

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mohamed Boudiaf de M'sila



MEMOIRE

Présenté

à la Faculté des Sciences

Département des Sciences Agronomiques

Pour obtenir le Diplôme de

Master Académique en Sciences Agronomiques

Option : Production végétale et Environnement

Thème

**Efficacité de quelques fongicides sur les maladies
fongiques du blé dur transmises par les semences**

Présenté par : M^{elle} SAFER TABI Ikram

M^{elle} RAHMANI Yasmina

Devant le jury :

Président : M^r BENIOU R. Professeur Université de M'sila

Encadreur : M^r MIMOUN K. M.A.A. Université de M'sila

Examineur : M^r CHERIEF A. M.A.A. Université de M'sila

Année Universitaire : 2015/2016

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à:

Mon très cher père pour son encouragement, son indulgence et son soutien moral qui m'ont précieusement aidé à arriver à terme de ce travail.

Ma très chère mère pour son amour, son affection, tendresse et ses prières pour avoir la force et la volonté pour terminer ce document.

A ma petite famille: mes chers frères et sœurs

A la grande famille Rahmani

*Mes chères amies: Jamila, Linda, chahra, Randa, Hadjira, sara,
, Adel, Noureldin, Abdelwahab, Hamza, Omar,*

A mon binôme: IKRAM

Toute la promotion de la production végétale et environnement

2015-2016

YASSMINA



Dédicaces



*je dédie ce travail
à
mes chère parents*

iktam



Remerciements

Nous tenons à remercier en premier lieu Dieu le tout puissant de nous avoir guidé toutes ces années et nous a permis de réaliser ce travail, en nous donnant la force, la santé et la volonté.

Nous exprimons notre gratitude pour monsieur **Mr Mimoun K.** pour avoir accepté de bon gré d'assurer notre encadrement, ainsi que pour ses efforts fournis, pour ses conseils judicieux prodigués et pour sa patience et sa persévérance, malgré ses charges intenses.

Nous profonds remerciements vont au président du jury **Mr Benniou R.** Professeur à l'Université de M'sila, qui nous a fait l'honneur de présider le jury.

Nous adressons tous nos remerciements à **Mr Cherief A.**, d'avoir accepté d'examiner et de juger ce travail.

Nous adressons également nos remerciements à **Mr Guendouzen O.**, pour son aide dans les analyses statistiques.

Nous remercions également **Mr Tebib M.** de l'université de Tizi-ouzou pour la détermination des espèces fongiques.

Nous profonds remerciements vont à **Mr Ghadbane A.** qui a mis son exploitation à notre disposition pour la réalisation de cette étude.

Nous remercions aussi à **Mr Safer Tabi S.** pour avoir assuré nos déplacements et de nous avoir aidé sur le terrain.

Nous tenons à remercier également tous mes enseignants du département des sciences agronomiques de l'Université de M'sila ainsi que le personnel de la bibliothèque et du laboratoire du département d'agronomie.

En fin, je remercie tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

TABLE DE MATIERE

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction générale

Partie 1: Synthèses bibliographiques

Chapitre I : Généralité sur le blé dur.

I.1.Historique sur blé dur.....	3
I.2.Classification botanique du blé dur.....	3
I.3. Origine du blé.....	3
I.3.1 Origine génétique.....	3
I.3.2. Origine géographique.....	4
I.4.Importance du blé dur.....	4
I.4.1 Dans le monde.....	4
I.4.2. Dans l Algérie.....	5
I.5.Les caractères morphologiques du blé.....	6
I.6. Le caractère Physiologique du blé.....	7
I.6.1. Période végétative.....	7
a-Phase germination.....	7
b-Phase semis-levée.....	7
c-Phase levée-début de tallage.....	7
I.6.2. Période de reproduction.....	8
a-Phase tallage herbacé-gonflement.....	8
b-Phase épiaison-floraison.....	8
I.6.3. Période de Maturation.....	8
a-Phase pâteuse.....	8
b-Phase de dessiccation.....	8

Chapitre II. : les maladies fongiques du blé dur

II.1.Les champignon pathogènes du blé.....	10
II.1.1. Maladies du pied.....	10
II.1.1.1 Le Piétin –verse.....	10
II.1.1.2 Le Piétin-échaudage.....	11

II.1.2. maladies fongiques des feuilles et des épis.....	12
II.1.2.1. Les rouilles.....	12
II.1.2.1.1. La rouille jaune.....	13
II.1.2.1.2. La rouille brune.....	14
II.1.2.1.3. La rouille noire.....	16
II.1.2.2. La septoriose.....	17
II.1.2.3. La taches auréolée.....	18
II.1.2.4. L'oïdium.....	19
II.1.2.5. Le charbon nu.....	20
II.1.2.6. La carie commune.....	21
II.1.2.7. La fusariose.....	22
II.2. Maladies fongiques du blé transmises par les semences.....	24
II.3. Méthodes de lutte contre les maladies fongiques.....	24

Partie 2:Partie Expérimentale

Chapitre III: Présentation de la région d'étude

III.1. Situation géographique.....	26
III.2. Principaux types de sols.....	26
III.3. Caractéristiques climatiques.....	27
III.3.1. Précipitations.....	27
III.3.2. Températures.....	27
III.3.3. Diagramme ombrothermique.....	28

Chapitre IV: Matériel et méthodes

IV.1. Présentation du site expérimental et les travaux culturaux réalisés.....	30
IV.1.1. Le site expérimental.....	30
IV.1.1.1. Type de sol.....	30
IV.1.2. Les pratiques culturales.....	32
IV.2. Méthodologie.....	32
IV.2.1. Description du matériel végétal utilisé.....	32
IV.2.2. Isolement des champignons présentes à des semences utilisées.....	33
IV.2.2.1. La préparation du milieu de culture.....	33
IV.2.2.2. Désinfection des semences.....	34
IV.2.2.3. Ensemencement.....	34
IV.2.2.4. Repiquage.....	34

TABLE DE MATIERE

IV.2.2.5. Identification.....	34
IV.2.3. Traitement du matériel végétal.....	34
IV.2.3.1. Préparation de la solution.....	34
IV.2.3.2. Trempage.....	34
IV.2.3.3. Séchage.....	35
IV.2.3.4. Les pesticides utilisés.....	35
IV.2.4. Semis.....	35
IV.2.5. Dispositif expérimental.....	35
IV.2.6. Paramètres étudiés.....	36
IV.2.6.1. Nombre de plants par mètre carré à la levée.....	36
IV.2.6.2. Nombre des talles par plant.....	36
IV.2.6.3. Nombre d'épis par plant.....	36
IV.2.6.4. Nombre de grains par épis.....	36
IV.2.6.5. Poids de mille graines (PMG).....	37
IV.2.6.6. sévérité des maladies.....	37

Chapitre V: Résultats et discussions

V-1. Isolement des champignons.....	38
V.2. Nombre de plants à la levée (plant / m ²).....	39
V.3. Nombre des talles par plant.....	40
V.4. Nombre d'épis par plant.....	41
V.5. Nombre de graines par épis.....	42
V.6. Le poids de mille graines (PMG).....	43
V.7. La sévérité des maladies.....	44
Conclusion générale.....	45

Références bibliographiques

Annexes

Liste des abréviations

% : Pourcentage

C° : degré Celsius

Cm : Centimètre

ddl : Degré de liberté

FAO : organisation de l'agriculture et de l'alimentation

g : Gramme

ha : hectare

ITGC : Institut technique des grandes cultures

Km : Kilomètre

m : Température minimale

M : Température maximale

M+m/2 : Température moyenne

m² : Mètre carré

mm : millimètre

ml : millilitre

NS : Non significatif

P : Précipitation

PDA : Milieu de culture

PMG : Poids de mille graines

Liste des tableaux

Tableau N°1 : Les principaux producteurs de blé.....	5
Tableau N°2 : méthodes de lutte contre les principales maladies cryptogamiques..... du blé.....	25
Tableau N°3 : Précipitations moyennes mensuelles de la région de M'sila (1988- 2015).....	27
Tableau N°4 : Répartition des températures (T°C) moyennes mensuelles minimales, maximales de la wilaya de M'sila (1988-2015).....	28
Tableau N°5: les étapes de test de toucher (d'après MUTSCHER ROBERT).....	31
Tableau N°6: Caractéristiques de variété Simèto.....	33
Tableau N°7: Fongicides utilisés pour le traitement des semences.....	35
Tableau N°8 : Nombre moyen de plants / m ² à la levée dans les différents traitements.....	39
Tableau N°9 : Les Valeurs moyennes de nombres des talles par plant dans les différents traitements.....	40
Tableau N°10 : Les Valeurs moyennes de nombre des épis par plant.....	41
Tableau N°11 : Les Valeurs moyenne de nombre des grains par épis.....	42
Tableau N°12 : Poids de mille graines (PMG) des différents traitements.....	43
Tableau N°13 : Les Valeurs moyennes de la sévérité des maladies dans les parcelles témoins et les parcelles traitées.....	44

Liste des figures

Figure N°1: Evolution de la production, l'importation et de la consommation de blé (MT)).....	6
Figure N°2: Différents stades de développement du blé.....	9
Figure N° 3: Piétin verse	10
Figure N°4 : Piétin - échaudage	11
Figure N°5: Rouille jaune sur feuilles	13
Figure N°6: Cycle de développement de la rouille jaune.....	14
Figure N°7 : Rouille brune sur feuilles.....	14
Figure N°8: Cycle de développement de la rouille brune.....	15
Figure N°9: Cycle de développement de la rouille noire.....	16
Figure N°10: Septoriose sur feuilles.....	17
Figure N°11: Cycle de développement de la septoriose des feuilles.....	18
Figure N°12: Cycle de développement de la tache aureole.....	19
Figure N°13: Oïdium sur feuille de cereals.....	19
Figure N°14: Cycle de développement de l'oidium.....	20
Figure N°15 : Fusariose sur épis.....	22
Figure N°16 : Cycle de développement de fusariose.....	23
Figure N°17 : Localisation des champignons au niveau d'un grain de blé.....	24
Figure N°18 : Localisation géographique de Ouled Madhi.....	26
Figure N°19 : Diagramme Ombrothermique de la région de M'sila pour la période allant de 1988 à 2015.....	29
Figure N°20 : Site expérimental de Ouled Madhi.....	30
Figure N°21 : Le dispositif expérimental.....	36
Figure N°22 : Colonie de <i>Fusarium sp.</i> (original).....	38
Figure N°23 : Conidies de <i>Fusarium sp.</i> (original).....	39
Figure N°24 : Effet du traitement sur le nombre de plants levés par mètre carré	39
Figure N°25 : Effet des différent traitement sur le nombre des talle par plant	40
Figure N°26 : Variation du nombre des épis par plant en fonction du traitement.....	41
Figure N°27 : Effet des différent traitement sur le nombre de graines par épis.....	42
Figure N°28 : Poids de mille graines dans les différents traitements.....	43
Figure N°29 : Effet des traitements sur la sévérité des maladies.....	46

Introduction

Introduction

Les céréales constituent une principale source de la nutrition humaine et animale. Elles occupent à l'échelle mondiale une place primordiale dans le système agricole (**Slama et al. 2005**).

En Algérie, les céréales représentent 50 % des dépenses des ménages puisqu'elles constituent la principale source calorique pour les différentes couches de la population quel que soit leur niveau social ou le milieu dans lequel elles vivent (urbain et rural). De ce fait elles constituent 60 % de l'apport calorique et 71 % de l'apport protéique (**Bensalem , 1997**).

Parmi les céréales, le blé occupe la première place pour la production mondiale et la deuxième après le riz, comme source de nourriture pour les populations humaines, il assure 15% de ses besoins énergétiques (**Bajji, 1999**).

Le blé est la culture la plus pratiquée dans le monde. Il occupe la première place dans la production végétale et constitue l'aliment de base de 43 pays, l'équivalent d'un tiers de la population mondiale .Il est nutritif, concentré, facile à stocker et à transporter. Il contient des hydrates de carbone (78%), des protéines (14 ,7%), des lipides (2,1%), des minéraux (2,1%) et des vitamines en quantité considérable (**Alam et al.,2007**).

Les régions céréalières en Algérie sont des régions semi-aride caractérisées par des contraintes climatiques comme le gel, le sirocco et principalement par des précipitations irrégulières surtout par leur déficit qui coïncide avec la période où la demande de la céréale est élevée (**Benchohra et Khelloufi, 2002**).

Le blé peut être attaqué par de nombreuses maladies à différents stades de son développement. Ces attaques peuvent occasionner des pertes importantes lorsque les variétés utilisées sont sensibles et les conditions de l'environnement sont favorables à l'expansion des maladies (**Ezzahiri, 2001**). Les dégâts causés par les maladies et les ravageurs sont multiples et affectent la quantité et la qualité de la récolte (**Dubois et Flodrops, 1987**). Environ 80% des maladies des plantes cultivées, en particulier les céréales, sont dues à des champignons microscopiques; ces derniers détruisent, chaque année, près du quart des récoltes mondiales (**Laffont, 1985**). Les maladies fongiques du blé causent des pertes de rendement pouvant atteindre 30% en cas de développement épidémique (**Eyal et al., 1987**). Concernant la situation actuelles des maladies en Algérie, **Benbelkacem et Kellou (2000)**, rapportent que dans les champs de blé dur, prédominent la rouille brune, la tache bronzée, et les septorioses. Bien que les traitements des cultures par des fongicides contribue en partie dans le contrôle des maladies, l'utilisation de semences traitées est d'une importance primordiale pour garantir les rendements les plus élevés. C'est dans ce contexte que nous avons jugé utile

d'entreprendre une étude sur l'efficacité de quelques fongicides utilisés pour les traitements de semences du blé.

La présente étude s'articule autour de quatre chapitres. Le premier chapitre traite une revue bibliographique sur la culture du blé. Le deuxième est consacré pour la synthèse bibliographique des maladies fongiques du blé. Le troisième chapitre porte sur la méthodologie du travail. Dans le quatrième chapitre sont exposés les résultats obtenus ainsi que leurs interprétations.

Enfin pour ce qui est de la finalité et des perspectives de cette étude, elles sont portées en conclusion générale.

Partie 1

Synthèses bibliographiques

Chapitre II

Les maladies fongiques de blé dur

I.1- Historique sur le blé dur

Le blé est l'une des premières espèces cultivées par l'homme. Depuis plus de 7000 à 10000 ans, le blé occupe le croissant fertile ; zone couvrant la Palestine, la Syrie, l'Irak et une grande partie de l'Iran (**Croston et Williams, 1981**). Des vestiges de blés, diploïdes et tétraploïdes, remontant au VII^{ème} millénaire avant J.C ont été découverts sur des sites archéologiques au Proche Orient (**Harlan, 1975**).

Le blé dur espèce connue depuis la plus haute antiquité, appartient au groupe des tétraploïdes, du genre *Triticum* qui comprend de nombreuses espèces. Il constitue avec le riz et le maïs la base alimentaire des populations du globe et semblent avoir une origine commune : issues d'une même espèce ancestrale qui aurait contenu tous les gènes dispersés chez les trois espèces actuelles (**Yves et De Buyser, 2000**).

I.2- Classification botanique du blé dur

Le blé dur est une plante herbacée, appartenant au groupe des céréales à paille, qui sont caractérisée par des critères morphologiques particuliers. Le blé dur est une monocotylédone qui obéit à la classification suivante (**Prats, 1960 ; Crête ,1965 ; Bonjean et Picard, 1990 ; Feillet, 2000**).

Embranchement	Spermaphytes
S/Embranchement	Angiospermes
Classe	Monocotylédones
Super Ordre	Commelini florales
Ordre	Poales
Famille	Gramineae
Tribu	Triticeae
Sous tribu	Triticinae
Genre	Triticum
Espèce	Triticum durum Desf.

I.3- Origine du blé

I.3.1- Origine génétique

Le blé dur comme le blé tendre appartiennent au genre *Triticum*. Ce genre comporte de nombreuses espèces autres que le blé, qui se répartissent en trois groupes distincts selon leur nombre de chromosomes :

Le groupe diploïde ($2n = 14$ chromosomes) ou groupe de *Triticum monococcum* (engrain, en langage courant).

Le groupe tétraploïde ($2n = 28$ chromosomes) ou groupe de *Triticum dicoccum* (amidonnier), dans lequel on trouve *T.durum* (blé dur),

Le groupe hexaploïde ($2n = 42$ chromosomes) ou groupe de *Triticum sativum*, auquel appartient *T.sativum* (blé tendre), ou encore appelé *T. vulgare* (**Anonyme, 1981**).

I.3.2- Origine géographique

Selon **Erroux (1961)**, le blé dur a deux origines : l'Abyssinie et l'Afrique du Nord. Alors que pour **Grignac (1978)**, le Moyen Orient est le centre générateur du blé dur, où il s'est différencié dans trois régions : le bassin occidental de la méditerranée, le sud de la Russie et le Proche Orient (Syrie et nord de la Palestine).

I.4- Importance du blé dur

Le blé dur (*Triticum durum* Desf.) occupe une importante place parmi les céréales dans le monde. Le grain du blé dur sert à la production de pâtes alimentaires, du couscous, et à bien d'autres mets comme le pain, le frik, et divers gâteaux (**Troccoli et al. 2000**). Il est utilisé pour préparer les chapatis dans le sous-continent indien et tortillas en Amérique Central et du Sud (**Pena et Pfeiffer, 2005**). La paille est utilisée comme litière et comme aliment pour les animaux (**Bahlouli et al. 2005**).

I.4.1- Dans le monde

La consommation totale du blé est stable et est maintenu à 688 millions de tonnes en 2014 du fait d'une consommation de 2 % que connaît l'utilisation à des fins d'alimentation animale, à laquelle s'ajoute l'offre abondante de céréales secondaires affichant des prix plus compétitifs, vient contre balancer la hausse de 1,4 % de l'utilisation à des fins d'alimentation humaine (**FAO, 2007**). Les stocks de blé sont de 180 millions de tonnes en 2014, soit une hausse de 14 pour cent (22 millions de tonnes) par rapport à l'année 2013. Le blé est la céréale la plus cultivée au monde (**FAO, 2007**). Confronté aux conséquences du risque lié au changement climatique associé à une population mondiale estimée à 9 milliards pour l'année 2050, le niveau de production actuel ne suffira pas pour répondre à la demande future (**FAO, 2007**).

L'Union Européenne est le premier producteur mondial du blé. La production provient essentiellement d'Italie, d'Espagne, de France et de Grèce. La Chine continentale vient en deuxième position, suivie de l'Inde, des Etats-Unis, de la Russie, du Canada, d'Australie et des pays d'Asie (Pakistan, Ukraine, Turquie, Kazakhstan Iran et Ouzbékistan), plus l'Egypte et l'Argentine.

Tableau N°1: Les principaux producteurs de blé (10⁶ tonnes)

Moy Ann	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2011/13	2014	Variation %2013/14
UE	141,8	138,5	136,5	142,0	132,6	142,5	137,6	145,0	1,8
Chine continentale	114,2	115,1	115,1	113,0	120,5	120,6	120,1	121,3	0,5
Inde	80,0	80,7	80,8	81,5	94,9	88,43	91,8	92,3	2,2
Etat-Unis	62,8	60,4	60,1	56,6	61,7	59,6	58,0	57,5	3,5
Russie	55,7	61,7	41,5	55,0	37,7	54,3	48,7	55,9	-4,0
Canada	26,2	26,8	23,2	25,0	27,2	28,5	30,0	28,6	-20,4
Australie	23,2	21,9	26,3	24,0	22,0	23,1	26,5	24,9	-5,6
Pakistan	22,8	24,0	23,3	24,0	24,0	25,1	24,3	25,0	-1,8
Ukraine	20,7	20,8	17,8	21,0	15,8	18,4	19,9	18,7	-11,6
Turquie	19,3	20,6	19,5	19,8	20,1	20,2	21,3	20,5	-10,5
Kazakhstan	14,3	17,0	10,0	15,6	10,3	17,09	16,3	18,0	-8,0
Iran	12,4	13,0	14,5	13,2	13,8	14,12	13,8	13,8	-1,4
Argentine	10,4	8,8	14,0	13,5	13,7	11,49	10,6	13,6	3,3
Egypte	8,3	8,5	8,5	8,6	8,7	8,93	8,7	9,2	0,0
Ouzbékistan	6,5	6,5	6,7	6,6	6,7	6,9	6,6	6,5	-5,5
Total mondial	674,4	685,5	655,9	698,7	660,4	716,2	692,6	704,0	-1,7

(FAOSTAT, 2013)

I.4.2-En Algérie

La céréaliculture est la spéculation prédominante de l'agriculture algérienne. Elle s'étend sur environ trois millions d'hectares dans un système biennal dominant jachère-céréale (Laala *et al.* 2006). La production du blé engendre des déficits de 70 % relativement aux besoins et se distingue par des variations interannuelles marquées (FAO, 2014). En effet, pour combler le déficit de la production du blé et assurer les besoins de la population, l'Algérie importe de grandes quantités de blé. L'évolution moyenne de la production du blé, de l'importation et de la consommation au cours de ces onze dernières années est de l'ordre de 2,8 MT, 5,7 MT et de 8,3 MT respectivement (CIC, 2014). L'évolution est illustrée en figure 1. Pour répondre aux besoins d'une population en croissance, le pays importe de grandes quantités de blé et figure parmi les grands importateurs mondiaux du blé. Les importations représentent plus du

double de la production nationale (**Figure1**). La faiblesse de la performance de la céréaliculture algérienne reste liée à diverses contraintes et le manque d'eau est le principal facteur pénalisant la production (**Chennafi et al. 2006**). Les contraintes de la production céréalière sont le non-respect de l'application de l'itinéraire technique associée à l'utilisation de variétés non performantes et à la mauvaise gestion des pratiques culturales (**Bahlouli et al. 2005 ; Chennafi et al., 2012 ; Belagrouz, 2013**).

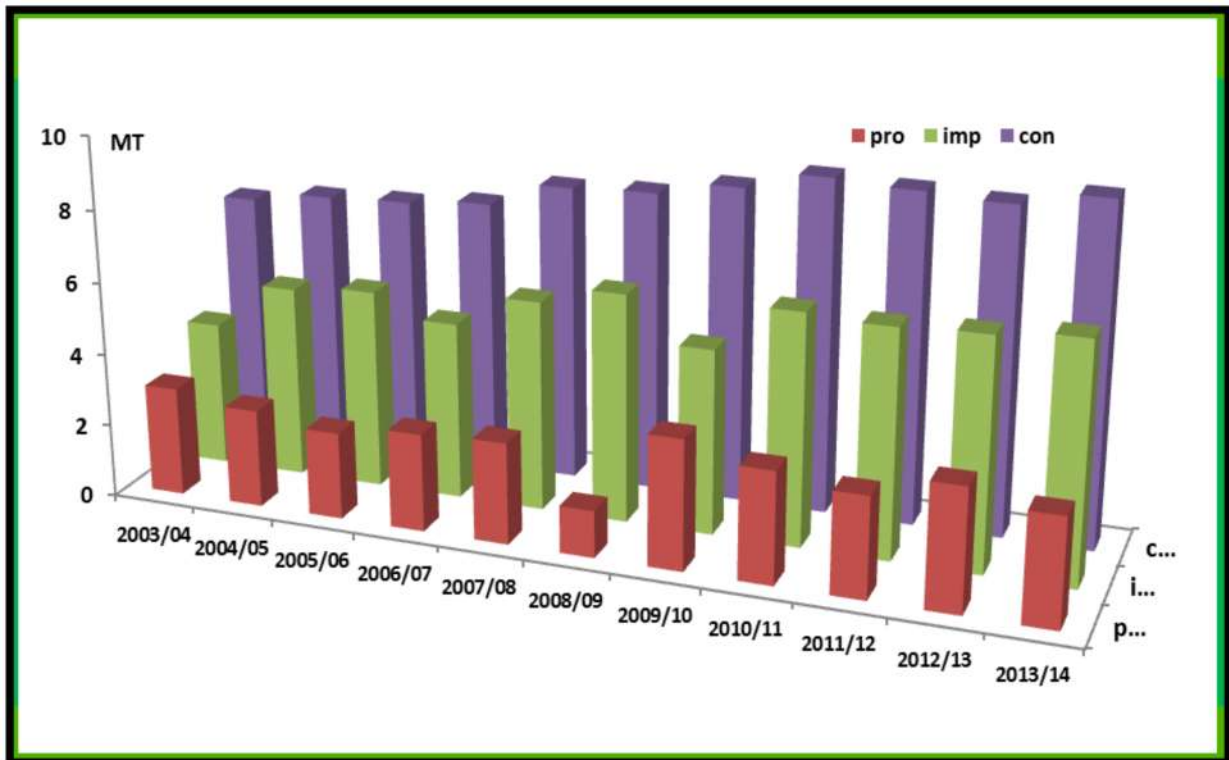


Figure N° 1: Evolution de la production, de l'importation et de la consommation en blé (MT) (CIC, 2014)

I.5- Les caractères morphologiques du blé

Le blé dur est une Monocotylédone de la famille des Graminées. Il s'agit d'une graminée annuelle de hauteur moyenne et dont le limbe des feuilles est aplati. L'inflorescence en épi terminal se compose de fleurs (**Bouziati, 1988**).

Le système racinaire comprend des racines séminales produites par la plantule durant la levée, ainsi que des racines adventives qui se forment plus tard à partir des nœuds à la base de la plante et constituent le système racinaire permanent. Le blé dur possède une tige cylindrique, dressée, habituellement creuse et subdivisée en entrenœuds. Certaines variétés possèdent toutefois des tiges pleines (**Clarke et al. 2002**). Le chaume (talles) se forme à partir de bourgeons axillaires aux nœuds à la base de la tige principale. Le nombre de brins dépend

de la variété, des conditions de croissance et de la densité de plantation. Dans des conditions normales, une plante peut produire en tout trois brins en plus de la tige principale, mais tous ne grènent pas nécessairement (**Bouziari, 1988**).

Comme pour d'autres graminées, les feuilles de blé dur se composent d'une base (gaine) entourant la tige, d'une partie terminale qui s'aligne avec les nervures parallèles et d'une extrémité pointue. Au point d'attache de la gaine de la feuille se trouve une membrane mince et transparente comportant deux petits appendices latéraux (oreillettes). La tige principale et chaque brins portent une inflorescence en épi terminal.

L'inflorescence du blé dur est un épi muni d'un rachis portant des épillets séparés par de courts entre nœuds (**Bouziari, 1988**). Chaque épillet compte deux glumes (bractées) renfermant de deux à cinq fleurs distiques sur une rachéole. Chaque fleur peut produire un fruit à une seule graine, soit le caryopse. Chaque graine contient un large endosperme et un embryon aplati situé à l'apex de la graine et à proximité de la base de la fleur (**Amokrane, 2001**).

I.6 - Le caractère Physiologique du blé

Le cycle de développement du blé comporte trois phases ; la période végétative, la période reproductrice et la période de maturation (**Anonyme, 1981**).

I.6.1- Période végétative

Cette période comprend les phases suivantes

a- Phase germination : Elle s'étend du semis au stade A c'est la phase première de la vie d'une plante qui assure la naissance d'une jeune plantule au dépend de la graine. Elle passe par la phase de l'imbibition de la graine, libération des enzymes et dégradation des réserves assimilables par la graine, ensuite la phase de croissance caractérisée par l'allongement de la radicule (**Gyot, 1978 ; Vertucci, 1989**).

b- Phase semis-levée: C'est la phase de germination et de début de la croissance. (**Anonyme, 1981**).

c- Phase Levée-début du tallage : Elle est caractérisée par les apparitions successives à l'extrémité du coléoptile et la première feuille fonctionnelle, puis de la deuxième, troisième feuille etc. imbriquées les unes dans les autres, partant toutes d'une zone proche de la surface du sol (plateau du tallage) et reliées à la semence par le rhizome. Cette phase devient critique en cas d'attaque d'insectes ou de champignons telles que les fusarioses. (**Gyot, 1978; Vertucci, 1989**).

I.6.2- Période de reproduction

Cette période comprend deux phases:

a- Phase tallage herbacé – gonflement : Elle comprend : l'initiation florale, la différenciation de l'ébauche de l'épi, la différenciation des ébauches des glumes, la montaison ou élongation, la méiose ou réduction chromosomique et le gonflement.

b- Phase épiaison– floraison : Cette phase correspond à l'épiaison (apparition des épis à l'extérieur), puis à la fécondation (ouverture des sacs polliniques), à la germination du pollen et à la fécondation de l'ovule. Cependant, la floraison consiste en l'éclatement des anthères qui libèrent le pollen ; les filets qui les portent s'allongent, cette opération entraîne à travers les glumelles entrouvertes, les sacs polliniques desséchés, à l'extérieur flotte alors tout autour de l'épi comme de petites fleurs blanches c'est l'ensemble de ces petites fleurs qui fait dire que « l'épi est fleuri » (Gyot, 1978 ; Vertucci, 1989).

I.6.3- Période de Maturation

Elle s'étend de la fécondation au stade de maturité du grain et se subdivise en deux phases:

a- Phase pâteuse: Elle est appelée aussi phase du palier hydrique, où la graine accumule très fortement l'amidon dans son albumen, tout excès d'évaporation (ou tout déficit d'alimentation en eau) a pour effet de ralentir les synthèses et la migration des réserves nécessaires à la formation du grain, ce qui se traduit par la formation de grains ridés de poids inférieur à la normale (phénomène d'échaudage).

b- Phase de dessiccation : elle correspond à la perte progressive de l'humidité du grain (maturité au champ 20 à 15% d'humidité) (Gyot, 1978; Vertucci, 1989).

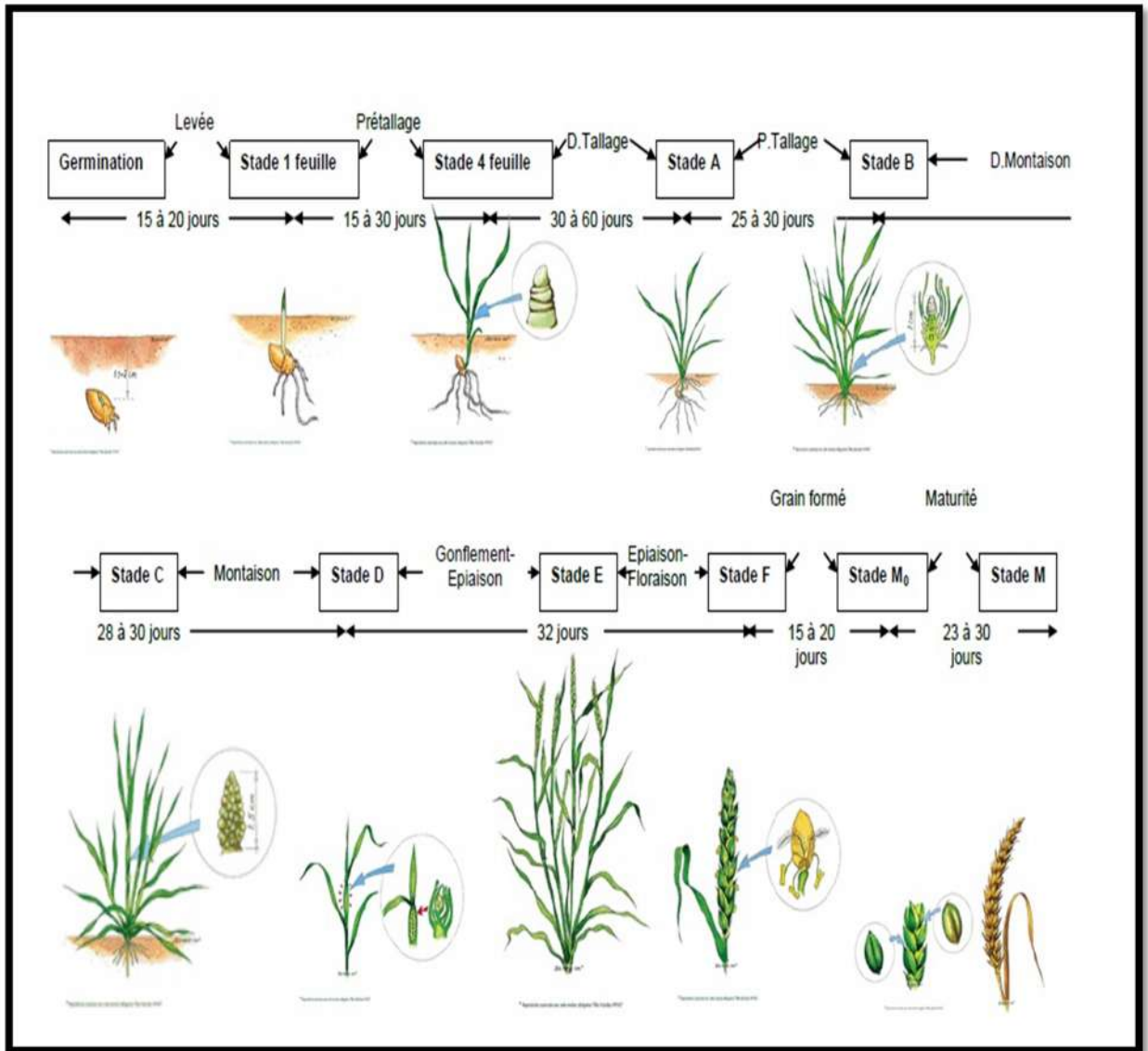


Figure N°2 : différents stades de développement du blé
(Cycle de SOLTNER ,2005)

Partie 2

Partie Expérimentale

Le blé est sujet à de nombreuses contraintes biotiques, notamment les maladies cryptogamiques qui occasionnent des pertes substantielles aussi bien en rendement qu'en qualité des grains, en conditions environnementales favorables pour l'hôte (pathogène), et quand les variétés utilisées sont sensibles. Le développement de ces maladies est favorisé par les méthodes culturales pratiquées ; date de semis précoce, forte dose de semis par hectare, fumure excessive ou insuffisante, monoculture intensive, débris et restes des cultures, et variétés sensibles (Eyal et al., 1987)

II.1-Les champignons pathogènes du blé

Les champignons parasites sont responsable de mycoses dénommées de façon trop générale « maladies cryptogamiques ». Chez les végétaux, ces maladies se traduisent par des symptômes qui sont la résultante de l'action parasitaire du champignon et de la réaction de l'hôte (Bailly, 1980).

Les différentes maladies fongiques affectent toutes les parties de la plante ; racines, tiges, feuilles et épis

II.1.1-Maladies du pied.

II.1.1-Le piétin-verse: *Pseudocercospora herpotrichoides*

Cette maladie est mondialement répandue dans les régions aux hivers doux et humides. Le piétin-verse est plus grave dans les parcelles où le blé est cultivé en continu (monoculture). Le blé et l'orge sont les plus menacés, le seigle et l'avoine peut être également attaqués. Etant donné la forte progression des surfaces cultivées en céréales (blé surtout) et leur rotation culturale plus restreinte, le piétin-verse, maladie typique causée par un manque de rotation culturale, a fortement progressé ces dernières années (Laffont, 1985a).



Figure N°3 : Piétin-verse

Source : <https://www.syngenta.fr/bles/maladies-duble-gclid=CLXah4LhwM4CFdUaGwodM70CMQ>

Caron (1993), rapporte que ce champignon se développe essentiellement sur les gaines foliaires et les tiges des pieds des céréales. Il est localisé sur le premier entre nœud et plus rarement sur le second. Les feuilles ne peuvent être atteintes et les racines non plus.

➤ Symptômes

Le piétin verse serait assez facile à reconnaître si le rhizoctone ne venait pas, par ses symptômes proches, apporter beaucoup de confusion (**Caron, 1993**).

Symptômes observables à partir du tallage jusqu'à la maturation successivement sur les gaines foliaires et sur la tige au niveau de premier entre nœud : taches ovales brunes à bord diffus au centre desquelles adhérant les stromas du champignon (**Cavelier, 1992**).

➤ Propagation et évolution de la maladie

Après la moisson, la base des chaumes infestés est laissée sur place où elle sera enterrée avec les autres résidus de récolte. Le piétin verse va s'y maintenir sous forme de stroma. Si ces chaumes infestés en voie de décomposition sont ramenés à la surface après un travail du sol l'année suivante, ils seront le siège d'une abondante sporulation à partir de la fin de l'automne. (**Caron, 1993**) L'infection primaire selon **Prescott et al., 1987**, provient des conidies ou du mycélium produit sur les débris de récolte sur le sol ou non loin de sa surface.

II.1.2-Piétin – échaudage: *Gaeumannomyces graminis* = *Ophiobolus graminis*

C'est un champignon du sol qui dans un premier temps attaque les racines. Il est spécifique des graminées et peut être observé dès l'apparition des premières feuilles de la culture.



Figure N°4 : Piétin - échaudage

Source : <https://www.syngenta.fr/bles/maladies-du-blegelid=CLXah4LhwM4CFdUaGwodM70CMQ>

Selon **Caron (1993)**, on le voit parfois après épiaison sur la base des tiges sous la forme d'un manchon noir. Les grandes attaques sont observées durant les hivers doux suivis par des printemps humides sur les sols alcalins et légers et en culture continue de blé. Le champignon se conserve sur les débris de cultures, les repousses du blé et sur certaines graminées spontanées (**Hamadache, 2013**).

➤ **Symptômes**

Les racines et le pied des tiges deviennent noire et fragiles, la détérioration précoce des racines interrompt l'apport d'eau et des éléments nutritifs, ce qui engendre des épis blancs ou vides. Les cultures atteintes ont une hauteur et une maturité inégales (**Laffont, 1985**).

➤ **Propagation et évolution de la maladie**

Le cycle évolutif du piétin-échaudage se déroule presque entièrement dans le sol. Son développement est donc conditionné par les propriétés de celui-ci. L'infection primaire des racines se fait en automne-hiver au contact des débris infectés par le champignon. Les conditions de sol (humidité, température, faible fertilité, faible drainage), la source de l'azote et la durée de la monoculture affectent la vitesse de l'infection. Celle-ci affecte le développement des racines en hiver ce qui limite la croissance de l'appareil foliaire et l'accumulation des carbohydrates dans les tiges. Les infections secondaires de racine à racine, se font au printemps (**Zillinsky, 1987**).

II.1.2- Maladies fongiques des feuilles et des épis

Ces maladies exercent leur principal effet négatif sur le rendement du blé en accélérant la sénescence de la surface foliaire et tout particulièrement des trois dernières feuilles durant la phase de remplissage du grain (**Hamadache, 2013**).

Les principales maladies des feuilles et de l'épi du blé en Algérie sont les suivantes

II.1.2.1- Les rouille

Selon **Ezzahiri (2001)**, trois espèces de rouilles s'attaquent aussi bien au blé tendre qu'au blé dur au blé ; la rouille brune, la rouille noire et la rouille jaune.

Les rouilles sont parmi les maladies les plus dévastatrices du blé. Elles peuvent occasionner des grandes pertes de rendement pouvant aller jusqu'à 25% (**Daguenet, 1990 ; Sayoud et al., 1999**).

II.1.2.1.1-La rouille jaune: *Puccinia striiformis* Westendorp f. sp. tritici.

Figure N°5: Rouille jaune sur feuilles

Source :<https://www.syngenta.fr/bles/maladies-du-ble?gclid=CLXah4LhwM4CFdUaGwodM70CMQ>

➤ **Symptômes**

Les pustules de cette rouille sont de couleur jaune ou orange sous forme globuleuse et, disposées en strie le long de nervures du limbe, d'où le nom de l'espèce. Elles peuvent aussi se développer sur la face inférieure des feuilles et sur les épis et les grains (**Aouali et Douici-Khalfi,2009**).

➤ **Propagation et évolution de la maladie**

Le cycle de vie de *P. striiformi* semble limiter seulement aux stades urédinale et téliale (**EL jarroudi, 2005**). Les plantes infectées après la levée des céréales ou pendant l'automne sont rares. Si la température est suffisamment élevée, un cycle végétatif (monocycle à urédospores) peut avoir lieu pendant l'automne, installant ainsi le foyer encore invisible du fait du faible nombre de pustules (**Caron, 1993**).

Les incubations issues des nouvelles contaminations réussies se poursuivront lentement pendant l'hiver (**Caron,1993**). Selon **Prescott,(1987)**, les infections primaires sont occasionnées par les urédospores transportées parfois de très loin par le vent.

Les urédospores sont jaunes ou orangées, à peu près globuleuses, échinulées, et mesures 28-34µm de diamètre. Les téléospores manifestent sur le limbe et la gaine des feuilles par des stries brun foncé ou noirâtre, qui restent recouvertes par l'épiderme (**Zilinsky, 1983**)

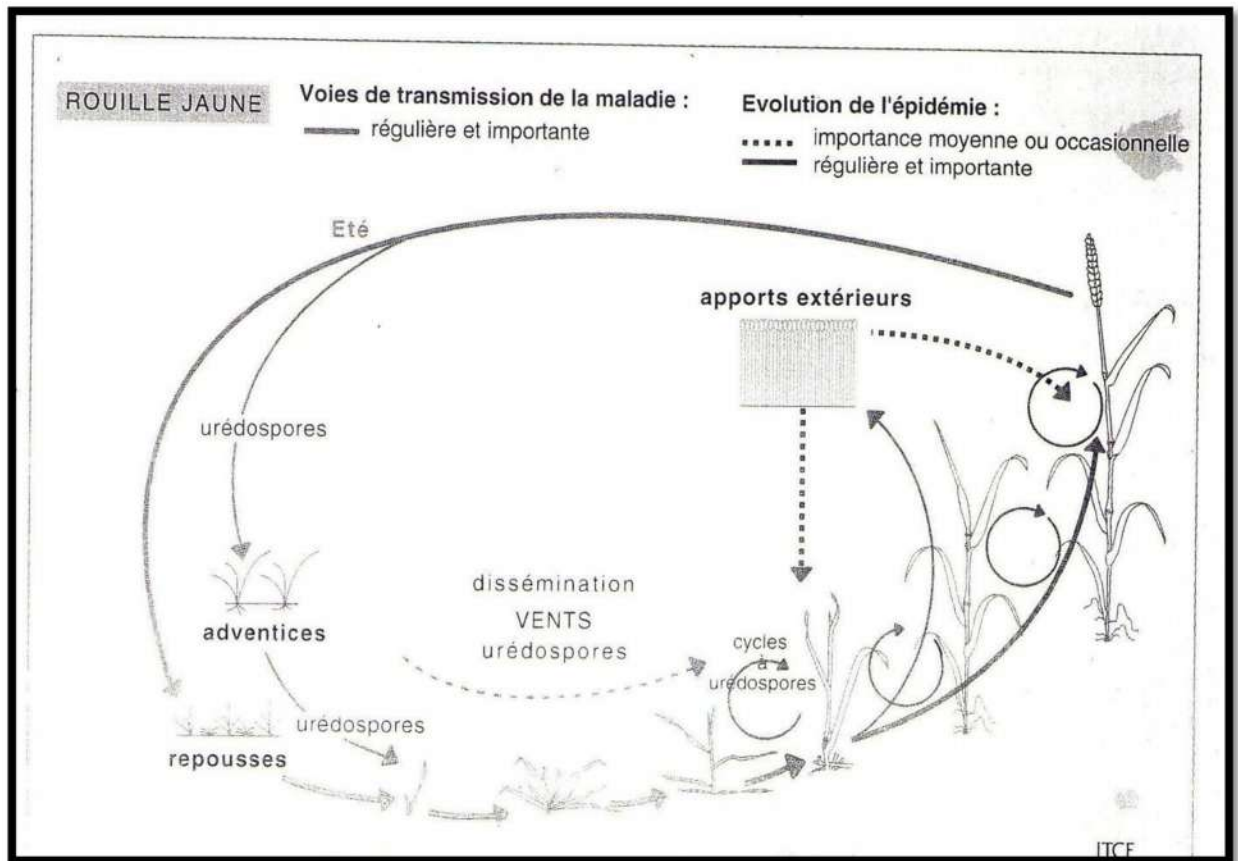


Figure N°06 : Cycle de développement de la rouille jaune (Caron, 1993)

II.1.2.1.2- La rouille brune : Puccinia recondita f.sp. tritici

La rouille brune 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)



Figure N°7 : Rouille brune sur feuilles

Source : <https://www.syngenta.fr/bles/maladies-du-ble> gclid=CLXah4LhwM4CFdUaGwodM70CMQ

➤ **Symptômes**

La maladie se reconnaît facilement par l'apparition de petites pustules de couleur rouille (rouge brique) parsemées sur la surface des feuilles. Les deux côtés du limbe peuvent être atteints. En fin de saison les taches deviennent plus foncées (Vanasse, 1988).

➤ **Propagation et évolution de la maladie**

Selon Jlibene (2011), cette maladie se développe à la sortie de l'hiver, favorisée par la hausse des températures et l'humidité de printemps. Weise (1987), rapporte qu'à des températures se situant entre 15 – 22°C, cette maladie se développe rapidement.

Caron (1993), mentionne qu'à la moisson, les urédospores pulvérulentes sont dispersées par le vent. Les graminées adventices sur lesquelles la rouille se développe plus difficilement peuvent servir d'hôte de transfert.

Les infections primaires sont occasionnées par les urédospores (Yahyaoui, 2003). Les infections qui en résultent apparaissent précocement au stade tallage, et constitue par la suite des foyers d'infection caractérisés par la présence des pustules sur les feuilles basales. L'inoculum exogène, provient d'autres parcelles infestées et dont les spores sont transportées par le vent à travers de longues distances. Les pustules de cet inoculum apparaissent sur les feuilles supérieures (Aouali et Douici-Khalfi, 2009).

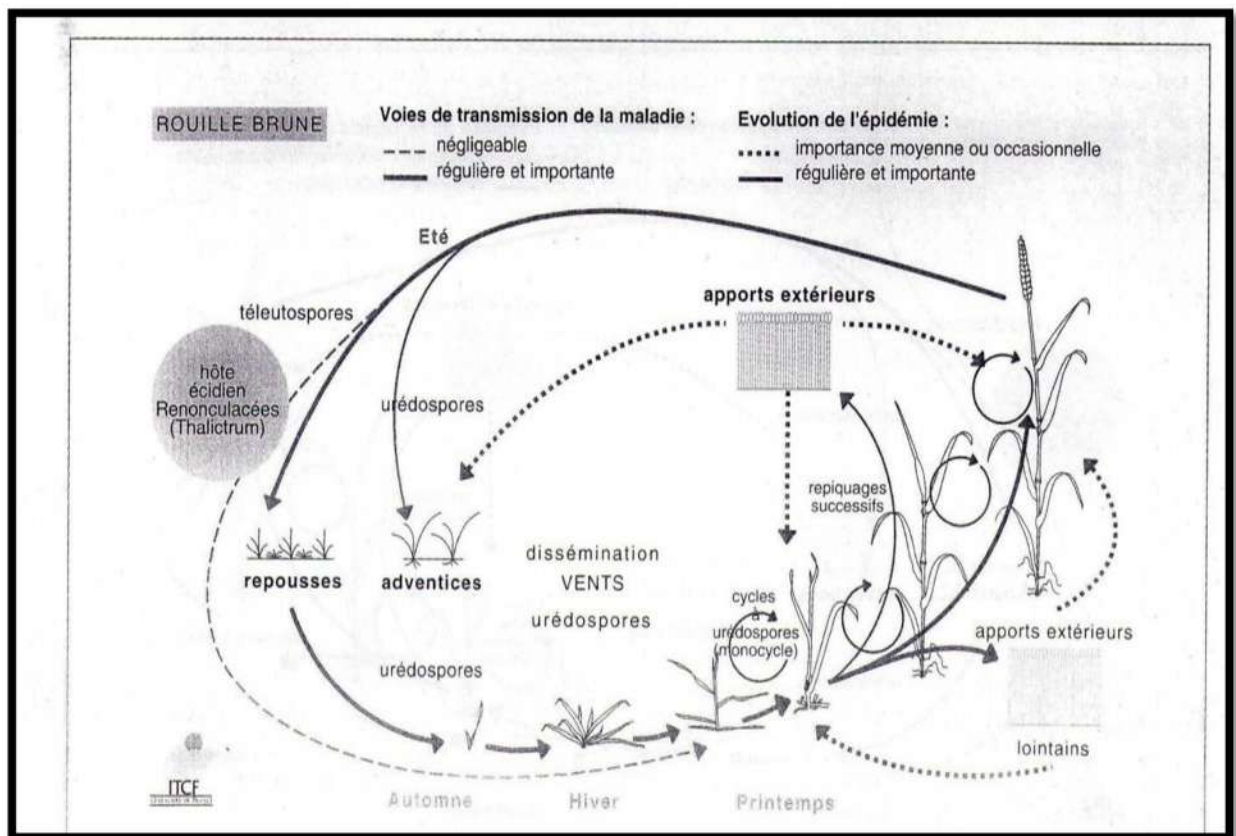


Figure N°8 : Cycle de développement de la rouille brune (Caron, 1993)

II.1.2.1.3 - La rouille noire: *Puccinia graminis* sp. tritici.

La maladie peut avoir de graves conséquences comme la diminution du poids spécifique, et la qualité du grain (Prescott *et al.*, 1987).

➤ Symptômes

C'est la rouille qui apparaît le plus tardivement, généralement au stade vgrain laiteux-pâteux et rarement avant la floraison. Elle se développe sur les feuilles, les tiges et même sur les épis en formant des pustules allongées de couleur rouge brique à marron foncée (Stackman *et al.*, 1962 ; Martens *et al.*, 1979 in Benathemane, 2005)

➤ Développement de la maladie

La plupart des spores sont dispersées par les courants aériens et parcourent de petites, mais parfois aussi de grandes distances (Corbaz, 1990). Yahyaoui (2003), signale que les températures favorables pour le développement des maladies se situent entre 15 et 30°C.

Selon Semal (1989), les rouilles sont généralement un cycle biologique complexe, comportant dans sa forme la plus complète 5 stades sporogènes différents alternant sur 2 hôtes distincts (rouilles dioïques). C'est le cas de la rouille noire du blé. Les stades urédosporien et téléutosporien de cette rouille se déroulent sur céréale, tandis que le stade écidie se rencontre sur berberis (épine vinette).

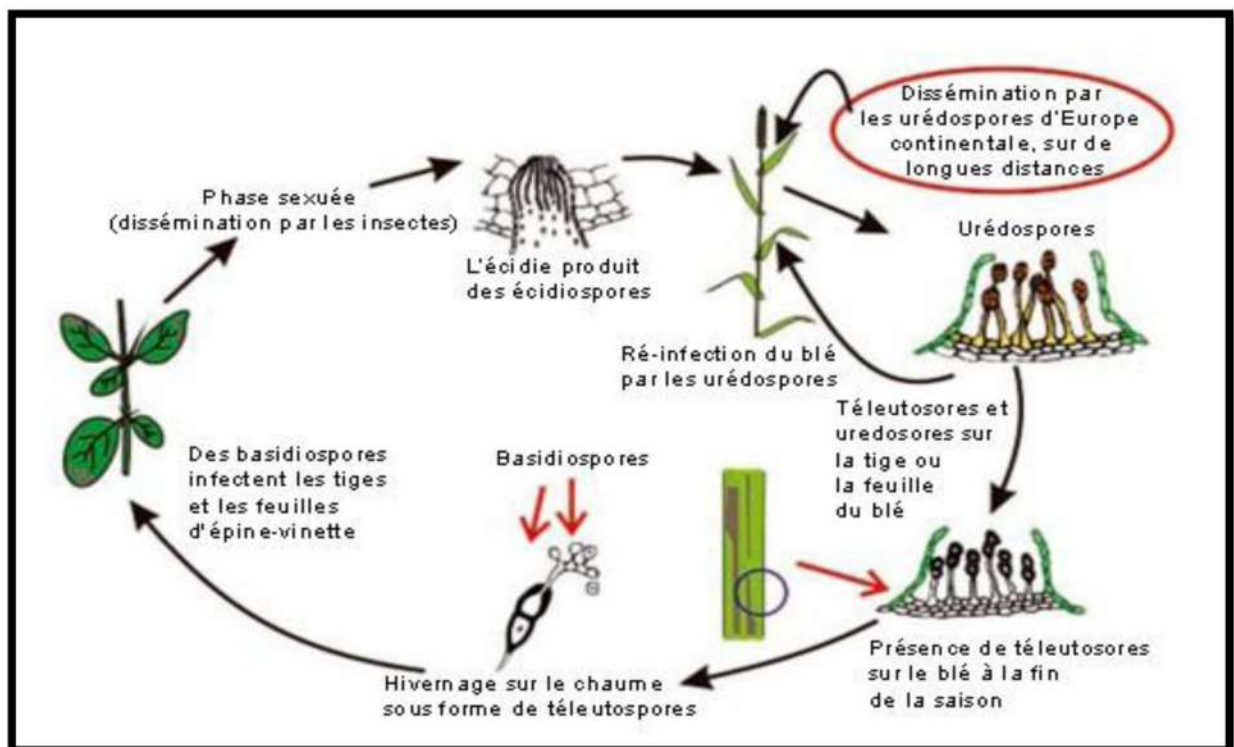


Figure N°9 : Cycle de développement de la rouille noire

source : www.agro.basf.fr/agroportal/fr/fr/cultures/les_cereales/le_ble/les_maladies_ravageurs_et_adventices/les_maladies/Rouille_noire.html

II.1.2.2- La septoriose: *Mycosphaerella graminicola*=*Septoriatriitici*

Partout dans le monde, là où on cultive le blé, la septoriose de cette culture est présente. C'est une maladie des parties aériennes qui cause des pertes de rendements très importantes : de l'ordre de 30 à 50% (**kinget al 1983, Eayl et al., 1987in Farih, Ezzahiri, 1996**).

Selon **Zahir et al., (2007)**, cette maladie cryptogamique foliaire rencontrée dans toutes les régions de production du blé participe à la destruction d'environ 2%du blé mondial (**Weise, 1977**), et cause des millions de tonnes de grains et des billions de dollars de pertes chaque année (**Eyal et al., 1999**).

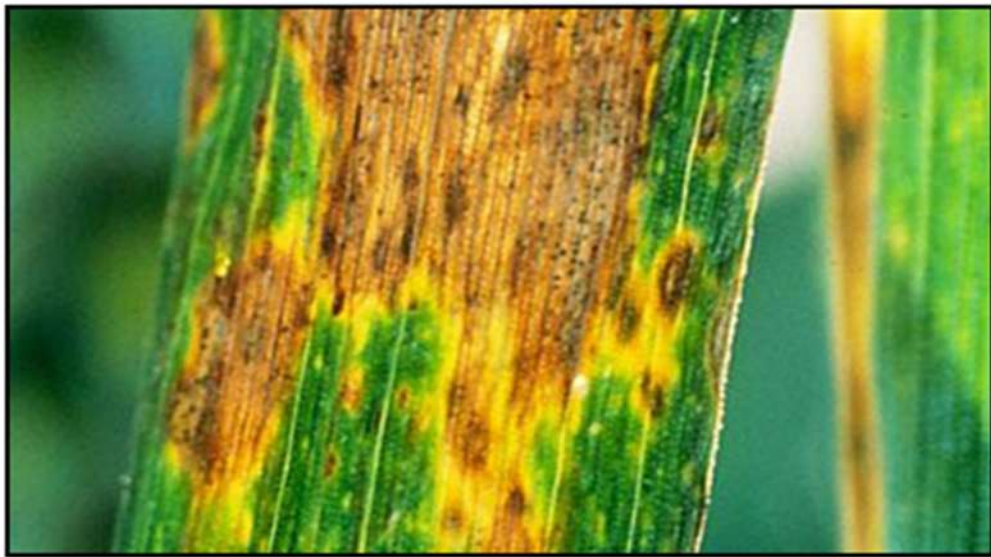


Figure N°10 : Septoriose sur feuilles.

Source:<https://syngenta.fr/bles/maladies-duble?gclid=CLXah4LhwM4CFdUaGwodM70CMQ>

➤ Symptômes

L'infection initiale se manifeste par l'apparition de taches ou lésions chlorotiques oblongues ou allongées de forme irrégulière. A mesure que ces taches s'étendent, elles prennent une couleur jaune paille claire et légèrement nécrotique, mouchetées de nombreux petits points noirs (pycnides) (**Prescott, 1987**).

➤ Propagation et évolution de la maladie

L'infection par cette maladie peut survenir dès le stade début tallage grâce à deux principales sources d'inoculum : les ascospores circulant dans l'air libérées à partir des fructifications sexuées existant dans les résidus de culture, et les pycnidiospores issues de fructifications asexuées qui se retrouvent dans les tissus infectés ou les plantes hôtes. L'infection est optimale entre 18 et 25°C et nécessite au niveau de la surface foliaire une période d'humidité d'environ 6 heures. La dispersion de la maladie est favorisée par les éclaboussures de pluie qui projettent les spores vers les étages supérieurs. La sévérité de la

maladie est d'autant plus grande lorsque le transport coïncide au moment de l'émergence de la feuille drapeau permettant le développement d'une seconde génération du pathogène engendrant le recouvrement de la totalité de la surface foliaire par des lésions (**Ben Mohamed et al., 2010**).

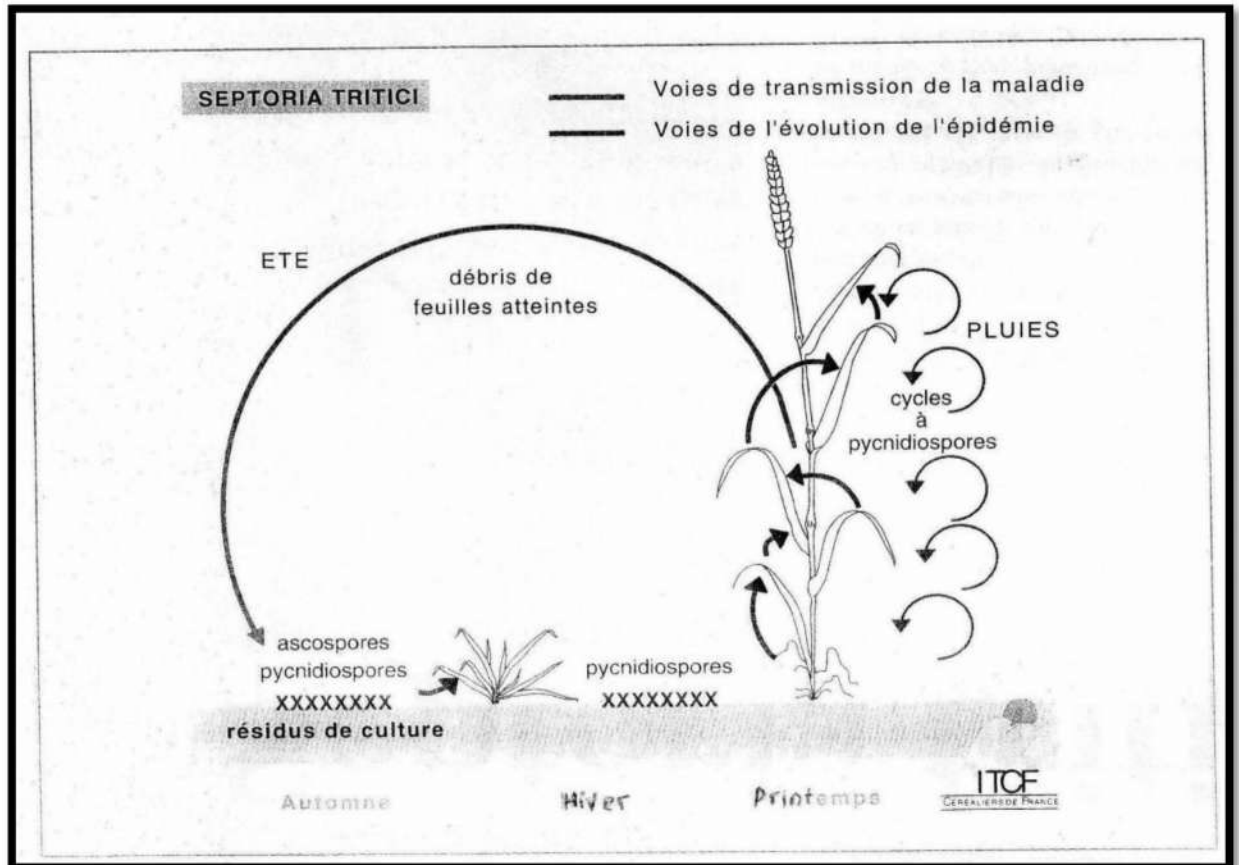


Figure N°11 : Cycle de développement de la septoriose des feuilles (Caron,1993)

II.1.2.3 - La tache auréolée: Pyrenophorotritici-repentis (Died.)

C'est l'une de maladies fongiques les plus répandues sur le blé dans le monde et en Algérie et tout particulièrement en cas de monoculture céréalière et/ou en cas de semis direct (sans labour).

➤ Symptômes

Sous des conditions favorables, le champignon provoque sur le feuillage du blé des taches nécrotiques ovales bordées d'une auréole jaunâtre (**Lamey et Hosford ,1982 in Douimi et al., 1996**) ce qui prématurée des feuilles et entraîne une diminution importante du Rendement (**Rees et al., in Douimi et al.,1996**).

➤ Propagation et évolution de la maladie

L'agent pathogène se conserve sur les résidus du blé. Les conditions favorables pour l'infection : la température entre 18 et 28°C. (**Yahyaoui, 2003**). En présence d'humidité, les

périthèces libèrent les ascospores et le mycélium produit des conidies. Au cours de la saison l'infection secondaire est assurée par les conidies qui sont facilement disséminées par le vent. La germination des spores et l'infection des tissue sont favorisées par une durée d'humectation du feuillage de 24 à 48 heures (Aouali et Douici-Khalfi, 2009).

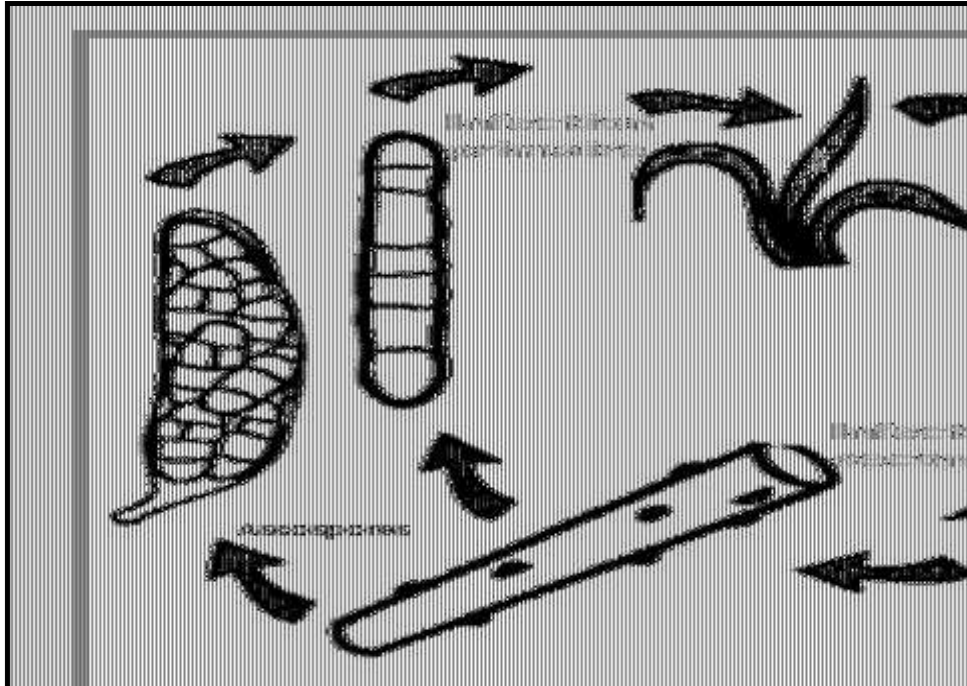


Figure N°12 : Cycle de développement de la tache auréolée (Sayoud , 2008)

II.1.2.4-L'oidium: *Blumeria graminis* (Syn. *Erysiphegraminis*)

L'oidium est une des maladies les plus faciles à reconnaître sur les céréales
Le champignon est un parasite obligatoire qui ne se conserve par conséquent que sur des organes vivants (repousses) (ITCF, 2003).



Figure N°13: Oïdium sur feuille de céréales

Source :<https://syngenta.fr/bles/maladies-duble?gclid=CLXah4LhwM4CFdUaGwodM70CMQ>

➤ Symptômes

Il se reconnaît facilement par un duvet blanchâtre ou grisâtre d'aspect farineux ou cotonneux sur les deux côtés des feuilles. Le blanc est habituellement plus sévère en saison sèche (Vanasse, 1988).

➤ Propagation et évolution de la maladie :

L'agent pathogène se conserve sous forme de cleistothèces (spores sphériques decouleur noire)

qui libèrent des ascospores assurant l'infection primaire (Aoualiet et Douici-Khalfi,2009).

L'humidité de l'aire est le facteur le plus important pour son développement et cette maladie se manifeste en période sèche (Bégos, 2005). La germination des conidies se fait à des températures comprises entre 5°C et 30°C , l'optimum du développement de la maladie se situe entre 15°C et 22°C. (Aouali et Douici-Khalfi, 2009).

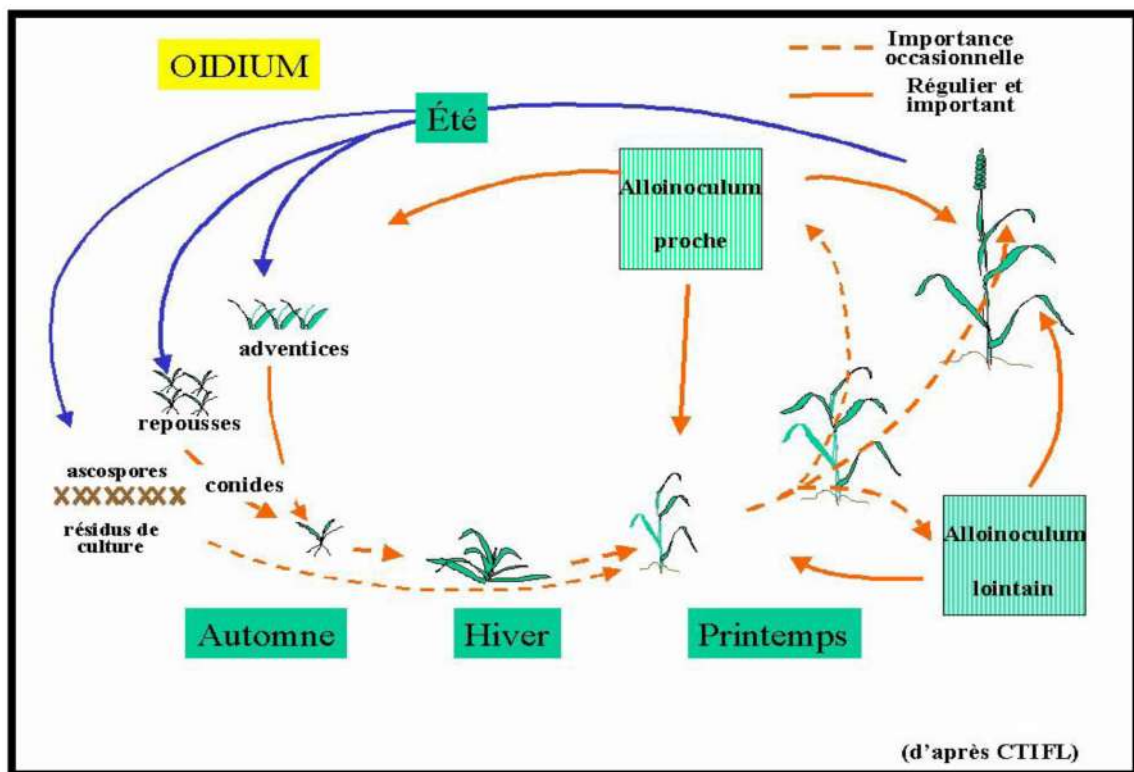


Figure N°14 : Cycle de développement de l'oidium

Source : gembloux.ulg.ac.be

II.1.2.5-Le charbon nu :Ustilago tritici

Le charbon nu se développe aussi bien sur blé tendre que sur blé dur. Des attaques sporadiques du blé par ce champignon sont observées de temps en temps (Ezzahiri, 2001).

Ce champignon est un basidiomycète, qui se développe à l'intérieur de la graine infectée (embryon).

➤ Symptômes

Les symptômes du charbon sont visibles entre la floraison et la maturité. Au début, les épis infectés sont noircis, et apparaissent un peu plutôt que les épis sains, les enveloppes de la graine, ainsi que leur contenu est détruit et remplacés par une masse noirâtre, constituée de spores du champignon (**Ezzahiri, 2001**).

La semence infectée peut être réduite en taille et plus légère que la semence saine (**Ezzahiri, 2001**).

➤ Propagation et évolution de la maladie :

La contamination des semences est issue d'épis charbonnés présents dans la culture. Un épi charbonné est une masse pulvérulente noire, formée d'un nombre considérable de spores, installées à la place des grains. Les enveloppes des grains complétement détruits laissant s'envoler au moindre choc. A ce stade ne reste plus sur l'épi que le rachis.

Les spores appelés encore chlamidospores, sont globuleuses ou ovoïdes et mesurent 5 à 9 μ leur membrane est brun clair et couverte de fines ponctuations. Transportées à courte distance par le vent, elles se déposent sur les stigmates des fleurs au niveau de l'ovaire en voie de croissance. Les spores d'*U. nuda* et *U. tritici* sont capables de germer en quelques heures, (**Champion, 1997**). Les conditions favorables à l'infection correspondent à un temps doux (16 à 22°C.).

Le blé dur est plus tolérant que blé tendre. L'infection maximale se fait en conditions de forte humidité et avant la floraison (**Hamadache, 2013**)

II.1.2.6 - La Carie commune : *Tilletia caries* (Syn. *Tilletia tritici*).

Selon **Ezzahiri (2001)**, la carie se retrouve dans les zones de production extensive. **Wilcoxson et Saari (1996)**, mentionnent que cette maladie peut infecter plus de 70% de la récolte si les blés ne sont pas protégés ou sont cultivés dans des conditions climatiques favorables pour la maladie où le niveau d'inoculum est élevé.

➤ Symptômes

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

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

➤ Propagation et évolution de la maladie

Il existe deux réservoirs d'inoculum : le sol et les semences. Les spores peuvent survivre une dizaine d'années dans le sol qui présente donc un danger potentiel de longue haleine. Toutefois les conditions sont réunies pour que les spores germent et que le stock finisse par s'épuiser. Les spores de carie ou probasides germe entre 2 et 29°C. avec un optimum à 11°C. lorsqu'elle sont déjà accumulé une certaine somme de température. La baside qui en résulte procède à la réduction chromatique et produit des spores haploïdes. Ces sporidies vont ensuite fusionner par deux, germer et pénétrer les coléoptiles de blé. Le mycélium s'installe dans la plantule en direction de l'ébauche de l'épi. Il y restera pendant la montaison et poursuivra son développement à l'épiaison en se transformant en spores que l'on retrouve à l'intérieur des grains cariés (Caron, 1993).

II.1.2.7- La fusariose

La fusariose de l'épi est une maladie fongique qui peut survenir chez toutes les céréales cultivées qui attaquent tous les organes des plantes (Bailey et al, 2004 in Bérubé, 2010). Les champignons responsables de cette maladie appartiennent à deux genres ; Fusarium et Microdochium (Arseniuk et al., in Siou, 2013). Ces derniers renferment : Fusariumgraminearum, F.culmorum ,F.avenaceum et Microdochium nivale.



Figure N°15: Fusariose sur épis

Source :<https://www.syngenta.fr/bles/maladies-du-ble?gclid=CLXah4LhwM4CFdUaGwodM70CMQ>

➤ Symptômes

Chez le blé, la fusariose de l'épi est plutôt facile à reconnaître. Les épillets infectés se dessèchent prématurément, sont souvent blanchis et stériles (Bérubé, 2010). Les grains contaminés sont plutôt ratatinés, petits et de coloration blanchâtre à rosâtre à cause de la présence de mycélium dans le sillon du grain (Bailey et al, 2004, ;Shaner, 2003 in Bérubé, 2010).

Les fleurs infectées (notamment les glumes extérieures) prennent une couleur sombre et une apparence huileuse (Prescott et al., 1987).

➤ Propagation et évolution de la maladie

Pendant la saison de végétation, lorsque les conditions sont favorables, les spores atteignent les épis et causent l'infection. La période critique pour l'infection des épis débute à l'épiaison et s'étend sur les quelques jours suivants (Luzon et al., 2007). Le pathogène passe l'hiver dans les résidus de culture, le sol, les graminées adventices, et les semences. Les semis peuvent infecter au moment de la levée, et les spores produites dans le siège des premières infections sont propagées par la pluie ou le vent et infecte les structures florales et celles de l'épi du blé (Anonyme, 2005).

L'infection chez le blé a lieu principalement pendant une très courte période, soit au moment de la sortie des étamines. Cette période dure à peine quelques jours. Le risque d'infection est toutefois important et les conséquences de la maladie sont graves. À ce stade du développement, la fleur du blé est largement ouverte et sujette à l'invasion par le champignon. L'infection à ce stade de développement a le plus d'impact sur le rendement en grains (Luzon et al., 2007).

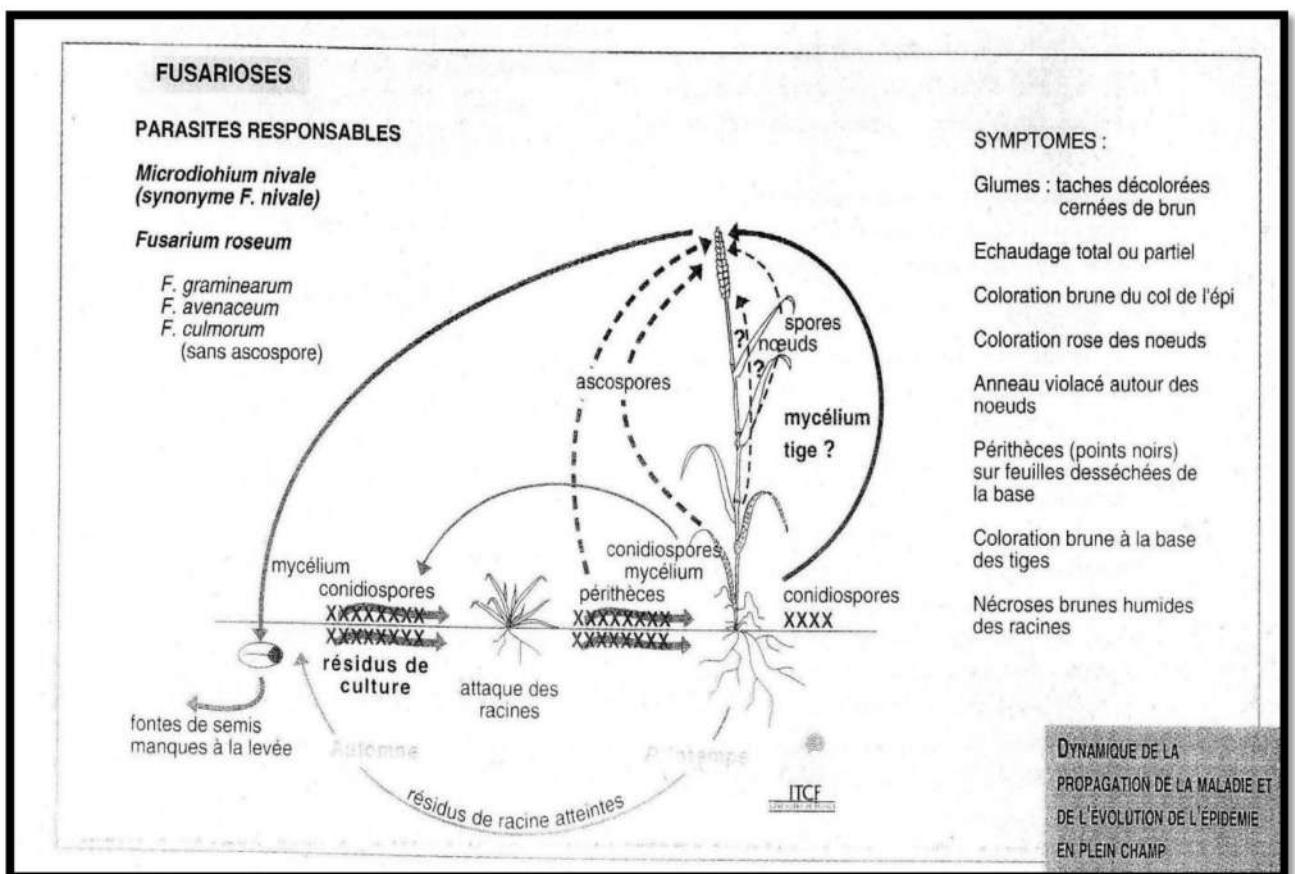


Figure N°16: Cycle de développement de fusariose (Caron, 1993)

II.2-Maladies fongiques du blé transmis par les semences

Une semence de céréale peut héberger et transmettre ensuite de nombreux agents pathogènes. Certains, responsables de fontes de semis, peuvent occasionner soit une destruction du grain ou des déformations au niveau du coléoptile et des racines soit des nécroses plus ou moins importantes sur les coléoptiles, entraînant un affaiblissement des plantes et constituant, si les conditions climatiques ultérieures sont favorables, une source d'inoculum pour des infections sur les feuilles et les épis.

Après la levée, d'autres champignons sont transmis également par les semences apparaissent et peuvent entraîner des dégâts importants au niveau des feuilles comme au niveau des épis

Parmi les maladies importantes du blé transmises par les semences citons les caries (Tilletiaspp.), le charbon nu du blé (Ustilagotritici) la septoriose (Septorianodorum) et les fusarioses (Fusariumsp.) (Besri, 1989).

La localisation de ces différents champignons au niveau du grain du blé est représentée dans la figure suivante :

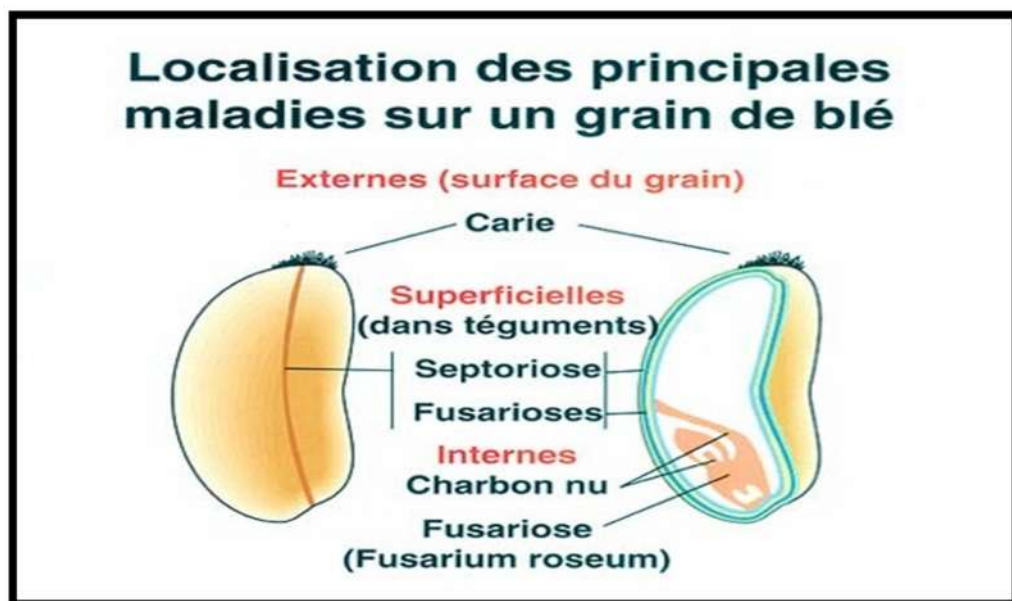


Figure N°18: Localisation des champignons au niveau d'un grain de blé.

(Champion, 1997).

II .3- Méthodes de lutte contre les maladies cryptogamiques

Pour diminuer les infections et la gravité des maladies foliaires, il faut y adopter toutes les mesures culturales qui empêchent les champignons de se multiplier et de former des foyers d'infestation. On compte, parmi ces mesures, l'enfouissement des résidus de culture après la récolte, les rotations avec des cultures autres que les graminées, la destruction des graminées

adventices comme le chiendent, l'utilisation de cultivars résistants aux maladies et, enfin, les semis hâtifs. On peut aussi lutter efficacement contre les champignons par les traitements de semences et les traitements en végétation. Le premier moyen est très connu puisque toutes les semences certifiées sont traitées avec un fongicide. Le deuxième moyen de lutte, le traitement fongicide, doit être effectué à un stade de croissance précis des céréales (**Vanasse, 1988**).

Les méthodes de lutte utilisées pour chaque type de pathogénèse sont rapportées dans le tableau N°2

Tableau N°2 : méthodes de lutte contre les principales maladies cryptogamiques du blé :

Maladies	Agents pathogènes	Méthodes de lutte
Pourritures racinaires	Fusariumculmorum	Rotation culturale (légumineuses), Fertilisation azotée équilibrée
	Fusarium graminearum	
	Cochliobolu ssativus	
Charbon nu(CN)	Ustilla gonuda	Traitement de semence
Carie(CA)	Tilletia caries	
Septorioses	Septori anodorum	Pratiques culturales (jachère travaillée, rotation), traitement de semences, résistance variétale. fongicides
	Septoria tritici	
Rouille	Puccinia triticina	Résistance variétale. Fongicides
	Puccinias triiformis	

(Ezzahiri, 2001)

Chapitre III

Présentation de la région d'étude

III-1-Situation géographique

L'expérimentation s'est déroulée dans la région de Ouled Madhi appartenant à la daïra de Chellal . Elle se situe à 14 km au sud-ouest de la wilaya de M'Sila. Elle est limitée au nord par Ouled Mansour, au sud par Chellal, à l'est par Ouled Adie et à l'ouest par Sidi Hadjras . Elle se trouve à une altitude de 413 mètres avec une longitude de 4° 30' 30" est. et une latitude de 35° 34' 36" nord.

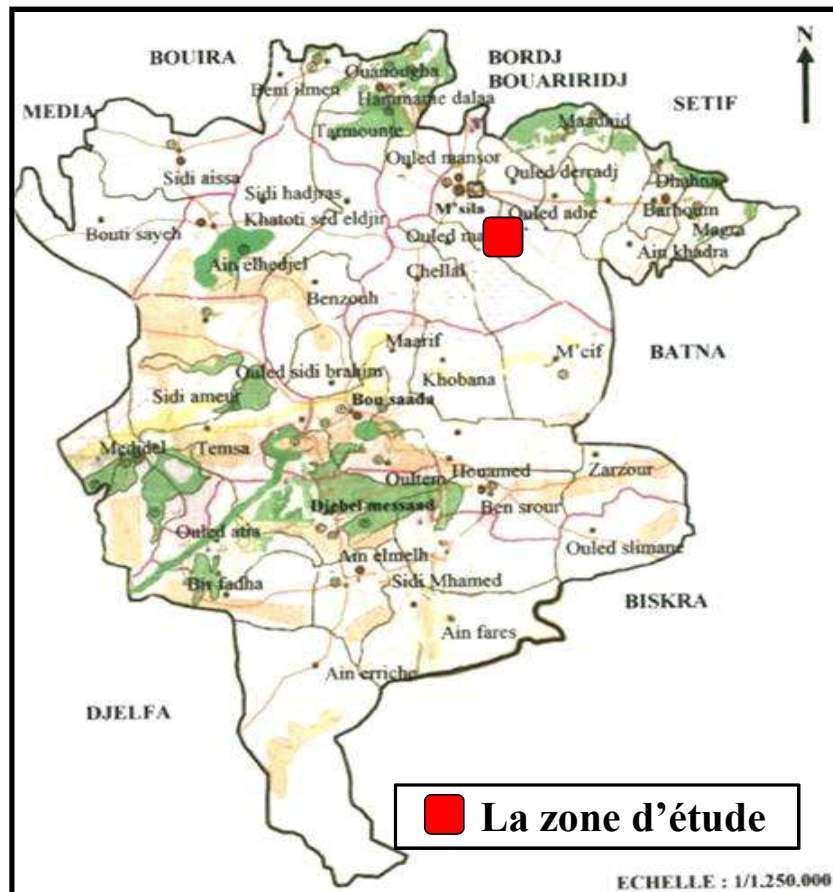


Figure N°17: Localisation géographique de Ouled Madhi

Source:<http://decoupageadministratifalgerie.blogspot.com/2014/10/cartegeographiqueMSILA.html>

III. 2 - Principaux types de sols :

Selon la classification fournie par les pédologues du S.E.S (ANRH), les sols de la zone d'étude ont été divisés en deux classes fondamentales :

- **Première classe** : Sols peu évolués, sous classe des sols d'origine climatique, groupe des sols gris subdésertique.
- **Deuxième classe** : Sols halomorphes, sous classe des sols à structure non dégradée (**Becissa**, 2011).

III.3- Caractéristiques climatiques :

Pour bien caractériser le climat de notre zone d'étude, nous avons exploité une série d'observations étalées sur une période de 28 ans allant de 1988 jusqu'à 2015, relevées dans la station météorologique de M'sila qui est la seule station la plus proche de la zone d'étude et qui se trouve à une altitude 441 m très proche de celle de la région d'étude

III .3 .1- Précipitations

Pour la grande partie du monde, les précipitations représentent la source principale d'eau pour la production agricole. Elles sont caractérisées par trois principaux paramètres : leur volume, leur intensité, les mois et aussi les années (**Ramade, 2003**).

Le tableau n°3 annonce la pluviométrie moyenne mensuelle selon les statistiques de la station météorologique de M'sila.

Tableau N°3 : Précipitations moyennes mensuelles de la région de M'sila (1988-2015).

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Total
P(mm)	18,1	14,2	15,6	22,3	24,9	11	4,7	7,8	24,9	24,8	17,1	22,1	207,5

Source: S.M.M (2015).

P (mm): Précipitations moyennes mensuelles

L'analyse du tableau montre que la région de M'sila reçoit annuellement près de 207,5 mm, avec une tranche pluviométrique annuelle et saisonnière irrégulière. Les pluies se concentrent en automne et au printemps avec une régression en été. A partir du tableau n° 3 on peut constater que le régime saisonnier de notre zone d'étude est de type **APHE** (Automne- Printemps -Hiver- Eté) c'est-à-dire selon un ordre décroissant du régime de précipitations.

III .3.2-Températures:

La caractérisation de la température en un lieu donné se fait à partir de la connaissance d'au moins de cinq variables importantes qui sont les moyennes des minima, des maxima, la moyenne mensuelle, le minimum absolu et le maximum absolu ainsi que l'amplitude thermique (**Djeballi,1984**). Les valeurs des températures moyennes enregistrées pour la région de M'sila sont mentionnées dans le tableau n° 4.

Tableau N°4: Répartition des températures (T°C) moyennes mensuelles minimales, maximales de la wilaya de M'sila (1988-2015).

T (°C)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
m.	-0,7	-0,3	1,8	4,7	8,9	13,9	19,1	18,6	13,8	8,7	2,5	1
M	17,9	20,2	25,2	29	34,4	38,8	41,6	40,6	36,4	39,8	23,7	18,4
(m+M)/2	8,6	9,9	13,5	16,9	21,7	26,3	30,3	29,6	25,1	19,7	13,1	9,7

Source: S.M.M (2015)

M : Température moyenne mensuelle maximale

m : Température moyenne mensuelle minimale.

(M+m)/2 : Température moyenne mensuelle.

On remarque que le mois de janvier est le mois le plus froid avec une température moyenne de 8.6 C°. et le mois de juillet est le plus chaud avec une température moyenne de 30.3 C°.

III.3.3- Diagramme ombrothermique

Le diagramme ombrothermique de **Bagnouls** et **Gaussen (1952)** permet de déterminer la période sèche et la période humide à partir des données mensuelles pluviométriques et thermique.

Bagnouls et **Gaussen(1952)**, considèrent qu'un mois sec est celui où le total mensuel de précipitations exprimé en mm est égal ou inférieur au double de la température mensuelle en degrés Celsius.

$$P \leq 2T$$

(P: précipitation, T: température)

L'examen du diagramme ombrothermiques (figure 18) de notre zone d'étude montre la période sèche s'étale sur 11 mois environ durant tout l'années.

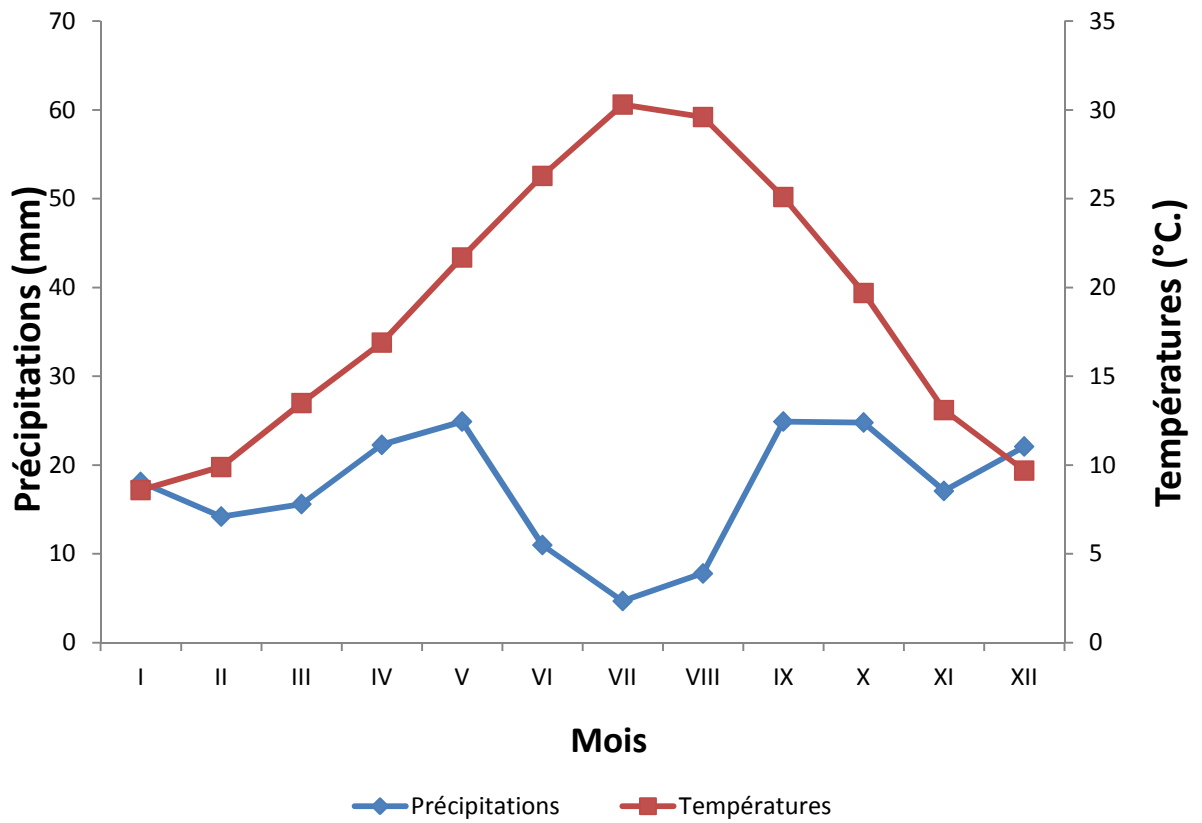


Figure N°18: Diagramme Ombrothermique de la région de M'sila pour la période allant de 1988 à 2015

IV.1-Présentation du site expérimental et des travaux culturaux réalisés

IV.1.1- Le site expérimental

L'expérimentation a été réalisée au niveau d'une exploitation privée qui se situe à 8 Km du Nord-est de ouled madhi. Cette exploitation a été créée en 1985 et couvre une superficie de 40 ha



Figure N°19 : Site expérimental de Ouled Madhi

IV.1.1.1-Type du sol

Le blé apprécie les terres argilo-calcaires ou un limon des plateaux, et peut utiliser une gamme de sols très étendue (ANONYME 1981).

Les sols de la région de ouled madhi sont fondamentalement limono-argileux caractérisés par une structure, plus au moins fine à moyenne selon les endroits

Pour caractériser notre champ expérimental, nous avons effectué le test au toucher au terrain pour l'évaluation de la texture du sol d'après (MUTSCHER ROBERT)

Tableau N°5 : les étapes de test de toucher (d'après MUTSCHER ROBERT)

Manipulation	Texture	Argile+Limon%
1-Humecter le sol et faire un rouleau de l'épaisseur d'un crayon a)Non faisable b) Faisable=continuer par l'étape 2	Sable	0%
2-)Eprouver la cohésion entre le pouce et l'index a)Cohésif b-)Non cohésif=continuer par 3	Sable argileux	14 à 15 %
3-Triturer sur la pomme a)Dans les pores de la main aucune argile= b)Dans les pores de la main traces d'argile visible=	Sable Sable peu argileux	0 à 9 % 10 à 13 %
4-Faire un rouleau de 3mm d'épaisseur a)Non faisable= b)Faisable=continuer par 5	Limono-Argilo-Sableux	19 à 23 %
5-Presser le sol à proximité de l'oreille a)Sol crisse fortement= b)Sol ne crisse pas ou faiblement :continuer par 6	Texture équilibrée: Sablo-Limono-Argileux ou Sablo-Argilo-Limoneux	24 à 29 %
6-Etas de surface de glissement après la pression entre le pouce et l'indexe -Surface matte	Texture équilibrée: Limon-Sable-Argileux ou Argile-Sablo-Limoneuse	30 à 44 %
7-Eprouver entre les dents a)Sol crisse b) Sol à consistance de beurre	Agile-Sablo-Limoneuse Argiles	45 à 60 % 61 à 100 %

Après la manipulation des étapes du test au toucher qui est utilisé pour évaluer la texture du sol du site d'étude, on conclut que le sol est argileux-Limoneux et on s'arrête dans l'étape 4. Ces sols sont d'une faible profondeur à une nature calcaire. Celui-ci peut permettre une installation d'une culture céréalière. (BELLOULA. 1990).

IV.1.2- Les pratiques culturales

Elles regroupent les différents travaux réalisés au niveau de la parcelle telles que le travail de sol, le désherbage, l'irrigation etc....

- **Le précédent cultural:** le précédent cultural de nos parcelles est une culture d'orge durant la campagne (2014/20015).

- **Travail du sol**

Le travail du sol regroupe l'ensemble des interventions culturales faites sur le profil et la surface du sol en vue de créer un environnement favorable au développement racinaire (Vilain, 1989).

Avant la mise en place de la culture, les travaux suivants ont été effectués.

- **Désherbage**

Plusieurs études ont été faites sur la sensibilité du blé aux mauvaises herbes. Dans la station d'étude le désherbage est réalisé manuellement.

- **Labour**

Le labour est réalisé deux semaines avant le semis à l'aide d'une charrue à disque. Ce travail a permis d'incorporer au sol tous les débris végétaux de la culture précédente.

- **Façons superficielles**

Elles servent à émietter le sol pour préparer le lit de semences. Elles sont effectuées par un cover-croop.

- **Irrigation d'appoint**

L'irrigation d'appoint consiste à apporter un complément d'eau nécessaire au développement de la culture pour pallier aux déficits pluviométriques temporaires, Elle permet d'augmenter sensiblement le rendement et d'assurer la stabilité de la production. Dans notre essai nous avons utilisé deux types d'irrigation ; par aspersion et par rigole.

IV.2- Méthodologie

IV.2.1- Description du matériel végétal utilisé

Le matériel végétal utilisé dans notre essai est constitué d'une espèce céréalière à savoir la variété Simèto (blé dur). C'est une variété alternative, résulte d'un croisement entre deux variétés récemment introduites en Algérie capeit*valnova.

Elle à été choisie pour sa résistance à la verse et sa productivité CRPV (2004.).Les principales caractéristiques de cette variété sont consignées dans le tableau suivant :

Tableau N°6 : Caractéristiques de variété Simèto

La variété		Simèto
Les caractéristiques		
Origine		Sélectionnée à l'ITGC de Tiaret d'origine Italienne
Caractère morphologique	Epi	Demi lâche Faiblement coloré (blanchâtre)
	Paille	Moyen 90 a 100 cm
	Grain	Demi allongé
Cycle végétative		Précoce
Tallage		Fort
Comportement à l'égard des maladies		Modérément tolérante aux rouilles, à la septoriose
Caractéristique technologique		Résistance à la fusariose se et à la moucheture PMG moyen
Productivité		Bonne

(Zeghouane et Boufenar, 2006)

IV.2.2 - Isolement des champignons présents à des semences utilisées

IV.2.2.1 - La préparation du milieu de culture

La première étape de l'isolement d'un **champignon** consiste à préparer un milieu de culture. Le milieu de culture le plus souvent utilisé est le milieu PDA, qui est constitué principalement de pomme de terre, d'agar, d'eau et de sucre (dextrose) avec les proportion suivantes :

-200 g de pomme de terre.

-20g d'agar en poudre.

-20g de dextrose.

-1 litre d'eau

Le milieu est préparé comme suit:

- Coupe la pomme de terre en petit morceaux après épluchage

- Bouillonnement des morceaux pendant 15 à 20 minutes jusqu'à ce que qu'elles soient tendres.

- Séparation des pommes de terre, de l'eau de cuisson.
- Ajustement du niveau de l'eau de cuisson à exaucent 1 litre en de l'eau.
- Ajout le dextrose et l'agar.
- Agitation par un agitateur pendant 20 minutes

IV.2.2.2- Désinfection des semences

Les semences utilisées dans cette expérimentation sont désinfectées en surface. Cette désinfection est réalisée par trempage des graines pendant 2 minutes dans une solution d'eau javellisée à 2% suivis par des rinçage à l'eau distillée stérile. Cette opération est répétée trois fois. Un dernier rinçage est effectué dans une solution anti-biotique qui contient 0,1g d'Amoxicilline dissous dans 100 ml de l'eau. Enfin les graines sont séchées sur un papier buvard stérilisé

IV.2.2.3- Ensemencement

La mise en culture se fait sous la hotte devant le bec benzène. Les graines désinfectées sont déposées à l'aide d'une pince sur le milieu de culture PDA gélifié sur boîte de pétri. Les boîtes de pétri sont mises en incubation pendant 5 jours à une température de 23 C°.

IV.2.2.4- Repiquage

Cette opération consiste à repiquer à des fragments d'une culture mycélienne sur d'autre milieux de culture afin d'obtenir des colonies pures.

IV.2.2.5- Identification

Elle est réalisée à l'aide des clés d'identification des champignons. Cette identification se base sur des caractères macroscopiques: qui permet de déterminer la couleur de la colonie pendant le développement et à mesurer son diamètre (aspect de la colonie) et des caractères microscopiques qui détecter la nature de la production et des caractéristiques des spores (formes des conidies) (Samson et Hoekstra, 1988 ; Hawksworth et al., 1995; Gams et al., 1998).

IV.2.3-Traitement du matériel végétal

IV.2.3.1 – Préparation de la solution

Une solution est préparée par dilution d'une quantité du pesticide dans de l'eau tout en respectant la dose prescrite pour chaque produit.

IV.2.3.2 - Trempage

Les semences provenant du même lot à été divisé en petits lots (échantillons). Chaque échantillon de grains est trempé dans un seul type de fongicide pendant quelques minutes.

IV.2.3.3 – Séchage

Les graines trempées de chaque traitement ont été séchées à l'air libre pendant 24 heures.

IV.2.3.4- Les pesticides utilisés

Quatre fongicides de traitement des semences sont utilisés dans cette présente étude ; Celest- extra, Dividend, Acil et Raxil. La matière active ainsi la dose d'utilisation de chaque produit sont données dans le tableau suivant.

Tableau N°7 : Fongicides utilisés pour le traitement des semences

Pesticide	Matière active	Dose d'application
Celest- extra	Fludioxonil et difénoconazole	200ml / quintal / 1l d'eau
Devidend	Difénoconazole	100ml / quintal / 1l d'eau
Acil	Tébuconazole	50ml / quintal / 550ml d'eau
Raxil	Tébuconazole	50ml / quintal / 550ml d'eau

IV.2.4 - Semis

Le type de semis utilisé dans la présente étude est le semis en ligne. Si un semis est effectué à la volée, il est souvent à l'origine des pertes importantes à la levée et le risque d'infestation par les mauvaises herbes. Par contre, le semis en ligne est l'un des facteurs d'amélioration de la production (Nelson, 1980).

Le semis réalisé est de type en ligne et effectué manuellement à une densité 224graines / m². Chaque unité expérimentale d'un mètre carré contient 8 lignes de semis espacées de 12,5 cm les unes des autres. La profondeur de semis est de 3 à 4 cm. Le semis a été effectué de 03-02-2016.

IV.2.5- Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté est un dispositif en bloc aléatoire complet. Ce bloc est constitué de 25 unités expérimentales à raison de 5 lignes à 5 répétitions pour chaque traitement. Les unités expérimentales sont d'un 1 m² de surface chacune et sont espacées les unes des autres de 40 cm.

Chaque unité est constituée de 8 lignes sur chacune d'elles, 28graines sont semées et espacées les unes des autres de 3cm. Les lignes sont espacées de 12,5cm ce qui donne une densité de semis de 224 graine par mètre carré

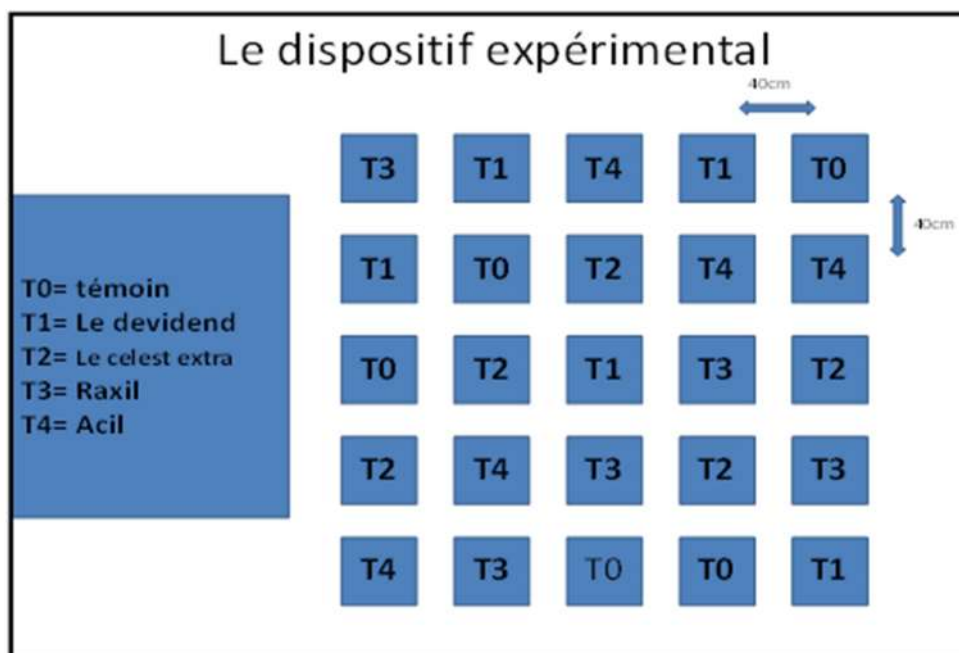


Figure N°20 : Le dispositif expérimental

IV.2.6- Paramètres étudiés

Les paramètres étudiés au niveau de chaque traitement sont principalement ceux liés à la composante de rendement

IV.2.6.1- Nombre de plants par mètre carré à la levée

Le nombre de plantes par m² constitue la première composante du rendement d'une manière générale, le contexte climatique, l'époque de semis et le type de sol sont les trois facteurs déterminant du nombre optimum de plantes à rechercher au m². La densité optimale se définit par le niveau de peuplement permettant d'accéder au meilleur rendement avec le plus de régularité entre les années (Gate, 1995).

Le comptage du nombre de plante / m² a été réalisé le **29-02-2016** au stade de 3feuilles.

IV.2.6.2- Nombre de tiges herbacées talles par plant

Le nombre de talles herbacées par plant a été déterminé au stade fin tallage. Le comptage du nombre de talle par plant a été effectué sur 20 plants pris au hasard.

IV.2.6.3 - Nombre d'épis par plant

Le nombre d'épis au m² est un paramètre déterminant de rendement des céréales à grains. Le comptage de nombre d'épis par plant a été déterminée de même façon que les talles herbacées.

IV.2.6.4- Nombre de grains par épis

Le nombre de grains/épi est une caractéristique variétale très influencée par le nombre d'épi au m² (Couvreur, 1981).

Après le battage de 10 épis prélevés de chaque unité élémentaire à partir de chaque traitement nous avons évalué le nombre moyen de grain par épi par comptage systématique de tous les épis prélevés.

IV.2.6.5- Poids de mille graines (PMG)

Le poids de 1000 graines est un paramètre influencé par les conditions de nutrition minérale (**Loue, 1984 ; Batten, 1992**), la profondeur de semis et les conditions d'humidité dans le sol durant la période de remplissage (mis en réserve) des grains (**Blanchet et al. 1978; Belaid, 1996**) Après récolte, réalisée manuellement, nous avons prélevé et pesé 1000 graines pour chaque traitement.

IV.2.6.6-Sévérité des maladies

La notation des maladies a été basée sur la sévérité. La sévérité de l'infection elle, est représentée par l'importance des symptômes sur les différentes parties de la plante qui a été notée sur une échelle logarithmique comme pourcentage de la surface foliaire atteinte

Dans notre champ expérimental, la sévérité de l'infection a été évaluée sur 25 feuilles de chaque traitement. Elle a été réalisée le 16-05-2016

Dans ce chapitre sont présentés d'abord les résultats de l'isolement des champignons à partir du lot de semences utilisées dans l'expérimentation. Ensuite les résultats des différents traitements sur les composantes de rendement. Enfin les résultats sur la sévérité des maladies dans les différents traitements.

V.1-Isolement des champignons

L'identification des champignons transmis par les semences dans cette étude est basée sur des critères morphologiques, notamment ceux des structures reproductrices et l'aspect de la colonie sur le milieu de culture.

Une seule espèce est identifiée il s'agit de *Fusarium sp.* (Figure 21).

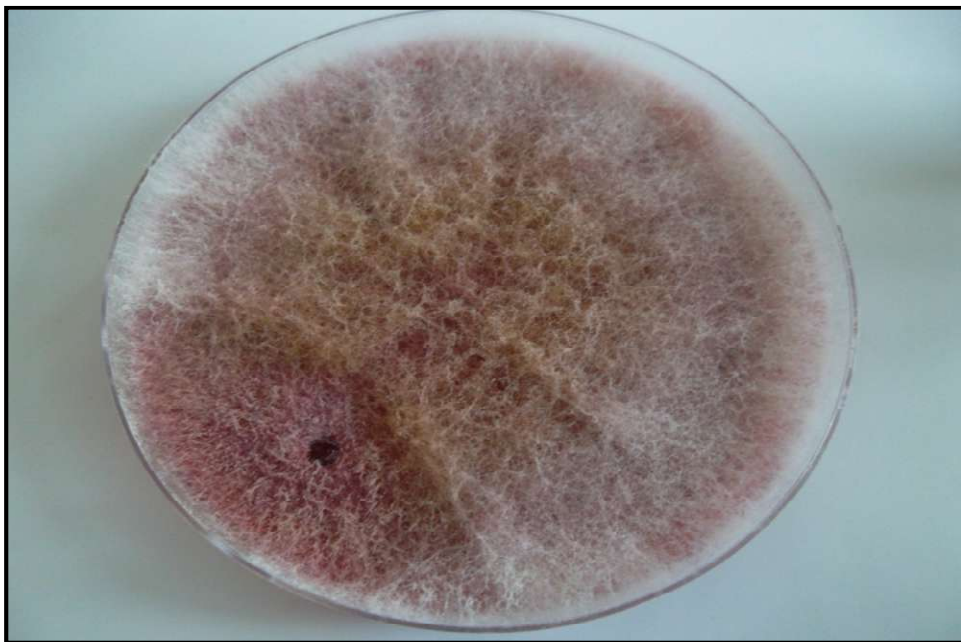


Figure N° 21 : Colonie de *Fusarium sp.* (original)

La colonie présente une de surface duveteuses, laineuse à cotonneuse , planes et de couleur blanches à crème peu orangée .Les hyphes sont septés . Les conidiophore sont simple, portant de longues monophialides d'aspect cylindrique.

Les conidies sont cloisonnées et fusiformes (Figure 22).



Figure N° 22 : Conidies de *Fusarium sp.* (original)

Les champignons du genre *Fusarium* qui infectent les épis aux champs peuvent causer des pertes de rendement, mais le principal problème demeure dans la production de toxines (Czegledi et Gutzwiller, 2006). Ces toxines deviennent nocives pour la santé humaine et animale.

V.2- Nombre de plants à la levée (plant / m²)

Les valeurs moyenne du nombre de plants par mètre carré à la levée correspondant à chaque traitement sont et représentées dans le **tableau 8** et illustrées dans la **figure 23**.

Tableau N°8 : Nombre moyen de plants / m² à la levée dans les différents traitements

Traitement	T0	T1	T2	T3	T4
Plants/m ²	147,8	119,4	101,4	107,8	135,4

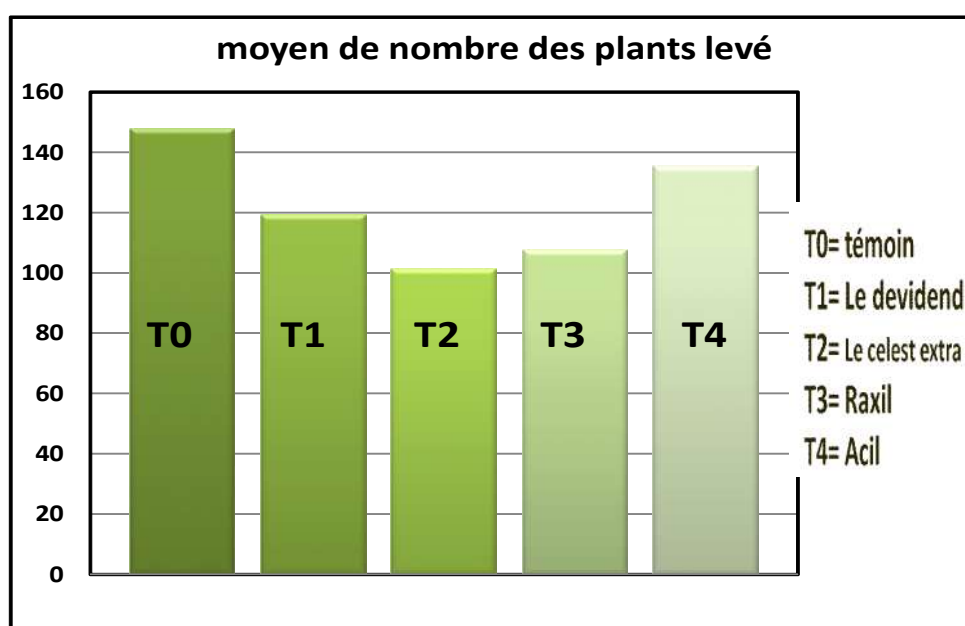


Figure N°23: Effet du traitement sur le nombre de plants levés par mètre carré

Il apparait dans la figure que le nombre moyen de plants par mètre carré le plus élevé est enregistré chez le témoin T0 non traitée (147,8 plants / m²). Il est à noter que le nombre de plants à la levée est réduit dans les autres traitements (T1,T2,T3,T4) . Ceci ,peut être expliqué par la phytotoxicité des semences qui s’est manifestée par l’apparition des taches jaune dans tous les traitements sauf chez le témoin non traité T0 . De ce fait on peut dire que la méthode de trempage n’est pas adéquate pour le traitement des semences.

La densité obtenue à la levée dans les parcelles témoins (147,8 plants / m²), demeure faible par rapport à la densité de semis (224 graine/ m²). Cette régression est due à la fonte de semis, occasionnée principalement par la fusariose. En effet **De Proft et Bertel (2010)**, mentionnent qu’en absence de traitement sur des semences touchées par la fusariose entraîne de graves défauts de levée. Par ailleurs , il faudrait souligner la présence des étourneaux dans le site d’étude et qui s’attaquent aux graines en pleines germination.

V.3- Nombre des talles par plant

Les valeurs moyenne du nombre de talles par plant obtenues dans chaque traitement sont représentées dans le **tableau 9** et portées dans la figure suivante.

Tableau N°9 : Valeurs moyennes de nombres des talles par plant dans les différents traitements

<i>Traitement</i>	<i>T0</i>	<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>T3</i>	<i>T4</i>
<i>Moyenne</i>	<i>6.22</i>	<i>5.83</i>	<i>6.39</i>	<i>5.86</i>	<i>5.73</i>

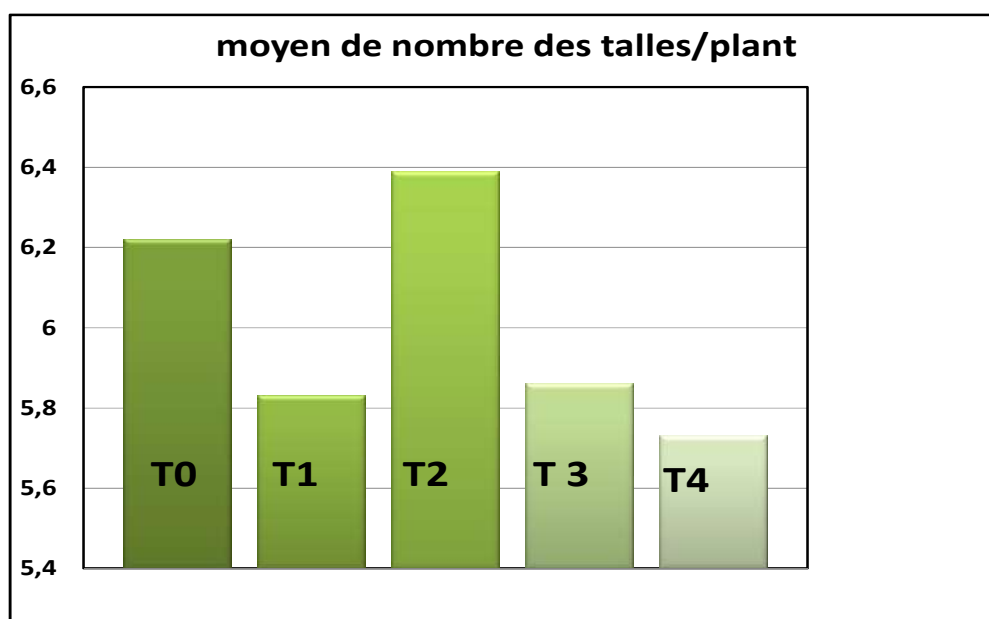


Figure N° 24 : Effet des différents traitements sur le nombre des talles par plante

Le classement des moyennes de nombre de talle par plant fait ressortir que traitement T2 réalisé avec Celest-Xtra présente résultats le plus important de 6,4 talles / plant. Le Celest-Xtra assure une protection prolongée du système racinaire. IL est suivi juste après par le traitement T0 (6,2 talles / plant) .Ensuite, viennent les traitements T3 ,T1,T4 avec respectivement 5,9 ; 5,8 et 5,7 talles / plant .

Le test de l'analyse de la variance au seuil d'erreur de 5 % (P = 0,81) montre que la différence entre les différents traitements est non significative. IL est à signaler qu'en cette phase de tallage, aucun symptôme de maladie fongique n'a été observé. Il semble que le semis tardif réalisé en début de février ainsi que la densité des plants qui est relativement réduite à la levée sont autant de facteurs qui réduisent la pression des maladies fongiques.

V.4- Nombre d'épis par plant

les valeurs moyenne du nombre épis par plant pour chaque traitement sont représentées dans le tableau 10 et illustrées dans la figure 25

Tableau N°10 : Valeurs moyennes de nombre des épis par plant

<i>Traitement</i>	<i>T0</i>	<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>T3</i>	<i>T4</i>
<i>moyenne</i>	<i>3.42</i>	<i>4.36</i>	<i>5.14</i>	<i>4.23</i>	<i>4.9</i>

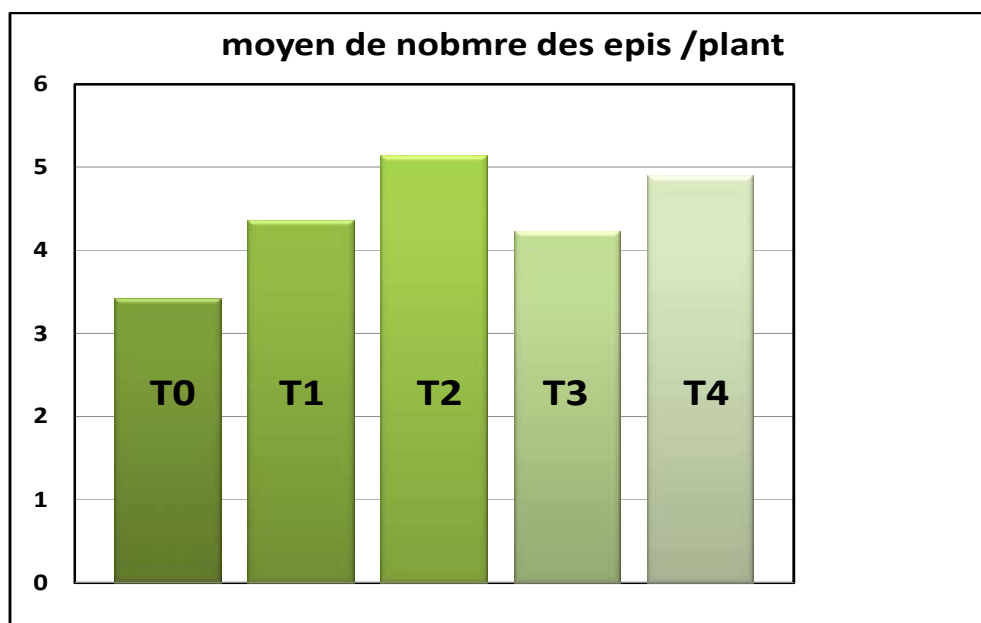


Figure N°25: Variation du nombre des épis par plant en fonction du traitement.

L'analyse statistique fait ressortir différence très hautement significative ($P < 0,00005$) concernant le nombre d'épi/ plant pour chaque traitement.

Le nombre moyen d'épis par plant le plus important est de 5.14 ; noté dans le traitement (T2) réalisé avec le Celest- Xtra . Il est suivi par le (T1) et le (T3) et le (T4). Le nombre d'épis le plus faible est enregistré dans les parcelles témoins (T0) avec une moyenne de 3.42 par plant. Il semble que plusieurs talles ont disparus du stade tallage au stade épisaison dans les parcelles non traitées et qui sont probablement anéanties par les maladies du pied tel le piétin ou la rhizoctone.

V.5- Nombre de graines par épis

Le nombre moyen des grains par épis obtenus de chaque traitement est représenté dans le tableau 11 et illustré dans la figure 26.

Tableau N°11: Valeurs moyenne de nombre des grains par épis

Traitement	T0	T1	T2	T3	T4
Moyenne	38,4	44,64	48,1	41,14	41,94

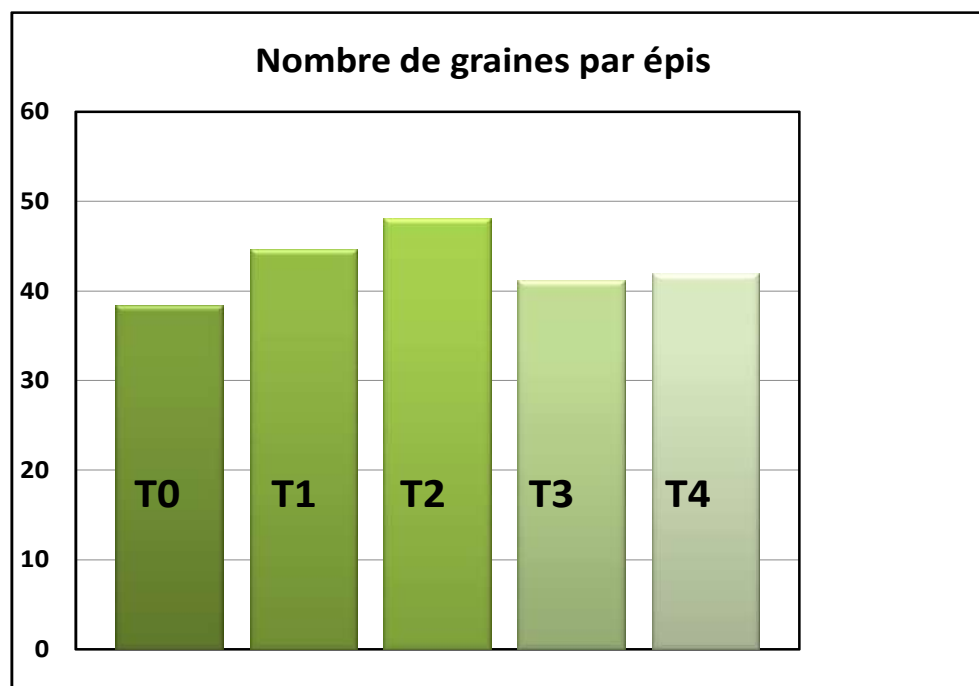


Figure N° 26: Effet des différent traitement sur le nombre de graines par épis.

Pour le nombre de graine par épi, il ressort de la figure que la moyenne la plus élevée est enregistrée dans le traitement T2 avec 48,1 graines / épi. Ils sont suivis par les traitements T1,T4,T3 avec respectivement 44,64 ; 41,94 et 41,14 graines/ épi. Le témoin non traité T0

avec 38,4 graines / épi, offre la plus faible moyenne. Ces résultats sont nettement supérieurs a ceux observés à la station de L'ITGC de Sétif en 2014, sur la variété Boussalem , où 33,66 graines / épi sont obtenus dans le traitement avec Celest- Xtra (Syngenta, 2016).

L'analyse de la variance appliquée au nombre de graines par révèle une différence significative entre les traitements (P = 0,029). Le fongicide celect - Xtra (T2) est plus efficace par rapport les autres fongicides concernant la protection des graines. En effet plusieurs maladies peuvent réduire le nombre de graines contenu dans un épi. **Bérubé (2010)**, note que les épillets infectés par le *Fusarium* se dessèchent prématurément et sont souvent blanchis et stériles ce qui réduirait certainement le nombre de graine.

V.6- Le poids de mille graines (PMG)

Les valeurs de la pesée de 1000 graines , issues des différents traitements, après récolte sont représentées dans le tableau 12 et illustrées par la figure suivante

Tableau N°12: Poids de mille graines (PMG) des différents traitements

Traitement	T0	T1	T2	T3	T4
Le poids	43,36g	45,00g	46,77g	39,74g	45,51g

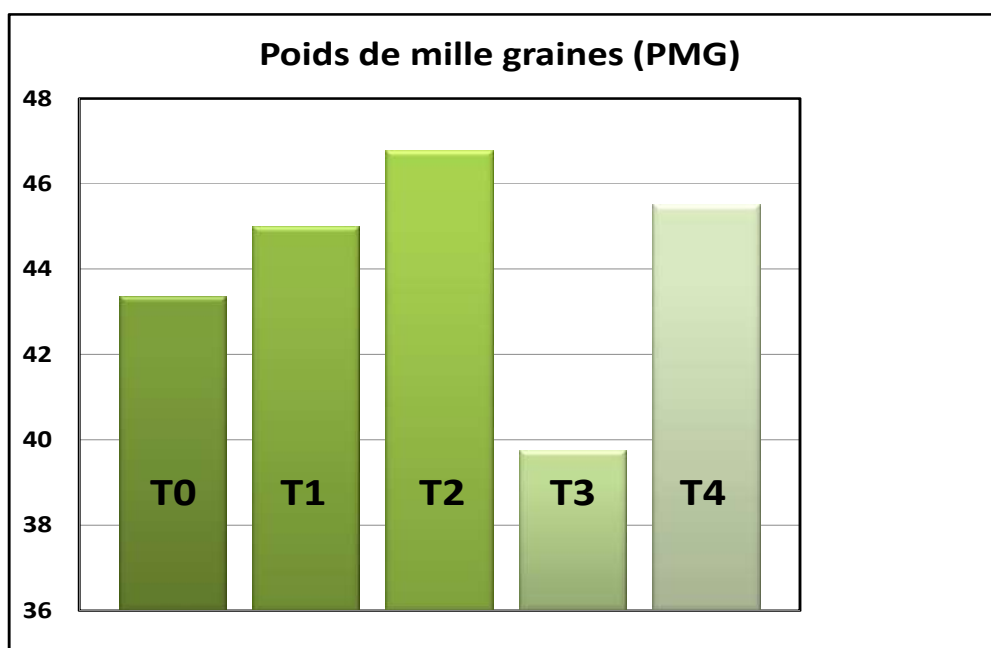


Figure N° 27: Poids de mille graines dans les différents traitements

Le PMG de la même variété (Simeto) diffère en fonction du traitement. Le meilleur PMG est obtenu dans traitement T2 réalisé avec le Celest-Xtra qui est 46,8 grammes. Cette valeur est supérieure à celle observée à la station de l'ITGC de Guelma sur le blé traité avec le Celest-Xtra qui est de 43 grammes (Syngenta, 2014).

Dans la présente étude, les traitements T4 (Acil) et T1 (Dividend) ont donné aussi des PMG importants respectivement de 45,5 et 45 grammes.

Le fongicide Celest - Xtra contient deux matières actives ; Fludioxinil et Difenoconazole. Le Fludioxinil est efficace sur les fusarioses, l'helminthosporiose et la septoriose. Le Difenoconazole est efficace sur les caries, les fusarioses , le charbon du blé et d'orge (Syngenta, 2016). Les résultats de la présente étude montrent l'efficacité de ces fongicides dans le contrôle des maladies transmises par les semences notamment les fusarioses. Ces dernières causent des pertes de poids chez les graines contaminées. D'autres maladies telles que la septoriose et les rouilles brune et jaune sont aussi observées dans les différents traitements. Prescott *et al.* (1987), mentionnent que ces maladies peuvent affecter le poids des graines. Le PMG obtenu dans le traitement T3 (Raxil) qui est 39,7 grammes est inférieur à celui obtenu dans les parcelles témoins (43,4 g). La sévérité de la septoriose (8 %) observée dans traitement T3 semble être à l'origine du faible PMG.

V.6 - La sévérité des maladies

Les valeurs moyennes de sévérité des différentes maladies dans les parcelles témoins et les parcelles traitées avec les différents fongicides sont consignées dans le tableau 13 et illustrées dans la figure 28

Tableau N°13: Valeurs moyennes de la sévérité des maladies dans les parcelles témoins et les 4 parcelles traitées.

<i>Traitement Maladies</i>	<i>T0</i>	<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>T3</i>	<i>T4</i>
Septoriose	3,7%	,04%	3,58%	8%	4,58%
Rouille jaune	2%	2,1%	0%	0%	1%
Rouille brune	0%	5%	2%	1,4%	1,3%

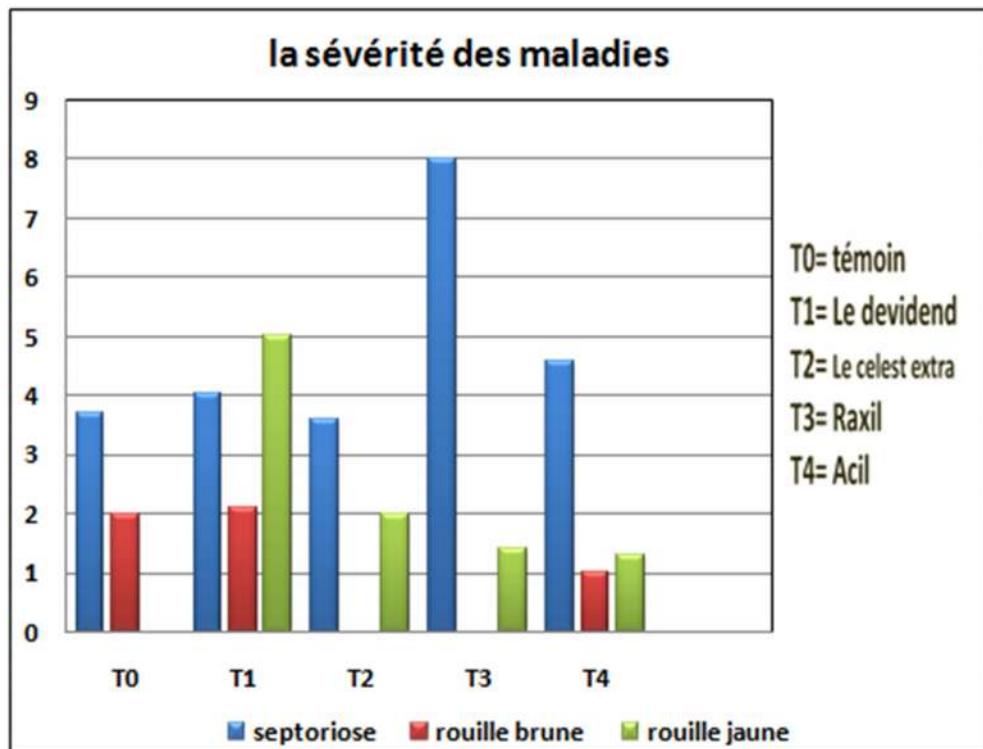


Figure N° 28: Effet des traitements sur la sévérité des maladies

Au stade épiaison la septoriose apparait dans tous les traitements à des taux importants par rapport aux autres maladies. Elle atteint une sévérité maximale de 8% dans le traitement T3 (Raxil).

La maladie de la rouille jaune est trouvée dans tous les traitements T1 (Devidend), T2 (Celest-Xtra), T3 (Raxil) et T4 (Acil) sauf chez le témoin. Sa sévérité ne dépasse pas 2,1 % observée dans le traitement T1 (Devidend). Par contre la rouille brune est enregistrée seulement chez les traitements T0, et T1, T4 avec des valeurs faibles ne dépassant pas 5 % (T1).

L'analyse statistique ne révèle pas une différence significative entre les traitements ($P = 0,19$). Les fongicides de traitements de semences ne contrôlent pas les autres maladies fongiques qui surviennent au cours de la culture. **Vanasse (1988)**, note que la lutte efficace contre les champignons englobe des traitements de semences et des traitements en végétation. Le premier moyen implique l'utilisation des semences certifiées qui sont traitées avec un fongicide. Le deuxième moyen de lutte, le traitement fongicide, doit être effectué à un stade de croissance précis des céréales. Selon **Ben Mohamed et al. (2000)**, la septoriose pourrait être limitée par un traitement avec le fongicide Horizon (Tebuconazole) au stade début tallage.

Conclusion

générale

Conclusion générale

L'étude réalisée au courant de l'année 2015/2016, nous a permis de déterminer l'efficacité quelques produits fongicides sur les maladies transmises par les semences chez le blé dur (*Triticum durum* var. Simeto). L'étude est conduite dans la région de Ouled Madhi où quatre types de fongicides : Acil , Raxil ,Celest -extra , et Devidend ont été testés.

L'efficacité des différents types des fongicides a été réalisée sur les principales composantes du rendement durant le cycle de développement du blé

L'efficacité des fongicides sur le nombre de plants / m² n'a pas pu être vérifiée suite à la phytotoxicité survenue dans les traitements. La méthode de trempage est alors à proscrire. Ces fongicides sont appliquées avec des machines spécialisées au niveau des CCLS (coopérative des céréales et des légumes secs).

Le nombre de talle / plant varie sous l'effet des quatre types des fongicides utilisés avec une moyenne plus élevée chez le traitement réalisée avec le fongicide Celest- extra.

Le nombre d'épis / plant varié avec tout les traitements fongicides . La moyenne la plus élevée (5,14 épis / plant) est obtenu dans le traitement T2 avec Celest-extra . Ensuite viennent respectivement les efficacité des traitements avec Acil (T4), Devidend (T1) et Raxil (T3) .

Le nombre de grains /épi varie aussi sous l'action des fongicides. La meilleur moyenne est obtenu dans le traitement T2 (Celest –extra) avec de 48,1 graine par épi. Puis viennent les traitements avec Devidend (44,64 graines/ épi), Acil (41,94 graines/ épi) et Raxil (41,14 graines / épi)

Le poids de 1000 grains montre une variation en fonction du traitement utilisé. Le traitement T2 Celest- extra donne le meilleurs PMG (46,8 g). Les traitements T4 (Acil) et T1 (Dividend) ont donné aussi des PMG importants respectivement de 45,5 et 45 grammes.

La sévérité des maladies foliaires n'est pas affectée par le type du fongicides utilisé pour le traitement de semences.

La culture du blé est constamment menacée par des maladies fongiques qui peuvent être à l'origine des pertes très importantes du rendement. A partir de cette étude nous pouvons déduire que la culture du blé est effectivement menacée par différentes maladies fongiques.

Les traitements de semences permettent de contrôler les inoculum contenus dans les graines pour réduire la pression des maladies dans la culture. D'autres traitements sur la culture sont nécessaires pour contrôler les maladies qui sont conservées dans le sol ou sur les résidus des cultures.

Pour améliorer la productivité il serait intéressant d'étudier davantage le comportement des produits fongicides dans le système sol-plante et mettre en évidence le type de fongicide et la dose optimale pour aboutir à un rendement meilleur.

Références

Références

- Alam M.S., nesa M.N., khan S.K., hossaim M.B. and hoque A., 2007**_varietal differences on yield contributing characters of wheat under different levels of nitrogen and planting methods. *Journal of applied sciences research*, 3(11) : 1388_1392
- Amokrane, A. 2001.** Evaluation et utilisation de trois sources de gemoplasme de blé dur (*Triticum durum* Desf.). Thèse de Magister, Institut d'Agronomie. Université Colonel El Hadj lakhdar. Batna, 80p.
- Anonyme, 1981.** Larousse agricole, publié sous la direction de Jean Michel Clément. 1207 pages
- Anonyme., 2005.** Profile de la culture du blé au Canada. Programme de réduction des risques liés aux pesticides, Centre de lutte antiparasitaire Agriculture et Agroalimentaire Canada .36p
- Aouali,S ., Douici-Khalfi,A. , 2009** .Recueil des principales maladies fongiques des céréales en Algérie : symptômes, développement, et moyens de lutte ; ITGC, EL Harrach, Alger. 56p.
- Baily R., 1980.** Guide pratique de défense des cultures. Reconnaissance des ennemis Notion de protection des cultures ; Edition : Tarif. ACTA, 419 p.
- Bajji M. 1999.** Etude des mécanismes de résistance au stress hydrique chez le blé dur: caractérisation de cultivars différant par leurs niveaux de résistance à la sécheresse et de variantes soma clonales in vitro. Thèse de doctorat, faculté des sciences, Université catholique de Louvain.
- Bahlouli F., H. Bouzerzour, A. Benmahammed, K.L. Hassous. 2005.** Selection of high yielding and risk efficient durum wheat (*Triticum durum* Desf cultivars under semi arid conditions. *Pakistan Journal of Agronomy* 4:360-365.

- Bagnouls F. et Gaussen H., 1953** Saison sèche et indice Xérothermique. Docum. Pour les cartes des Prod. Végét. Série: Généralité, 1: 49p.
- Bailey, K.L., Couture, L., Gossen, B.D., Gugel, R.K., et Morral, R.R.A., 2004.** Maladie des grandes cultures au Canada. La société Canadienne de phytopathologie. ISBN 0-9691627-7-4.
- Batten, D; 1992:** A review of phosphorus efficiency in wheat. Plant and soil 146, pp: 163- 168.
- Becissa, H. (2011).** Etude des caractéristiques physico-chimique d'eau d'irrigation du barrage du K'sob-Msila-, Mém .Ing, Dép. Agro. Univ. Msila, 74p.
- Bégos P., 2005.** Reconnaître les maladies des céréales, dossier fongicide, paysan Breton. 1p.
- Belagrouz, A., 2013.** Analyse du comportement du blé tendre, Variété El wifak (*Triticum aestivum* L.) conduite en labour conventionnel, travail minimum et semis direct sur les hautes plaines sétifiennes. Mém. Magi. Sci. Agro, Univ. Ferhat ABBAS, Sétif, 87p.
- Belaid D. ; 1996 :** Aspects de la certificateurs algérienne 87 p.
- BELLOULA L., 1990-** Étude préliminaire des Orthoptères de trois stations dans la région d'Ain Yagout (Batna) Thèse Ing. Agr., I.N.F.S Blida, 33 p.
- Benathmane S., 2005.** les maladies des céréales à travers les wilayates de l'Est Algérien : identification et importance. Thèse ing, univ. batna 42p.
- Benbelkacem A, 1991.** Adaptation of cereals to extreme environments, Field crops Research.

- Benbelkacem AK. Et Kellou K., 2000** –Evaluation du progrès génétique chez quelques variétés de blé dur (*Triticum durum*) cultivées en Algérie. Ed. Ezzahiri B., Sayoud R.,Algérie.
- Benchohra B. et Khelloufi B., 2002** - [http://www.esmamag.com/ensma% 202/Impact risque climatique.pdf](http://www.esmamag.com/ensma%202/Impact_risque_climatique.pdf).
- Ben mohamed L. M., Rouaissi A., Sebei S. Hamza et M. Harrabi., 2010.** Effet du génotype, de la date de semis, de la fertilisation azotée et potassique et des fongicides sur le développement de *Septoria tritici* : 8p
- Bérubé M E., 2010** . effet du Gluphosate sur la fusariose de l'épi chez le blé et l'orge selon différents travaux du sol, mémoire pour l'obtention du grade de maitre en science, université lavel, Qubec.131p
- Besri M., 1989.** Etat sanitaire des semences de blé et d'orge utilisées au Maroc, Céréales en régions chaudes AUPELF-UREF, Eds John Lebbey Eurotext,Paris 1989.pp 85-94.
- Blanch et R Bose M et Maertens C ; 1978** – Influence de l'état hydrique du sol sur l'alimentation phosphorique des plantes dans le sol phosphore et l'agriculture 72 pp.
- Boisgontier D., 1985:** Maitrise de la densité de semis des céréales. Cultivar, n°185,85-8
- Bonjean et Picard, 1990-** Les céréales à paille : origine, histoire, économie, sélection. Softword – Groupe ITM, Paris, 208p.
- Boubekeur R., Ezzahiri B., 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,
- Bouziani, M.,1988.** L'usage immodéré des pesticides. De graves conséquences sanitaires. Le guide de la médecine et de la santé. Revue Santé Maghreb, 27-35.

- Caron,D., 1993.** Les maladies des blés et des orges. Ed ITCF, France.87pages.
- Cavelier M, 1992.** La Jaunisse nanisante. In Les maladies des céréales. Ed. Centre de recherche agronomique de l'Etat de Belgique. Fiche N°13.
- Champion R., 1997.** Identifier les champignons transmis par les semences.
- Chennafi H., A. Aidaoui, H. Bouzerzour, A. Saci. 2006.** Yield response of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivar Waha to deficit irrigation under semi arid growth conditions. *Asian J. Plant Sci.*, 5: 854-860.
- Chennafi, H., Saci, A., Harkati, N., Adjabi, A., Mébarkia A. 2012.** L'optimisation du rendement de la culture du blé sous l'effet du précédent cultural et l'outil de labour en environnement semi-aride. In : Bouzerzour H., Irekti H. & Vadon B. Quatrièmes rencontres méditerranéennes du semis direct. Options méditerranéennes. Série A.: Séminaires Méditerranéens 96: 213:220. Ed. CIHEAM, Lavoisier. Paris, 251 p
- CIC. 2014..** International Grains Council. World Grains Statisti
- Clark J.M., Norvell W.A., Clark F.R. & Buckley T.W. 2002.** Concentration of cadmium and other elements in the grain of near-isogenic durum lines. *Can. J. Plant Sci./Revue canadienne de phytotechnie.* 82 : 27-33 p.
- Corbaz R., 1990.** principes de phytopathologie de lutte contre les maladies des plantes, 257p.
- Couvreur F ; 1981-** La culture du blé se raisonne, cultivar, Juin pp : 39- 41
- Crete P., 1965.** Précis de botanique. Tome II, systématique des angiospermes .2 Ed. Paris: 11-38.

- Czegledi I. et Gutzwiller A., 2006-** Mycotoxines dans les céréales et les aliments pour animaux en Suisse: revue de littérature. *Revue suisse Agric.* 38 (6): 329-334, 2006
- Daguenet ,G.,1990.** Les dégâts de certaines maladies cultivar, 266:50-52cs, p 13-17.
- De Prof M. et Bertel X., 2010** – Protection des semis et des jeunes emblavures. In : céréales. *Agro-Bio Tech& CRA-W Gembloux* : 1-24
- Djebaili, S. (1984).** Recherches phytosociologies et écologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'Atlas Sahariens Algériens. Office des Publications Universitaires, Alger. I 77p.
- Douimi R, Saadaoui EM , Jlibene M., 1996 .** effets de la tache bronzée du blé sur le rendement et certaines de ses composantes : Proceedings deuxième symposium régional sur les maladies des céréales et des légumineuses alimentaires. Rabat, Maroc. 390p
- Dubois G et Flodrops F.,1987 .** la protection de semence. *AGRI-NAHAN*, . 96p
- El jarroudi,M . 2005 .** Evaluation des paramètres épidémiologiques des principales maladies cryptogamiques affectant les feuilles du blé d'hiver au grand-Duché de Luxembourg : calibration et validation d'un modèle de prévision. Thèse de doctorat, université de liège, France. 262p.
- Eyal Z., Scharen A.L , Perscott J.M., and M.Van Ginel. 1987.** The septoria diseases of wheat: Concepts and methods of diseases management. Mexico, D.F: CIMMYT, 52 pages.
- Ezzahiri B., 2001.** Les maladies du blé : identification, facteurs de développement et méthodes de lutte. *Bulletin de transfert de technologie en agriculture*, N° 77, 4p.
- Fao. 2007.** Organisation mondiale de l'Agriculture et de l'Alimentation (Food and Alimentation Organisation).

- Faostat. 2013.** Statistical database of the food and agriculture organisation of the United Nations.
- Feillet P. 2000 .** Le grain de blé. Composition, utilisation. Edition INRA, Paris, 308p.
- Gate PH., 1995 .**écophysiologie du blé. Technique et documentation. Lavoisier, paris,429p.
- Gams W ., Haekstra E.S., Aptroot A.1998.**CBS. Course of mycology.Central bureau Voor . Schimmel cultures Baarns. Netherlabnd.
- Grignac, P., 1978.** Le blé dur: monographie succinte, Ann. Inst .Nat.Agr Harrach, 8 (2).
- Gyot, L., 1978.**Biologie Végétale. Collection que sais-je? Ed. Press Universitaire de France. 127pages.
- Harlan J.R 1975.** Our vanishing genetics resources. Science ,188:618-621
- Hawkswarth D.L.,Kirk P. M., Sutton B., Pegler D.N.1995.** Dictionnary of the fungi ,8th.ed. CAB. International Walling Ford. United Kingdom.
- Itcf,2003,** diagnostic des accidents du blé.
- Jlibene M., 2011 .**options génétiques d'adaptation du blé tendre au changement climatique. Variétés à résistance multiple : sécheresse, cécidomyie, septoriose , rouilles brune et jaune, INRA,maroc,62p
- Laala, Z., Oulmi, A., Saraoui, T., Haddad, L., Nouar, H., Benmahammed, A. et Bouzerzour, H. 2006.** Effet de la sélection de la biomasse et des épis sur le rendement du blé dur (*Triticum durum* Desf.) sous condition semi-arides. Département d'Agronomie, Fac. Sci. et Sci. Ing, Université El-Hadj Lakhdar, Batna, pp55-68.
- Laffont J., 1985a.** les maladies des céréales et du maïs. AGRI-NAHAN. P 4-51

- Lauzon M., Dion Y., Rioux S ., 2007 .** Fusariose de l'épi chez le blé et l'orge ; CÉROM Saint-Bruno-de-Montarville, bulletin technique : phytopathologie No :2.01, 5p.
- Loue A. ; 1984-** Le potassium et les céréales revue de la potasse. S.9 n° 4 ; pp : 1-18.
- Pena, R.J., W.H. Pfeiffer. 2005.** Breeding methodologies and stratégies for durum wheat quality improvement. In: Conxita, R., Nachit, M., di Fonzo, N., Araus, J.L., Pfeiffer, W.H., & Slafer, G.A. (eds.). Durum wheat breeding: current approaches and future stratégies. Food Product press. 663-686.
- Prats J.et Grandcount M C.,1971-**Les céréales 2éme éd. Coll. d'enseignement Agricole.288 P.
- Prescott J.M., Burnett P A, Saari E E., Ransom J., Bowman J., De milliano w., Singh R P., Bekele G.,1987.** Maladies et ravageurs du blé. Guide identification au champ. CIMMYT, Mexico.135p.
- Ramade F. (2003).** Eléments d'écologie- Ecologie fondamentale. Ed. Dunod. Paris, 689 p.
- Samson R.A., Hoekstra E.s.1988.** Introduction to food –born fungi , 3 rd edn.Centra Albureau Voor . Schimmel cultures Baarns . Netherlabnd.
- Sayoud R., 2008 .** les principales maladies des blés en Algérie . SYNGENTA. diapo
- Sayoud,R. ,Ezzahiri,B.,&Bouznad ,Z.,1999,**Les maladies des céréales et des légumineuses alimentaires. PNUD RAB/91/007.Algérie-64pages
- Semal,J,1989 .** traité de pathologie végétale, les presses agronomiques de Gembloux,A,S,B,L,Belgique, 621p
- Siou,D,2013 :** développement épidémique de la fusariose des épis de blé et conséquences des interactions entre espèces du complexe fusarien. Thèse doctorat en biologie, université de paris sud 11,197p.

- Slama A., Bensalem M., Ben naceur M. et Zid E.D., 2005-**
les céréales en tunisie: production, effet de la sécheresse et mécanismes de résistance. Institut national de la recherche agronomique de tunisie (Inrat). Univ. Elmanar. Tunisie.
(<http://www.john-libbeyeurotext.fr/fr/revues/agro-biotech/e-docs/00/04/11/2E/telecharger.md>).
- Station météorologiques de M'sila., 2015** – Données climatiques de la période (1988-2015)
- Syngenta, 2014** – Les fusarioses des céréales. Notice technique, n° 20, 4 pages.
- Syngenta, 2016** – Nouvelle solution en traitement de semences contre les fusarioses du blé. Fiche technique.
- Troccoli, A., G. M. Borrelli, P.D. Vita, C. Fares, N.D. Fonzo. 2000.**
Durum wheat quality: a multidisciplinary concept. *Journal of Cereal Science* 32: 99–113.
- Vanasse A., 1988-** Les maladies fongiques des céréales . Quand comment et pourquoi intervenir? . *Le bulletin des agriculteurs* , vol 70, n°12: 16-18.
- Vertucci, C.W., 1989.** The kinetic of seeds imbibition controlling factors and relevance to seedling vigor. In: —Seed Moisture, CSSA special publication, 14: 93 -115.
- Vilain M., 1989.** La production végétale : La maîtrise technique de la production Vol.2. Ed. LAVOISIER. J.B., BAILLIERE, Paris, 361p.
- Wiese.M .v. 1987.** Compendium of wheat diseases; APS PRESS , the American phytopathological society. 112p
- Wilcoxson .R.D, saari , E. E. 1996:** Bunt and Smut diseases of wheat concepts and methods of diseases management. CIMMYT, Mexico.
- Yahyaoui , A. H., Ezzahiri..B 2003:** Field guide for barley and wheat diseases and management in Eritrea, ICARDA, 84p.

- Yves.H et De Buyser.J. 2000** : De la graine à la plante, l'origine des blés. BELIN POUR LA SIENCE, 69-72 PP .
- Zaghouane, O., Merabti, A., Zaghouane-Boufenar, F., Ait abdellah, F., Amrani, M. & Djender, Z., 2006.** Durum quality and progressing by rural woman in the region of high plateau in Algeria. ITGC / ICARDA.38 p.
- Zahir,S. Farih,A. Badoc,A. Douira,A 2007:** importance des septorioses dans les champs de blés marocains , Bull. Soc. Pharm. Bordeaux,2008, 147, 29-38;
- Zahour.A,1992** ; éléments d'amélioration génétique des plantes, Editions Actes.161p.
- Zilinsiky F.J. 1983.** Maladies des céréales à paille : guide d'identification :CIMMYT, Mexico.

Annexes :

1- Analyse de la variance : Nombre de talles/ plant

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	643,44	4	160,86	0,39066446	0,81281556	2,8660814
A l'intérieur des groupes	8235,2	20	411,76			
Total	8878,64	24				

2- Analyse de la variance : Nombre d'épis/ plant

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	3576	4	894	11,5354839	5,0971E-05	2,8660814
A l'intérieur des groupes	1550	20	77,5			
Total	5126	24				

3- Analyse de la variance : Nombre de graines/ épi

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	26862,96	4	6715,74	3,34869458	0,02974693	2,8660814
A l'intérieur des groupes	40109,6	20	2005,48			
Total	66972,56	24				

4- Analyse de la variance : Sévérité

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	7374,16	4	1843,54	1,67551896	0,19505186	2,8660814
A l'intérieur des groupes	22005,6	20	1100,28			
Total	29379,76	24				