



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

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

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة
كلية علوم الطبيعة والحياة

قسم : بيولوجيا و علم البيئة النباتية
Département : Biologie et Écologie Végétale

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

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biologie et Physiologie Végétale

Option : Biodiversité et Physiologie Végétale

INTITULE

**Investigation des principales maladies fongiques de quelques variétés de
céréales durant la campagne 2019-2020 dans la région de Constantine**

Présenté par : ATOUI Meriem 09/09/2020

KERBOUA Chaïma

Jury d'évaluation :

Président de jury : Mme BOUZID Salha (MCB UFM Constantine 1)

Rapporteur : Mme BOUCHIBI - BAAZIZ Nacera (MCB UFM Constantine 1)

Co-Rapporteur : Mme HARRAT Wahiba (MRB - INRAA Constantine 1)

Examineur : Mme ZAGHAD Nadia (MCB - UFM Constantine 1)

*Année universitaire
2019 - 2020*

Remerciements

Nous remercions avant tout 'Allah 'le tout puissant et miséricordieux, qui nous donné la force, l'intelligence et la patience d'accomplir ce modeste travail.

Nous remercions tout d'abord **Mme BOUZID Salha** (MCB UFM Constantine 1) pour avoir accepté de présider le jury.

Nos plus sincères remerciements vont aussi à **Dr. ZEGHAD Nadia** (MCB UFM Constantine 1) pour le rôle d'examinatrice.

Nous voudrions adresser toute nos gratitudees à notre professeure, **Dr. BOUCHIBI BAAZIZ Nacera**, d'avoir nous encadré, orienté, aidé et pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter notre réflexion.

Nous remercions également Mme **HARRAT Wahiba**, docteur chercheur à INRAA, Khroub Constantine, pour sa précieuse collaboration et qui nous fournit les outils nécessaires à la réussite de notre travail.

Un grand merci à toute l'équipe de l'institut de recherche INRAA, Khroub Constantine, spécialement à l'ingénieur d'état **Boussaha Saoussene** et les doctorants **Boukaabache Youcef Seif Eddine** et **Benmehidi Oussama** pour leurs soutiens et le travail énorme qu'il effectue pour nous créer les conditions les plus favorables pour le déroulement de nos études.

Dans l'impossibilité de citer tous les noms, nos sincères remerciements vont à tous ceux et celles, qui de près ou de loin, ont permis par leurs conseils et leurs compétences la réalisation de ce mémoire.



Dédicace

Mes plus profonds remerciements vont à mes parents ma mère Nacira et mon père Mustapha pour leur amour, leurs conseils ainsi que leur soutien inconditionnel, Tout au long de mon cursus, ils m'ont toujours soutenu, encouragé et aidé. Ils ont su me donner toutes les chances pour réussir. Qu'ils trouvent, dans la réalisation de ce travail, l'aboutissement de leurs efforts ainsi que l'expression de ma plus affectueuse gratitude.

Ma petite sœur Aya pour son soutien morale.

Mes amis Yasmine, Lili, Annie, Merry, Lina, Hasna, Khadidja et spécialement Islem pour sa motivation et son support inestimables.

Sans oublier ma famille maternelle, mes tantes Khadra et Wided, mon oncle Lotfi et son épouse Aicha et leurs enfants

Ma famille paternelle, mes grands-parents, mes oncles et mes tantes.

Je remercie enfin tous les proches qui m'ont encouragé.

Chaïma





Dédicace

Je dédie ce travail à :

*Mes chères parents, ma mère Hayat et mon père Alid el Karim
pour leur soutien et leur encouragement ainsi que leur amour.*

Ma petite sœur Lina Et ma jolie Mitta.

*Mes amis : Lili, Annie, chamcham, Aymen, Amira, Maïssa,
Amir, Chafik.*

*Un grand merci à tout ça fait chaud au cœur d'être entourée de tous
ses gens qui ont fais en moi.*

Meriem



Table de matières

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

Introduction	1
PARTIE 1 : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE	1
Chapitre 1. Céréales	
1 Généralités sur les céréales	4
1.1 Historique	4
1.2 Importance des céréales	5
1.2.1 En Algérie.....	5
1.2.2 Dans le monde	6
1.3 Blé	7
1.3.1 Position systématique.....	7
1.3.1.1 Blé dur	7
1.3.1.2 Blé tendre	7
1.3.2 Description de la plante	8
1.3.2.1 La racine	8
1.3.2.2 La tige	8
1.3.2.3 La feuille	8
1.3.2.4 L'inflorescence	9
1.3.2.5 Le fruit.....	9
1.3.3 Cycle de vie.....	10
1.3.3.1 Stade levée.....	10
1.3.3.2 Stade 2-3 feuilles	11
1.3.3.3 Stade début tallage	11
1.3.3.4 Stade plein tallage	11
1.3.3.5 Stade épi à 1 cm.....	12
1.3.3.6 Stade 1-2 nœuds.....	12
1.3.3.7 Stade épiaison	12
1.3.3.8 Stade floraison	12
1.3.3.9 Maturation	12
1.3.4 Les exigences agroécologiques	13
1.3.4.1 L'eau	13
1.3.4.2 Températures	14

1.3.4.3	La photopériode	14
1.3.4.4	Le sol.....	14
1.3.4.5	Les besoins en fertilisation azotée	14
1.3.5	Maladies	15
1.3.5.1	Les maladies bactériennes du blé.....	15
1.3.5.2	Les maladies virales	16
1.3.5.3	Les maladies cryptogamiques.....	16
1.4	Orge	17
1.4.1	Position systématique de l'orge	17
1.4.2	Description	18
1.4.3	Cycle de vie de l'orge	19
1.4.4	Exigences agroécologiques.....	19
1.4.4.1	Température.....	19
1.4.4.2	Eau	19
1.4.4.3	Sol	19
2	Les principales maladies fongiques.....	20
2.1.1	Les maladies de l'orge.....	20
2.1.1.1	La strie foliaire.....	20
2.1.1.2	Le charbon couvert.....	21
2.1.1.3	La Rhynchosporiose.....	23
2.1.1.4	La rayure réticulée	24
2.1.2	Les Principales Maladies fongiques du blé.....	27
2.1.2.1	La tache septoriennne du blé.....	27
2.1.2.2	Les rouilles	29
2.1.2.3	Tache bronzée du blé	34
2.1.2.4	Fusariose de l'épi	36
2.1.2.5	Oïdium.....	38
2.1.2.6	Charbon nu	40
2.1.2.7	Carie du blé.....	42
2.2	Méthodes de lutttes	43
2.2.1	Lutte culturale.....	43
2.2.2	Lutte intégrée	44
2.2.3	Lutte chimique	44
2.2.4	Lutte génétique	45
	PARTIE 2 :EXPERIMENTATION.....	46

3	Matériels et méthode	47
3.1	Description du site	47
3.2	Mise en place de la culture	49
3.2.1	Préparation du sol.....	49
3.2.2	Semis	49
3.2.3	Fertilisation	49
3.3	Dispositif du champ	49
3.4	Méthode d'échantillonnage en plein champs	50
3.5	Diagnostic au laboratoire	50
3.5.1	Méthodes	51
3.5.1.1	Isolement dans la chambre humide	51
3.5.1.2	Méthode directe	52
	RESULTATS ET DISCUSSION	54
1	Résultats.....	55
1.1	Maladies observées en plein champs	55
1.2	Identification au laboratoire	56
1.2.1	Septoriose « <i>Zymoseptoria tritici</i> ».....	56
1.2.2	Tache auréolée « <i>Pyrenophora tritici-repentis</i> »	57
1.2.3	Piétin échaudage « <i>Gaeumannomyces graminis</i> ».....	58
1.2.1	La rayure réticulée de l'orge « <i>Pyrenophora teres</i> ».....	59
1.2.2	Rhynchosporiose « <i>Rhynchosporium secalis</i> ».....	60
2	Discussion	61
	Conclusion et perspectives	64
	Références bibliographiques	66
	Annexes	75
	Résumé.....	76

Liste des figures

Figure 1: Production et rendement des céréales mélangé dans le monde moyenne 2000- 2018	6
Figure 2: Anatomie des racines séminale et coronaires du blé.	8
Figure 3: Anatomie d'une fleur de blé	9
Figure 4: Anatomie d'une graine du blé	10
Figure 5: Cycle de développement du blé	13
Figure 6: Les conidies de <i>P.graminea</i> (G: 10x40)	20
Figure 7: Symptômes de la strie foliaire sur l'orge	21
Figure 8: Spores de l'agent pathogène <i>Ustilago segetum</i> mesuré 10 µm de diamètre.	22
Figure 9: Symptômes du charbon couvert sur l'orge.	22
Figure 10: Cycle de vie du charbon couvert	23
Figure 11: Symptômes de <i>Rhynchosporium secalis</i> sur l'orge	24
Figure 12: Spores de l'agent pathogène <i>Pyrenophora teres</i>	25
Figure 13: Symptômes de la rayure réticulée sur l'orge. A) a la forme des réticules B) a la forme tachetée	25
Figure 14: Cycle de développement de la rayure réticulé	26
Figure 15: Pycnidiospores de <i>Z. tritici</i>	27
Figure 16: Symptômes de la tache septorienne sur le blé. (a) Effondrement du tissu hôte coïncidant avec un passage fongique à la nécrotrophie, (b) le tissu nécrotique brun abrite les fructifications asexuées noires (pycnides) entourées de régions chlorotiques jaunes.	28
Figure 17: Cycle de vie de <i>M. graminicola</i>	29
Figure 18: Symptômes de <i>Puccinia stratiformis</i> (rouille jaune) sur les feuilles flagellées du blé.	30
Figure 19: Cycle de développement de <i>Puccinia stratiformis</i> , agent de la rouille jaune	31
Figure 20: Symptômes de <i>Puccinia recondita</i> (rouille brune) sur les feuilles de blé.	32
Figure 21: Cycle de vie de <i>Puccinia recondita</i> - rouille brune.	33
Figure 22: Attaque grave de <i>Puccinia graminis</i> (rouille noire) sur la tige, le limbe et gaine des feuilles du blé.	33
Figure 23: Cycle de vie de <i>Puccinia graminis</i> rouille noire sur le blé	34
Figure 24: Symptômes de <i>Pyrenophora tritici-repentis</i> sur le blé.	35
Figure 25: Cycle de développement de <i>Pyrenophora tritici repentis</i>	36
Figure 26: Conidies de <i>F. graminearum</i> (G :10 x 40)	37

Figure 27: Symptômes de la fusariose de l'épi du blé ; les épis montrent plus ou moins d'épillets affectés	37
Figure 28: Cycle du <i>Fusarium graminearum</i> (fusariose des épis) de blé	38
Figure 29: Symptômes de l'oïdium sur les feuilles du blé.	39
Figure 30: Cycle de vie de <i>Blumeria graminis</i> (oïdium) sur le blé	40
Figure 31: Spores typiques de <i>Ustilago nuda</i> (G : 10 x 40).	40
Figure 32: Symptômes de charbon nu sur le blé.	41
Figure 33: Cycle de développement <i>Ustilago nuda</i> (charbon nu) sur le blé.	41
Figure 34: Epis de blé attaqué par le carie commune - <i>Tilletia carie</i> -	42
Figure 35: Cycle de développement du carie commune - <i>Tilletia carie</i> -	43
Figure 36: Les variétés de blé dur	47
Figure 37: Les variétés de blé tendre.....	48
Figure 38: Les variétés de l'orge.....	48
Figure 39: Schéma de dispositif du champ	49
Figure 40: Matériels utiliser dans le laboratoire	51
Figure 41: Les étapes d'isolement dans la chambre humide	52
Figure 42: Etapes d'isolement du <i>Gaeumannomyces graminis</i>	53
Figure 43: Caractérisation de <i>Zymoseptoria tritici</i> (A) Symptômes de septoriose sur feuille, (B) Observation sous binoculaire des cirrhes de <i>Z. tritici</i> , (C) Aspect yeast-like (levure) de la culture de <i>Z. tritici</i> sur milieu YMA, (D) Observation microscopique des conidies (G : 10x100).	56
Figure 44: Caractérisation de la tache bronzée du blé. (A) Symptômes de la tache bronzée sur la feuille ; (B) Observation sous binoculaire des fragments issus de la chambre humide ; (C) Aspect morphologique de la culture de <i>P. tritici-repentis</i> ; (D) Observation microscopique des conidies de <i>P. tritici-repentis</i> (G : 10 x 10) ; (E) Observation microscopique des conidies de <i>P. tritici-repentis</i> (G : 10 x 100).....	57
Figure 45: Caractéristiques du piétin échaudage. (A) Symptômes du piétin au niveau du collet ; (B) Aspect de la culture du <i>Fusarium</i> sur milieu PDA ; (C) Observation microscopique des conidies de <i>G. graminis</i> (G : 10 x 100).	58
Figure 46: Caractéristiques de la rayure réticulée du blé. (A) Symptômes de la rayure réticulée sur limbe d'orge, (B) Aspect morphologique de la culture de <i>P. teres</i> sur milieu PDA ; (C) Observation sous binoculaire du mycélium et conidies de <i>P. teres</i> (G : 10 x 4,5) ; (D) Observation microscopique des conidies de <i>P. teres</i> (G : 10 x 10).	59

Figure 47: Caractéristiques de la rhynchosporiose de l'orge. (A) Symptôme de la rhynchosporiose sur feuille d'orge ; (B) Aspect morphologique de la culture de *R. secalis* ; (C) Observation sous binoculaire de *R. secalis* (G : 10 x 4,5) ; (D) Observation microscopique des conidies de *R. secalis* (G : 10 x 100).....60

Liste de tableaux

Tableau 1: Superficies récoltées, rendements et production du blé en Algérie entre 2015 et 2018.	5
Tableau 2: Superficies récoltées, rendements et production de l'orge en Algérie entre 2015 et 2018	5
Tableau 3: Les principaux agents pathogènes responsables des maladies bactériennes de blé	15
Tableau 4: Exemples des principaux agents pathogènes responsables des maladies virales de blé et orge	16
Tableau 5 : Les principaux agents pathogènes responsables des maladies fongiques de blé. ...	17
Tableau 6: Exemples des fongicides foliaires appliqués en grandes cultures pour la lutte contre les maladies fongiques.	44
Tableau 7: Les maladies observées en plein champs	55



INTRODUCTION

Introduction

Le terme céréales désigne un ensemble de plantes qui sont principalement cultivées pour leurs grains riches en amidon et, très secondairement, pour les fourrages qu'elles procurent dans le cas où elles sont récoltées en vert, c'est-à-dire avant la maturation des grains. Parvenus à maturité, les grains sont principalement – pour les deux tiers de la production mondiale – consommés directement par les hommes. Toutefois, leur consommation indirecte, au travers d'animaux nourris à partir de céréales, a pris une importance croissante depuis les années 1960 et 1970 (**Charvet, 2018**).

Le blé et l'orge font parties des céréales les plus importantes dans la production mondiale. Le blé joue un rôle essentiel dans l'alimentation directe et également indirecte et une très large fraction d'humanité est actuellement la céréale la plus cultivée dans le monde avec une production annuelle dépassant 350 millions de tonnes (**Charvet, 2018**). L'orge est la quatrième céréale la plus cultivée à l'échelle internationale après le maïs, le riz et le blé. 132 millions de tonnes d'orge sont produites chaque année (**Anonyme, 2020**).

La filière céréales et dérivés constitue une des bases importantes de l'agro-alimentaire en Algérie. La production des céréales en Algérie présente une caractéristique fondamentale depuis l'indépendance à travers l'extrême variabilité du volume des récoltes. Cette particularité témoigne d'une maîtrise insuffisante de cette culture et de l'impact des aléas climatiques. Cette production est conduite en extensif et elle est à caractère essentiellement pluvial. La demande en blé en Algérie est couverte, en partie par la production nationale qui oscille, selon les campagnes (fonction essentiellement, de la pluviométrie), entre 0,9 et 4,9 millions de tonnes. Le reste est satisfait par les importations (**Kherch Medjhdien et Bouchafaa, 2012**).

Les céréales peuvent être infectées par des différentes maladies fongiques qui peuvent induire des pertes importantes de rendement. Ces maladies peuvent être regroupées selon le symptôme qu'elles induisent et les parties affectées de la plante : maladies causant des symptômes localisés sur les feuilles (tache foliaire), maladies causant des symptômes systématiques sur le feuillage (faible croissance, anomalie de coloration et des dépérissements de feuillage) et maladies causant des symptômes sur l'épi et le grain (**Lacroix, 2002**).

Cette étude a été réalisée durant la campagne agricole 2019/2020, sur le site de la plateforme de démonstration des variétés de céréales dans la région de Constantine localisé au

Introduction

niveau de la ferme pilote Baaraouia au Khroub. Cet essai est initié par la chambre d'agriculture de la wilaya en collaboration avec l'Institut de Recherche Agronomique INRAA et les instituts techniques du secteur. Le but est d'identifier les maladies fongiques existantes sur les sites et les variétés touchées sous les conditions climatiques de la campagne.



**PARTIE 1 : REVUE
BIBLIOGRAPHIQUE**



1 Généralités sur les céréales

1.1 Historique

Les premières traces de farine de sorgho remontent à l'âge de pierre, vers 100 000 ans avant Jésus-Christ. Elle était consommée avec des fruits en bouillie fermentée. Cependant c'est réellement entre la période paléolithique et néolithique, dans le Croissant Fertile, qu'a commencé l'agriculture(Anonyme, 2013).

À l'origine le blé était sauvage, mais les hommes se sont vite rendus compte des capacités nutritives de cette céréale, et avec l'arrivée de la poterie entre 7000 et -8000, ils ont commencé à la cuire pour la consommer sous forme de galettes ou de bouillies.

De toutes les céréales c'est l'orge qui est la plus ancienne à avoir été cultivée : 90% des terres céréalières de l'Antiquité lui sont consacrées. L'agriculture de la Grèce Antique était quasi exclusivement fondée sur les céréales, quand bien même avoine et seigle étaient ignorés car considérés comme inutilisables(Anonyme, 2013).

- Les changements dans l'agriculture au Moyen-âge

Il faudra attendre le Moyen-âge pour voir apparaître les chevaux dans les champs et les premières charrues. Au XIIème siècle le climat s'est réchauffé et la culture du blé a purement vers le Nord, jusqu'aux plaines céréalières bien connues de la Beauce. La faux remplace la faucille. Les rendements agricoles deviennent bien plus importants. La terre de la Beauce est riche : elle est issue de l'assèchement d'un grand lac, laissant une croûte calcaire et des limons fertiles qui seront idéals pour la culture des céréales(Anonyme, 2013).

En 1492 Christophe Colomb découvre l'Amérique, Cuba, et le maïs. Les Mésos-amérindiens en faisait leur nourriture principale : on en trouvait partout sur les rives du Saint Laurent au Canada, à Rio de Janeiro, ou encore en Argentine. Depuis le sud de l'Espagne la diffusion du maïs va se faire sur le sud de la France, la Galice, puis sur toute l'Europe. Son rendement est supérieur à celui du blé, du millet ou du sorgho, mais il ne sera jamais cultivé à aussi grande échelle qu'aux États-Unis(Anonyme, 2013).

- Régulation des marchés agricoles au XIXème siècle

La guerre de 1870 décime les paysans, obligeant les pays d'Europe à importer des États-Unis ou de Russie. L'Angleterre crée la panique en décidant de ne plus s'approvisionner en Europe centrale mais en Amérique.

En 1936 est créé l'ONIC (Office national interprofessionnel des céréales), devenu en 2006 l'Office national interprofessionnel des grandes cultures, visant à garantir des revenus stables aux producteurs. L'ONIC a le monopole de l'exportation et de l'importation du blé, permettant aux fermiers, coopératifs et intermédiaires de trouver un juste prix. Il fixera le prix du blé jusqu'en 1953, après la Seconde Guerre Mondiale et la Libération (**Bayonne, 2013**).

Au Maghreb, la fin du 18^{ème} et au début du 19^{ème} siècle, les espèces du blé étaient représentées par le blé dur qui occupait des surfaces importantes (**Erroux, 1960**). C'est ainsi, que les pays du Maghreb étaient des exportateurs de blé depuis le 14^{ème} siècle jusqu'aux années 60, mais la situation a changé au début des années 70 et ces pays sont devenues des importateurs. Cet inversement de situation est justifié par les années de sécheresse récurrente et la croissance démographique de ces pays. Aujourd'hui, le Maghreb est devenu l'une des plus grandes régions importatrices de céréales dans le monde (**Boulal et al., 2007**).

1.2 Importance des céréales

1.2.1 En Algérie

Les céréales et leurs dérivées constituent l'alimentation de base dans beaucoup de pays en développement, particulièrement dans les pays maghrébins.

En Algérie, les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale. Cette caractéristique est perçue d'une manière claire à travers toutes les phases de la filière (**Djermoun, 2009**) [Tab 1], [Tab 2].

Tableau 1: Superficies récoltées, rendements et production du blé en Algérie entre 2015 et 2018 (Site web 08. FAOSTAT, 2020).

Année	Superficies récoltées (ha)	Rendement (hg/ha)	Production (tonnes)
2015	1814722	14640	2656731
2016	2062179	11833	2440097
2017	2118469	11501	2436503
2018	2087003	19076	3981219

Tableau 2: Superficies récoltées, rendements et production de l'orge en Algérie entre 2015 et 2018 (Site web 08. FAOSTAT, 2020).

Année	Superficies récoltées (ha)	Rendement (hg/ha)	Production (tonnes)
2015	802336	12844	1030556
2016	1236204	7441	919907
2017	1303149	7441	969696
2018	1277512	15321	1957327

1.2.2 Dans le monde

Les céréales jouent un rôle essentiel dans l'alimentation directe et également indirecte avec une très large fraction d'humanité. Le blé et l'orge sont les céréales les plus cultivées et les plus commercialisées sur le marché mondial avec une production annuelle très élevée (Charvet 1977).

La production de céréales dans le monde en 2020 a été révisée à la hausse (+ 9,3 millions de tonnes) ce mois-ci. Elles s'établissent désormais à près de 2 790 millions de tonnes et la production mondiale devrait dépasser de 3,0 pour cent (81,3 millions de tonnes) le record atteint en 2019 (FAO, 2020) [Fig. 1].

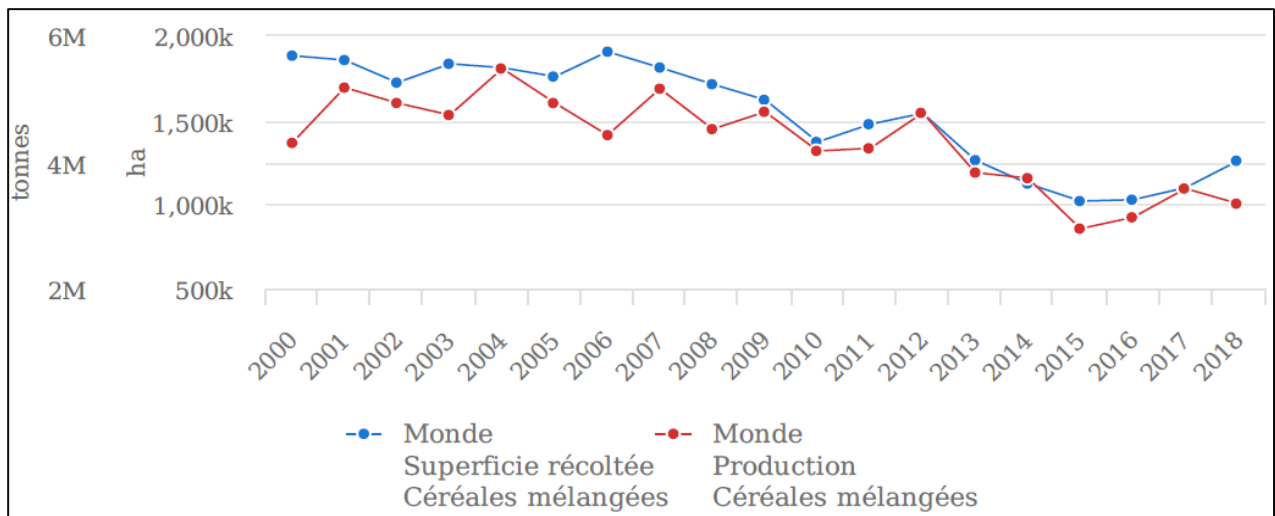


Figure 1: Production et rendement des céréales mélangé dans le monde moyenne 2000-2018 (Site web 09. FAOSTAT, 2020).

1.3 Blé

1.3.1 Position systématique

D'après **Boulal et al.,(2007)**, Le blé dur et le blé tendre appartiennent au genre *Triticum*, selon la classification la plus utilisée les espèces du genre *Triticum* se divise en 3 groupes :

- Le groupe des diploïdes ($2n = 14$) : la plus grande part des espèces spontanées du genre *Triticum* appartiennent à ce groupe on distingue *Triticum monococcum* ou engrain.
- Le groupe des tétraploïdes ($2n = 28$) : on distingue *Triticum durum* (blé dur).
- Le groupe des hexaploïdes ($2n = 42$) : on distingue *Triticum aestivum* (blé tendre).

1.3.1.1 Blé dur

D'après la classification de **Cronquist (1981)** ; et **APGIII (2009)** le blé dur est une monocotylédone classée de la manière suivantes :

Règne Plantae

Sous-règne Tracheobionta

Division Magnoliophyta

Classe Liliopsida

Sous-classe Commelinidae

Ordre Cyperales

Famille Poaceae

Sous-famille Pooideae

Tribu Triticeae

Genre *Triticum*

Espèce *Triticum durum*

1.3.1.2 Blé tendre

Règne Plantae

Sous-règne Viridiplantae

Division Magnoliophyta

Classe Liliopsida

Sous-classe Commélinidées

Ordre Cypérales

Famille Poacées

Genre *Triticum*

Espèce *Triticum aestivum*

1.3.2 Description de la plante

1.3.2.1 La racine

La racine du blé est fibreuse (Soltner, 1988), il existe deux types de racines : les racines séminales ou primaires (5 à 7 racines) issues de l'embryon et qui sont proposés au maître brin et les racines secondaires ou adventives propres aux talles secondaires, ces derniers prennent naissance des nœuds de la base et deviennent plus tard, le système racinaire permanent de la plante.

Les racines séminales sont utilisées par la plantule pendant les premières phases de croissance pour absorber l'eau et les éléments fertilisant.

Le développement de racines dépend surtout de la température du sol. Durant la montaison, la vitesse de croissance est rapide au fur et à mesure que la température augmente.

Des recherches ont montré 70% des racines du blé se trouve dans les 30 premiers centimètres du sol (Hamadache, 2013) [Fig. 02].

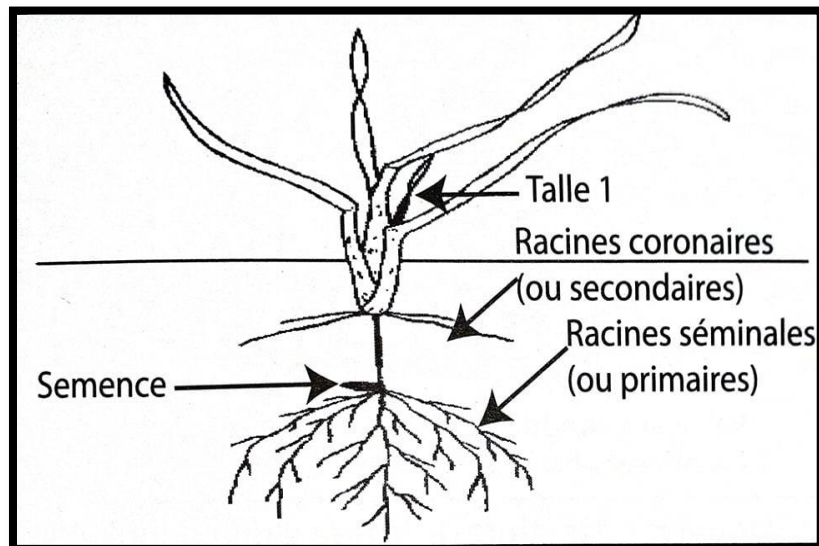


Figure 2: Anatomie des racines séminale et coronaires du blé (Soltner, 1998).

1.3.2.2 La tige

La tige du blé est érigée, cylindrique et pleine. Elle est divisée par entre nœuds dont le nombre varie de 5 à 7. Les entre nœuds sont couverte par les grains des feuilles, elle s'allonge de bas en haut. Le dernier entre nœud, pédoncule de l'épi, est le plus long (Hamadach, 2013).

1.3.2.3 La feuille

Les feuilles sont à nervures parallèles et formées de 2 parties :

La partie inférieure entourant la jeune pousse ou la tige est le gain, et la partie supérieure en forme de lame de limbe les gaines sont attachées au niveau de nœud et sont emboîtées les

unes dans les autres pendant leur jeunesse. Elles forment un tube cylindrique entourant la tige qui se déboîte au fur à mesure de la croissance de celle-ci (Moule, 1971).

Le limbe possède souvent à la base 2 prolongements arqués embrassant plus ou moins complètement la tige : les oreillettes ou stipules.

La feuille est le siège de la photosynthèse. A la floraison les limbes contribuent pour 74% dans la surface verte totale d'un pied du blé alors que l'épi ne représente que 7% et les tiges 19% (Hamadach, 2013).

1.3.2.4 L'inflorescence

L'inflorescence est composée d'unités morphologiques de la base : les épillets (groupe de fleur) fixé directement sur l'axe ou rachis. La fleur comprend typiquement :

- 3 étamines à anthères en forme de X (organe male).
- 1 ovaire formé d'un seul carpelle portant deux stigmates plumeux (organe femelle).

C'est une fleur hermaphrodite (Moule, 1971).

L'épillet est constitué par une petite grappe de fleurs enveloppées de leur glumelle (inférieure ou externe et supérieure ou interne).

Le blé est une plante autogame. La pollinisation a souvent lieu avant la sortie des anthères. Le grain de pollen est sensible à la sécheresse, aux fortes températures et au vent chaud [Fig 03].

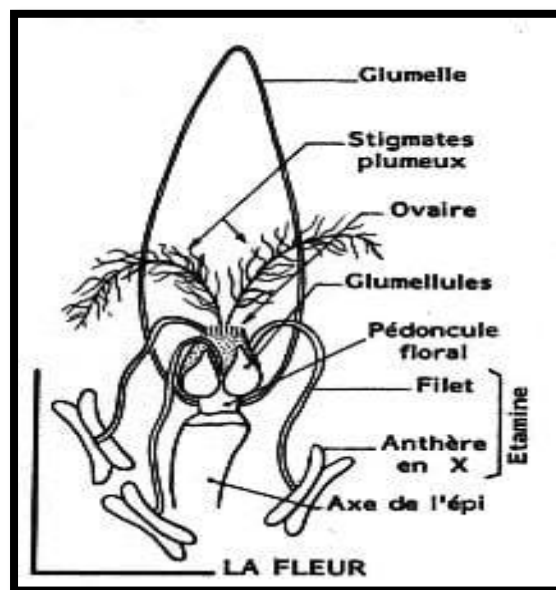


Figure 3: Anatomie d'une fleur de blé (Soltner, 1998).

1.3.2.5 Le fruit

Selon Soltner, (1995) Le fruit est un caryopse (grain soudé aux parois de l'ovaire). C'est un fruit sec indéhiscent [Fig 04].

Les semences sèches sont communément et commercialement appelées grains ou graines. Il se compose de trois parties :

- Les enveloppes
- L'endosperme
- Le germe

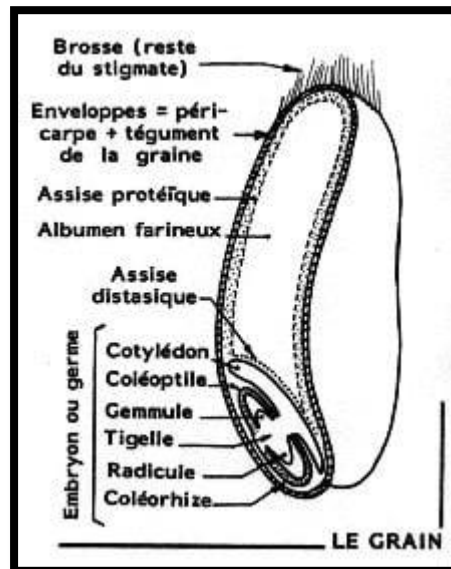


Figure 4: Anatomie d'une graine du blé (Soltner, 1998).

1.3.3 Cycle de vie

Le cycle de développement est jalonné par une série de transformations qui concernent la tige et l'épi [Fig. 05].

1.3.3.1 Stade levée

La date de levée est définie par l'apparition de la première feuille qui traverse la coléoptile, gaine rigide et protectrice enveloppant la première feuille.

La durée de la levée ou phase semis –levée est le temps qui sépare la date de semis de la date de levée (Gate, 1995).

Le stade levé englobe par conséquent trois étapes successives de nature différente :

- La germination qui correspond à l'entrée de la semence en vie active et au tout début de croissance de l'embryon
- L'élongation de la coléoptile, premier organe du système aérien à émerger à la surface du sol
- La croissance de la première feuille qui perce en son sommet la coléoptile

La germination est un stade très rarement observé sur une parcelle. Dans le grain mature, l'apex possède déjà trois à quatre ébauches feuilles enveloppées par la coléoptile. Le

bourgeon de la talle de coléoptile, situé à son aisselle est déjà bien développée. Peu de jours après le semis, en conditions favorables, les racines séminales commencent à croître suivies de très peu par la coléoptile. Cet organe particularisé par sa force d'émergence cesse de s'allonger sitôt qu'il a atteint la surface du sol (**Moule, 1971**).

1.3.3.2 Stade 2-3 feuilles

Ce stade est caractérisé par le nombre de feuille de la plantule. Après la levée, les ébauches foliaires entassées en position alternée de la base jusqu'au tiers médian de l'apex croissent et émergent les uns après les autres selon un rythme régulier

A ce stade, le nombre de pieds au m², première composante de l'élaboration du rendement est définitivement établie sauf accident ultérieur(**Gate, 1995**).

1.3.3.3 Stade début tallage

La plante possède trois à quatre feuilles. Une nouvelle tige apparaît sur le maître-brin à l'aisselle de la feuille la plus âgée. L'émergence de cette première talle hors de la gaine de la première feuille constitue le repère conventionnel du stade début tallage(**Boulalet al., 2007**).

1.3.3.4 Stade plein tallage

Contrairement aux autres stades, le stade plein tallage ne se définit par des caractéristiques précises. Il s'agit plus d'une période qu'un état particulier dans la mesure où la notion de plein tallage sous-entend que l'on connaît a priori l'abondance du tallage final, variable selon les dates de semis, la température et la variété. Néanmoins, on définit conventionnellement le stade plein tallage lorsque les plantes portent deux à trois talles. A ce stade les plantes ont un port rampant(**Gate,1995**).

En début de tallage, les premières talles qui apparaissent prennent naissance à partir de bourgeons situés à l'aisselle des feuilles de la tige principale : ce sont les talles primaires. En milieu de tallages ou plus précisément quand le maître-brin est âgé de 6 feuilles au moins, d'autres talles se développent de même manière à partir de bourgeons situés à l'aisselle des feuilles des talles primaires : ce sont les talles secondaires ou talles de talles primaires. Par la suite, des talles tertiaires pourront apparaître selon le même processus.

L'apparition des talles se fait de manière synchrone avec le rythme d'émission des feuilles du maître-brin. Les talles deviennent visibles trois phyllochrones après l'apparition de leur feuille axillante et le rythme d'apparition des feuilles des différentes talles reste très proche de celui de la tige principale (**Gate,1995**).

Le fin tallage est celle de la fin de la période végétative, elle marque le début de la phase reproductive (**Hadria, 2006**).

1.3.3.5 Stade épi à 1 cm

Les plantes se redressent : c'est la fin du tallage herbacé et la tige principale ainsi que les talles les plus âgées commencent à s'allonger suite à l'élongation des entre-nœuds auparavant sous l'épi.

Les autres tiges plus jeunes vont régresser : leur vitesse de croissance réduit, elles s'engagent vers la sénescence puis mourront. D'autres tiges encore plus jeunes non entrées en croissance restent à l'état de bourgeons dormants. La dernière feuille est juste visible, elle est encore enroulée sur elle-même (**Witzenberger et al., 1989 ; Lancashire et al., 1991**).

1.3.3.6 Stade 1-2 nœuds

La talle, la tige court-nouée, constituée essentiellement de nœuds empilés à l'origine, grandit par l'élongation des premiers entre-nœuds. Chaque entre-nœud débute sa croissance après le précédent sans attendre que le dernier ait atteint sa longueur définitive.

Par ailleurs, la longueur des entre-nœuds augment en fonction de leur apparition successive si bien que les entre-nœuds de la base de la tige sont toujours les plus courts.

Le stade 2 nœuds est atteint quand les deux premiers entre-nœuds sont visibles à la base de la tige principale (**Gate, 1995**).

1.3.3.7 Stade épiaison

Juste après le stade gonflement, la gaine de la dernière feuille s'écarte progressivement suite à l'allongement des derniers entre-nœuds de la tige : c'est le stade gaine éclatée (**Giban et al., 2003 ; Boulalet et al., 2007**).

Puis, dans le jour ou les jours qui suivent, le sommet de l'épi sort du dernier grain qui a alors atteint sa longueur définitive : c'est le début de l'épiaison.

Par rapport à la croissance de la tige, l'épiaison peut se situer plus ou moins tôt. Comme le souligne **Gillet (1980)**, l'élongation du pédoncule et de l'épi lui-même peuvent être plus ou moins rapides ce qui permet à l'épi de dépasser plus ou moins tôt la dernière feuille.

1.3.3.8 Stade floraison

Toutes les fleurs fertiles de l'épi fleurissent à peu près au même moment avec un écart de 2 à 3 jours seulement si bien que les grains se rempliront approximativement en même temps.

A ce stade, la tige et l'épi ont quasiment achevé leur croissance. En générale, le poids maximum de l'épi est atteint 3 jours après la floraison (**Gate, 1995**).

1.3.3.9 Maturation

Au cours de cette dernière période, l'embryon se développe et l'albumen se charge de substances de réserve (**Boulalet al., 2007**). Le grain mûrit en 20- 40 jours.

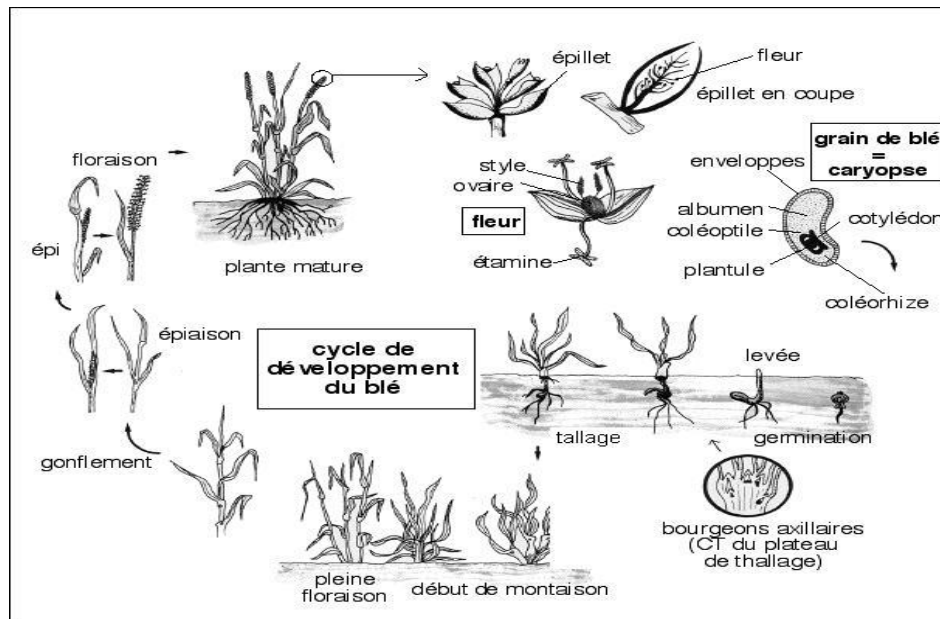


Figure 5: Cycle de développement du blé (Site 01).

1.3.4 Les exigences agroécologiques

En plus de l'eau, les deux principaux facteurs du milieu qui agissent sur le développement, la croissance, la production du blé dans le monde sont : la température, le sol, la photopériode et les besoins en fertilisation.

1.3.4.1 L'eau

Pour l'eau (pluviométrie en cas de blé pluvial), le blé peut bien être cultivé dans toutes les zones qui reçoivent entre 250 et 1500mm/an, mais 75% de la superficie mondiale cultivée avec succès dans des zones recevant entre 600 et 800mm/an. Le blé est toutefois cultivé avec succès dans des zones plus sèches en y pratiquant des différentes techniques.

En région méditerranéenne, la sécheresse est l'une des causes principales des pertes de rendement du blé dur, qui varient de 10 à 80% selon les années. Les besoins en eau de la culture varient de 450 à 650 mm. Au début du cycle, ces besoins sont relativement faibles. C'est à partir de la phase épi 1 cm jusqu'à la floraison qu'ils sont les plus importants. En effet, la période critique en eau se situe de 20 jours avant l'épiaison jusqu'à 30 à 35 jours après la floraison (**Loué, 1982**). De nombreuses recherches ont été faites dans ce contexte : Une étude souligne l'effet pénalisant du manque d'eau sur la physiologie de la plante et les composantes du rendement montre qu'un déficit hydrique survenant au stade jeune tallage réduit surtout la croissance en hauteur et le nombre d'épis par unité de surface. Par contre, lorsque ce déficit survient aux stades gonflement ou anthèse, il réduit plutôt le poids des épis et le rendement en

grain. C'est cependant le stade juste avant épiaison qui demeure le plus sensible au déficit hydrique puisqu'une sécheresse survenant à ce stade peut réduire les rendements en grains d'environ 70% (**Ben Naceur et al., 1999**).

1.3.4.2 Températures

Cultivé dans une gamme d'environnements différents, le blé dur présente une capacité d'adaptation très large. Les exigences globales en température de cette espèce sont assez importantes et varient entre 18°C et 24°C selon les variétés. Les températures permettant une croissance optimale et un rendement maximum sont compris entre 15°C et 20°C (**DuPont et Altenbach, 2003**).

En conditions méditerranéenne, les fortes températures au-dessous de 30°C sont stressantes. Elles provoquent une levée trop rapide et parfois un déséquilibre entre la partie aérienne et la partie souterraine. Mais elles affectent aussi le poids final des grains en réduisant la durée de remplissage. Au-delà de 32°C, on peut observer des dommages irréversibles pouvant aller jusqu'à la destruction de l'organe ou de la plante. Quant aux basses températures et la tolérance au froid, le blé dur a la capacité de supporter les températures inférieures à 4°C considérée comme la température minimale pour la croissance. Cependant, une seule journée à une température minimale de l'ordre de -4°C entre le stade épi 1 cm et un noeud, pénalise le nombre de grains par épi (**Gate, 1995**).

1.3.4.3 La photopériode

La photopériode affect la durée de chacune les trois périodes de développement du blé. Une certaine durée du jour (photopériodisme) est nécessaire pour la relation du stade B précédant la montaison (**soltner, 2005**).

Quant à l'intensité lumineuse, et à l'aération ; elle agisse directement sur l'intensité de la photosynthèse ; dont dépend à la fois résistance des tiges à la verse et le rendement (**Soltner, 2005**).

1.3.4.4 Le sol

Le blé réussite bien dans les sols profonds à textures équilibré. Les soles très calcaires peuvent se soulever sous l'action du gel alors que les sols argileux se réchauffent lentement et la minéralisation de la matière organique y est faible (**Hamadach, 2013**).

1.3.4.5 Les besoins en fertilisation azotée

Le blé dur est particulièrement gourmand en Azote pour atteindre un niveau de protéines satisfaisant pour les fabricants de pâtes et de semoules. Les apports d'Azote doivent être fractionnés suivant les stades du cycle végétatifs. Au tallage, l'influence de l'Azote se

manifeste sur la première composante du rendement : Le nombre de talles par plante. Au stade montaison, l'Azote apporté permet d'émettre des épis, dont le nombre est fortement influencé par la nutrition azotée. Le manque d'Azote pourrait aussi se traduire par une moindre fertilité des épis. Durant cette période, le blé peut absorber jusqu'à 3 kg d'Azote/Ha/jour avec un maximum pendant la phase floraison (**Bahloul, 1989**).

Au stade épisaison, les besoins deviennent très importants et la demande en Azote s'accroît en liaison avec l'activité de croissance. La plante a absorbé pratiquement tout son Azote dès le début du stade laiteux. A partir de ce stade, il y a transfert des réserves de la plante, des parties végétatives vers le grain.

1.3.5 Maladies

Les deux principales causes de maladies du blé sont les champignons et les virus, il peut également être touché par certaines bactérioses (**Ruel, 2006**).

1.3.5.1 Les maladies bactériennes du blé

Parmi les problèmes pathologiques du blé, les maladies bactériennes.

➤ Bactéries

Les bactéries phytopathogènes sont de petits bâtonnets unicellulaires de 1 à 3 µm de long. Elles n'ont pas de noyau distinct, ni de membrane nucléaire. Ces bactéries sont disséminées par les insectes, par le vent, les éclaboussures d'eau de pluie et les moyens mécaniques. L'infection, pour se produire, requiert la présence d'eau. Des blessures superficielles ou des stomates ouverts permettent aux bactéries de pénétrer dans le tissu de la plante-hôte. Elles envahissent alors le système vasculaire ou les espaces intercellulaires et provoquent alors la nécrose par les toxines ou les enzymes qu'elles secrètent (**Prescott *et al.*, 1987**) [Tab. 03].

Tableau 3: Les principaux agents pathogènes responsables des maladies bactériennes de blé (Prescott *et al.*, 1987).

Maladie bactérienne	Agents pathogène
Glume noire et strie bactérienne	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>Translucens</i> <i>X.campestris</i> pv. <i>Undulosa</i>
Bactériose des glumes et brûlure bactérienne de la feuille	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>Atrofaciens</i> <i>Pseudomonas atrofaciens</i>
Brûlure bactérienne de l'épi (Pourriture jaune de l'épi)	<i>Corynebacterium tritici</i>

1.3.5.2 Les maladies virales

Le blé est un hôte naturel pour de nombreux virus, il a été signalé 55 virus auxquels le blé tendre (*Triticum aestivum*) est sensible (Brunt *et al.*, 1996) et Wiese (1987) a décrit une trentaine de virus qui infectent naturellement le blé[Tab. 04].

Les virus sont de très petits êtres vivants capables d'attaquer les cellules vivantes et de les traumatiser(Zillinsky,1983). La particule virale infectieuse est un élément stable non reproductif par lequel le virus se transmet d'une plante à l'autre. Les virus se multiplient dans la plante-hôte et sont transmis par des insectes, des acariens (des insectes piqueurs-suceurs, notamment, tels les pucerons), des nématodes, les graines de semence, le pollen, les champignons, le sol et les moyens mécaniques (Prescott *et al.*,1987).

Les viroses sont souvent difficiles à détecter car les hôtes infectés ne présentent pas toujours de symptômes visibles ou ceux-ci sont identiques à de nombreuses anomalies physiologiques ou génétiques.Plusieurs viroses provoquent des symptômes presque identiques, ce qui rend difficile leur identification (Zillinsky *et al.*,1983).

Tableau 4: Exemples des principaux agents pathogènes responsables des maladies virales de blé et orge (Zillinsky, 1983).

Maladie bactérienne	Agents pathogène
Glume noire et strie bactérienne	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>Translucens</i> <i>X.campestris</i> pv. <i>Undulosa</i>
Bactériose des glumes et brûlure bactérienne de la feuille	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>Atrofaciens</i> <i>Pseudomonas atrofaciens</i>
Brûlure bactérienne de l'épi (Pourriture jaune de l'épi)	<i>Corynebacterium tritici</i>

1.3.5.3 Les maladies cryptogamiques

Le blé peut être attaqué par de nombreuses maladies à différents stades à son développement. Cependant une maladie ne peut avoir lieu que si trois conditions sont réunies : l'agent pathogène, la variété sensible et les conditions de l'environnement est favorable (Hamadach, 2013).

➤ Les agents pathogènes

Les agents pathogènes responsables de graves maladies du blé sont nombreux. Certains sont transmis par la semence ou le sol, d'autres sont conservés dans le sol et les débris végétaux et d'autres encore transmis par les insectes, le vent, la pluie, les machines agricoles, etc...

L'infection par les champignons pathogènes est liée à divers facteurs : en général, leur reproduction requiert la présence d'eau à la surface de l'hôte et dépend à la fois de la sensibilité de ce dernier, de la densité d'inoculum et de la température ambiante, et d'autres facteurs du milieu (Prescott *et al.*, 1987).

Les maladies fongiques sont groupées principalement selon les ressemblances taxonomiques ou morphologiques des pathogènes. Les maladies provoquées par des champignons qui n'appartiennent pas aux groupes principaux sont placées arbitrairement dans le groupe de Maladies Diverses. Celles-ci comportent deux sous-groupes: les maladies qui se manifestent surtout sur la partie supérieure de la plante et celles qui attaquent la plante à la base (Zillinsky *et al.*, 1983) [Tab. 05].

Tableau 5 : Les principaux agents pathogènes responsables des maladies fongiques de blé (Hamadach, 2013).

Origine	Maladie	Agent causal
Maladies transmises par la semence et/ou sol	Charbon nu	<i>Ustilago nuda</i>
	Carie	<i>Tilletia caries</i>
	Fusariose	<i>Fusarium graminearum</i>
Maladies des feuilles et de l'épi	Septoriose	<i>septoria tritici</i>
	Tan spot	<i>Puccinia triticina</i>
	Rouille jaune	<i>Puccinia striiformis</i>
	Rouille noire	<i>Puccinia graminis</i>
	Rouille brune	<i>Puccinia triticina</i>
	Fusariose de l'épi	<i>Fusarium roseum</i> <i>Microdochium nivale</i>
	Oïdium	<i>Blumeria graminis f.sp. Tritici</i>

1.4 Orge

1.4.1 Position systématique de l'orge

D'après Boulal 2007, les céréales telle que l'orge sont des cultures annuelles qui appartiennent à la famille des graminées Poaceae ; genre *Hordeum.*, les espèces de ce genre se divisent en 3 groupes :

- Groupe des diploïdes (2n = 14) : on distingue 2 formes sauvages et cultivées (*Hordeum vulgae*)
- Groupe tétraploïde (2n = 24) : représenté par des formes sauvages comme *Hordeum murinum*, *H. jubatum*, *H. bulbosum*
- Groupe hexaploïdes à 2n = 42 : représenté par des formes sauvages comme *Hordeum nodosum*, *H. arizanicum*.

D'après la classification de **Cronquist (1981)** ; et **APGIII (2009)**, l'orge est une monocotylédone classée de la manière suivantes :

Règne Plantae

Division Magnoliophyta

Classe Liliopsida

Ordre Cyperales

Famille Poaceae

Sous-famille Pooideae

Super-tribu Triticodae

Tribu Triticeae

Sous-tribu Hordeinae

Genre *Hordeum*

Espèce *Hordeum vulgare*

1.4.2 Description

L'orge est une plante herbacée annuelle, qui a une maturité peut atteindre une hauteur de 60-120 cm, selon les cultivars.

Morphologiquement, l'orge a les mêmes caractéristiques que le blé mais il y a quelques différences.

Le grain est un caryopse vêtu lorsque ses enveloppes restent attachées ou soudées au grain après le battage (**Boual et al., 2007**), le système racinaire de l'orge est plus superficiel que celui du blé et plus de 60% du poids des racines sont localisés dans les 25 cm de profondeur du sol (**Simon et al., 1989**). Les racinaire primaire (séminal) sont fonctionnel dès la germination et sont au nombre de six, rarement sept (**Benlaribi et al., 1990 ; Hazmoune, 2006**).

L'orge se différencie par la présence de deux stipules, largement développées, glabres et embrassantes. La ligule est courte, et appliquée contre la tige. La tige à la maturité est creuse (**Boual et al., 2007**), et plus souple ce qui rend plus sensible à la verse (**Simon et al., 1989**).

Le type d'inflorescence est un épi, constitué d'un ensemble d'unités appelées : épillets «groupe de fleurs », les fleurs fertiles sont de nombre variable entre un à trois ou quatre.

- Chez les orges à deux rangs, l'épi est aplati, les épillets sont opposés les uns aux autres.
- Les orges à quatre rangs, la section de l'épi tend vers une forme carrée.

- Les orges à six rangs ont une section d'épi hexagonale et les grains sont de forme différente (**Prats et Clement- Grandcourt, 1971**), les épillets sont fertiles (**Zahour, 1992**).

Les orges à deux rangs différents des orges à six rangs du fait seul les graines médianes se développent chez les premiers (**Zahour, 1992**).

1.4.3 Cycle de vie de l'orge

Le cycle végétatif de l'orge est plus rapide que le blé, l'orge d'hiver de 240 à 256 jours et l'orge de printemps de 120 jusqu'à 150 jours (**Soltner,2005**).

Le cycle de développement de l'orge comprend tel que le blé deux périodes successives :

- a. Période végétative** qui comprend : la germination (semi levée), la levé (début de tallage), plein tallage (début montaison),
- b. Période reproductrice** : montaison, épiaison, floraison, maturation.

1.4.4 Exigences agroécologiques

1.4.4.1 Température

La température favorable pour la germination de l'orge entre 16 et 20° C. mais aussi supporte les fluctuations de température(**Saouili,2005**).

1.4.4.2 Eau

En raison de son enracinement plus profond, elle résiste mieux à la sécheresse que le blé. Il lui faut au moins 500 mm d'eau (irrigation) pour atteindre un niveau de rendement économique(**Moule,1980**).

1.4.4.3 Sol

Ce sont les limons ou les sols légèrement argileux bien drainés et fertiles qui conviennent le mieux à la production d'orge. L'orge supporte mieux les sols alcalins que les autres céréales, mais elle ne tolère pas les sols acides ; un pH de 6,0-8,5 est généralement acceptable. Elle est très sensible à l'asphyxie racinaire. Certains cultivars sont capables de faire face à une salinité du sol atteignant 1%(**Brink et Belay, 2006**).

2 Les principales maladies fongiques

2.1.1 Les maladies de l'orge

2.1.1.1 La strie foliaire

La strie foliaire est une maladie fongique causée par *P. graminea*(S.Ito & Kuribayashi) anamorphe : *Drechslera graminea*(Rabench ex Schlltdl.) , synonyme de *Helminthosporium gramineum* Rabenh. Ex Schlltdl. C'est une maladie systématique transmise uniquement par la semence d'orge, elle est d'importance majeure là où la désinfection de la semence ne se fait pas, en Algérie elle est considérée comme une maladie très destructive du fait que les plantes infestées ne produisent quasiment aucune graine (Sayoud *et al.*, 1999)[Fig. 06].

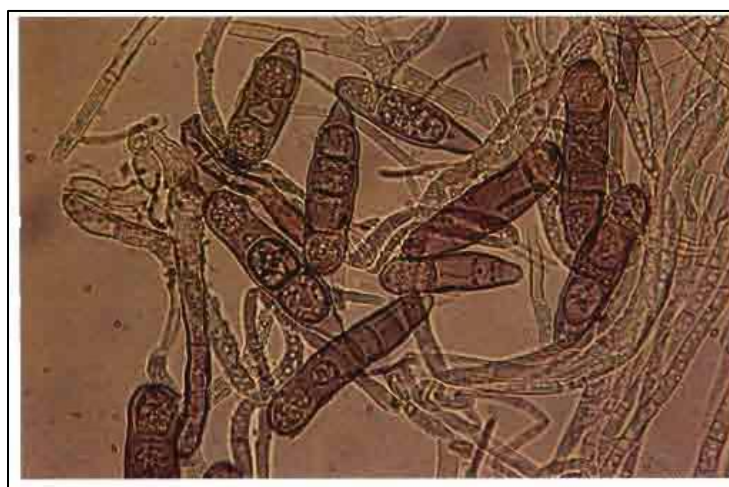


Figure 6: Les conidies de *P. graminea* (G: 10x40) (Zillinsky, 1983).

a. Symptômes

Les symptômes de la strie foliaire peuvent être visibles au stade une feuille, mais les signes caractéristiques ne deviennent visibles qu'après le stade tallage. Plus tard, la plupart des feuilles du plant malade développent des stries jaunes parallèles aux nervures, et au fur et à mesure que la maladie progresse, ces rayures deviennent marron foncé et toute les talles issues d'une plante malade sont infectées et rabougries. Les feuille de couleur foncée, sont lacérées et tordues. Les épis sont fréquemment arrêtés dans leur croissance et ne pourront pas sortir de leur gaine, ou sortent déformés ou très chétifs (Zillinsky, 1983) [Fig. 07].



Figure 7: Symptômes de la strie foliaire sur l'orge (Anonyme, 2017).

b. Cycle de vie

La strie foliaire est une maladie monocyclique. Le champignon n'est pas capable de causer aucune infection secondaire durant une même saison à travers les feuilles, mais les conidies qui sont transportées par le vent peuvent infecter les fleurs et développent un mycélium qui restera vivant entre les cellules parenchymateuses du péricarpe et la paroi de la graine, mais jamais dans l'embryon (**Plantenkamp, 1976**). Les graines sévèrement infectées par le pathogène possèdent des embryons chétifs (**Singh et Mathur, 2004**).

Durant la germination de la graine, le mycélium pénètre par le coléorhize. Chez les cultivars sensibles, les hyphes passent rapidement vers les jeunes feuilles via les vaisseaux conducteurs d'une manière systémique (**Aragona et Porta-Puglia, 1999**). Par contre chez les cultivars résistants, les hyphes du champignon dégénèrent au niveau du nœud scutellaire et dans la partie basale des tissus pro-vasculaires de l'embryon (**Plantenkamp, 1976 ; Haegi et al., 2008**).

La maladie de la strie foliaire peut être favorisée par les fortes humidités et les basses températures. D'après **Plantenkamp (1976)**, les températures à 12°C, durant la germination, semblent favorables à l'infection. Par contre, les températures du sol variant entre 15C à 25C, mesurées à partir de la moyenne quotidienne des dix premiers jours après le semis, réduisent considérablement le taux de la maladie (**Tekauz et al., 1983**).

2.1.1.2 Le charbon couvert

Ustilago segetum var. *hordei*, c'est un champignon basidiomycète agent responsable du charbon couvert de l'orge (**Fische et Holton, 1957**), se conserve sous forme de spores dans le Sol ou à l'extérieur des semences. Les spores du champignon pénètrent dans la semence et contaminent la plantule de manière systémique, lors de sa germination[**Fig. 08**].

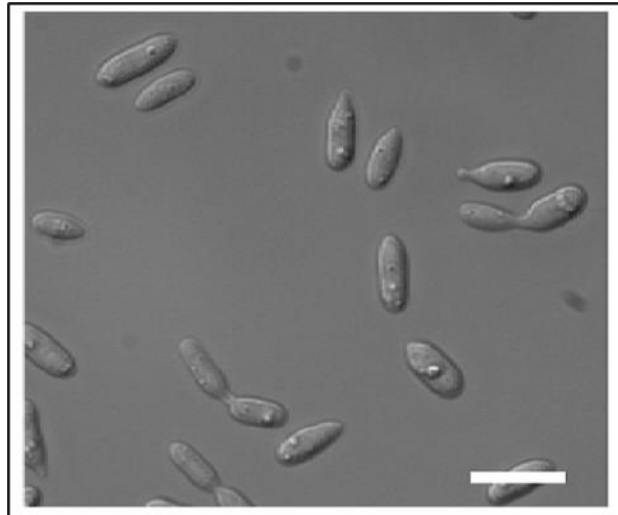


Figure 8: Spores de l'agent pathogène *Ustilago segetum* mesuré 10 μ m de diamètre (Rabe *et al.*, 2016).

a. Symptômes

Les premiers symptômes apparaissent au stade épisaison. Seul le contenu des graines est infesté par la présence de spores noirâtres. Ce type de charbon est qualifié de charbon couvert car les glumes des épis ne sont pas entièrement détruites et qu'une fine membrane non opaque laisse entrevoir la masse de spores (Boulalet *et al.*, 2007).



Figure 9: Symptômes du charbon couvert sur l'orge (Zillinsky, 1983).

b. Cycle de vie

Ustilago hordei représente un groupe de pathogènes fongiques qui causent des maladies du charbon économiquement importantes sur les céréales à petit grain (Thomas, 1988). Ces champignons se développent sous forme d'hyphes dans les semis en développement sans provoquer de symptômes ; lors de la floraison de la plante hôte, les cellules fongiques prolifèrent et forment des masses de téliospores sombres qui remplacent les graines. Les téliospores diploïdes germent et subissent une méiose pour produire des cellules haploïdes. Ces descendants méiotiques doivent s'accoupler pour infecter l'hôte, et l'infection est une condition préalable à l'achèvement de la phase sexuelle du cycle de vie, c'est-à-dire la formation de téliospores. Le sexe et la pathogénicité sont donc interconnectés chez *U. hordei* et les champignons de charbon associés, et les gènes de type d'accouplement sont considérés comme des facteurs de pathogénicité [Fig. 10].

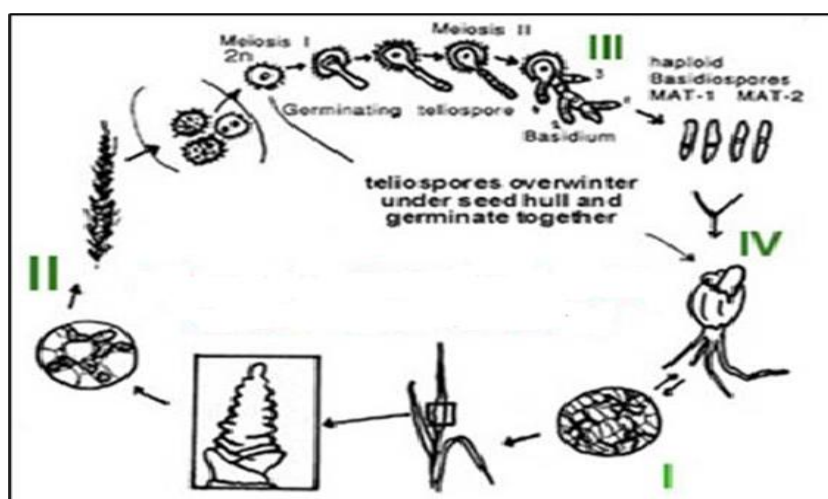


Figure 10: Cycle de vie du charbon couvert (Site 05).

2.1.1.3 La Rhynchosporiose

Rhynchosporium (*Rhynchosporium secalis*) est l'une des maladies les plus importantes de l'orge, en particulier pendant les saisons humides et dans les zones à forte humidité (Shipton *et al.*, 1974). La maladie est appelée «rhynchosporium», «sclad» ou «left blotch » et est l'un des agents pathogènes les plus destructeurs de l'orge dans le monde, causant une maladie qui diminue le rendement jusqu'à 40% et réduit la qualité du grain.

a. Symptômes

Les symptômes apparaissent d'abord sous forme de lésions chlorotiques, irrégulières ou en forme de losange. Les symptômes ultérieurs sont généralement des lésions bleu-gris imbibées d'eau sur les feuilles et la gaine des feuilles. Les lésions matures deviennent brun pâle avec une marge violet foncé. En grandissant, ils fusionnent pour former de grandes zones de tissus morts, détruisant même toute la surface foliaire de la plante (Anonyme, 2020) [Fig. 11].



Figure 11: Symptômes de *Rhynchosporium secalis* sur l'orge (Site 04).

b. Cycle de vie

La rhynchosporium est une maladie polycyclique de l'orge, impliquant généralement plusieurs générations d'agents pathogènes au cours d'une saison de croissance, et une maladie secondaire se propageant à partir des feuilles infectées par des conidies *R. secalis* dispersées par éclaboussures (Fitt *et al.*, 1989). Au cours de chaque génération, ces conidies germent et infectent de nouveaux tissus hôtes. *R. secalis* pousse sans symptôme sous la cuticule, en particulier là où les parois des cellules adjacentes sont jointes (Jones et Ayres, 1974), avant de produire de nouvelles conidies (Davis *et al.*, 1994) et enfin, des symptômes visuels (Shipton *et al.*, 1974). Compte tenu de cette longue phase asymptomatique et du fait que le cycle de vie peut être complété par la sporulation avant l'apparition des symptômes visuels, il y a de bonnes raisons de classer *R. secalis* comme hémibiotrophe plutôt que nécrotrophe (Oliver et Ipcho, 2004).

2.1.1.4 La rayure réticulée

Est l'une des maladies les plus courantes de l'orge dans le monde entier et elle est présente dans toutes les régions de production d'orge (Weibull *et al.*, 2003) et en Algérie, elle est répandue (Benbelkacem *et al.*, 2002 ; Srivastava et Tewari, 2002). L'agent causal est l'hétérothallique, ascomycète champignon *Pyrenophora teres* (Forme

asexuée : *Drechslera ter* (Sacc.) Shoem.). Elle se présente sous forme, *P. teres f. teres* et *P. teres f. maculata* qui produisent la forme de tache et la forme de spot [Fig 12].



Figure 12: Spores de l'agent pathogène *Pyrenophora teres* (Anonyme, 2011).

a. Symptômes

Les symptômes apparaissent sur les feuilles, les gaines et les glumes. Les premiers symptômes prennent la forme de taches vert pâle ou brunes sur les feuilles. Si les taches sont nombreuses et recouvrent la majorité des faces des feuilles, celles-ci s'atrophieront et disparaîtront (Anonyme, 2020) [Fig 13].

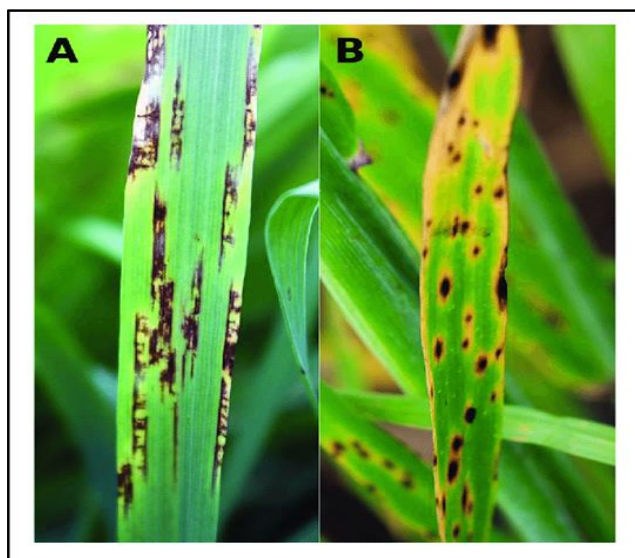


Figure 13: Symptômes de la rayure réticulée sur l'orge. A) à la forme des réticules B) à la forme tachetée (Syme *et al.*, 2018).

c. Cycle de vie

Les deux formes de taches de filet sont classées comme maladies transmises par les chaumes, car le champignon produit généralement l'ascocarpe (pseudothécie) sur les débris d'orge infectés laissés (à la surface) après la récolte. Les pseudothécies sont des structures sphériques vues comme de nombreux points sombres à la surface de la paille d'orge. Les asques en forme de massue et bituniqués, mesurant 30–61 μm \times 180–274 μm , se

développent dans les pseudothécies matures et fertiles (Mathre, 1997; Webster, 1951). Chaque asque contient généralement huit ascospores, de couleur marron clair et ont souvent trois ou quatre septas transversales et un ou deux septas longitudinaux uniquement dans les cellules médianes (Mathre, 1997 et Webster, 1951).

Les ascospores matures sont activement déchargées, dispersées par le vent et servent d'inoculum primaire au début de la saison de croissance (Jordan, 1981). Dans certains cas, le mycélium et les conidies transmis par les graines libérées du chaume d'orge ou d'un autre hôte peuvent également servir d'inoculum primaire pour l'infection en début de saison (Jordan et Allen, 1984; Louw *et al.*, 1996; McLean *et al.*, 2009; Shipton *et al.*, 1973). Après la colonisation initiale, le champignon produit un grand nombre de conidies qui sont portées au-dessus de conidiospores. Elles sont produites tout au long de la saison de croissance et sont dispersées par le vent fort ou la pluie pour provoquer de nouvelles infections sur les plantes localement. La dispersion, la germination et le succès de l'infection des conidies sont fortement influencés par l'humidité relative, la température, l'humidité des feuilles et d'autres facteurs environnementaux (Van den berg et Rossnagel, 1990, 1991; Jordan, 1981). Pendant la saison de croissance, plusieurs cycles secondaires peuvent se produire, entraînant une sévérité élevée de la maladie sur les plantes sensibles si les conditions environnementales sont favorables. À la fin de la saison de croissance, le champignon colonise les tissus sénescents, produisant finalement des pseudothécies, la structure téléomorphe protectrice utilisée pour la prochaine saison [Fig.14].

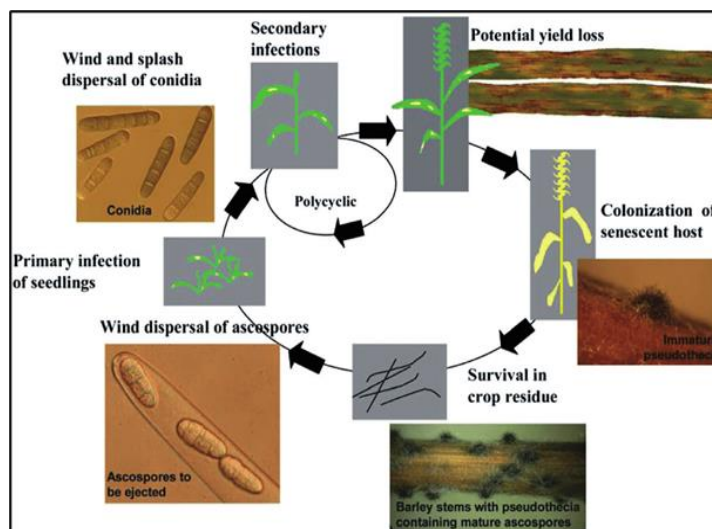


Figure 14: Cycle de développement de la rayure réticulée (Liu *et al.*, 2011).

2.1.2 Les Principales Maladies fongiques du blé

2.1.2.1 La tache septoriennne du blé (*Zymoseptoria tritici*)

La tache septoriennne du blé (STB) est une maladie foliaire du blé causée par le champignon ascomycète *Mycosphaerella graminicola* (anamorphe *Zymoseptoria tritici*).

STB est une maladie polycyclique (Fones et Gurr, 2015) qui affecte les cultures de blé dans le monde entier ; y compris en Algérie. Les épidémies de maladies graves peuvent réduire les rendements de 35 à 50% (Ponomarenko *et al.*, 2011).

a. Cycle de vie de pathogène

Mycosphaerella graminicola subit à la fois une multiplication asexuée et une reproduction sexuelle sur le terrain. Pendant la multiplication asexuée, le champignon produit des pycnidiospores qui sont dispersées localement par les éclaboussures de pluie, tandis quereproduction, les ascospores produites sont dispersées sur de longues distances par le vent. (Allioui *et al.*, 2014).

En plus de leur implication dans les principales infections initiales du blé à l'automne, les ascospores contribuent à la progression de la maladie pendant la saison de croissance, car la reproduction sexuée se produittout au long de l'année (Hunter *et al.*, 1999).

En raison de cette reproduction sexuelle fréquente, les populations de l'agent pathogène sont très diverses même à l'échelle du terrain (Zhan *et al.*, 2003; El Chartouni *et al.*, 2011; Siah *et al.*, 2013) [Fig. 15].



Figure 15: Pycnidiospores de *Z. tritici*(Gigot, 2009).

b. Symptômes

La tache septoriennne du blé s'identifié par des nécroses allongées, délimitées par les nervures. Ces nécroses sont de taille et de forme variables, mais présentant assez souvent des bords parallèles (Farih et ezzahiri, 1996). D'une couleur brun rougeâtre, ces taches prennent par la

suite une couleur gris clair. Des pycnides sous forme de ponctuation noire se développent en largeur sur les taches[Fig. 16].

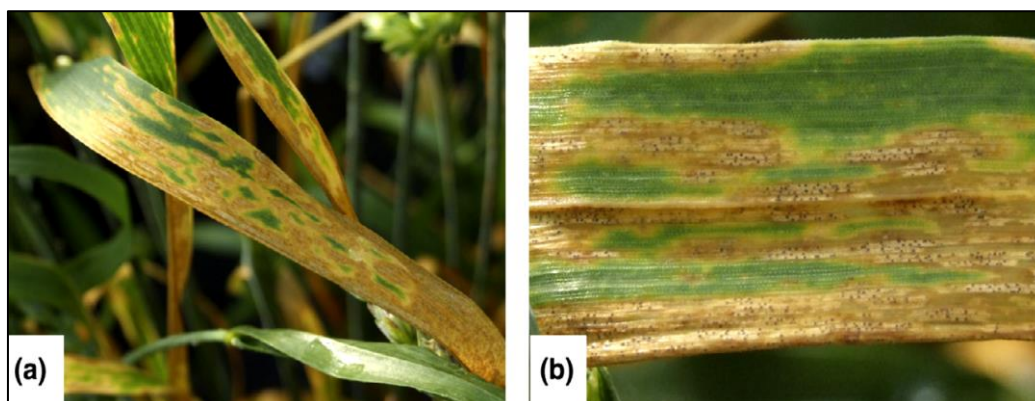


Figure 16: Symptômes de la tache septorienne sur le blé. (a) Effondrement du tissu hôte coïncidant avec un passage fongique à la nécrotrophie, (b) le tissu nécrotique brun abrite les fructifications asexuées noires (pycnides) entourées de régions chlorotiques jaunes (Bernnan et al., 2019).

c. Cycle de vie

Les chaumes sont la source principale de l'inoculum. Les pycnides du champignon peuvent survivre sur les chaumes du blé jusqu'à 6 mois et induire les premières infections sur les jeunes plantules de blé précisément sur les premières feuilles au contact du sol. En présence d'eau libre les pycnides gonflent et produisent une gelée sporifère cirrhe incolore qui protège les pycnydospores en conditions défavorables. Après germination le champignon colonise le tissu foliaire(Aouali et Douici, 2009).

Des pluies fréquentes et des températures modérées (15-20°C) sont favorables au développement de la maladie. Les éclaboussures (effet splash) des gouttes de pluie provoquent la contamination des étages foliaires supérieurs. La maladie monte ainsi d'un étage à un autre d'où son appellation aussi de la maladie à grand[Fig. 17].

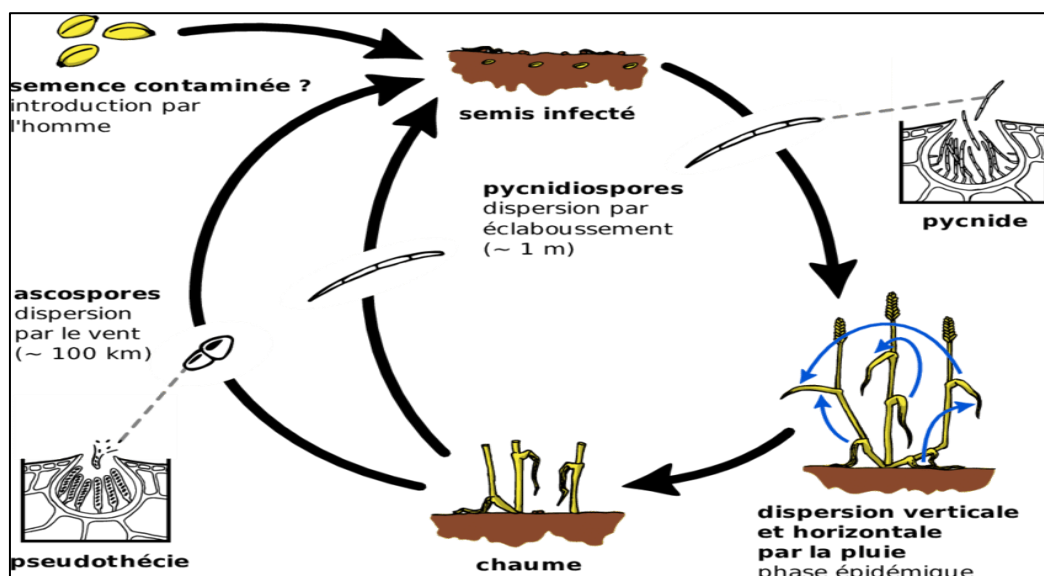


Figure 17: Cycle de vie de *M.graminicola* (Agrios, 1997).

2.1.2.2 Les rouilles

Trois espèces de rouille sont signalées depuis longtemps sur le blé. Il s'agit, selon leur apparition dans le temps, la rouille jaune, la rouille brune et la rouille noir.

Concernant leur importance relative, la rouille brune est la plus répandue dans sa distribution, alors que la rouille noire est la plus dévastatrice quand elle se développe. La rouille jeune est limitée par le climat tempéré froid et aux zones d'altitude (Ezzahri, 2001).

2.1.2.2.1 Rouille jaune

La rouille jaune est une maladie causée par un champignon basidiomycète –*Puccinia striiformis* – c'est la rouille qui se manifeste la première dans le temps sur le blé. Elle s'attaque aux limbes des feuilles et l'épi (Hamadach, 2013).

a. Symptômes

Les premiers symptômes se manifestent par des pustules de couleur jaune à orange disposées à la face supérieure des feuilles et alignées en stries entre les nervures du limbe. Sur la tige forment souvent aussi des stries avec des amas de spores. Parfois, en cas de forte attaque ; la maladie peut atteindre l'épi (Boulal et al., 2007) [Fig.18].



Figure 18: Symptômes de *Puccinia striiformis* (rouille jaune) sur les feuilles flagellées du blé (Chaves *et al.*, 2008).

b. Cycle de vie

L'agent pathogène *Puccinia striiformis* infecte les tissus verts des plantes des céréales. L'infection peut survenir à tout moment, du stade d'une feuille à la maturité de la plante, à condition que les plantes soient encore vertes. Les symptômes apparaissent environ une semaine après l'infection et la sporulation commence environ deux semaines après l'infection, dans des conditions de température optimales.

Le champignon forme de minuscules pustules de rouille de couleur jaune à orange, appelées uredia. Chaque urédium contient des milliers d'urédiniospores. Une seule urédiniospore est trop petite pour être vue à l'œil nu, mais les spores sur la masse sont de couleur jaune à orange et poudreuses. Des rayures d'uredia ou de nécrose ne se forment pas sur les feuilles des semis, mais à mesure que les plantes vieillissent, généralement après l'allongement de la tige.

Selon le niveau de résistance des plantes et la température, différentes quantités de chlorose ou de nécrose apparaissent (réponse hypersensible), avec ou sans sporulation. Les rayures nécrotiques ou les taches allongées qui se forment sur les feuilles des plantes adultes se distinguent des taches causées par les agents pathogènes nécrotrophes. L'agent pathogène de la rouille jaune utilise l'eau et les nutriments des plantes hôtes, ce qui affaiblit les plantes (Chen, 2005) [Fig.19].

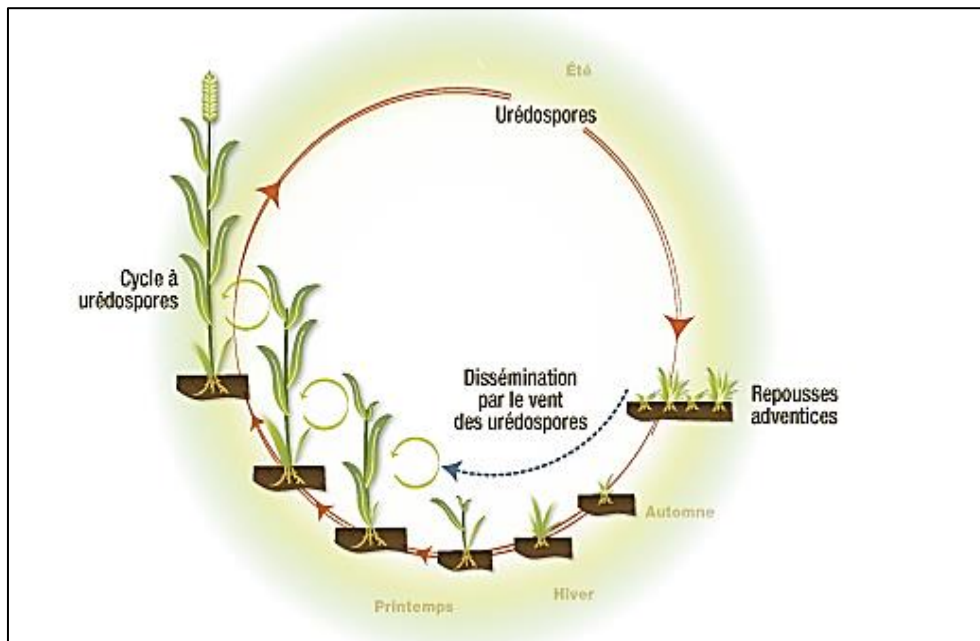


Figure 19: Cycle de développement de *Puccinia striiformis*, agent de la rouille jaune (Site 03).

2.1.2.2.2 Rouille brune

La rouille brune est une maladie causée par le pathogène basidiomycète *Puccinia recondita* est la maladie du blé la plus grave qui frappe particulièrement les zones de blé favorable (Anikster *et al.*, 1997).

Elle a un large spectre de distribution à travers le monde. Elle présente dans toutes les régions où le blé est cultivé en Algérie (Benbelkacem, 1991 ; Boubekour *et al.*, 1996).

a. Symptômes

On reconnaît cette maladie par la présence de pustules ou spores arrondies de couleur orange ou brunâtre qui recouvrent le limbe des feuilles. Celles-ci préfèrent la face supérieure des feuilles. En fin d'attaque, on voit apparaître parmi les pustules brunes, des pustules noires, ce sont les téléospores (Boulal *et al.*, 2007) [Fig.20].

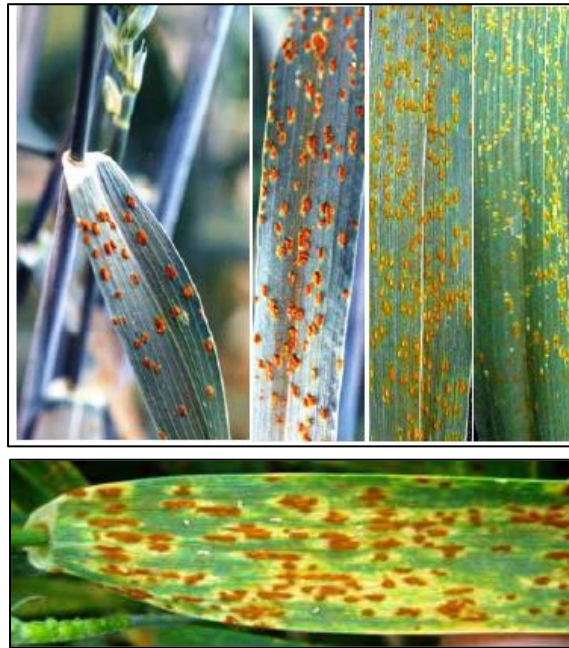


Figure 20: Symptômes de *Puccinia recondita* (rouille brune) sur les feuilles de blé (Chaves *et al.*, 2008).

b. Cycle de vie

Les contaminations primaires sont dues à des urédospores, spores émises à proximité de la parcelle par des repousses de céréales ou des graminées sauvages. Elles peuvent être émises à de grandes distances par des cultures situées dans des régions où la rouille est plus précoce.

Les pustules sur les feuilles contiennent des urédospores qui sont disséminées par le vent dont l'origine de nouvelles contaminations.

La germination des urédospores est optimale entre 15°et 20°C, en présence d'eau libre. Toutefois la germination et la pénétration peuvent avoir lieu entre 5° et 25°C durant les rosées nocturnes. Au-delà de 30°C, la maladie ne se développe plus.

Les téliospores restent dormantes dans la paille infectée jusqu'au printemps, lorsqu'elles germent en synchronisme avec la croissance des nouvelles feuilles chez l'hôte alternatif non gramineux. Avec les pluies printanières et les températures favorables, une ou les deux cellules des téliospores germent, subissent une méiose et produisent une protrusion hyphale à quatre cellules appelée promycélium ou basidium (Roelfs 1985 ; Roelfs *et al.*, 1992; Leonard et Szabo 2005).

En fonction des conditions climatiques, les cycles de champignon se succèdent plus ou moins rapidement (Anonyme, 2020) [Fig.21].

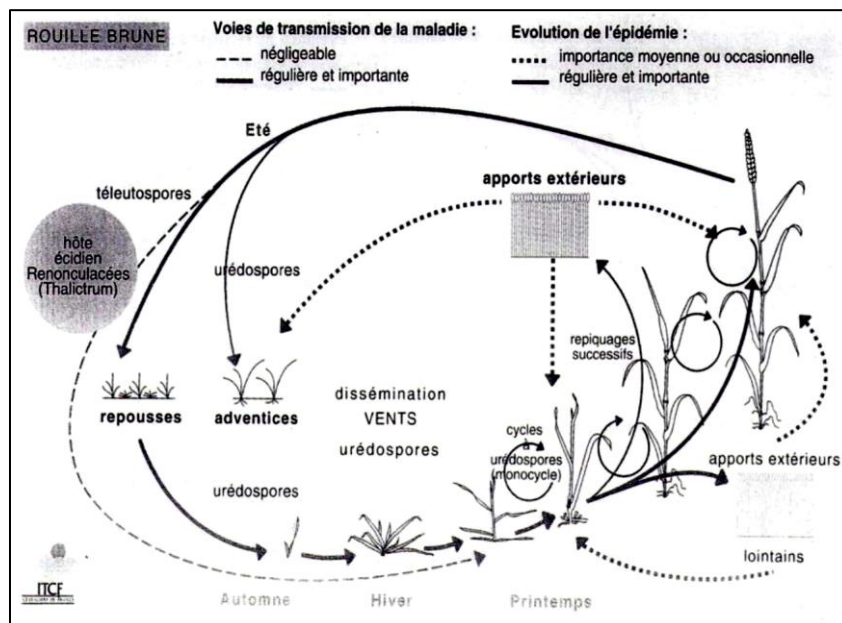


Figure 21: Cycle de vie de *Puccinia recondita* - rouille brune (Caron, 1993).

2.1.2.2.3 Rouille noire

La rouille noire est une maladie causée par le champignon basidiomycète *Puccinia graminis* ; elle était, dans le passé la plus importante et la plus redoutable des rouilles. Elle apparaît avant maturité et rarement avant la floraison. Elle peut détruire toute une récolte et s'attaque aux tiges, aux gaines des feuilles et aux épis (Hamadach, 2013).

a. Symptômes

Observée sur blé (surtout le blé dur), cette maladie se manifeste par une multitude de petites pustules sporifères brunes souvent arrondies, dispersées irrégulièrement sur les deux faces des feuilles. Les gaines et les tiges sont rarement atteintes (Ezzahiri, 2001) [Fig.22].

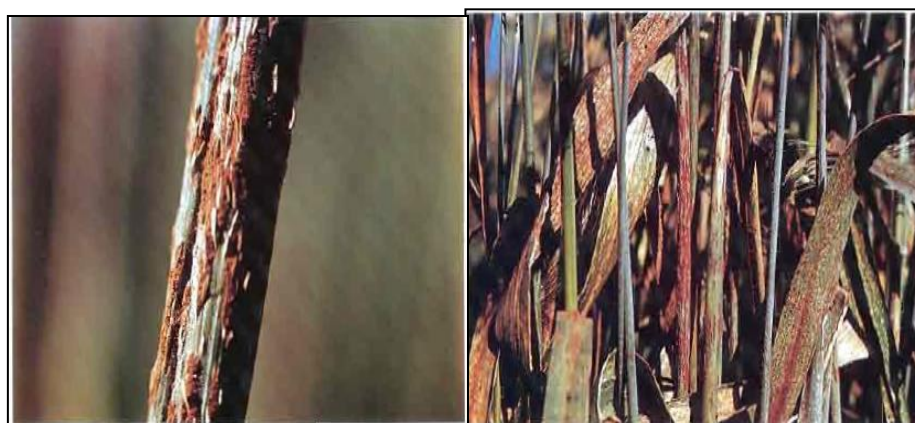


Figure 22: Attaque grave de *Puccinia graminis* (rouille noire) sur la tige, le limbe et gaine des feuilles du blé (Zillinsky, 1983).

b. Cycle de vie

La rouille noire est considérée comme une rouille tardive qui apparaît généralement à la fin d'un printemps pluvieux (humidité élevée et températures entre 25 et 30°C) et elle n'est pas transmise par les semences.

Il est bien connu que la rouille noire infecte le blé comme hôte principal et Berbéris ou Mahonia comme hôte secondaire qui transmet la maladie au blé par l'intermédiaire des écidiospores. Cependant, il reste possible que l'infection primaire dans les régions à hiver doux soit aussi assurée par le champignon conservé dans des chaumes infectés du blé par l'intermédiaire des urédospores de l'année précédente ou celles produites par le mycélium actif.

Les infections secondaires sont dues aux urédospores disséminées par le vent à partir de la céréale en cours de végétation. Au début de l'été, le champignon produit des téliospores libérant des téliosporos qui lui permettent de se conserver (Bouziid, 2008) [Fig.23].

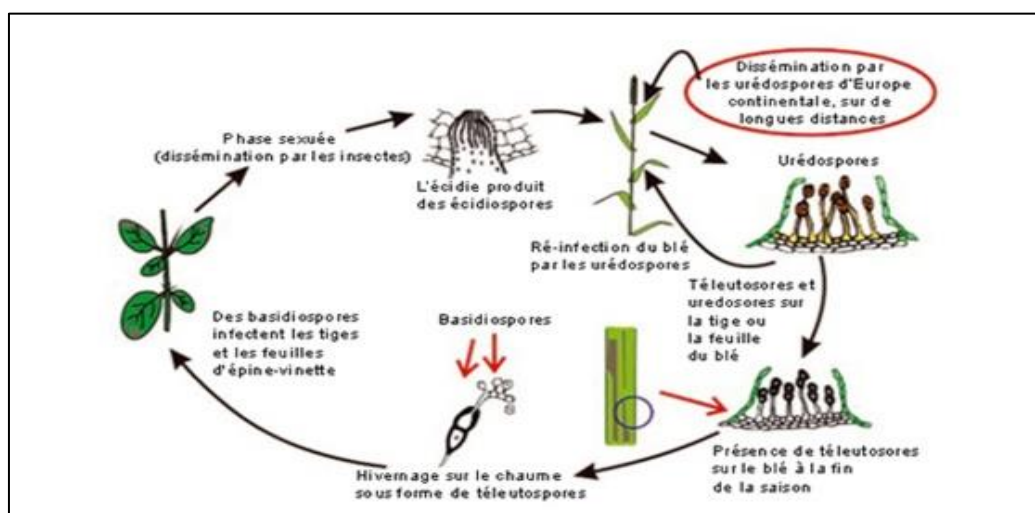


Figure 23: Cycle de vie de *Puccinia graminis* rouille noire sur le blé (Site 07).

2.1.2.3 Tache bronzée du blé

La tache bronzée du blé est largement répandue dans les zones de production des céréales et les attaques sont importantes dans les régions à pluviométrie importante. En Algérie cette maladie est sévère au niveau des zones littorales moyennes et les plaines intérieures.

La sévérité de la maladie est fonction des conditions climatique, de la variété et le stade de développement de la plante au moment de l'attaque, les pertes de rendement peuvent atteindre jusqu'à 30% lorsque la maladie est présente toute un long cycle de développement de la plante et entre 10% et 15% quand l'attaque est tardive (Aouali et Douici, 2009).

a. L'agent pathogène

Le champignon *Pyrenophora tritici-repentis* (anamorphe : *Drechslera tritici-repentis*) est un ascomycète homothallique, provoque la tache auréolée du blé. L'agent pathogène peut attaquer à la fois le blé dur (*Triticum durum*) et le blé tendre (*Triticum aestivum* L.), ainsi que de nombreuses autres espèces de graminées (Hosford 1971 ; Krupinsky 1982, 1992 ; Ali et Francis, 2003). Il a été identifié dans le monde entier, et l'incidence du tan spot a augmenté depuis les années 1970.

b. Symptômes

Les principaux symptômes de la maladie sur feuille du blé se manifestent par l'apparition de taches ovales allongées sur le limbe. Ces taches prennent par la suite un aspect bronzé avec un halo jaune sur sa bordure et une tache plus foncée au milieu (Hamadach, 2013) [Fig. 24].

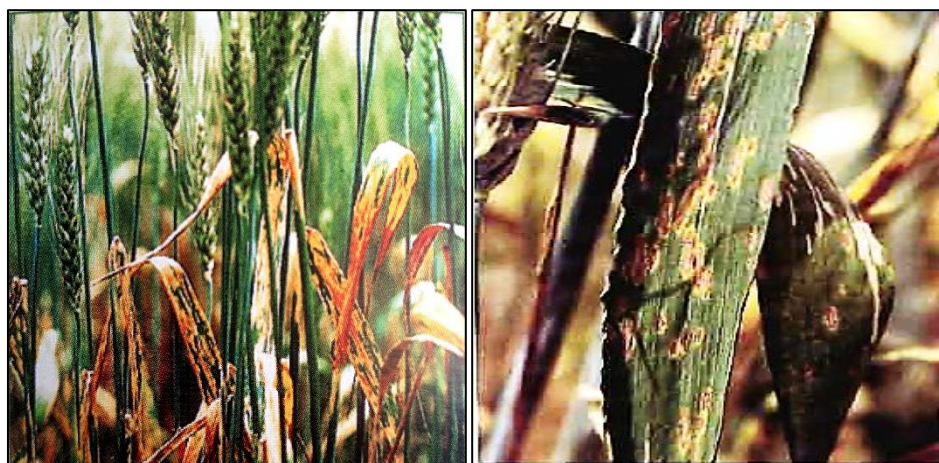


Figure 24: Symptômes de *Pyrenophora tritici-repentis* sur le blé (Wallwork,2000 ; Zillinsky, 1983).

c. Cycle de vie

L'agent pathogène se conserve sous forme de spores et de mycélium sur les résidus du blé infecté à la surface du sol. Sur les chaumes, les périthèces et le mycélium constituent la principale source d'inoculum primaire. En présence d'humidité, les périthèces libèrent les ascospores et le mycélium produit des conidies. Au cours de la saison d'infection secondaire est assurée par les conidies qui sont facilement disséminées par le vent. La germination de spores et l'infection des tissus sont favorisées par une durée d'humectation de feuillage de 24 à 48 heures. Les températures optimales pour l'infection se situent entre 18 et 28°C. Les conditions humides favorisent la sporulation au niveau du feuillage (Aouali et Douici, 2009) [Fig.25].

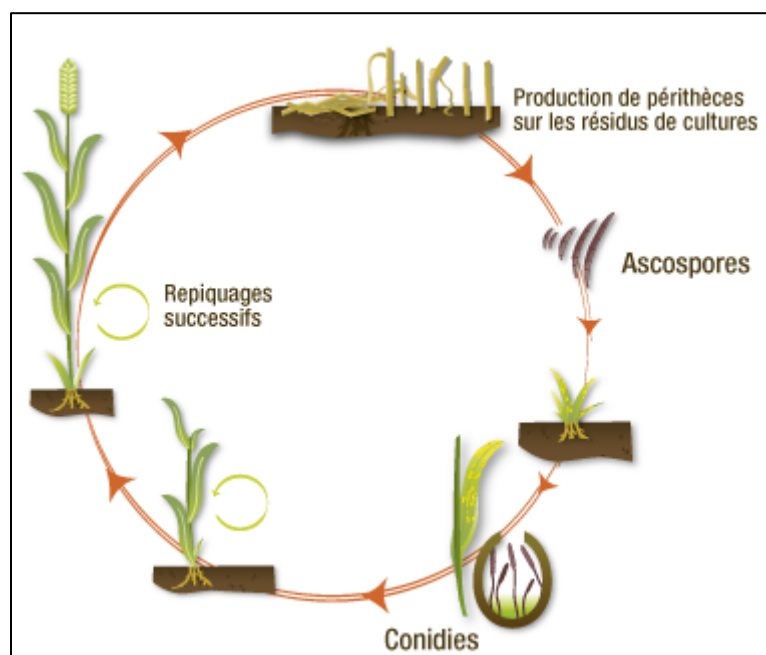


Figure 25: Cycle de développement de *Pyrenophora tritici repentis* (Site 06).

2.1.2.4 Fusariose de l'épi

De nombreuses espèces fongiques, notamment celles à l'anamorphe *Fusarium*, sont responsables de diverses maladies sur les blés à différents stades de leur développement végétatif (Boughalleb *et al.*, 2006).

Les pertes dans le blé sont principalement liées à la stérilité des fleurs et au faible poids des grains, en plus des toxines produites par le champignon qui, la plupart du temps, rend le blé impropre à la consommation humaine et animale (Bailey *et coll.*, 2004).

a. L'agent pathogène

Fusariose de l'épi provoqué par plusieurs espèces appartenant aux genres *Microdochium* (ne produit pas des toxines) et *Fusarium* du groupe *Rosreum* (produit des toxines) (Hamadach, 2013).

Il est possible de distinguer deux types de spores de *Fusarium* qui tous deux conduisent à la contamination des grains de céréales (Sutton, 1982). En effet, *Fusarium spp.* peuvent posséder deux modes de reproduction : un mode asexué (l'anamorphe : *Fusarium graminearum*), avec production de conidies ou de chlamydospores, et un mode sexué (téléomorphe ; *Gibberella zae*) avec production d'ascospores [Fig.26].



Figure 26: Conidies de *F. graminearum* (G :10 x 40) (Zillinsky, 1983).

b. Symptômes

Chez le blé de printemps ou d'automne, la maladie est caractérisée par un blanchissement et un dessèchement prématuré des épillets, qui deviennent souvent stériles. Quand la maladie attaque le rachis de l'épi de blé, les grains au-dessus du point d'infection sont souvent peu remplis. Quant aux grains formés dans les épillets infectés, ils sont la plupart du temps ratatinés, légers et, à l'occasion, blanchâtres ou roses (Sutton 1982 ; Bailey et coll. 2004).

Les symptômes peuvent se limiter à quelques épillets dans un champ lors d'une épidémie de faible intensité, mais peuvent aussi se répandre aux épis de la culture entière lorsque les conditions sont favorables à l'infection [Fig.27].



Figure 27: Symptômes de la fusariose de l'épi du blé ; les épis montrent plus ou moins d'épillets affectés (Quenneville et Lauzon, 1982).

c. Cycle de vie

Certaines espèces du genre *Fusarium* sont transmises par les semences et toutes les espèces de ce genre sont des champignons du sol capables de s'y conserver sous forme de mycélium et de périthèces dans les débris infectés et sous forme de chlamydozoospores.

L'infection commence à partir du sol ou des chaumes infectés et concerne les racines ou le collet et peut, par la suite, remonter jusqu'aux tiges. Sur les plantes infectées, le champignon forme son mycélium et libère ses conidies qui seront, pour certaines espèces, transportées par le vent et la pluie jusqu'aux épis dont l'infection peut avoir lieu dès l'épiaison.

Les épis atteints donnent des semences infectées capables de transmettre la maladie aux jeunes plantules (Bouzi, 2008).

Certaines conditions météorologiques sont essentielles pour favoriser la germination des spores et le développement des symptômes de la fusariose de l'épi. La température et l'humidité relative favorisant l'infection sont variables et interdépendantes (Rossi et coll, 2001). Pour *F. graminearum*, pas ou peu d'infection a lieu à des températures inférieures à 15°C (Parry et coll, 1995 ; Rossi et coll, 2001) [Fig.28].

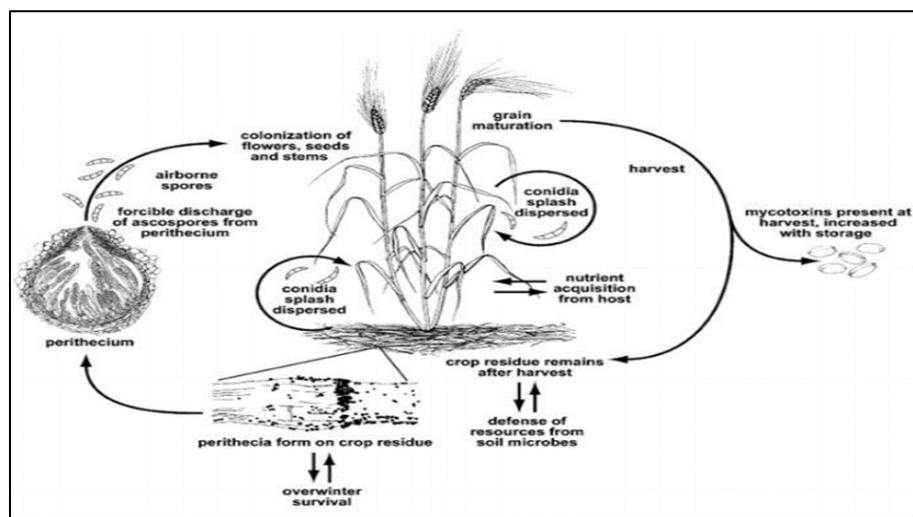


Figure 28: Cycle du *Fusarium graminearum* (fusariose des épis) de blé (Trail, 2009).

2.1.2.5 Oïdium

L'oïdium du blé, causé par le champignon *Blumeria graminis f.sp. tritici*, (Anamorphe: *Oidium monilioides*) est une maladie qui peut avoir un fort impact économique sur la production de blé, ce pathogène peut engendrer des réductions de rendement allant jusqu'à 30% (Mascher et al., 2006).

L'agent pathogène *Blumeria graminis* est un ascomycète biotrophe obligatoire qui infeste les espèces cultivées pertinentes telles que le blé et l'orge. Il provoque une maladie foliaire destructrice qui inflige de graves pertes économiques. Par conséquent, cet organisme est

considéré comme le sixième phytopathogène fongique le plus important au monde (Dean *etal.*, 2012).

a. Symptômes

Les premiers symptômes apparaissent sous forme d'un duvet blanchâtre ou gris pale sur les limbes des feuilles basales, puis se développent sur les feuilles des étages supérieures, en cas d'attaque sévère les taches apparaissent aussi sur les graines des feuilles et les glumes des épis(Aouali et Douici, 2009) [Fig.29].



Figure 29:Symptômes de l'oïdium sur les feuilles du blé (Wallwork, 2002).

b. Cycle de vie

L'agent pathogène se conserve sous forme de cleistothécies (spores sphériques de couleur noire), qui libèrent des ascospores assurant l'infection primaire. Le développement se fait à la surface de l'hôte et entraîne la formation d'un duvet blanc caractéristique de l'oïdium. La dissémination d'une plante à une autre est assurée par les conidies qui sont transportées par le vent.

La germination des conidies se fait à des températures comprises entre 5°C et 30°C sans présence d'eau libre (Aouali et Douici, 2009).

C'est une maladie qui se développe beaucoup lorsque l'humidité est moyenne et non en présence d'eau à l'état liquide car les conidies ne germent pas dedans. C'est ainsi que les hivers et printemps très pluvieux sont défavorables à cette maladie. Les températures favorables sont comprises entre 15 et 20 °C et ceci explique l'apparition de cette maladie tôt en hiver(Bouزيد, 2008) [Fig.30].

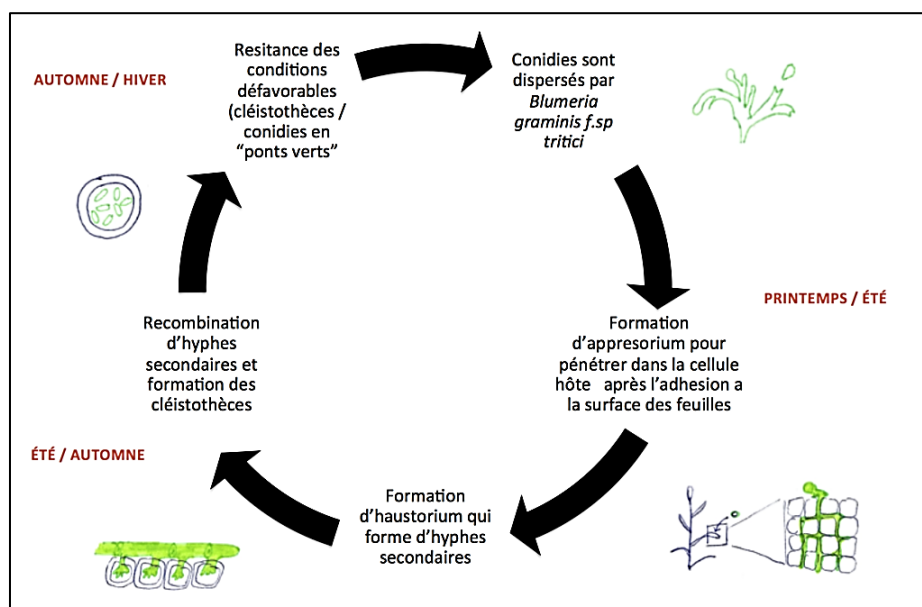


Figure 30: Cycle de vie de *Blumeria graminis* (oïdium) sur le blé (Site 02).

2.1.2.6 Charbon nu

La maladie du charbon est une maladie existe dans les 3 zones de Maghreb. Le terme de charbon que porte cette maladie est justifié par l'apparition au niveau de certain organe de la plante, au terme d'une longue vie mycélienne à l'intérieure du végétale, de masses pulvérulentes noires consistées d'un nombre considérable de spores (Rapilly *et al.*, 1971).

a. L'agent pathogène

Le charbon nu cause par le champignon basidiomycète *Ustilago nuda*, (champignon produit des basidiospores) et appartient à la classe des Ustilaginomycètes (champignons passant par un stade téliospore) (Bouziid, 2008) [Fig 31].

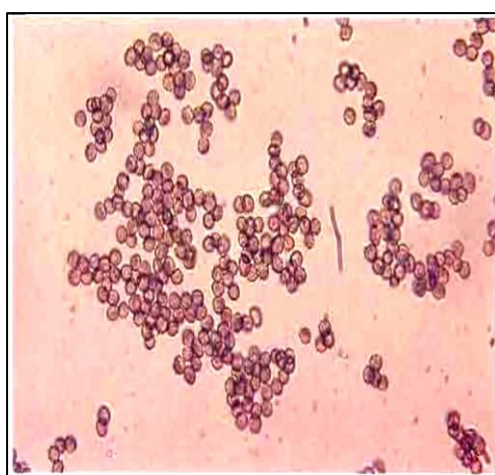


Figure 31: Spores typiques de *Ustilago nuda* (G :10 x 40) (Zillinsky, 1983).

b. Symptômes

Les symptômes de charbon nu du blé apparaissent à l'épiaison. Les épis atteints sont totalement détruits. Le caryopse et ses enveloppes sont réduits à l'état de poudre noirâtre. Les épis donnent alors l'impression d'être brulés ou calcinés (Boulal *et al.*, 2007) [Fig.32].



Figure 32: Symptômes de charbon nu sur le blé (Wallwork, 2000).

c. Cycle de vie

L'Origine de l'infection du blé est la semence. Le champignon se conserve dans l'embryon de la graine sous forme de mycélium dormant. Lors de la germination de la graine le mycélium se développe, ainsi les jeunes plantules sont infectées et l'infection atteint l'apex. A l'épiaison tout le tissu de l'épi sauf le rachis est transformé en une masse sporifère.

Les spores sont ensuite libérées et infectent ainsi les plantes voisines. Les mycéliums infecte par la suite le jeune embryon. Celui-ci ne montre aucun symptôme et se développe normalement (Aouali et Douici, 2009).

L'infection maximale se fait en conditions de forte humidité, une température entre 16°C et 22°C et avant la floraison (Hamadach, 2013) [Fig.33].

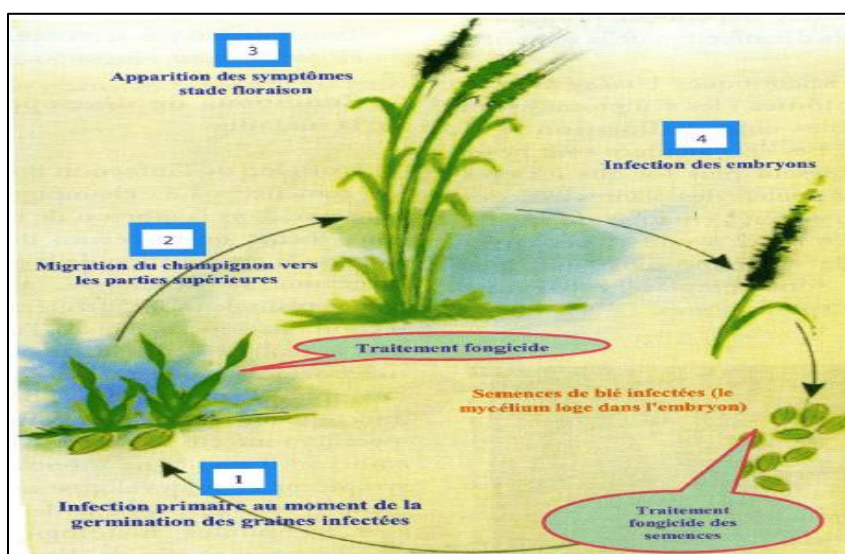


Figure 33: Cycle de développement *Ustilago nuda* (charbon nu) sur le blé (Yahyaoui *et al.*, 2003).

2.1.2.7 Carie du blé

Le carie du blé est très répandu dans les pays du Maghreb et très préjudiciable à la qualité des graines (Boulal *et al.*, 2007).

Le carie est une maladie causée par les champignons basidiomycètes *Tilletia carie* et *t.foetida* sont des pathogènes obligatoirement transmis par la semence ou le sol (Hamadach, 2013).

a. Symptômes

Les symptômes n'apparaissent qu'au moment du remplissage des grains. Seul le contenu du grain est transformé en une masse poudreuse noirâtre alors que les glumes et les glumelles sont épargnées. Les épis caries sont difficiles à détecter avant le battage.

Parmi les signes indiquant la présence des épis caries dans un champ au moment du remplissage des grains, on peut citer la couleur vert foncé des glumes et des glumelles et les épillets qui s'écartent du rachis (Ezzahiri, 2001) [Fig.34].



Figure 34: Epis de blé attaqué par le carie commune -*Tilletia carie*- (Zillinsky, 1983).

b. Cycle de vie

L'agent causal conserve dans la graine du blé ou dans le sol. Au moment de la germination des semences du blé, les téliosporos du champignon germent et produisent des basides qui libèrent des basidiospores. Ces dernières fusionnent et produisent des conidies qui germent et infectent la plantule du blé juste après sa germination (infection embryonnaire).

Si les conditions du milieu sont favorables à la plante du blé (eau disponible, température supérieure du sol à 20°C, fumure équilibrée...), les semences germent et les plantules se développent plus vite que le champignon de façon à ce qu'une grande partie de la culture échappe à l'infection, étant donné que le champignon ne peut plus attaquer la plantule lorsqu'elle arrive au stade 1-2 feuilles. Quand les grains du blé commencent à se former, le

champignonles envahit de l'intérieur et y forme ses téliospores. Seule l'enveloppe du grain persiste.

Au moment de la moisson et du battage, les grains cassés libèrent les téliospores sous forme d'une poussière noire qui pollue les grains sains et le sol ce qui permet au champignon de se transmettre aux cultures de blé de l'année suivante (Bouziid, 2008) [Fig.35].

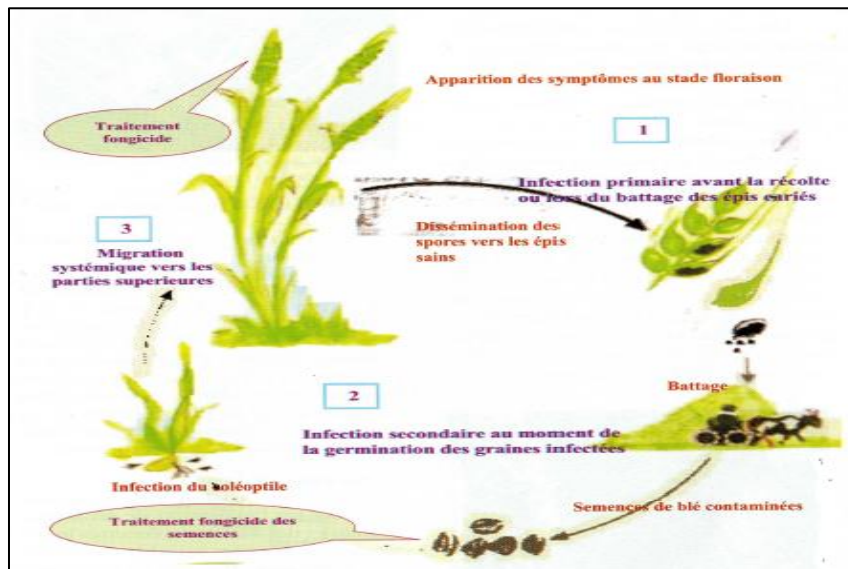


Figure 35: Cycle de développement du carie commune - *Tilletia carie* - (Yahyaoui et al., 2003).

2.2 Méthodes de luttés

La pierre angulaire dans tout programme de lutte contre les maladies est le diagnostic correct de l'agent pathogène ou la maladie. Il est aussi indispensable de connaître le cycle évolutif de l'agent pathogène et les conditions nécessaires favorables au développement de la maladie.

La lutte contre les maladies du blé peut se faire par plusieurs voies : chimique, culturale, génétique et intégrée. En générale, il est recommandé de suivre l'état sanitaire des trois feuilles de l'épi. Tout risque d'attaque de ces feuilles nécessite un traitement ou des traitements préventifs ou curatifs selon la situation (Hamadach, 2013).

La gestion des maladies est principalement assurée par l'utilisation de cultivars résistants et de pesticides. Cependant, certains agents pathogènes ont des capacités d'adaptation élevées. Ils peuvent surmonter la résistance des cultivars relativement rapidement (Vallavieille-Pope et al., 2012) et développer une résistance aux pesticides (Leroux et Walker, 2011).

2.2.1 Lutte culturale

- La gestion des maladies est principalement assurée par l'utilisation de cultivars et de pesticides résistants. Cependant, certains agents pathogènes ont des capacités d'adaptation élevées. Ils peuvent surmonter la résistance des cultivars assez

rapidement (Vallavieille-Pope *et al.*, 2012) et développer une résistance aux pesticides (Leroux et Walker, 2011).

- L'application d'une rotation appropriée : Vise à diminuer la quantité de champignons phytopathogènes dans le sol ce qui aura un effet positif sur la diminution du risque d'une infection hâtive (Lacroix, 2002).
- Les mélanges de cultivars consistent à cultiver différents cultivars ensemble dans le même champ. Cette pratique culturelle peut permettre de réduire la propagation de la maladie si les mélanges sont correctement conçus, en particulier si les cultivars choisis présentent des niveaux de résistance contrastés à la maladie ciblée (Finckh et Wolfe, 2006 ; Gigot *et al.*, 2014).

2.2.2 Lutte intégrée

Selon Hamadach (2013), la lutte intégrée consiste est un ensemble de techniques et de procédés qui limitent en enrayent les agents pathogènes.

Les facteurs qui assurent une meilleure protection de la culture, de l'environnement et garantissent une production sont :

- Le choix de variétés tolérantes
- La rotation des cultures
- Le travail du sol
- La fertilisation raisonnée et équilibrée
- La date de semis et le traitement de semence.

2.2.3 Lutte chimique

La lutte chimique se fait par l'usage de produit chimiques (fongicides), elle peut se faire en traitent la semence, la végétation ou les deux (Hamadach,2013).

L'utilisation de fongicides peut s'avérer efficace pour lutter contre certaines maladies fongiques et pourrait permettre d'augmenter les rendements en grains des céréales.

Plusieurs critères devraient être évalués avant de décider d'utiliser des fongicides en grandes cultures : la résistance ou la sensibilité des cultivars et des hybrides, les quantités de résidus de culture au champ, le précédent cultural, les dates de semis, les prévisions météorologiques, les coûts d'achat et d'application des fongicides, etc... (Tremblay *et al.*, 2016) [Tab.06].

Tableau 6: Exemples des fongicides foliaires appliqués en grandes cultures pour la lutte contre les maladies fongiques (Gilles *et al.*, 2016).

Fongicides	Effet sur le champignon
Les strobilurines (l'axoxystrobine, la fluoxastrobine, la picoxystrobine, la pyraclostrobine, trifloxystrobine).	Bloquent la synthèse des quinones dans les mitochondries des cellules des champignons.
Les triazolinthiones (propiconazole, prothioconazole)	Bloquent la synthèse des stérols (des lipides ou des gras) nécessaires au bon fonctionnement cellulaire des champignons.
Les carboxamides (fluxapyroxade, penthiopyrade)	Bloquent la synthèse d'un enzyme (déshydrogénase succinate) essentiel aux mitochondries des cellules des champignons

2.2.4 Lutte génétique

Cette méthode de lutte est basée sur l'utilisation de cultivars résistants pour aider à diminuer la progression d'une maladie dans le champ (**Lacroix et al., 2002**).

La sélection des variétés pour la tolérance aux maladies fongiques permet une stabilité de la production dans le temps. L'obtention d'une variété résistante ou tolérante à une ou plusieurs maladies est une action de longue haleine et pluridisciplinaire.

Selon **Hamadach (2013)**, Les plantes cultivées utilisent plusieurs mécanismes pour se défendre contre les agents pathogènes : l'esquive (précocité de végétation ou maturité), la tolérance l'hypersensibilité et la résistance proprement-dite. Donc la lutte génétique permet d'éliminer les pertes dues aux maladies et permet d'éviter les autres méthodes de lutte qui sont généralement chères et polluantes (**Bouziid, 2008**).



PARTIE 2 :
EXPERIMENTATION



3 Matériels et méthode

3.1 Description du site

Notre travail a été effectué au cours de la campagne 2019-2020 sur la parcelle qui est affiliée au CRBT de wilaya de Constantine, au niveau du Baairawiya – khroube. Le site se trouve à l'altitude de 535 m, à l'altitude de 36°43,75'15 Nord et à la longitude de 6 ° 46,28'39 Est.

La superficie de l'essai est de 5 hectares, divisée en micro parcelles représentant les différentes variétés de **blé dur** (GTA-dur, Simeto, Boussellam, Wahbi, Core, Cirta, Waha, Simeto A, Anakomarzo, Ciccio)[Fig.36]; de **blé tendre** (HD1220, Ain Abid, Akhamoukh, Boumerzoug, Anapo, ARZ, Anforita)[Fig.37] et **d'orge** (Saida, Dingo, Fouara)[Fig.38]. Chaque variété est répétée en trois parcelles élémentaires dans le cadre d'un essai de fertilisation azotée.



Figure 36: Les variétés de blé dur



Figure 37: Les variétés de blé tendre



Figure 38: Les variétés de l'orge

3.2 Mise en place de la culture

3.2.1 Préparation du sol

L'essai est installé sur une parcelle dont le précédent cultural est une céréale. Le labour est réalisé durant le mois de septembre, les façons superficielles sont effectuées le 28 novembre 2019.

3.2.2 Semis

Le semis est réalisé le 3 décembre 2019 avec un semoir combiné. La dose de semis pour le blé dur est de 1,45 q/ha, le blé tendre 1,35 q/ha et l'orge 1,30 q/ha.

3.2.3 Fertilisation

La fertilisation de fond est réalisée en utilisant du MAP (1q/ha) et de l'Urée à 46% (1q/ha) pour tester son efficacité apportée en ce moment. La fertilisation de couverture est réalisée en fonction du dispositif expérimental (1q/ha) au stade épi 1 cm.

3.3 Dispositif du champ

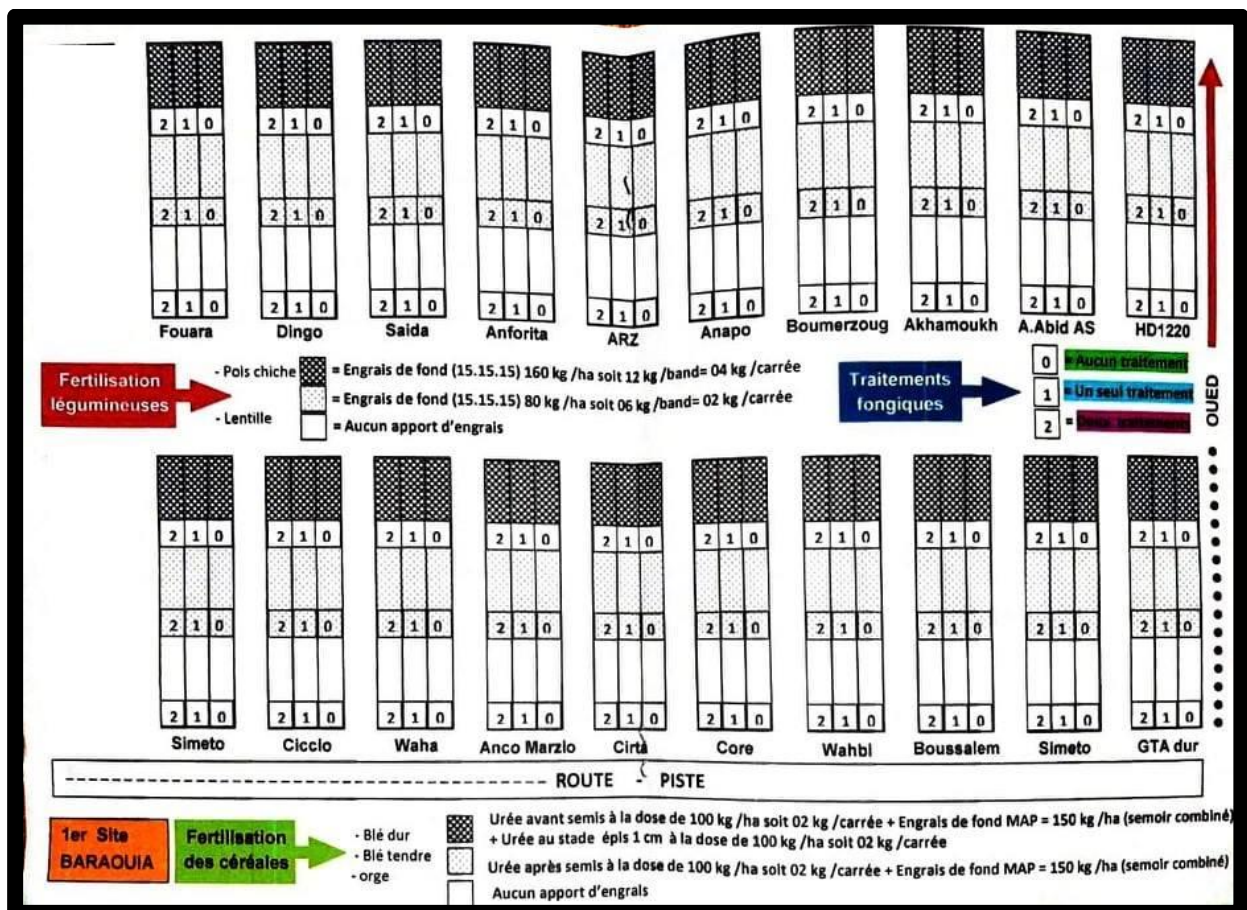


Figure 39: Schéma de dispositif du champ (Source-dépliant).

3.4 Méthode d'échantillonnage en plein champs

Les notations sont réalisées au stade plantules pour les maladies du collet et aux cours de la végétation (mars) concernant les maladies foliaires à raison de d'une à deux fois par semaine selon les conditions climatiques.

Des échantillons de matériel végétal infecté sont prélevés afin de confirmer le diagnostic au laboratoire.

3.5 Diagnostique au laboratoire

Les échantillons portant des symptômes spécifiques aux maladies fongique des céréales sont analysés au laboratoire, de l'Institut National de Recherches Agronomiques – Unité de recherche Constantine, afin d'isoler et d'identifier les agents pathogènes responsables des maladies fongiques étudiées.

Matériels utilisés

Produits et matériels utilisé [Fig.40].

- Bec benzène
- Boite pétrie
- Pipette pasteur
- Papier absorbant stérile
- Lame
- Binoculaire
- Microscope
- Eau distillée
- Eau de Javel
- Bleu Cotton
- Huile immersion
- Etuve
- Autoclave
- Milieu de culture (PDA, YMA, V8).

Les boîtes de pétrie portant les fructifications sur milieu de culture sont à 25°C pendant 7 jours puis purifiés si nécessaire.

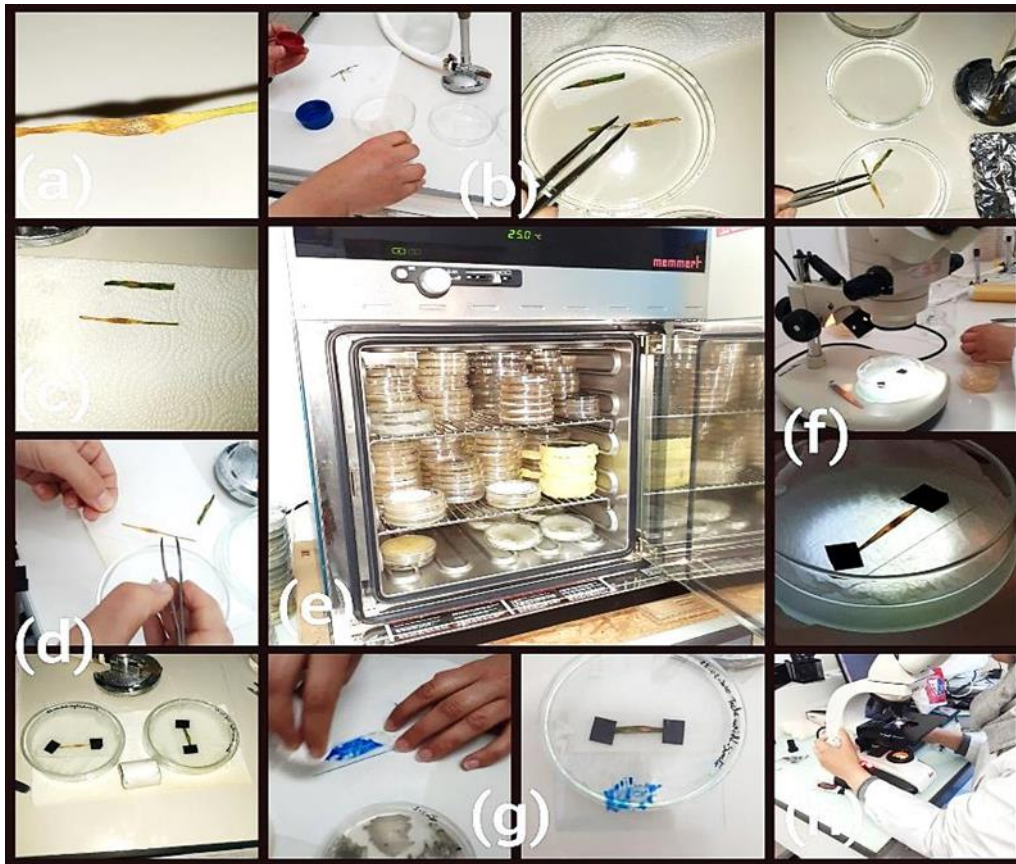


Figure 41: Les étapes d'isolement dans la chambre humide (INRAA).

3.5.1.2 Méthode directe

Cette technique c'est l'une des techniques d'isolement directe dans laquelle on utilise le milieu de culture PDA (Potato dextrose agar). Ce milieu contient les principaux aliments nutritifs favorables au développement de la majorité des champignons. Dans notre cas, cette méthode est utilisée pour l'isolement du piétin échaudage. À partir du collet [Fig.42].

- Couper le collet de la plante infecté en petits bout de 2 à 3 mm.
- Stérilisation à l'eau de javel à 2% durant 2 minutes.
- Rinçage à l'eau distillée stérile deux fois successivement durant 2 minutes à chaque fois.
- Séchage à l'aide de papier absorbant stérilisé à 120°C durant une heure.
- Mise en boîte de pétri contenant du milieu PDA et fermé en papier film pour éviter la contamination.
- Incubation à 25°C durant 7 jours.

L'observation microscopique

Pour les deux méthodes, elle se fait par l'utilisation de la méthode de scotche avec une coloration au bleu de méthylène.



Figure 42: Etapes d'isolement du *Gaeumannomyces graminis*(INRAA).



Résultats Et Discussion

1 Résultats

1.1 Maladies observées en plein champs

Suite aux sorties sur le terrain plusieurs maladies fongiques sont observées sur plusieurs variétés notées dans le tableau en ci-après. Néanmoins la sévérité des maladies est faible à cause des conditions climatiques peu favorables au développement de ces dernières (manque de précipitations durant la période décembre – février).

Tableau 7: Les maladies observées en plein champs

Maladie	Variétés touchée	Symptômes
Tache septorienne	GTA-dur (blé dur)	Taches brun clair avec des ponctuations noires.
Tache bronzée du blé	Simeto ; Ciccio (blé dur)	Taches prennent un aspect bronzé avec un halo jaune sur sa bordure et une tache plus foncée au milieu.
Piétin échaudage	Simeto A (blé dur)	Stries noires qui s'étendent sous forme de trait de plume en suivant les nervures.
Rayure réticulée	Fouara (orge)	Taches de couleur brun foncé avec des nécrose ovale.
Rhynchosporiose	Fouara (orge)	Taches au contour brun foncé, et les nécroses s'étendent en zones irrégulière sur le limbe.

1.2 Identification au laboratoire

1.2.1 Septoriose « *Zymoseptoria tritici* »

- **Identification macroscopique**

La culture est représentée par une texture crémeuse de couleur rose pale.

- **Identification microscopique**

Les conidies sont des bâtonnets allongés, étroits, courbes, filiformes, et cloisonnées 4 à 6 septas, présence de la forme d'une " tête de serpent " en extrémité [Fig.43].

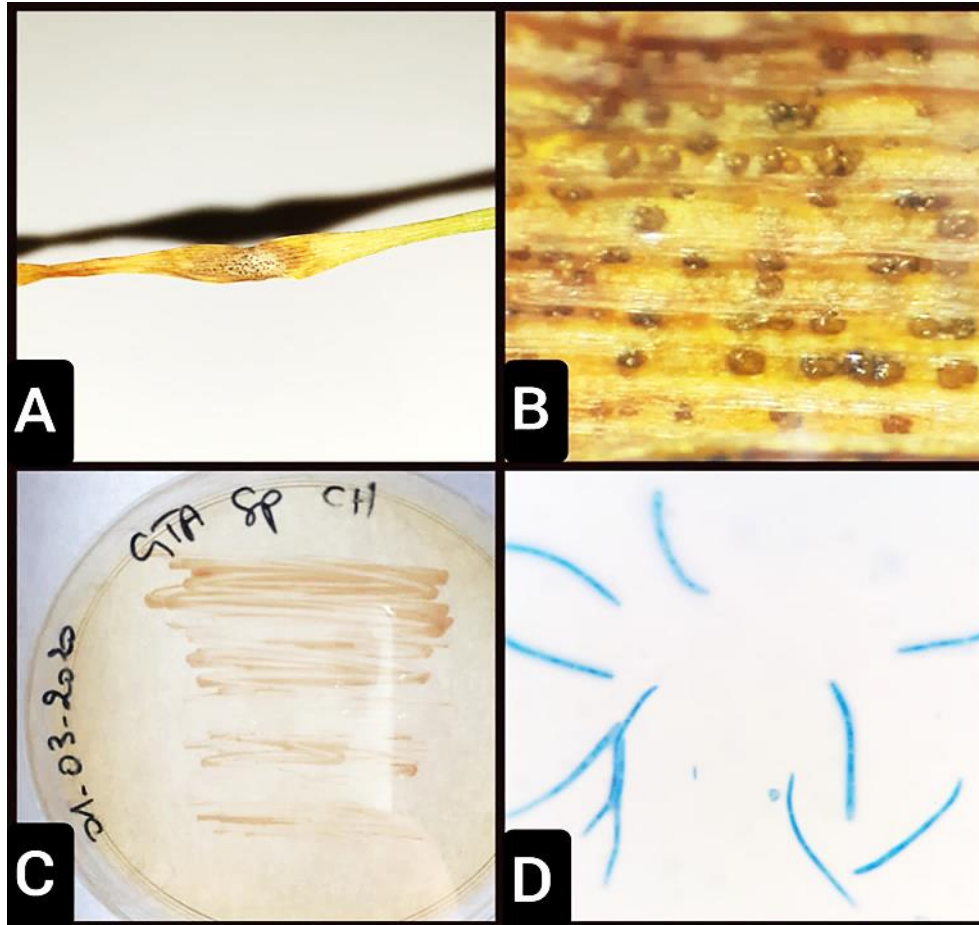


Figure 43:Caractérisation de *Zymoseptoria tritici* (A) Symptômes de septoriose sur feuille, (B) Observation sous binoculaire des cirrhes de *Z. tritici*, (C) Aspect yeast-like (levure) de la culture de *Z. tritici* sur milieu YMA, (D) Observation microscopique des conidies (G : 10x100).

1.2.2 Tache auréolée« *Pyrenophora tritici-repentis* »

La culture sur milieu PDA et V8-PDA est de couleur verte un peu clair et cotonneux par moments.

L'observation microscopique révèle des conidies de forme cylindrique, le segment basal est conique donne la forme d'une «tête de serpent » et cloisonnée de 6 septas [Fig.44].

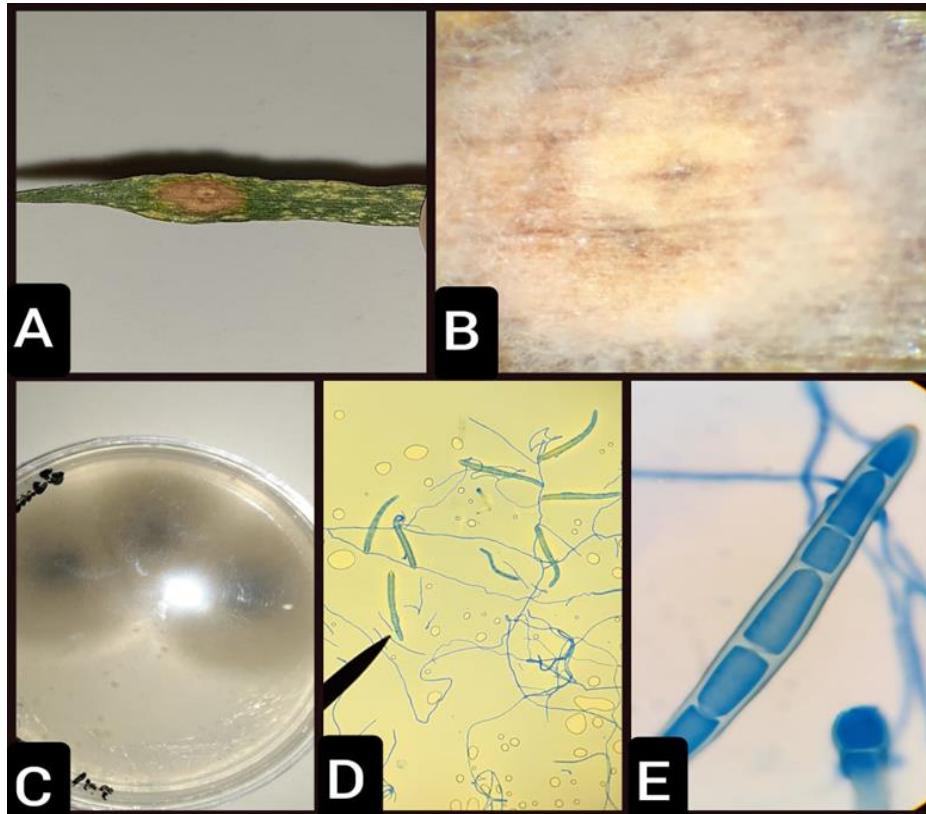


Figure 44: Caractérisation de la tache bronzée du blé. (A) Symptômes de la tache bronzée sur la feuille ; (B) Observation sous binoculaire des fragments issus de la chambre humide ; (C) Aspect morphologique de la culture de *P. tritici-repentis* ; (D) Observation microscopique des conidies de *P. tritici-repentis* (G : 10 x 10) ; (E) Observation microscopique des conidies de *P. tritici-repentis* (G : 10 x 100).

1.2.3 Piétin échaudage « *Gaeumannomyces graminis* »

La culture a un aspect rosâtre avec un mycélium blanc cotonneux de croissance rapide
Sous microscope on peut observer des spores avec droite est droit ou faiblement arqué, le segment basal est allongé, effilée, légèrement courbe et pointue et aussi cloisonnée de 3 à 7 septas [Fig.45].

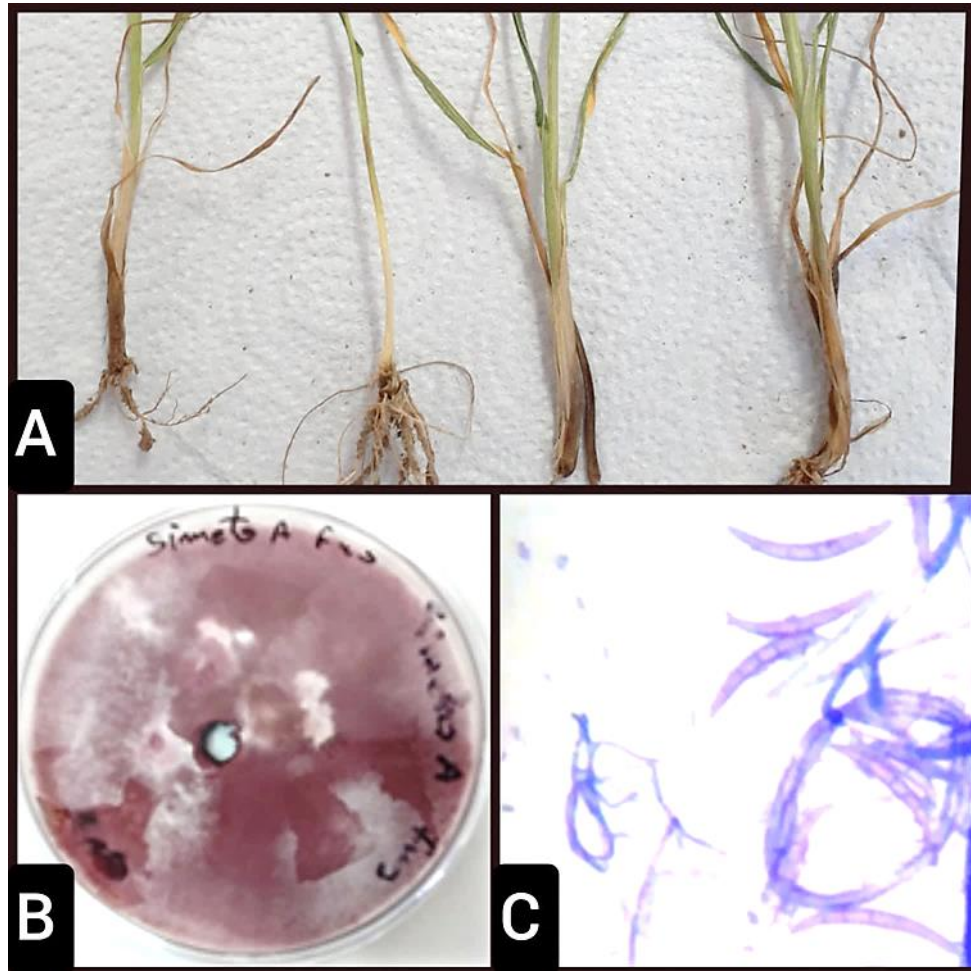


Figure 45: Caractéristiques du piétin échaudage. (A) Symptômes du piétin au niveau du collet ; (B) Aspect de la culture du Fusarium sur milieu PDA ; (C) Observation microscopique des conidies de *G. graminis* (G : 10 x 100).

1.2.1 La rayure réticulée de l'orge «*Pyrenophora teres*»

La culture sur milieu PDA a un aspect vert foncé à grisâtre.

L'observation microscopique révèle la présence de conidiophores isolés ou en fascicules de deux ou trois, sont de couleur bleu clair, le segment est dilaté. Les conidies sont cylindriques de couleur bleu foncé et cloisonnée de 5 septas [Fig.46].

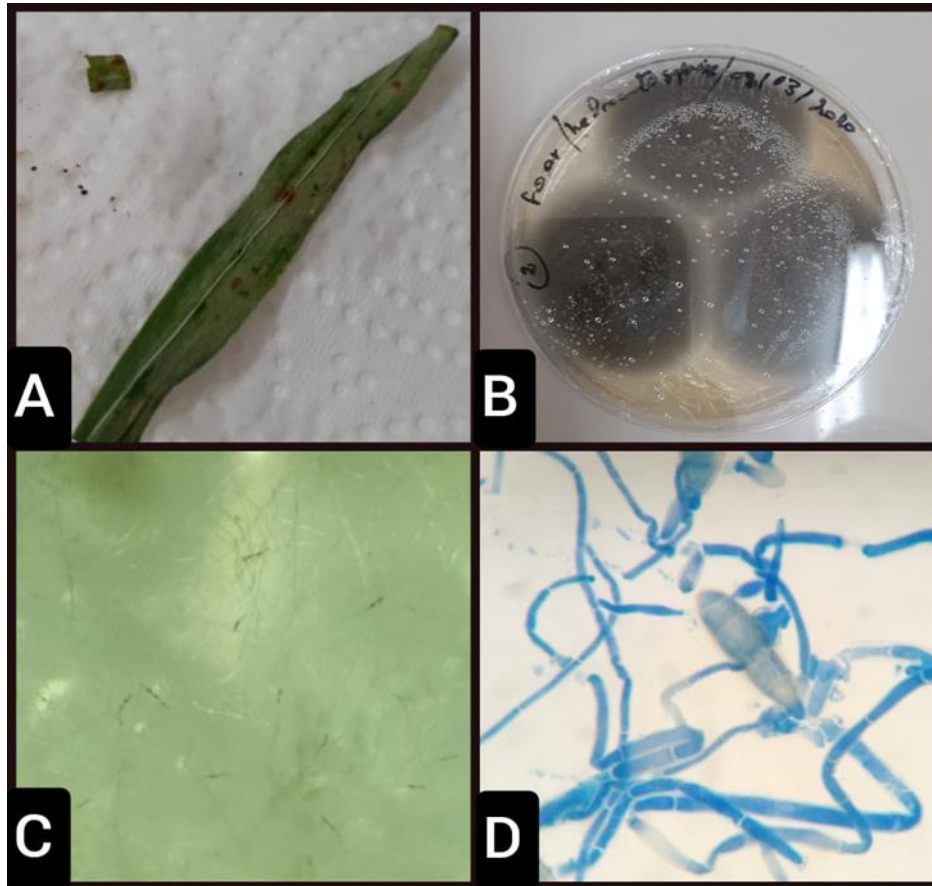


Figure 46: Caractéristiques de la rayure réticulée du blé. (A) Symptômes de la rayure réticulée sur limbe d'orge, (B) Aspect morphologique de la culture de *P. teres* sur milieu PDA ; (C) Observation sous binoculaire du mycélium et conidies de *P. teres* (G : 10 x 4,5) ; (D) Observation microscopique des conidies de *P. teres* (G : 10 x 10).

1.2.2 Rhynchosporiose « *Rhynchosporium secalis* »

L'aspect de la culture la culture est d'une couleur verte à brune, le mycélium est blanc et peut ramifiant.

Les conidies apparaissent de forme et démentions variables, courbées et cloisonnées de 2 à 3 septas [Fig 47].

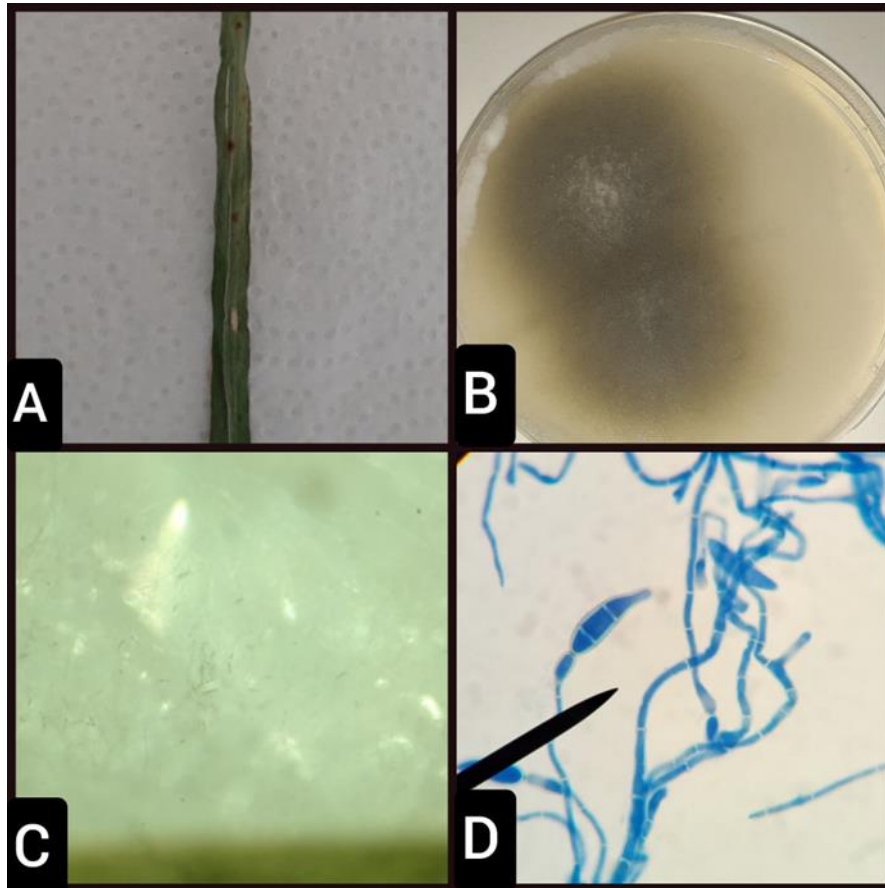


Figure 47: Caractéristiques de la rhynchosporiose de l'orge. (A) Symptôme de la rhynchosporiose sur feuille d'orge ; (B) Aspect morphologique de la culture de *R. secalis* ; (C) Observation sous binoculaire de *R. secalis* (G : 10 x 4,5) ; (D) Observationmicroscopique des conidies de *R. secalis* (G : 10 x 100).

2 Discussion

Les résultats obtenus durant cette période concernant le diagnostic des maladies fongiques des céréales sont étroitement liés aux conditions climatiques de la campagne. En effet, les marqueurs climatiques des mois de janvier et février de l'année 2020 n'étaient pas favorables pour le développement des maladies, soit une température entre 11°C et 24°C et des précipitations quasiment nulles pendant toute la période 10% et 40%.

D'une autre part, les conditions favorables pour l'infection et le développement des maladies cryptogamiques sont : une température entre 16°C et 22°C, l'humidité supérieure à 80% et le taux de précipitation doit être élevé, chose confirmé par **Ezzahiri (2001) et Aouali et Douici (2004)**.

Les céréales peuvent être attaqué par de multiple maladies durant leur cycle de développement. Ce qui cause des pertes de rendement importants, surtout lorsque la variété utilisée est sensible et que les conditions de l'environnement sont favorables au développement des agents pathogènes et particulièrement les agents cryptogamiques qui cause des dégâts importants, chose confirmé par **Aouali et Douici (2004)**.

Les conditions de l'environnement peuvent affecter plus ou moins la croissance, la sensibilité et la résistance de la plante hôte, la croissance, la multiplication, le degré de virulence et la dispersion du pathogène. Selon **Bouزيد (2008)**, il existe une interaction plante hôte- pathogène – environnement.

La variété GTA (blé dur) été touchée par la tache septorienne avec une faible intensité parce que cette maladie a besoins de goutte de pluie pour se propager et contaminer les autres étages foliaires. Chose confirmé par **Aouali et Douici (2004)**.

Les variétés Simeto et Ciccio sont touchées par la tache bronzée du blé, l'inoculum primaire peut être apporté par la semence ou bien des chaumes infectés de l'année précédente.

Le piétin échaudage est apparu au niveau de la variété Simeto A, cela peut être dû à une semence infectée précédemment car la maladie est absente au niveau des autres variétés ou bien Simeto A est plus sensible à la souche de ce pathogène. Selon **Bailey et al. (1989)** cette maladie est agressive dans les conditions de faible pluviométrie et température élevées.

La variété Fouara (orge) été touché par la rayure réticulée, selon **Aouali et Douici (2004)**, cette maladie se dissémine par le vent et la pluie, le pathogène a besoin d'une forte humidité et une température élevée mais elle n'a pas trouvé les conditions favorables pour la dissémination.

Cette variété est aussi touchée par la rhynchosporiose. Selon **Sayoud et al. (1999)**, cette maladie est répandue dans les conditions humides et à faible température, elle est disséminée par la pluie et le vent.

En comparaison avec la campagne agricole 2017/2018, les conditions climatiques étaient favorables (température de 6°C à 14°C, humidité 70% - 76% et la précipitation 92,2 mm), qui ont aidée de l'apparition et la dissémination des maladies fongiques sur les céréales.



CONCLUSION

Conclusion et perspectives

Le blé et l'orge peuvent être attaqués par de nombreuses maladies à différents stades de culture. Ces attaques peuvent occasionner des pertes importantes de rendement lorsque la variété utilisée est sensible et les conditions climatiques sont favorables.

Cette étude nous a permis d'identifier quelques maladies cryptogamiques de différentes variétés : chez le blé dur sur les variétés GTA-dur, Simeto et Ciccio, nous avons noté la tache septorienne « *Zymoseptoria tritici* », la tache bronzée « *Perynophora tritici-repentis* », le piétin échaudage « *Gaeumannomyces graminis* ». Au niveau de l'orge (Fouara) deux maladies sont identifiées la rayure réticulée « *Pyrenophora teres* » et la rhynchosporiose « *Rhynchosporium secalis* ».

Par contre aucun symptôme n'a été observé au niveau des variétés de blé tendre.

D'après les résultats obtenus suite aux sorties sur terrain, l'apparition et le développement des maladies sur champ sont conditionnées par les conditions climatiques notamment la température et la pluviométrie. Vu, les conditions climatiques de l'année (période janvier – février sèche) le taux des maladies fongiques retrouvées est faible durant la campagne agricole 2019/2020.

Pour une installation de la culture il est nécessaire de bien respecter l'itinéraire technique : travailler le sol avant le semis au cas où le précédent cultural est une graminée, respecter la bonne densité pour les variétés sensibles, utiliser des semences traitées et de variétés résistantes ou faiblement sensibles est nécessaire.

Il est nécessaire aussi de respecter le protocole de lutte pour lutter contre les maladies fongiques (combinaison du chimique et du mécanique). La lutte chimique peut être préventive où les fongicides doivent être présents sur la surface des plantes avant le pathogène et une lutte curative où le fongicide est absorbé par les plantes et transporté intérieurement dans tous les espaces. Sans oublier d'utiliser le bon fongicide au bon moment.

Il serait intéressant de poursuivre ce travail durant plusieurs campagnes pour vérifier les résultats et d'inclure les résultats de ce travail dans un programme d'amélioration variétal.



**Références
Bibliographiques**

Références bibliographiques

1. **Agrios G., (1997).** Plant pathology. Academic Press.
2. **Ali S., and Franc L.J.; 2003.** Population structure of *Pyrenophora tritici-repentis* prevalent on wheat and noncereal grasses in the Great Plains. Plant Dis. 87 : 418–422.
3. **Allioui N., Siah A., Brinis L., Reignault P., and Halama P., (2014).** Mating type distribution provides evidence for sexual reproduction of *Mycosphaerella graminicola* in Algeria. Canadian Journal of Plant Pathology, 36(4), 475-481.
4. **Anikster Y., Bushnell W.R., Eilam T., Maniesterski J., and Roelfs A.P. 1997.** *Puccinia recondita* causing leaf rust on cultivated wheats, wild wheats and rye. Canadian journal. Botany.75 : 2082-2096.
5. **Anonyme, 2020.** Maladies et insectes des céréales en Algérie. Syngenta. Guide de champ.
6. **Anonyme, 2013.** Une brève histoire des céréales .intercourtage-bayonne.
7. **Anonyme, 2017.** *Pyrenophora graminea*. clemson university usda cooperative experience slide series bugwood.org. INRA.Fr.
8. **Anonyme, 2011.** Czech Republic, Brno, mikroskopovaný preparát, mendelu.cz.
9. **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. P14-23.
10. **Aragona M. and A., Porta-Puglia., 1999.** Identification of resistance to barley leaf stipe using a *Pyrenophora graminea* transformant expressing B-glucuronidase. European journal of Plant pathol, 105 : 831-834.
11. **Bahloul A., 1989.** La fertilisation azotée raisonnée des céréales.
12. **Bailey K. L., Couture L., Gossen B. D., Gugel R. K. et Morrall R.A.A., 2004.** Maladie des grandes cultures au Canada. La Société Canadienne de Phytopathologie, Saskatoon, SK. 318 p. mémoire Québec.
13. **Belaid D., 1996.** Aspect de la céréaliculture algérienne. Office des Publications Universitaires, Alger 207-217 p.
14. **Belaid DJ., 1986.** Aspect de la céréaliculture algérienne, OPU, 207 p.
15. **Ben Naceur M., R. Chaabane H. Sdiri, M.L. Meddahi M et Selmi., 2001.** Effet du stress salin sur la germination, la croissance et la production en grains de quelques variétés maghrébines de blé. Sécheresse, 12, 167-174.
16. **Benbelkacem A., 1991.** Adaptation of cereals to extreme environments, Field crops Research.

17. **Boubekeur R., Ezzahiri B., et Benbelkacem A., 1996.** Étude de la virulence de quelques isolats maghrébins de *Puccinia recondita f.sp.tritici* agent de la rouille brune du blé., Porceedings deuxième symposium régional sur les maladies des céréales et des légumineuses alimentaires.
18. **Benbelkacem A., Benslimane, H., Arkoub F. Z., Zouaoui B., Boulif, M. and AissataA., 2002.** Net blotch and leaf stripe of barley in Algeria: incidence of pathogens, pathological diversity and resistance to *Pyrenophora graminea* and *P. teres*. In: Proceeding of the 2nd Symposium of Barley Foliar Diseases, eds. By A. H. Yahyaoui, L. Brader, A. Tekauz, H. Wallwork and B. Steffenson. ICARDA, Aleppo, Syria.
19. **Benlaribi M., 1990.** Adaptation au déficit hydrique chez le blé dur (*Triticum durumDesf.*) : Etude des caractères morphologiques et physiologiques. Thèse de Doctorat d'Etat, I.S.N.- Université de Constantine, 164 p.
20. **BoughallebN., Souli M., KarbousB., and MahjoubE. M. E. L., (2006).**Identification et répartition géographique des fusarioses affectant l'épi et le pied du blé dans certaines régions du Nord de la Tunisie : Identification et répartition géographique des fusarioses. EPPO Bulletin, 36(3), 512-516.
21. **Boulal H., Zaghouane O., El mourid M., et Rezgui S., 2007.**Guide pratique de la conduite des céréales d'automne (Blés et Orge) dans le Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie). 117-131p.
22. **Bouzid N., 2008.** Principales maladies fongiques des céréales et des légumineuses en Tunisies, Centre de publication universitaire, p 68.
23. **Brennan C. J., Benbow H. R., Mullin E., and Doohan F. M., (2019).** A review of the known unknowns in the early stages of *Septoria tritici* blotch disease of wheat. Plant Pathology, 68(8), 1427-1438.
24. **Brink M., and BelayG., 2006.** Ressources végétales de l'Afrique tropicale 1. Céréales et légumes secs. *Hordeum vulgare*L.91-92p.
25. **Brunt A.A., Crabtree K., Dallwitz M.J., Gibbs A.J. and Watson L., eds., 1996.** Viruses of plants - descriptions and lists from the VIDE database. Wallingford, UK, CAB International. 1484 pp.
26. **Camille M., 1980.** Céréales. Phytotechnie spéciale bases scientifiques et techniques de la production des principales espèces de grande culture en France. Maison rustique,PARIS ,1980. 318p.
27. **CaronD., (1993).** Maladies des blés et des orges. ITCF. Céréales de France.

28. **Chaves M. S., Martinelli J. A., WespC. de L., and Graichen, 2008.** Global Science Books. history, biology and control. The Cereal Rusts: An Overview. 4-9p.
29. **CharvetJ. (1977).** [En ligne] Le blé dans le monde. Évolution récente de la consommation, de la commercialisation et de la production. Annales de Géographie, 86(478), 686-723. <https://doi.org/10.3406/geo.1977.17679>
30. **ChenX. M., (2005).** Epidemiology and control of stripe rust [*Puccinia striiformis f. Sp. Tritici*] on wheat. Canadian Journal of Plant Pathology, 27(3), 314-337.
31. **Davis H., Fitt BDL., and Evans RL., 1994.** Atypical, green leaf blotch lesions on barley leaves infected by *Rhynchosporium secalis*. New Phytologist 127, 139–45.
32. **Dean R., Van KanJ.A.L., Pretorius Z.A., Hammond-KosackK.E., Di Pietro A., Spanu P.D., Rudd J.J., Dickman M., Kahmann R., Ellis J., and Foster G.D., 2012.** The Top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology. Mol. Plant Pathol. 13,414e430.
33. **DjermounA., (2007).** La production céréalière en Algérie : Les principales caractéristiques.10.
34. **DuPont F.M. et Altenbach S.B., 2003.** Molecular and biochemical impacts of environmental factors on wheat grain development and protein synthesis. Journal of Cereal Science 38 : 133–146. Ed. CIMMYT, Londres, 141p.
35. **El Chartouni L., Tisserant B., Siah A., Duyme F., Leducq J-B., Deweer C., Fichter-Roisin C., Sanssene JB., Durand R., Halama P., and Reignault P., 2011.** Genetic diversity and population structure in French populations of *Mycosphaerella graminicola*. Mycologia. 103 :764–774.
36. **Ezahhiri B., 2001.** Les maladies du blé. Bulletin de transfert de technologie en agriculture, MADREF/DERD ed., n 77,4p.
37. **FAO., 2010-2014.** Perspective de récolte situation alimentaire.
38. **Farih A.,et Ezzahiti B., 1996.** Distribution et importance de septorioses au Maroc. In : Proceeding du symposium régional sur les maladies des céréales et des légumineuses alimentaires, 11-14 novembre. Pp :71-77.
39. **Finckh MR., et Wolfe MS., 2006.** Diversification strategies. In: Cooke BM, Jones DG, Kaye B, eds. The epidemiology of plant diseases. Dordrecht : Springer Netherlands, 269–307.
40. **FischerG. W., and HoltonC. S., 1957.** Biology and control of the smut fungi.
41. **Fitt BDL., McCartney HA., and Walklate PJ., 1989.** The role of rain in dispersal of pathogen inoculum. Annual Review of Phytopathology 27, 241–70.

- 42. Fones H., and Gurr S., 2015.** The impact of *Septoria tritici* blotch disease on wheat: an EU perspective. *Fungal Genetics and Biology* 79, 3–7.
- 43. Gate P., 1995.** Ecophysiology du blé. Ed. Lavoisier, Paris. 429 p : 7- 44.
- 44. Gate P., Du cheyron P., Lorgeou J., et Verjux N., 2017.** Le plan Ecophyto et la places des résistances génétiques avec comme exemple le blé. ARVALIS Institut du végétal. 14p.
- 45. Giban M., Minier B., et Malvosi R., 2003.** Stades du blé ITCF. ARVALIS. Institut du végétale.
- 46. Gigot C., de Vallavieille-Pope C., Huber L., and Saint-Jean S., 2014.** Using virtual 3-D plant architecture to assess fungal pathogen splash dispersal in heterogeneous canopies: a case study with cultivar mixtures and a nonspecialized disease causal agent. *Annals of Botany* 114 : 863–876.
- 47. Gigot C., 2009.** Progression de la septoriose du blé au sein d’associations culturales sous l’action de la pluie. 62.
- 48. Gomez-Macpherson H., 2001.** *Hordeum vulgare*. <http://ecoport.org/ep?plant=1232>. *graminicola*. *Pest Management Science* 67 : 44–59.
- 49. Hadria R., 2006.** Adaptation et spatialisation des modèles stricts pour la gestion d'un périmètre céréalier irriguée en milieu semi-aride. Thèse de doctorat. Université Cadi Ayyad Samlalia- Marrakech.
- 50. Haegi A., V. Bonardi, E. Dall’aglio, D. Glissant, G. Tumino, N. C. Collins, D. Bulgarelli, Infantino A., Stanca A. M., Delledonne M., et Valè G., 2008.** Histological and molecular analysis of Rdg2a barley resistance to leaf stripe. *Molecular Plant Pathology*, 9 (4) : 463–478.
- 51. Hamadach A., 2013.** Grandes cultures principaux itinéraires techniques des principales espèces de grandes cultures pluviales cultivées en Algérie et en Afrique du nord (agriculture conventionnelle), le blé, Tome 1, 1ère édition : 256p.
- 52. Hazmoune T., 2006.** Le semis profond comme palliatif à la sécheresse. Rôle de la coléoptile dans la levée et conséquences sur les composantes du rendement. Thèse docteur d’état. Univ Constantine ; 168p.
- 53. Hosford R.M., et Jr., 1971.** A form of *Pyrenophora trichostoma* pathogenic to wheat and other grasses. *Phytopathology*, 62 : 28–32.
- 54. Hunter H., Coker C., and Royle R., 1999.** The teleomorph stage, *Mycosphaerella graminicola*, in epidemics of *Septoria tritici* blotch on winter wheat in the UK. *Plant Pathol.* 48 : 51–57.

55. **J. Quenneville., M. Lauzon (CÉROM), and Krupinsky J.M., 1982.** Observations of the host range of isolates of *Pyrenophora trichostoma*. Can. J. Plant Pathol. 4 : 42–46.
56. **Jones P, Ayres PG., 1974.** *Rhynchosporium* leaf blotch of barley studies during the subcuticular phase by electron microscopy. Physiological Plant Pathology 4, 229–33.
57. **Jordan, V.W.L. (1981).** Aetiology of barley net blotch caused by *Pyrenophora teres* and some effects on yield. Plant Pathol. 30, 77–87.
58. **Jordan, V.W.L. and Allen, E.C, (1984).** Barley net blotch: influence of straw disposal and cultivation methods on inoculum potential, and on incidence and severity of autumn disease. Plant Pathol. 33, 547–559.
59. **Krupinsky J.M. 1992.** Grass hosts of *Pyrenophora tritici-repentis*. Plant Dis. 76 : 92 -95
60. **Leonard KJ., Martinelli JA., (2005).** Virulence of oat crown rust in Brazil and Uruguay. Plant Disease 89, 802-808.
61. **Leroux P., Walker A-S., 2011.** Multiple mechanisms account for resistance to sterol 14 alpha-demethylation inhibitors in field isolates of *Mycosphaerella graminicola*. Pest Management Science 67 : 44–59.
62. **Liu Z., Ellwood S. R., Oliver R. P., and Friesen T. L., (2011).** *Pyrenophora teres*: Profile of an increasingly damaging barley pathogen: Pathogen profile of *Pyrenophora teres*. Molecular Plant Pathology, 12(1), 1-19.
63. **LOUE A., 1982.** Le potassium et les céréales. Dossier K2O, SCPA n°22, pp1-40
64. **Louw J.P., Crous P.W. and Holz, G., (1996).** Relative importance of the barley net blotch pathogens *Pyrenophora teres f. teres* (net type) and *P. teres f. maculata* (spot type) in South Africa. African, Plant Protect. 2, 89–95.
65. **Mascher F., Reichmann P. et Schori A., 2006.** Impact de l'oïdium sur la culture du triticale. Revue suisse d'Agriculture 38 (4), 193–196.
66. **Mathre D.E., (1997).** Compendium of Barley Diseases, 2nd edn. St. Paul, MN: American Phytopathological Society.
67. **McLean M.S., Howlett B.J. and Hollaway G.J., (2009).** Epidemiology and control of spot form of net blotch (*Pyrenophora teres f. maculata*) of barley, a review. Crop Pasture Sci. 60, 303–315.
68. **Moule C., 1971.** Phytotechnie spéciale. Tome II. Céréales : Ed La Maison rustique, Paris, France, 235 p.
69. **Moule C., 1980 :** in Betka R. et Smaili Y., 2006. Etude d'induction de la callogenèse d'orge (*Hordeum vulgare L.*), Thèse d'ingénieur d'état agronomie, université de M'sila 2006.p80.

70. **Oliver RP., Ipcho SVS., 2004.** Arabidopsis pathology breathes new life into the necrotrophs vs. biotrophs classification of fungal pathogens. *Molecular Plant Pathology* 5, 347–52.
71. **ParryD. W., Jenkinson P. and McLeod L., 1995.** *Fusarium* ear blight (scab) in small grain cereals: A review. *Plant Pathology* 44 : 207-238.
72. **Plantenkamp R., 1976.** Investigation on the infection pathway of *Drechslera graminra* in germination barley Royal Veterinary and Agricultural University of Copenhagen, P 49-66.
73. **Ponomarenko A., Goodwin SB., Kema GHJ., 2011.** *Septoria tritici blotch* (STB) of wheat. *Plant Health Instructor*.
74. **Prats J., clement-Grandcourt M., 1971.** Les céréales. J.-B.Ballière et Fils ed. Paris.351p.
75. **Prescott J.M., P.A. BurnettE.E., Saari J. RansomJ., Bowman W. de Milliano R.P. Singh G. Bekele., 1987.** Maladies et ravageurs du blé : guide d'identification au champ. CIMMYT. Mexico, D.F., Mexico.24-65p.
76. **Rapilly F., Lemaire J.M., 1971.** Les maladies des céréales. INRA-ITCF (ed.). 189p.
77. **RabeF., Bosch J., Stirnberg A., Guse T., Bauer L., SeitnerD., Rabanal F. A., Czedik-Eysenberg A., Uhse S., Bindics J., Genencher B., Navarrete F., Kellner R., Ekker H., Kumlehn J., Vogel J. P., Gordon S. P., Marcel T. C., Münsterkötter M., and Djamei A., (2016).**A complete toolset for the study of *Ustilago bromivora* and *Brachypodium* sp. As a fungal-temperate grass pathosystem. *ELife*, 5, e20522.
78. **Roelfs AP., (1985).** Wheat and rye stem rust. In: Roelfs AP, Bushnell WR (Eds), *The Cereal Rusts (Vol II) Diseases, Distribution, Epidemiology and Control*, Academic Press, Orlando, pp 3-37.
79. **Roelfs AP., Singh RP., and Saari EE., (1992).** *Rust Diseases of Wheat: Concepts and Methods of Disease Management*, CIMMYT, Mexico, DF, 81 pp.
80. **RossiV., Ravanetti A., Pattorri E. et Giosuè S., 2001.** Influence of temperature and humidity on the infection of wheat spikes by some fungi causing *Fusarium* head blight. *Journal of Plant Pathology* 83 : 189-198.
81. **SaouliN., (2005).** Recueil de fiches techniques. I.T.D.A. S. Orge. 9p.
82. **Sayoud R., Ezzahiri B. et Bouznad Z., 1999.** Les maladies des céréales et légumineuses alimentaires au Magreb Ed. ITGC. Alger. p. 64.
83. **Shipton WA., Boyd WJR., and Ali SM., 1974.** Scald of barley. *Review of Plant Pathology* 53, 839–61.

- 84. Shipton W.A., Khan T.N. and Boyd W.J.R., (1973).** Net blotch of barley. *Rev. Plant Pathol.* 52, 269–290.
- 85. Siah A., Tisserant B., El Chartouni L., Duyme F., Deweer C., Fichter C., Sanssené J., Durand R., Reignault P., and Halama P., 2010.** Mating type idiomorphs from a French population of the wheat pathogen *Mycosphaerella graminicola*: widespread equal distribution and low but distinct levels of molecular polymorphism. *Fungal Biol.* 114 :980–990.
- 86. Singh D., and S.B. Mathur, 2004.** *Histopathology of Seed-Borne Infections.* Ed. CRC Press LLC, Florida, USA, p 297.
- 87. Soltner D., 1998.** *Les grandes productions végétales* Éditions Sciences et Techniques Agricoles.
- 88. Soltner D., 2005.** *Les grandes productions végétales.* 20ème Edition. Collection science et techniques agricoles.
- 89. Soltner D., 2005.** *Les grandes productions végétales. Céréales.* Collection sciences et techniques agricoles. 20è edition. Paris. France, pp 21-55. sterol 14 alpha-demethylation inhibitors in field isolates of *Mycosphaerella*.
- 90. Srivastava K. D. and Tewari A. K., 2002.** Fungal disease of wheat and barley: foliar diseases. In: *Disease of field crops*, eds. By V. K. Gupta and Y. S. Paul, pp. 58-78. Indus Publishing Company, New Delhi, India.
- 91. Strelkov S. E., and Lamari L., (2003).** Host–parasite interactions in tan spot [*Pyrenophora tritici-repentis*] of wheat. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 25(4), 339-349.
- 92. Syme R. A., Martin A., Wyatt N. A., Lawrence J. A., Muria-Gonzalez, M. J., Friesen T. L., and Ellwood S. R., (2018).** Transposable Element Genomic Fissuring in *Pyrenophora teres* Is Associated with Genome Expansion and Dynamics of Host–Pathogen Genetic Interactions. *Frontiers in Genetics*, 9, 130.
- 93. Szabo L.J., (2006).** Deciphering species complexes: *Puccinia andropogonis* and *Puccinia coronata*, examples of differing modes of speciation. *Mycoscience* 47, 130-136.
- 94. Tekauz A., 1983.** Reaction of Canadian barley cultivars to *Pyrenophora graminea*, the incitant of leaf stripe. *Canadien. Journal. Plant Pathol.*, 5 : 294-301.
- 95. Thomas P. L., (1988).** *Advances Plant Pathol* 6 :415–425.
- 96. Trail F., 2009.** For blighted waves of grain: *Fusarium graminearum* in the postgenomics era. *Plant Physiology* 149(1), 103-110.

- 97. Tremblay G., Maisonhaute J.-É., Rioux S., et Faucher, Y., (2016).** Utilisation des fongicides foliaires en grandes cultures. 62.
- 98. Vallavieille-Pope C., Ali S., Leconte M., Enjalbert J., Delos M., Rouzet J., 2012.** Virulence dynamics and regional structuring of *Puccinia striiformis f. sp. tritici* in France between 1984 and 2009. *Plant Disease* 96 : 131–140.
- 99. Van Den Berg C.G.J., and Rossnagel, B.G., (1990).** Effects of temperature and leaf wetness period on conidium germination and infection of barley by *Pyrenophora teres*. *Canadian Journal. Plant Pathol.* 12, 263–266.
- 100. Wallwork S., 2000.** Cereal leaf and stem diseases. 2000.ed.104p.
- 101. Webster J., (1951).** Graminicolous Pyrenomycetes II. The occurrence of the perfect stage of *Helminthosporium teres* in Britain. *Transactions British Mycological Society* 34, 309–317.
- 102. Weibull J., Walther U., Sato K., Habekuß A., Kopahnke D. and Proeseler G., 2003.** Diversity in resistance to biotic stresses. In: *Developments in plant genetics and breeding*, vol. 7. Diversity in barley (*Hordeum vulgare*), eds. By R. von Bothmer, T. van Hintum, H. Knüpfper, and K. Sato, pp. 143-178. Elsevier Science, Amsterdam, The Netherlands.
- 103. Wiese M.V., 1987.** Compendium of wheat diseases, 2nd ed. St Paul, Minnesota, USA, American phytopathological society Press. 112 pp.
- 104. Yahyaoui A.H., Ezzahiri B., Hovmoller M., Jahoor A., Wolday A., 2003.** A fieldguide for Barley and wheat diseases and cereal diseases management. International center for agricultural research in the dry areas. Aleppo, serie 84pp.
- 105. Zahour A., 1992.** Elements d'amélioration génétiques des plantes. Manuels scientifiques et techniques Actes ed 230p.
- 106. Zhan J, Pettway RE, McDonald BA., 2003.** The global genetic structure of the wheat pathogen *Mycosphaerella graminicola* is characterized by high nuclear diversity, low mitochondrial diversity, regular recombination, and gene flow. *Fungal Genet Biol.*
- 107. Zillinsky FJ., 1983.** Maladies communes des céréales à paille : Guide d'identification. Mexico, CIMMYT.




Webographie

1. <http://pst.chez-alice.fr/svtiufm/ble.htm>
2. https://fr.wikipedia.org/wiki/Blumeria_graminis#/media/Fichier:Mildiou_du_blé.tiff
3. https://www.bayer-agri.fr/cultures/rouille-jaune-apprecie-les-ciels-couverts_1337/

4. <https://www.syngenta.fr/cultures/cereales/article-fongicide/maladies-du-ble>
5. <http://www3.botany.ubc.ca/bakkeren/ustilagoresearch.htm>
6. https://www.bayer-agri.fr/cultures/helminthosporiose-nuisible-et-complexe_1345/
7. https://www.agro.basf.fr/fr/cultures/ble/maladies_du_ble/rouille_noire_du_ble.html#:~:text=Cycle%20de%20vie%20de%20la,une%20spore%20secondaire%2C%20la%20basidiospore.&text=S
8. <http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QC>
9. <http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QC/visualize>

Annexes

Préparation des milieux de culture

Milieu de culture	Préparation	Démonstration
PDA (Potato dextrose agar)	<p>Pour 1 L :</p> <ul style="list-style-type: none">- 200 g extrait de pomme de terre- 20 g glucose- 20 g agar- 1 L d'eau distillée	
YMA (Yeast Malt Aga)	<p>Pour 1 L :</p> <ul style="list-style-type: none">- 4 g extraits malt- 4 g extrait de levure- 4 g saccharose- 15 g Agar- 1 L d'eau distillée	
V8	<p>Pour 9 ml</p> <ul style="list-style-type: none">- 3.25 g Agar- 2.5 g PDA- 37.5 ml V8- 0.75 g CaCo3- 212.2 ml eau distillée.	

Résumé

Le blé et l'orge sont des principales productions céréalières en Algérie, ces derniers peuvent être attaqué par plusieurs maladies fongiques qui causes des pertes importantes dans le rendement.

A travers notre travail, un échantillonnage a été effectué sur la plateforme de démonstration des variétés de céréales dans la région de Constantine, durant la campagne agricole 2019 - 2020 en collaboration avec l'Institut Nationale de Recherche Agronomique INRAA. Nous avons permis de signaler et d'identifier plusieurs maladies fongiques (la tache septorienne, la tache bronzée, le piétin échaudage, la rayure réticulée, la rhynchosporiose) distinguer dans quelques variétés du blé dur (GTA-dur, Simeto, Simeto A et Ciccio) et la variété de l'orge (Faouara) et leurs relations avec les conditions climatiques (température, humidité et précipitation). A cause d'absence des conditions climatique favorable : les maladies avaient une faible prévalence.

Mots clé : blé dur, orge, maladies fongiques, conditions climatiques, région de Constantine.

المخلص

يعتبر القمح والشعير من منتوج الحبوب الرئيسي في الجزائر، بإمكانه التعرض للعديد من الأمراض الفطرية التي تسبب خسائر كبيرة في المحصول.

من خلال عملنا، تم أخذ العينات على منصة عرض أصناف الحبوب في منطقة قسنطينة، خلال الحملة الزراعية 2019-2020 بالتعاون مع المعهد الوطني للبحوث الزراعية INRAA. تمكنا من التصديق والتعرف على بعض الأمراض الفطرية (التبقع السببوري، التبقع الهلمنتوسبوروي، الفوزاريوز، التخطيط الورقي، اللفحة) والتي تم إيجادها في بعض من أنواع القمح الصلب (GTA، سيميتو، سيميتو أ، سيسيو) ونوع من أنواع الشعير (فوارا) وعلاقتها بالظروف المناخية (درجة الحرارة، الرطوبة، التساقط). عدم توفر الظروف المناخية المناسبة لم يسمح بتطور الأمراض وانتشارها.

الكلمات المفتاحية: القمح الصلب، الشعير، الأمراض الفطرية، الظروف المناخية، منطقة قسنطينة.

Summary

Wheat and barley are the main cereal crops in Algeria, they can be attacked by several fungal diseases which cause significant losses in yield.

Through our work, sampling was carried out on the demonstration platform of cereal varieties in the Constantine region, during the 2019-2020 agricultural campaign in collaboration with the national agricultural research institute INRAA. We could report and identify several fungal diseases (septoria leaf spot, tan spot, fusarium head blight, reticulate stripe, rhynchosporiosis) to distinguish in some varieties of durum wheat (GTA-dur, Simeto, Simeto A and Ciccio) and one of the variety of barley (Faouara) and their relationship to climatic conditions (temperature, humidity and precipitation). Due to the absence of favorable climatic conditions, the diseases were with low prevalence.

Keywords: durum wheat, barley, fungal diseases, climatic conditions, Constantine region.

Investigation des principales maladies fongiques de quelques variétés des Céréales durant la campagne 2019-2020 dans la région de Constantine

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en Biodiversité et physiologie végétale

Résumé :

Le blé et l'orge sont des principales productions céréalières en Algérie, ces derniers peuvent être attaqués par plusieurs maladies fongiques qui causes des pertes importantes dans le rendement.

A travers notre travail, un échantillonnage a été effectué sur la plateforme de démonstration des variétés de céréales dans la région de Constantine, durant la campagne agricole 2019 -2020 en collaboration avec l'Institut Nationale de Recherche Agronomique INRAA. Nous avons permis de signaler et d'identifier plusieurs maladies fongiques (la tache septorienne, la tache bronzée, le piétin échaudage, la rayure réticulée, la rhynchosporiose) distinguer dans quelques variétés du blé dur (GTA-dur, Simeto, Simeto A et Ciccio) et la variété de l'orge (Faouara) et leurs relations avec les conditions climatiques (température, humidité et précipitation). A cause d'absence des conditions climatique favorable, les maladies avaient une faible prévalence.

Mots clés : Céréales ; Maladies fongiques ; Conditions climatiques ; Constantine.

Laboratoire de recherche : INRAA

Jury d'évaluation :

Présidente de jury : **Mme BOUZID Salha (MAA UFM Constantine 1)**

Rapporteur : **Mme BOUCHIBI BAAZIZ Nacera (Docteur UFM Constantine 1)**

Co-rapporteur : **Mme HARRAT Wahiba (MRB à INRAA Constantine 1)**

Examineur : **Mme ZAGHAD Nadia (MCB UFM Constantine 1)**

Date de soutenance : 09/09/2020