maladies ont été réalisées pour la Rouille jaune, Rouille brune et Séptoria où plus de 40% des génotypes ont montré une sensibilité.

Mehazem 2014, en combinant les réactions des génotypes de blé dur vis-à-vis des différentes maladies note que sur un total de 150 génotypes il n'y a que 52 qui sont résistants à la septoriose et à la tache auréolée soit un taux de résistance de 34.67%, puis en éliminant les variétés ou génotypes sensibles en plus à l'oïdium, aux rouilles brune et jaune et à la fusariose il ne restera que 35 variétés ou lignées soit 23.3 % qui ont une résistance multiple aux différentes maladies

Ce qu'il faut retenir de ces évaluations, c'est qu'il serait mieux d'éliminer tous les génotypes sensibles aux maladies et de ne promouvoir que ceux présentant une résistance multiple plus durable car possédant de multiples gènes de résistance. Les travaux de Ramdani (2010) et Benbelkacem (2011) confirment ces résultats au Maroc et en Algérie respectivement.

Beaucoup d'autres exemples peuvent être cités où les résultats montrent les mêmes tendances à savoir que les maladies sont toujours importantes en Algérie et qu'il ne faut surtout pas les négliger.

---

---

# CONCLUSION

---

---

## **Conclusion :**

La culture du blé est toujours menacée par des maladies fongiques qui peuvent être à l'origine de pertes très importantes du rendement. A partir de cette étude, nous pouvons déduire que la céréaliculture algérienne est effectivement menacée par différents pathogènes en plus des contraintes liées aux conditions climatiques. L'évaluation de la pépinière d'El Khroub regroupant la collection générale de blés cultivés en Algérie et disponible au niveau du Programme National de l'Amélioration du Blé, nous a indiqué clairement que la plupart de ce patrimoine végétale est sensible à plusieurs maladies cryptogamiques et qu'il n'y a qu'environ 30% de variétés qui possèdent une résistance multiple recherchée à travers tous les programmes d'amélioration du monde surtout car garantissant des produits sains durablement.

Enfin, on peut conclure en disant que la prévalence de la tache auréolée est assez élevée durant cette campagne et qu'il faudrait la suivre avec plus de sérieux. Les rouilles (Jaune et Brune) ne dorment jamais car même si cette année les conditions du milieu n'ont pas été très favorables, les maladies n'ont pas été à l'exception de la fusariose très sévère elles pourront resurgir la saison prochaine avec une plus forte sévérité. L'oïdium est aussi toujours présent dans la plupart des variétés et à travers les différentes régions du pays. Un traitement est indispensable pour minimiser ou éliminer ces maladies dans le cas où les variétés résistantes n'existeraient pas. Une étude plus approfondie sur les isolats de l'inoculum par les outils moléculaires, leur identification et leur isolement, serait d'un apport appréciable pour la concrétisation d'une meilleure résistance dans les programmes d'amélioration génétique.

---

---

REFERENCES  
BIBLIOGRAPHIQUES

---

---

# REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **Abhinandan K., Skori L., Stanic, M., Hickerson N.M.N., Jamshed M. and Samuel, M.A. (2018)** Abiotic stress signalling in wheat - An inclusive overview of hormonal interactions during abiotic stress responses in wheat. *Front. Plant Sci.* 9, 734.
2. **Akinasami O A., Mitter V., Simpfendorfer S., Backhouse D., & Chakraborty S., (2004).** Identity and pathogenicity of *Fusarium* spp. Isolated from wheat fields in Queensland and northern New South Wales. *Australian Journal of Agricultural Research*, 55, 97-107
3. **Ammar M. (2015).** Organisation de la chaîne logistique dans la filière céréales en Algérie : états des lieux et perspective. Thèse de Doctorat de CIHEAM Montpellier : pp 17-20.
4. **Amrani B., (2013).** Maladie : Méthode et échelle de notation des maladies et accidents divers. Bulletin des grandes cultures. ITGC. 02. p5.
5. **Anonyme, 2007.** La gestion des principales maladies foliaires des blés. Syngenta. Notice technique 5, 4p.
6. **Anonyme, (2014).** Problématique de la fusariose des céréales en Algérie Identification des espèces et leurs répartitions dans les zones potentiellement céréalières. Bulletin d'informations phytosanitaires N° 33. Infos phyto. INPV. 3p.
7. **Aouali S. et Douici-Khalfi A. (2009).** Recueil des principales maladies fongiques des céréales en Algérie : symptômes, développement et moyens de lutte ; ITGC, EL Harrach, Alger. 56p.
8. **ARVALIS- institut du végétal., (2017).** Les mosaïques du blé dur. ARVALIS Institut du Végétal.
9. **Baldy C., (1984).** Utilisation efficace de l'eau par la végétation en climats méditerranéens. Bull. Soc. Botan. Fr 131(2,3,4). Actual. Botan (491-499).
10. **Beccari G., Arellano C., Covarelli L., Tini F., Sulyok M., & Cowger C., (2019).** Effect of wheat infection timing on *Fusarium* head blight causal agents and secondary metabolites in grain. *International journal of food microbiology*, 290, 214-225.
11. **Beccari G., Prodi A., Pisi A., Nipoti P., Onofri A., Nicholson P., Pfohl K., Karlovsky P., Gardiner D M., & Covarelli L., (2018).** Development of three *Fusarium* crown

rot causal agents and systemic translocation of deoxynivalenol following stem infection of soft wheat. *Plant Pathology*, 67, 1055-1065

12. **Belaid D., (1996).** Aspects de la céréaliculture algérienne. INES. D'Agronomie. Batna. 187p.
13. **Ben Mbarek K. et Boubaker M. (2017).** Manuel des grandes cultures – Les céréales. *Editions Universitaires Européennes* : 256 P.
14. **Benbelkacem A., (1985).** Adaptation of cereals to extreme environments, Field crops Research.
15. **Benbelkacem A., (2013).** Rapport des résultats du projet « Enhancing food Security in Arab countries. Icarda- INRAA.
16. **Bermond A., (2002)** : Larousse agricole, Edi Mathilde Majorel. Editeur : Larousse (Paris). 767p.
17. **Bonjean A., (2001)** : Histoire de la culture des céréales et en particulier de celle du blé tendre (*Triticum aestivum L.*). Eds. Les perche S., Guy P. et Fraval A. Agriculture et biodiversité des plantes. Dossier de l'environnement de l'INRA, n° 21, pp 29-37.
18. **Botton B., Breton A., Feve M., Guy P., Larpent, J. P. & Veau, P., (1985).** Moisissures nuisibles. Moisissures utiles et nuisibles-Importance industrielle. Edition MASSON. Paris.
19. **Bouakaz K., Oussaid Y., (2013)** : Reconnaissance et identification des principales maladies cryptogamiques du blé et de l'orge. INPV. EL Harrach. Alger. 31p.
20. **Bouchoukh I., (2006)** : Contribution à l'étude des septorioses des blés (*Septoria tritici* et *Septoria nodorum*) : Importance relative et résistance variétale. Mémoire d'ingénieur. ISN. Univ. Constantine. 33 p.
21. **Boulal H.Z., (2007).** guide de conduite des céréales d'automne (blé et orge) dans le Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie) ICARDA, INRA, 176p.
22. **Boulif., (2012).** Gestion intégrée des maladies du blé, Ecole Nationale d'Agriculture de Meknès B.P.S/40 – Meknès. 12p.
23. **Brouillet L., Coursol F., Favreau M., (2006).** VASCAN. The database of Canadian vascular plants. Herbarium Marie-Victorin, Institut de recherche en biologie végétale, Université de Montréal <http://data.canadensys.net/vscan/about>.
24. **Bruyère J., (2010).** Recherche de solutions alternatives de protection des semences de blé Contre la carie commune du blé (*tilletia sp*). afpp-quatrième conférence Internationale sur les méthodes alternatives en protection des Lille-8,9 et 10 mars 2011.

25. **Calvel A.J., (2006).** Diagnostique des accidents du blé dur. *ARVALIS Institut du végétale*. Paris. 105 pages.
26. **Caron D., (1993).** Les fusariuses. ITCF. Paris.30-39.
27. **Chourghal N., Lhomme J. P., Huard F., & Aidaoui A. (2016).** Climate change in Algeria and its impact on durum wheat. *Regional Environmental Change*, 16(6), 1623-1634.
28. **Clément J. M., (1981) :** Larousse agricole in Bouasala S., Debabsa R., Djouamaa M., 2008 : Comportement morphologique, physiologique, biochimique de trois variétés de blé dur (*Triticum durum.desf*) sous traitement par un fongicide (TILT250EC).D.E.S Université de Souk Ahras.
29. **Dill Macky R., et Jones R. k. (2000).** The effect of previous corp residus and tillage on *Fusarium* head blight of wheat. *Plant Disease* 84: 71-76.
30. **Djermoun A. (2009).** La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques. *Revue Nature et Technologie* 01 : 45-53.
31. **Ecophyto (2015).** Symptômes, dégâts seuils de nuisibilité et des bioagresseurs , page 07.
32. **Eyal Z., Scharen A. L., Prescott J.M., Ginkel, M.V., (1987).** The Septoria diseases of wheat: concepts and methods of disease management. Mexico City, Mexico: CIMMYT.
33. **Ezzahiri B.,, (2001).** Les maladies du blé. Identification, facteurs de développement et méthodes de lutte. *Transfert de technologie en Agriculture*, n°77, 4 pages
34. **Ezzahiri B., (2010).** Maladies fongiques foliaires du blé. *Agriculture du Maghreb* n°41, 66-74
35. **Faldman M., (2001).** Origin of cultivated wheat. In Bonjean A.P et W.J. Angus. (éd) *The World Wheat Book : a history of wheat breeding*. Intercept Limited Andover. Angleterre: 3-58p
36. **FAO, 2014.** Principaux pays producteurs de blé dans le monde.
37. **Feillet. P., (2000).** Le grain de blé. Composition utilisation.
38. **Fritas S., (2012) :** Etude bioécologique du complexe des insectes lié aux cultures céréalières dans la région de Batna-Algérie- mémoire de magestèr université de Telmcen, 115p.
39. **Gate P., (1995).** Ecophysiologie du blé. ITCF. Technique et Documentation. Lavoisier, paris, 419p.

40. **Gaur N., & Mogalpu S. (2018).** Pests of Wheat. In *Pests and Their Management* (pp. 81-97). Springer, Singapore.
41. **Gigot C., (2009).** Progression de la septoriose du blé au sein d'associations culturales sous l'action de la pluie. Mémoire de stage présenté pour l'obtention du diplôme d'ingénieur agronome. Option Protection des plantes et Environnement. Ecole de rattachement : Montpellier Sup Agro : 41 p.
42. **Gilbert J., et Tekouz A., (2000).** Effect of *Fusarium* head blight and seed treatment on germination, emergence, and seeding vigour of wheat. *Canadian Journal of Plant Pathology* 17: 252-159.
43. **GRDC, (2014).** *Septoria tritici blotch fact sheet.*
44. **Gutzuiller A., Czeglédé L., et Stoll P., (2005).** Efficacité d'adsorbants contre les mycotoxines de *Fusarium* chez le porc. *Revue Suisse Agric.* 37 (3) : 121-129
45. **Hamadache A., Abdellaoui Z. et Aknine M. (2002).** Facteurs agrotechniques d'amélioration de la productivité du blé dur en Algérie. Cas de la zone sub-humide. *Revue Semestrielle* 10 : 5-18.
46. **Hamdache, A. (2013).** Element de phytotechnie générale-Grandes cultures- Principaux itineraries techniques des principales espèces de grandes cultures pluviales cultivées en Algérie et en Afrique du Nord (agriculture conventionnelle) Tome I : Le blé, p.230.
47. **Harrat W. (2009) :** Effet *in vivo* et *in vitro* des éléments fertilisants N et K sur la résistance du blé à la septoriose et à la tache bronzée (Tan spot). Mémoire de Magister. ENSA. El Harrach -Alger. 110 p.
48. **Jlibene M. (2011).** Options génétiques d'adaptation du blé tendre au changement climatique. Variétés à résistance multiple : Sécheresse, Cécidomyie, Septoriose, Rouilles brune et jaune. Institut National de la recherche Agronomique Edition. DIC.63p.
49. **Kammoun L G., Gargouri S., Hajlaoui M R., et Marrakechi M., (2009).** Occurrence and distribution of *Microdochium* and *Fusarium* species isolates from durum wheat in northern Tunisia and detection of mycotoxins in naturally infested grain. *Journal of Phytopathology*, 157, 546-551
50. **Kammoun L.G., Gargouri S., Barreau C., Richard-Forget F., & Hajlaoui M.R., (2010).** Trichothecene chemotypes of *Fusarium culmorum* infecting wheat in Tunisia. *International Journal of Food Microbiology*, 140, 84-89.

51. **Laffont J.M., (1985).** Diseases of maize and other cereals. Knowing them to control them better. *Diseases of maize and other cereals. Knowing them to control them better.*
52. **Lamari L., Bernier C.C. et Smith R.B. (1991).** Wheat genotypes that develop both tan Necrosis and extensive chlorosis in response to isolates of *Pyrenophora tritici-repentis*. *Plant Diseases*. vol 75. 121–122.
53. **Lamari L., Strelkov SE., Yahyauoi A., Amedov M., Saidov M., Djunusova M. and Koichibayev M., (2005).** Virulence of *Pyrenophora tritici-repentis* in the countries of the Silk Road, *Canadian journal of plant pathologie*. 27 (3), 383-388.
54. **Lambret N., (2010).** Lutte biologique aux ravageurs : applicabilité au Québec. Essai présenté au centre universitaire de formation en environnement en vue de l'obtention du grade de maitre en environnement, Université de Sherbrooke Canada : 03.
55. **Laraba I., Bouregghda H., Abdellah N., Bouaicha O., Obanor F., Morreti A., Geiser D M., Kim H S., McCormick S P., Proctor R H., Kelly A C., Ward T J., & O'Donnell K., (2017).** Fungal population genetic structure and mycotoxin potential of wheat crown rot and head blight pathogen *Fusarium culmorum* in Algeria, *Fungal Genetics and Biology*, 103, 34-41
56. **Le Quintrec A., (1999).** Les mystères de l'helminthosporiose. *Cultivar*. 458, pp: 49-56.
57. **Lebeau Y., (2015).** La consommation des produits issus du blé dur au Maghreb. 16<sup>ème</sup> journée filière blé dur. Montpellier. Arvalis : Institue végétales.
58. **Mahdjoub Z. et Megherbi A., (2018).** Effet de différentes formulations de produits phytosanitaires de traitement semence de blé, de lutte biologique vis-à-vis du fusarium in vitro. Mémoire de master en microbiologie. Option mycologie et biotechnologie fongique. Université des frères Mentouri, Constantine : 19p.
59. **Mathieu C.H., (2010).** Evolution des génomes du blé (genre *Aegilops* et *triticum*) au sein des poaceae. Thèse de Doctorat, Ecole Doctorale GAO : Université d'Evry d'Essonne, 12p.
60. **Mazouz L., (2006).** Etude de la contribution des paramètres phéno-morphologiques dans l'adaptation du blé dur (*Triticum durum desf.*) dans l'étage bioclimatique semi-aride. *Thèse de magister*. Institue d'Agronomie, Université Colonel El Hadj Lakhdar, Batna, 65 pages.

61. **Mazouz H., (1992).** Etudes sur la septoriose du blé due à *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) Schroeter (*Septoria tritici* Rob. ex Desm.) au Maroc. Thèse de troisième cycle. Uni. My Ismaïl. Fac. Des Sciences de Meknès. 112 p.
62. **Messiaen C. M., (1981).** les variétés résistantes ; Méthode de lutte contre les maladies et ennemis des plantes. INRA. Eds. Louis-Jean. ISBN 2-85340-355-6. 333 pp
63. **Moreno M. V., Stenglein S. A. and Perelló A. E. (2012).** *Pyrenophora tritici-repentis*, Causal Agent of Tan Spot: A Review of Intraspecific Genetic Diversity: 297- 330.
64. **Moule C., (1971).** Céréales 2. Phytotechnie spéciale. Ed. La maison rustique, Paris, 236p.
65. **Nasraoui B., (2006).** Les Champignons Parasites Des Plantes Cultivées, Biologie, Systématique, Pathologie, Maladies. Chapitre 4 : Maladies. 363-427. Centre de Publication Universitaire, Tunis
66. **Pedersen E.A., (1989).** Epidemiology of the Septoria disease complex of wheat: effect of cultivars, crop rotation and weather on disease development. Master of science, University of Saskatchewan, 181p
67. **Ponomarenko A., Goodwin S.B., & Kema G.H.J., (2011).** *Septoria tritici* Blotch (STB) du blé. *Plant Health Instructor*. (DOI : 10.1094/PHI-I-2011-0407-01)
68. **Quaedvlieg W., Kema G.H.J., Groenewald J.Z., Verkley G.J.M., Seifbarghi S., Razavi M., Gohari A. M., Mehrabi R., Crous P.W.,, (2011).** *Zymoseptoria* gen. nov.: a new genus to accommodate Septoria-like species occurring on graminicolous hosts. *Persoonia* 26, 57-69.
69. **Rapilly F., Lemaire J.M. & Cassini R., (1971).** Les principales maladies cryptogamiques des céréales. Eds. I.N.R.A, Paris 310p
70. **Sands D.S., Fourrest E., (1989).** *Xanthomonas campestris* pv. translucens in North and Amérique du Sud and in the Middle East. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 19, 127-130.
71. **Sayoud R., Benbelkacem A., (1996) :** Situation des maladies des céréales en Algérie. In ‘’proceeding du symposium régional sur les maladies des céréales et des légumineuses alimentaires’’. 11-14 novembre 1996. Rabat, Maroc. pp 69-70.
72. **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.

73. **Scharen A.L., (1999).** Biology of the *Septoria/Stagonospora* Pathogens: An Overview. In: Van Ginkel, M., McNab, A., Krupinsky, J. (Eds.). *Septoria and Stagonospora Diseases of Cereals: A compilation of global research*. Mexico, D.F.: CIMMYT. 19-22.
74. **Seguin B., (1995).** Les maladies transmises par les semences. Perspectives agricoles. N°203 : 56p.
75. **Sherm B., Balmas V., Spanu F., Pani G., Delogu G., Pasquali M., & Migheli Q., (2013).** *Fusarium culmorum*: causal agent of foot and root rot and head blight on wheat. *Molecular Plant Pathology*, 14, 323-341.
76. **Slama A., Bensalem M., Ben naceur M., et Zid E. D. (2005).** Les céréales en Tunisie : production, effet de la sécheresse et mécanismes de résistance. *Sécheresse.*, (16) 3 : 225-9.
77. **Smiley R.W., (2019).** Fusarium crown rot whitehead symptom as influenced by wheat crop management and sampling date. *Plant disease*, 103(10), pp.2612-2623.
78. **Touati-Hattab S., Barreau C., Verdal-Bonnin M.N., Chereau S., Richard-Forget F., Hadjout S., Mekliche L., & Bouznad Z., (2016).** Pathogenicity and trichothecenes production of *Fusarium culmorum* strains causing head blight on wheat and evaluation of resistance of the varieties cultivated in Algeria. *European Journal of Plant Pathology*, 145, 797-814.
79. **Vincent C., Panneton B. et Lessard F., (2000).** La lutte physique en phytoprotection. Edition QUAE : 347p.
80. **Xiaojie C., Donghong M., Tauqeer A. Y., and Yin-gang H., (2012).** Evaluation of 14 morphological, yield-related and physiological traits as indicators of drought tolerance in Chinese winter bread wheat revealed by analysis of the membership function value of drought tolerance (MFVD). *Field Corps Reseach.*, 137:195 – 201.
81. **Yves D., Sylvie R., Lauzon M., (2007).** L'épidémiologie de la fusariose chez le blé et l'orge. Bulletin d'information. Grandes Cultures, N°4.
82. **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.
83. **Zaidi C. A., Benbelkacem A. et Brinis L. (2018).** Etude de lignées de blé tendre utilisées dans un programme d'amélioration génétique pour la résistance à la rouille jaune en Algérie. *Synthèse : revue des sciences et de la technologie*. Vol 36 : 21-31.

84. **Zillinsky F.J., (1983)** : Les maladies des céréales à paille : Guide d'identification. Eds. CIMMYT, Mexico. 141p.

**Site web:**

1. **Anonyme, 2018.**

[https://www.google.com/search?q=plante+de+bl%C3%A9&sxsrf=ALeKk01LjcT53F3bA8Y5AThpcXbWfg5w:1625094710709&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=emaILQWTPAvK0M%252Cz3KtQqtiQgmKWM%252C\\_&vet=1&usq=AI4\\_kT95Zz6Oga vJ5UloB\\_pC3CONdnFXA&sa=X&ved=2ahUKEwjf49THvcDxAhUVilwKHUOUAl4Q9QF6BAgNEAE#imgrc=emaILQWTPAvK0M](https://www.google.com/search?q=plante+de+bl%C3%A9&sxsrf=ALeKk01LjcT53F3bA8Y5AThpcXbWfg5w:1625094710709&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=emaILQWTPAvK0M%252Cz3KtQqtiQgmKWM%252C_&vet=1&usq=AI4_kT95Zz6Oga vJ5UloB_pC3CONdnFXA&sa=X&ved=2ahUKEwjf49THvcDxAhUVilwKHUOUAl4Q9QF6BAgNEAE#imgrc=emaILQWTPAvK0M) consulté le 21/06/2021 à 23:35.

2. **Henry., 2000.**

<https://www.google.com/imgres?imgurl=http://pst.chezalice.fr/svtiufm/images/cycleble.gif&imgrefurl=http://pst.chezalice.fr/svtiufm/ble.htm&docid=iouQoSDZLI0XfM&tbnid=NWQG7Nnk2gkxZM&vet=1&w=609&h=548&itg=1&hl=frDZ&source=sh/x/im> consulté le 21/06/2021 à 17:14.

3. **Syngenta France, 2015.** Les maladies du blé

<https://www.syngenta.fr/cultures/cereales/article-fongicide/maladies-du-ble> . Consulté le 26

4. **Wikipedia 2006.** Symptômes de la septoriose du a *Mycosphaerella graminicola*,

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Septoriose#/media/Fichier:Septoria-tritici.jpg>. Consulté le 26/06/2021 à 21h15

5. Agro.Basf. La fusariose du blé

[https://www.agro.basf.fr/fr/cultures/ble/maladies\\_du\\_ble/fusariose\\_du\\_ble.html](https://www.agro.basf.fr/fr/cultures/ble/maladies_du_ble/fusariose_du_ble.html) .

Consulté le 02/07/2021 à 16h00

6. **ARVALIS-institut du végétale, 2013.** Maladies des céréales à paille/ Helminthosporiose du blé : Quelle nuisibilité, quels moyens de lutte ?

<https://www.arvalis-infos.fr/maladies-des-cereales-a-paille-helminthosporiose-du-ble-quelle-nuisibilite-et-quels-moyens-de-lutte--@/view-20827-arvarticle.html> Consulté le

26/06/2021 à 23:15

7. **EPPO Global Database.** <https://gd.eppo.int/taxon/XANTTR/photos>. Consulté le

27/06/2021 00h19

8. **ARVALIS- Institut du vegetal.** [http://www.fiches.arvalis-infos.fr/fiche\\_accident/fiches\\_accidents.php?mode=fa&type\\_cul=1&type\\_acc=7&id\\_acc=52](http://www.fiches.arvalis-infos.fr/fiche_accident/fiches_accidents.php?mode=fa&type_cul=1&type_acc=7&id_acc=52) Consulté le 27/06/2021 à 00:30
9. **Agro.Basf.** L'oïdium du blé. [https://www.agro.basf.fr/fr/cultures/ble/maladies\\_du\\_ble/oidium\\_du\\_ble.html](https://www.agro.basf.fr/fr/cultures/ble/maladies_du_ble/oidium_du_ble.html). consulté le 26/06/2021 à 23:29
10. **Les fiches accident ARVALIS.** Carie commune. [http://www.fiches.arvalis-infos.fr/fiche\\_accident/fiches\\_accidents.php?mode=fa&type\\_cul=1&type\\_acc=4&id\\_acc=81](http://www.fiches.arvalis-infos.fr/fiche_accident/fiches_accidents.php?mode=fa&type_cul=1&type_acc=4&id_acc=81) consulté le 27/06/2021.
11. **Agrifind.** Rouille brune sur blé, <https://www.agrifind.fr/alertes/ble/ble-rouille-brune/> consulté le 26/0/2021 à 21 :54
12. **Agrifind.** Rouille jaune sur blé, <https://www.agrifind.fr/alertes/ble/ble-rouille-jaune/> consulté le 26/0/2021 à 21 :58
13. **Wikipedia.** Rouille Noire *Puccinia graminis*, [https://fr.wikipedia.org/wiki/Rouille\\_noire](https://fr.wikipedia.org/wiki/Rouille_noire) . Consulté le 26/06/2021 à 21 :41.

---

---

# ANNEXES

---

---

## Annexe1 : Les stades de développement des céréales (Cherfia, 2010)

Stade	Feekes	Zadoks	Caractéristiques
Levée	1	7	Sortie du coléoptile
		10	1ère Feuille traversant le coléoptile
		11	1ère Feuille étalée
		12	2ère Feuille étalée
		13	3ème Feuille étalée
Début tallage	2	21	Formation de la 1ère
Plein tallage	3	22	2 à 3 talles
Fin tallage	4	23	
		24	
		25	
Epi à 1 Cm	5	30	Sommet de l'épi distant à 1 Cm du plateau de tallage
1 – 2 nœuds	6	31	1 nœud
	7	32	2 nœuds élongation de la tige
Gonflement L'épi gonfle la gaine de la dernière Feuille	8	37	Apparition de la dernière Feuille
	9	39	Ligule juste visible (méiose male)
	10	45	Gaine de la dernière Feuille sortie
Epiaison	10-1	49-51	Gaine éclatée
	10-2	53	¼ épiaison
	10-3	55	½ épiaison
	10-4	57	¾ épiaison
	10-5	59	Tous les épis sortis
Floraison	10-5-1	61	Début Floraison
	10-5-2	65	Demi-Floraison
	10-5-3	69	Floraison complète
Formation du grain	10-5-4	71	Grain Formé
	11-1	75	Grain Laiteux
	11-2	85	Grain Pâteux
	11-3	91	Grain jaune
	11-4	92	Grain mure

## Annexe 2 : prospections des maladies à Constantine

N°	Lieu	ALT	LAT-N	LONG-E	Espèce
1	Ali Mendjeli (Constantine 3)	761	36°18'04''	6°36'05	BT Hidhab
2	Ali Mendjeli (Constantine 3)	761	36-18-14	6-35-56	BD Waha
3	Beni Mestina (Bensouiki)	595	36-28-51	6-37-17	BD
4	Mechtat El Kadi	355	36-24-15	6-32-11	BD GTA/Dur
5	Ain smara	612	36-17-52	6-32-18	BD
6	Ali mendjeli	742	36-14-15	6-33-10	BD
7	Ali mendjeli	701	36-13-34	6-34-08	BT Hidhab
8	Quatres chemain(Bourouague)	762	36-14-27	6-36-35	BT Hidhab
9	Ain Regada (Brahmia)	715	36-12-21	6-36-16	BD
10	Guettar el aiche	765	36-11-11	6-35-08	BD
11	Guettar El Aiche (Boulechfar)	897	36-09-56	6-35-12	BD GTA/Dur
12	Ouled Rahmoun	658	36-11-10	6-42-06	BT Hidhab
13	Ouled Rahmoun	712	36-09-28	6-42-56	BT HD
14	El Khroub	635	36-14-39	6-42-32	BT Ain Abid
15	El Baaraouia	656	36-15-54	6-39-34	BD
16	Ain abid (Hannachi)	810	36-14-40	7-00-14	BD GTA/Dur
17	Mechta El Kehalcha	801	36-12-46	6-53-09	BT Wahbi
18	Baaraouia (ITGC)	618	36-16-00	6-39-00	BD Cirta

## Annexe 3 : prospections des maladies à Guelma

N°	Lieu	ALT	LAT-N	LONG-E	Espèce
19	ITGC Guelma	279	36°27'39''	7°26'52	
20	Kiffan Laassel	738	36-16-17	7-05-45	BD

## Annexe 4: Collection Générale Blé Dur 2020/2021

N°	Variété ou lignée	N°	Variété ou lignée
1	HEIDER	26	HOGGAR (VITRON)
2	MAXICALI (ACSAD 65)	27	KORIFLA=SHAM -3
3	WOLLAROI	28	GRANIZO
4	TITAN	29	CHEN 'S'/ALTAR 84
5	CAPETTI 8	30	CHEN 'S'/AUK
6	WAHA	31	TELL 76
7	ENTRE MARIO/ CANDO	32	TASSILI (RABI/FG)
8	FG/PALEST,20C/606//MEX/3/RAB	33	INRAT 69
9	SABIL -1	34	M1084
10	OMRABI5 L0589-4L-2AP-2AP-0AP	35	WAHBI
11	SAVIL -1	36	DAKI
12	REZZAK	37	DT 869
13	TELSET	38	CHAHABA 88
14	SILLIANA	39	HADBA-03/T.POLxZB
15	TEZ/FRI//WULP	40	CIRTA=HEDBA-03/ GDO VZ 619
16	CANNIZZARA	41	AWL1/SEL4
17	KAMILLAROI	42	COCORIT C 71
18	CHEN 'S'	43	KYPEROUNDA
19	AWL 2/ BIT	44	BD 1-94
20	T.POLONICUM ZB//GDO VZ 578/SWAN	45	OMTEL 5
21	OMSNINA-1	46	ROMANOU
22	CAMADI ABOU 73 N°7510	47	STR/AA//21563
23	SEBOU	48	ARALDUR
24	GUEROU -1	49	T.PolxZB//CH 6/CANDO
25	OM RUFF	50	BELIKH 2

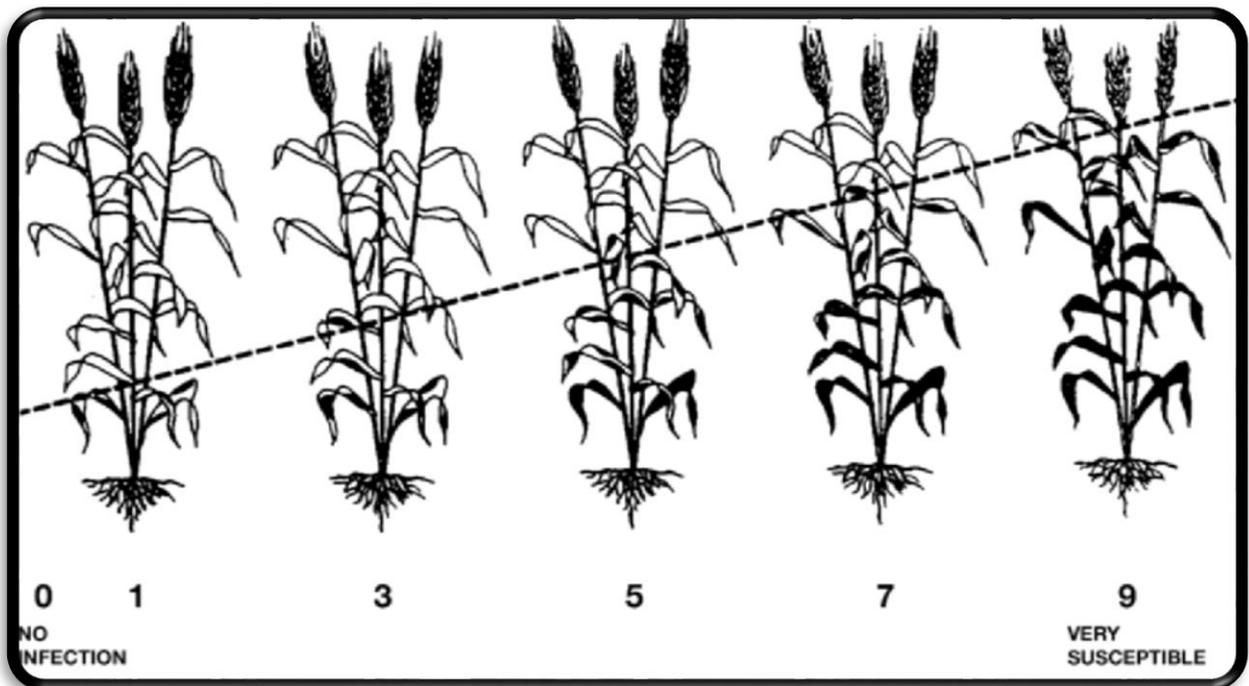
## Annexe5 : Pépinière de croisement Site Beni mestina DEbbah

N°	Nom de la variété ou lignée	Esp	N°	Nom de la variété ou lignée	
1	Zenati Bouteille	BD	31	Florence Aurore	BT
2	Senatore Capelli	BD	32	Ariane66	BT
3	Beuda El Khorfilia	BD	33	INIA 66	BT
4	Corbros	BD	34	Haidra	BT
5	Hadj Mebred	BD	35	Néapolis	BT
6	Hadj Mouline	BD	36	Mahon	BT
7	Rye		37	Byrsa	BT
8	Rye		38	Beliouni	BD
9	BD 2909	BD	39	Langlois	BD
10	BD 5271	BD	40	Adjini	BD
11	Karim	BD	41	Sérifis	BD
12	Khiar	BD	42	Tadjdid	BD
13	Razzak	BD	43	Massinissa	BD
14	Maali	BD	44	Mansourah	BD
15	Rye	BD	45	Oued El Bared	BD
16	Slim	BD	46	Megress	BD
17	Inrat 100	BD	47	Wahbi	BD
18	Rye		48	Ofonto	BD
19	Carioca	BD	49	Cirta	BD
20	Rye		50	Hedhba3	BD
21	Saragolla	BD	51	M.B.Bachir	BD
22	Chili	BD	52	Simeto	BD
23	Biskri	BD	53	Boutaleb	BD
24	Mahmoudi	BD	54	Hoggar	BD
25	BW Rim	BD	55	GTA/Dur	BD
26	Tahent	BT	56	Targui	BD
27	Salambo	BT	57	Yavaros79	BD
28	Carthage	BT	58	Waha	BD

<b>29</b>	Utique	BT	<b>59</b>	Mahon Démias	BT
<b>30</b>	Castau	BT	<b>60</b>	Rye	

## Annexe 6 Echelle de notation des maladies selon Saari-Prescott (1975).

Classe	Progression Verticale
1	10 %
2	20 %
3	30 %
4	40 %
5	50 %
6	60 %
7	70 %
8	80 %
9	90 %



Echelle de 0 à 9 (Saari et Prescott, 1975)

## Annexe 7 : Milieux de culture utilisés.

<b>Milieu</b>	<b>Composants</b>	<b>Quantité</b>
<b>YMA (Yeast Malt Agar)</b>	Agar Agar	20 g
	Saccharose	4 g
	Extrait de malt	4 g
	Extrait de levure	4 g
	Eau distillée	1000 ml
<b>PDA (Potato Dextrose Agar)</b>	Agar Agar	20 g
	Glucose	20 g
	Pomme de terre	200 g
	Eau distillée	1000 ml

**Annexe 8: Notation de diverses maladies dans la pépinière de Blé dur, Site El Khroub**

	<i>Septoria tritici</i>	Nbre
«tr »	2-50	2
	<i>Tan spot</i>	Nbre
1	3-6-7-8-10-11-13-14-15-16-21-22-26-29-39-40-43-48	18
2	2-4-5-9-12-17-18-19-20-24-32-35-36-37-38-42-44-45-49	19
3	1-34-47	3
	<i>Oidium</i>	Nbre
1	1-3-6-7-9-11-13-14-15-16-17-18-19-24-25-36-27-37-40-42-43-44-45-49	24
2	5-10-12-20-21-26-29-30-31-34-36-38-39-46-48-50	16
3	8-47	2
	<i>Rouille brune</i>	Nbre
MS	7-10-11-12-13-14-16-21-23-24-28-29-30-31-32-34-35-37-38-39-40-42-45-46-47-49	26
MR	1-2-3-4-5-6-8-9-15-17-18-19-20-22-25-26-27-36-41-43-44-48-50	23
«tr»	33	1
	<i>Rouille jaune</i>	Nbre
MS	8-37-41-42	4
MR	3-14-16-18-21-23-32-45	8
«tr»	33-35-	2
	<i>Rouille noire</i>	Nbre
«tr»	1-2-3-5-8-10-28-32-41-42	10
	<i>Fusariose</i>	Nbre
10%	1-2-3-6-9-12-14-17-19-22-23-29-32-34-35-38-39-40-42-43-44-49	22
20%	8-11-13-15-50	5
«tr»	4-5-7-16-18-20-21-30-37-45-47-48	12

Nbre : Nombre

« tr » : Trace

Les niveaux : - tr=trace 1.2.3 et Résistant(R) - 4 et Modérément Résistant (MR)  
- 5.6 et Modérément Sensible (MS) - 7 et + = Sensible (S)

**Annexe 9: Notation de diverses maladies dans la pépinière de Blé dur, Site Beni Mestina**

	<i>Septoria tritici</i>	Nbre
3	46	1
	<i>Tan spot</i>	Nbre
1	2-25-39-40-	4
2	5-10-17-18-19-45-50-52-57-	9
3	4-6-41-44-46-47-48-49-51-56-58	11
4	8-9-42-53-54-55	6
5	3	1
	<i>Oidium</i>	Nbre
2	38-43-	2
3	4-17-42-44-45-48-51-52-53-56	11
4	8-9-10-12-15-18-19-21-25-39-49-50-54-57-58	15
5	1-6-11-13-16-22-40-46-47-53	10
6	2-14-23-24-	4
7	7-41	2

<i>Rouille brune</i>		Nbre
S	12-13-47-57.	4
MS	1-10-21-22-23-24-48-58	8
«tr»	41-45-46-52	4
<i>Rouille jaune</i>		Nbre
MR	1-21	2
«tr»	41	1
<i>Fusariose</i>		Nbre
20%	56	1

Nbre : Nombre

« tr » : Trace

Les niveaux : - tr=trace 1.2.3 et Résistant(R) - 4 et Modérément Résistant (MR)

- 5.6 et Modérément Sensible (MS) - 7 et + = Sensible (S)

### Annexe10 : Notation de diverses maladies dans la pépinière de Blé tendre,

#### Site Beni Mestina

<i>Septoria tritici</i>		Nbre
		0
<i>Tan spot</i>		Nbre
1	29	1
2	28-59	2
3	60	1
<i>Oïdium</i>		Nbre
1	33	1
3	31-32-37-59-60	5
4	30	1
5	29-35	2
6	26-28	2
7	27	1
<i>Rouille brune</i>		Nbre
MR	59	1
<i>Rouille jaune</i>		Nbre
		0
<i>Fusariose</i>		Nbre
		0

Nbre : Nombre

Les niveaux : - tr=trace 1.2.3 et Résistant(R) - 4 et Modérément Résistant (MR)

- 5.6 et Modérément Sensible (MS) - 7 et + = Sensible (S)

## Résumé

Les céréales et leurs dérivées constituent l'épine dorsale du système alimentaire Algérien. Elles sont sujettes à de nombreuses contraintes biotiques, notamment les maladies fongiques, bactériennes et virales qui occasionnent des pertes considérables. Notre travail a pour but d'identifier les maladies les plus prévalentes chez le blé durant la campagne agricole 2020-2021 dans la région de Constantine. La présente étude a conduit à la prospection de 18 champs de la wilaya de Constantine et 2 autres champs de la wilaya de Guelma, après avoir réalisé une première observation des différents symptômes manifestés sur le blé (Blé dur et blé tendre), une deuxième observation microscopique au laboratoire d'INRA El Khroub a confirmé la présence des agents pathogènes responsables de certaines maladies. D'après les résultats des prospections, il s'avère que la majorité des champs sont touchés par la tâche auréolée (*Pyrenophora tritici-repentis*) avec une sévérité noté de 1 à 5 sur l'échelle de Saari et Prescott (1975), l'oïdium (*Erysiphe graminis*) et la fusariose (*Fusarium sp*) présents dans 55% des champs, atteignent respectivement une sévérité entre 1 à 7 et une incidence entre 10 et 30% . Les rouilles (*Puccinia sp*) et la septoriose (*Septoria tritici*) sont signalées par des traces ou des dégâts moins importants.

**Mots clés :** Occurrence, maladies fongiques, blé, sévérité, incidence.

## ملخص

تعد الحبوب ومشتقاتها العمود الفقري للنظام الغذائي الجزائري لكنها خاضعة لكثير من المخاطر الحيوية من بينها الأمراض الفطرية البكتيرية والفيروسية التي تسبب خسائر كبيرة. من خلال هذا العمل حاولنا التعرف على الأمراض الأكثر انتشارا عند الحبوب خلال الموسم الزراعي 2020-2021 في منطقة قسنطينة. قمنا باستطلاع 18 حقل في ولاية قسنطينة وحقولين آخرين بولاية قالمة . بعد الاستطلاع الأولي لمختلف الأعراض الموجودة على نبات القمح (قمح صلب و قمح لين). بعد ذلك قمنا بالمعاينة في مخبر المعهد الوطني للبحث الزراعي المتواجد على مستوى الخروب، وتأكدنا من وجود مسببات الأمراض. بعد النتائج المتحصل عليها استنتجنا ان معظم الحقول مصابة بالتبقع الهلمنتسبوري (*Pyrenophora tritici-repentis*) بنسبة خطورة قدرت من 1 إلى 5، البياض الدقيقي (*Erysiphe graminis*) والفوزاريوز (*Fusarium sp*) موجود في الحقول بنسبة 55% تتراوح درجة خطورتها ما بين 1 الى 7، بنسبة تأثير ما بين 10 و 30%. كما لاحظنا وجود كل من مرض الصدأ (*Puccinia sp*) ومرض التبقع السببوري لأوراق القمح (*Septoria tritici*) بأضرار وأثار اقل خطورة.

كلمات البحث: الأمراض الفطرية، القمح، الخطورة، التأثير.

## **Abstract**

Cereals and their derivatives constitute the backbone of the Algerian food system. They are subject to many biotic constraints, notably fungal, bacterial and viral diseases that cause substantial losses.

Our work aims to identify the most prevalent diseases in wheat encountered during the crop year 2020-2021 in the region of Constantine. The present study led to the prospection of 18 fields of Constantine city and 2 other fields of Guelma city, after having carried out a first macroscopic observation of the various symptoms manifested on wheat (durum wheat and soft wheat), and a second microscopic observation at the INRA laboratory, the presence of pathogens responsible for certain diseases was identified and confirmed.

Based on the results of the prospection, it turns out that the majority of the fields are affected by Tan Spot (*Pyrenophora tritici-repentis*) with a severity graded on the scale of Saari and Prescott from 1 to 5, Powdery mildew (*Erysiphe graminis*) and Fusariose (*Fusarium sp*) present in 55% of the fields respectively reach a severity between 1 and 7, also an incidence between 10 and 30%. Septoria (*Septoria tritici*) and Rusts (*Puccinia sp*) are notified by traces or less significant damage.

**Keywords:** occurrence, fungal diseases, wheat, severity, incidence.

## ETUDE DES MALADIES DU BLÉ PRÉVALENTES DANS LE CONSTANTINOIS DURANT LA CAMPAGNE AGRICOLE 2020/2021

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en Biotechnologie et  
Génomique Végétale

### Résumé :

Les céréales et leurs dérivées constituent l'épine dorsale du système alimentaire Algérien. Elles sont sujettes à de nombreuses contraintes biotiques, notamment les maladies fongiques, bactériennes et virales qui occasionnent des pertes considérables. Notre travail a pour but d'identifier les maladies les plus prévalentes chez le blé durant la campagne agricole 2020-2021 dans la région de Constantine. La présente étude a conduit à la prospection de 18 champs de la wilaya de Constantine et 2 autres champs de la wilaya de Guelma. Après avoir réalisé une première observation des différents symptômes manifestés sur le blé (Blé dur et blé tendre), une deuxième observation microscopique au laboratoire de l'INRAA Unité de Recherche Constantine a confirmé la présence des pathogènes responsables de certaines maladies. D'après les résultats des prospections, il s'avère que la majorité des champs sont touchés par la tache auréolée (*Pyriniphora tritici repentis*) avec une sévérité notée de 1 à 5 sur l'échelle de Saari et Prescott (1975), l'oïdium (*Erysiph graminis*) et la fusariose (*Fusarium sp.*) présents dans 55% des champs, atteignent respectivement une sévérité entre 1 à 7 et une incidence entre 10% et 30%. Les rouilles (*puccinia sp*) et la septoriose (*Septoria tritici*) sont signalées par des traces ou des dégâts moins importants

**Mots clés :** Occurrence, maladies fongique, sévérité, incidence.

**Laboratoire de recherche :** INRAA-Unité de Recherche Constantine

### Jury d'évaluation :

**Président :** DJEKOUN Abdelhamid (Prof.- UFM Constantine 1),  
**Encadrant :** BENBELKACEM Abdelkader (Prof.- UFM Constantine 1),  
**Examineur :** KELLOU Kamel (MAA. - UFM Constantine 1).

**Date de soutenance :** 07/07/2021