

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE SAAD DAHLEB DE BLIDA -1-
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIE**

Thème

**Évaluation de la réceptivité aux maladies fongiques de nouveaux génotypes
de blé dur introduits à l'Institut Technique des Grandes Cultures
(ITGC Alger)**

Projet de Fin d'Etudes en vue de l'obtention du diplôme de
Master académique en sciences de la nature et de la vie.

Spécialité : Biologie des interactions Plantes-Microorganismes.

Présenté par: BENSEGHIR Islam

Devant le jury composé de :

M ^{me} BELKAHLA. H.	Professeur	USDB	Présidente
M ^r BENCHABANE. M.	Professeur	USDB	Promoteur
M ^{elle} BENSALD. F.	M.A.A	USDB	Examinatrice
M ^{me} OUSSERIR. S.	Doctorante	USDB	Examinatrice

REMERCIEMENTS

En premier lieu, je tiens tout d'abord à remercier Dieu pour m'avoir donné la vie, la force et le courage pour pouvoir réaliser ce travail.

Les travaux de recherche présentés dans ce mémoire ont été faits sous la direction de Mr BENCHABANE. M à qui j'exprime toute ma gratitude pour le grand honneur qu'il m'a fait en acceptant de diriger ce travail, le bon encadrement fourni, ses conseils judicieux, sa disponibilité et sa patience.

Mon appréciation et ma gratitude vont aussi à Mme BELKAHLA. Hpour avoir accepté de présider ce jury ; Je remercie aussi à Melle BENSALD. F et Mme OUSSERIR. S.d'avoir aimablement accepté de participer au jury de cette thèse, pour leur analyse de mon travail et leur contribution à ma réflexion.

Un grand merci général pour le personnel de l'ITGC, particulièrement l'équipe technique qui m'a accompagnée dans la réalisation de ce travail

Je réserve un remerciement tous particulier à ma famille et spécialement à mes parents grâce à qui, j'ai eu la possibilité de faire des études supérieures. Ces quelques lignes ne suffisent pas, mais je tiens à leur exprimer ma reconnaissance éternelle.

Enfin, je souhaite remercier tous les intervenants directs ou non durant la réalisation de ce travail.

DEDICACES

Je tiens en tout premier lieu à remercier et à dédier mon simple travail à mes admirables parents qui m'ont toujours poussé et motivé dans mes études. Cette thèse représente donc l'aboutissement du soutien et des encouragements qu'ils m'ont prodigués tout au long de ma scolarité.

Je dédie ce mémoire de fin d'étude également aux autres membres de ma famille pour leurs soutiens précieux.

Une dédicace particulière à ma petite Maya.

Enfin, à tous ceux qui m'ont aidé de loin ou de près pour la réalisation de ce mémoire.

Évaluation de la réceptivité aux maladies fongiques de nouveaux génotypes de blé dur introduit à l'Institut Technique des Grandes Cultures

Résumé

Notre travail consiste évaluer la sensibilité de nouveaux génotypes de blés durs nouvellement introduits en Algérie par rapport aux maladies fongiques.

L'étude a été réalisée suivant un dispositif expérimental en blocs aléatoires complets, au niveau de la station expérimentale de l'institut technique de grandes cultures (ITGC) de OuedSmar (Alger).

Le suivi sur terrain a révélé la présence de la rouille brune causée par *Puccinia recondita* avec une forte intensité. D'autres affections fongiques ont été signalées, mais avec de faibles fréquences telles que la septoriose causée par *Septoria tritici*, et la Tâche auréolée causée par *Pyrenophora tritici-repentis*. Ces maladies ont été confirmées par la caractérisation macroscopique et microscopique de leurs agents responsables.

Cette étude a permis de noter la résistance de certaines variétés aux maladies et d'enregistrer aussi un taux quantitatif conséquent.

Mots clés : blé dur, rouille brune, septoriose, tâche auréolée, infestation, sévérité, rendement.

Evaluation of the fungi receptivity to the diseases of new genotypes of durum wheat introduced at the Technical Institute of the Field crops(Algiers)

Abstract

The objective of our work is to assess the awareness of new genotypes of wheat lasts newly introduced in Algeria in relation to fungal diseases.

The study was carried out following an experimental randomized complete blocks, at the experimental station of the Institute of Technical Crop (ITGC) OuedSmar(Algiers).

The field followed to reveal the presence of rust caused by *Pucciniarecondita* with high intensity of the other fungal diseases have been reported, but with low frequencies such as *Septoria* caused by *Septoriatritici*, and *helminthosporiose* caused by *Pyrenophoratrifici-repentis*. These diseases were confirmed in the laboratory by the macroscopic and microscopic characterization of their officers. The study noted the resistance of certain varieties to diseases and also recorded a quantitative rate result.

Keywords: durum wheat leaf rust, *Septoria* blotch, fungicides, preventive, curative treatment efficiency, severity, output.

دراسة قابلية بعض انواع القمح الصلب في طور التجريب من طرف المحطة التجريبية للمعهد التقني للمحاصيل الزراعية لمقاومة الامراض الفطرية لزراعة الحبوب.

ملخص

يتمثل عملنا في دراسة و متابعة الصحة النباتية ضد الامراض الورقية الخاصة بانواع القمح الصلب الجديدة التي ادخلت حديثا في الجزائر. هذه الدراسة تمت على اساس النظام التجريبي (BAC) على مستوى المحطة التجريبية للمعهد التقني للمحاصيل الزراعية (ITGC) بوادي السمار. بعد المتابعة الميدانية تبين وجود نسبة عالية لمرض الصدى البني (*Puccinia graminis*) وبنسبة اقل التبقع السبتيوريلناجمة عن *Septoriatritici* و الهلمنتوسبوري (*Pyrenophoratrifici-repentis*). تم في المخبر تأكيد المرض بعد فحص مجهري لكلتا الفطريين المسببين. وأشارت الدراسة ان هناك مقاومة اصناف معينة للأمراض و سجلت نتيجة معتبرة من المحصول. **مفاتيح الكلمات:** القمح الصلب، الصدى البني، التبقع الهلمنتوسبوري، التبقع السبتيوري، المرود، اصناف القمح، قابلية المقاومة.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Superficies emblavées des principales cultures céréalières en Algérie	5
Tableau 2 : Les principales variétés de blé dur cultivées en Algérie.....	8
Tableau 3 :Les analyses granulométriques du sol.....	34
Tableau 4 :Les analyses chimiques du sol.....	34
Tableau 5 : Les 25 variétés utilisé dans l'essai.	36

LISTE DES FIGURES

Figure1 : Bilan de la production mondiale en blé.....	3
Figure2 : La surface céréalière par rapport à la surface agricole totale cultivée En Algérie.....	5
Figure3 : grain de blé.....	9
Figure4 : Le Cycle végétatif du blé.....	12
Figure 5 : Périodes de développement des principales maladies fongiques par rapport aux stades phénologiques.....	14
Figure 6 : Déchirure de l'épiderme et libération de spores.....	15
Figure 7 :Disposition irrégulière des pustules sur la face supérieure de la feuille.....	16
Figure 8 : a)- Symptôme sur feuille de la rouille jaune. b)- Foyer d'infection de la rouille jeune	16
Figure 9 : Cycle de développement de la rouille.....	18
Figure 10 : Symptômes typique de <i>Septoriatriitici</i> sur feuilles de blé.....	20
Figure 11 : Pycnides de couleur noire au niveau des tâches foliaires.....	20
Figure 12 :Symptômes de <i>Septorianodorum</i> sur feuilles de blé.....	21
Figure 13 : Pycnide de <i>Septorianodorum</i> peu visible.....	21
Figure 14 : Symptômes de <i>Septorianodorum</i> sur épis.....	21
Figure 15 : Cycle de développement des septorioses.....	23
Figure 16 : Symptomes de <i>Drechsleratritici-repentis</i> sur feuilles de blé	24
Figure 17 : Cycle de développement de l'helminthosporiose.....	25
Figure 18 : Fusariose sur du blé de printemps.....	26
Figure19 : graines de blés cariés.....	27
Figure20 : Epi atteint par le charbon.....	27

Figure 21 : Schéma du dispositif expérimental adopté	40
Figure 22 : Echelle illustrant la sévérité de la rouille brune.....	41
Figure 23 : échelle illustrant le type d'infection de la rouille brune.....	42
Figure 24 : échelle illustrant l'évaluation de l'infection du blé par les maladies des taches foliaires.....	43
Figure 25 : Méthode d'échantillonnage.....	44
Figure 26 :Nombre de plants / m ²	48
Figure 27 : Nombre de talles par plant.....	49
Figure 28 :Nombre d'épis par mètre carré.....	49
Figure 29 :Nombre de grains par épi.....	50
Figure 30 :Le poids de milles grain (PMG).....	51
Figure 31 : Effet du nombre d'épi/m ² sur le rendement.....	52
Figure 32 : Effet du poids de milles graines sur le rendement.....	52
Figure 33 : effet du nombre de grain/épi sur le rendement	53
Figure 34 : rendement réel (Qx/ha).....	54
Figure 35 :Pustules se développant sur la face supérieure de la feuille du blé.....	55
Figure 36 : Développement de l'helminthosporiose sur plant de blé (a), nécrose de l'helminthosporiose sur feuille de blé (b).....	55
Figure 37 : Développement de la Septoriose sur feuille de blé (a), pycnides de la Septoriose sur feuille de blé (b).....	56
Figure 38 : Puceron vert des céréales sur épi de blé dur.....	57
Figure 39 : Attaques causées par une larve de criocère sur feuille de blé dur.....	57
Figure 40 : Déchirure et libération de pustules (a), Urédospores de <i>Puccinia recondita</i> sous microscope (b).....	58
Figure 41 : Aspectmacroscopique (pycnides) (a)et microscopique (conidies) (b) de <i>Septoria tritici</i>	59

Figure 42 : Évolution de la rouille brune.....	60
Figure 43 : Evolution et couverture foliaire de la Septoriose.....	61
Figure 44 : Evolution et couverture foliaire de la tâche auréolée.....	62

SOMMAIRE

INTRODUCTION

Partie I : ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE

1. Production céréalière dans le monde
2. La céréaliculture en Algérie
3. Généralité sur le blé
4. Les principales maladies du blé dur
5. Les méthodes de lutte
6. La résistance variétale

Partie II : MATERIEL ET METHODES

1. Site d'expérimentation
2. Présentation de la ferme expérimentale
3. Les conditions climatiques de la station
4. Protocole expérimental
5. Notation des maladies en plein champ
6. Méthode d'échantillonnage
7. Confirmation des maladies à partir des symptômes sur feuilles
8. Étude des variables liées à la culture
9. Rendement en grain

Partie III : RESULTATS ET DISCUSSION

1. Suivi en plein champ
2. Aspect phytosanitaire
3. Notation des maladies
4. Discussion

CONCLUSION

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANNEXES

INTRODUCTION

Le blé est une graminée appartenant au genre *Triticum*, il fait partie des trois grandes céréales avec le maïs et le riz. Avec environ 600 millions de tonnes annuelles(**FOSSOU, 2011**),elle est classée en troisième position par importance de la récolte mondiale et plus de 35 % de la population mondiale l'utilise comme aliment de base (Kema, 1996). L'Algérie, qui représente l'un des consommateurs de blé les plus importants dans le monde avec environ 80 millions de quintaux par an(**CNIS, 2012**), consacre une superficie de céréales couvrant plus 80 % de la surface agricole cultivée (M.A.D.R, 2011). Cette surface contient principalement le blé dur, le blé tendre, l'orge et l'avoine. Le blé représente 38.5 % de la surface céréalière (M.A.D.R 2011), et se situe principalement dans les hauts plateaux et les grandes plaines. Les blés cultivés en Algérie se rapportent à deux espèces principales : blé dur : *Triticum durum Desf*, qui sert à la fabrication de semoule, et le blé tendre *Triticum vulgare Host*, dont la graine est utilisée pour la fabrication des farines. On note à titre de curiosité quelques autres espèces du genre *Triticum* comme le blé Poulard, l'Amidonier, le Blé de Pologne et l'Epeautre (CHEHAT, 2007)

La capacité de production de blé en Algérie est confrontée à de nombreuses contraintes, telles que les conditions climatiques irrégulières (Température et Pluviométrie), l'utilisation de certaines variétés non adaptées aux conditions locales et un itinéraire technique inadéquat (travail du sol, un système d'irrigation peu développé, engraissement, désherbage et maladies),

Dix années d'enquête et de recherche sur les maladies des céréales réalisées par les services agricoles en collaboration avec les instituts nationaux de recherche agronomique ont résulté en un capital de données fiables, révèlent la présence de nombreuses maladies sur blé dur ; les plus importantes sont : les rouilles (brune et jaune), la septoriose, la Tache auréolée, les carries et les charbons et la fusariose qui commence à prendre de l'ampleur ces dernière années. En conditions favorables, ces maladies entraînent souvent des pertes considérables tant

quantitatives que qualitatives(INPV.2012). Pour la campagne actuelle, seules la septoriose et la Tache auréolée touchent plus de 80 % des champs de l'Est du pays notamment Annaba, Guelma, Skikda et Constantine. Ces deux maladies peuvent amoindrir les rendements de 40 % (Smati, 2011).

Pour remédier à cette situation, certaines méthodes de lutte sont préconisées, les principales d'entre elles se basent sur l'amélioration des techniques culturales (rotation, désherbage...), l'introduction de certaines variétés résistantes aux maladies et en grande partie le recours à la lutte chimique par l'utilisation des produits phytosanitaires (fongicides). La lutte chimique contre les maladies des céréales est la stratégie dominante et la plus utilisée. Cette technique a donné des résultats très satisfaisants dans les pays à production céréalière intensive.

Avant 2004, année d'épidémie de rouille brune notamment à l'Est du pays, les fongicides en Algérie n'étaient pratiquement pas employés dans la filière des céréales. Ce n'est que depuis 2004 que les céréaliculteurs algériens commencent à introduire plus ou moins régulièrement les fongicides dans la protection de leurs céréales surtout dans les zones potentielles.

Dans les instituts techniques ou de recherche, à l'exemple de l'I.T.G.C. chaque année des programmes d'essais expérimentaux sont mis en place dans le but d'évaluer le comportement des variétés de céréales et de légumineuses et leur adaptation aux différents stress biotiques et abiotiques.

Dans ce contexte nous avons réalisé notre étude, qui a pour objectif d'évaluer la sensibilité de nouveaux génotypes de blé dur nouvellement introduits en Algérie par rapport aux maladies fongiques.

Partie I : ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE

1. Production céréalière dans le monde

Les céréales constituent de loin la ressource alimentaire la plus importante au monde à la fois pour la consommation humaine et pour l'alimentation pour le bétail. Le secteur des céréales est d'une importance cruciale pour les disponibilités alimentaires mondiales. Ce rôle leur donne une place de choix dans l'économie agroalimentaire de la plupart des pays dans le monde. A cet effet, la demande de ces produits ne cesse d'augmenter surtout que leur utilisation par divers dérivés céréaliers est fortement pratiquée.

La production mondiale céréalière en 2012/2013 (riz non inclus) est estimée à 2.236 millions de tonnes (USDA, 2012). Il a été enregistré une baisse de production de 2,6 % par rapport à la campagne 2011/2012. Ainsi que la production mondiale de blé qui a vu une baisse de 5,2 % en 2012, ce qui la ramènerait à 663 Mt. (USDA, 2012). (Figure 1).

Parmi les céréales, le blé est une espèce très importante, car elle est facile à cultiver dans toutes les régions semi-arides du monde. Grâce à ses caractéristiques nutritionnelles et technologiques, elle se prête à la fabrication d'une gamme très variée de produits alimentaires dont les pâtes constituent la base pour une grande partie de la population mondiale. Le taux moyen d'augmentation des rendements céréaliers mondiaux est de 2.1% par an. Le blé constitue la principale culture céréalière dans le monde et représente environ 31% de la consommation globale en céréales entre 2011 et 2012.les principaux pays producteurs sont la Communauté Européenne et la Chine qui produisent respectivement 16% de la production mondiale suivies de l'Inde (12%) et des Etats-Unis (9%). (Choueiri, 2012).

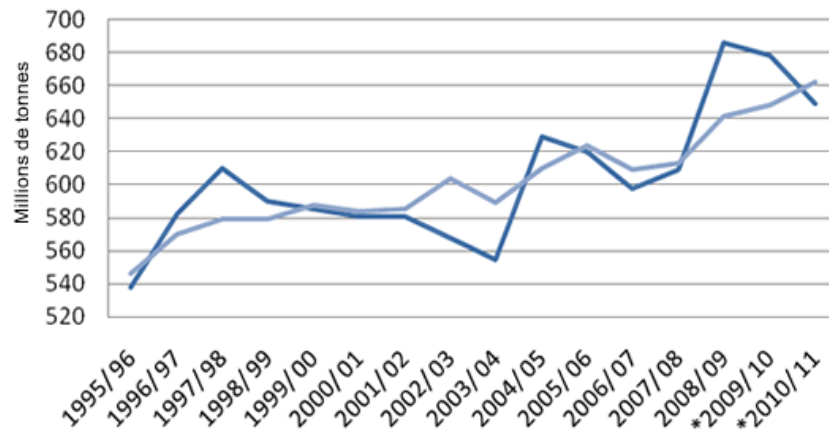


Figure1 : Bilan de la production mondiale en blé. (MARM, 2011)

2. La céréaliculture en Algérie

En Algérie, l'agriculture occupe la troisième place en matière de contribution au PIB. Elle occupe près de 23% de la population totale active et occupe près de 41 millions d'hectares (SMIAR, 2008) la céréaliculture algérienne, quelle soit irriguée ou pluviale, connaît de faibles rendements attribués entre autres à une maîtrise insuffisante de l'un des principaux facteurs de production qui est l'itinéraire technique, ainsi que le climat de type méditerranéen, se caractérisant par une longue période de sécheresse estivale variant de 3 à 4 mois sur le littoral, de 5 à 6 mois au niveau des Hautes Plaines et supérieure à 6 mois au niveau de l'Atlas saharien.

Les précipitations accusent une grande variabilité annuelle. Elles augmentent d'ouest en est (450 mm/an à Oran à plus de 1000 mm/an à Annaba). Les précipitations moyennes annuelles varient de 50 mm dans la région du M' Zab dans le sud et à 1500 mm à Jijel dans le nord du pays. L'importance de l'irrégularité pluviométrique ainsi que la croissance de la demande de consommation accentuent le niveau de rendement annuel. (Hervieu et *al.*, 2006).

Selon l'Office algérien interprofessionnel des céréales, la production céréalière de l'Algérie pour la campagne 2011-2012 est estimée à 45 millions de quintaux. Près de 600 000 agriculteurs pratiquent la céréaliculture en Algérie, dont 372 400 recensés au niveau des Chambres de l'agriculture comme des professionnels de la filière sur une superficie qui a atteint 3,2 millions hectares. En 2010, les chiffres d'importation des blés étaient pourtant rassurants, le pourcentage, totalisant 1,251 milliard de dollars contre 1,832 milliard de dollars en 2009, soit une baisse de

31,7%. Il est à rappeler qu'en 2009-2010, la production céréalière avait atteint 45,5 millions de quintaux contre 61,2 millions de quintaux en 2008-2009. (OAIC, 2011)

La surface agricole utile est de l'ordre de 4 494 940 ha, les céréales occupent plus de trois millions d'hectares, soit 82 % de la surface agricoles (Figure 2). Parmi les cultures céréalières, nous constatons une nette dominance du blé (dur et tendre) en plus de l'orge et de l'avoine utilisée généralement dans l'alimentation du bétail (Tableau 1).

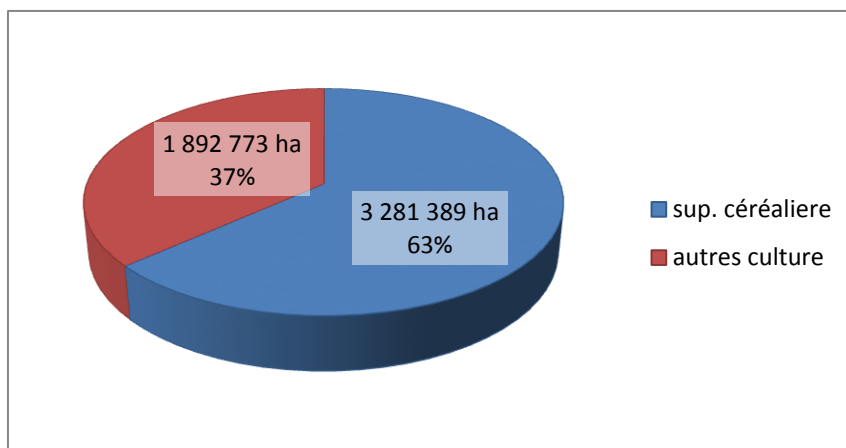


Figure2 : La surface céréalière par rapport à la surface agricole totale cultivée En Algérie (M.A.D.R, 2012).

Tableau 1 : superficies emblavées des principales cultures céréalières en Algérie (M.A.D.R, 2013).

Cultures	Campagne emblavée (2012/2013) (ha)	Campagne emblavée (2011/2012) (ha)
Blé dur	1 409 983	1 399 724
Blé tendre	609 704	602 255
Orge	1 279 463	1 195 779
avoine	87 680	83 631
Total	3 386 830	3 281 389

En Algérie, les céréales représentent 50 % des dépenses des ménages, car elles constituent la principale source calorique pour les différentes couches de la population quelque soit leur niveau social, soit 60 % de l'apport calorique et 71 % de l'apport protéique (Bensalem, 1995). La consommation des céréales n'a pas cessé d'augmenter. Cette augmentation s'explique d'une part par le taux de croissance

annuel de la population qui demeure élevé et qui est estimé à 2.5 % (FAO, 2008), et d'autre part par la dégradation du niveau de vie qui entraîne plus de demandes en produits dérivés, par rapport aux autres produits tels que la viande et le lait, pour l'apport protéique.

Le blé dur occupe la place prépondérante dans l'alimentation de la population algérienne. En 2000 la consommation moyenne par habitant et par an a été estimée à 105 kg (FMI, 2011).

L'Algérie reste le premier importateur mondial en blé dur puisque 70 % des besoins sont importés pratiquement chaque année. Les quantités de blé (tendre et dur) importées ont atteint près de 5,2 millions de tonnes de janvier à octobre 2012 contre 6,4 millions de tonnes à la même période de 2011, selon les chiffres provisoires du Centre national de l'informatique et des statistiques des Douanes (Cnis) (CNIS, 2012).

3. Généralité sur le blé

3.1 Historique du blé en Algérie

Les premiers habitants de la Terre vivaient principalement d'aliments provenant de la chasse et de la cueillette. Les grains des céréales ont été parmi les premiers à être cultivés et récoltés. Les anciennes civilisations prospérèrent en partie grâce à leur aptitude à produire, engranger et distribuer ces grains de céréales. La découverte du blé remonte à 15000 ans avant Jésus-Christ dans la zone du croissant fertile au Proche-Orient. C'est à cette époque que les nomades commencent à ramasser une plante sauvage de la famille des graminées proche de notre blé actuel. (INF.COMM, 2012).

La céréaliculture est une culture très importante dans la structure de la production agricole, le blé est l'espèce la plus cultivée dans la région méditerranéenne dans l'antiquité classique. Après l'effondrement du royaume Zianide sous l'administration turque (Bessaoud, 2004), la culture du blé devient tellement importante que le gouvernement algérien a entretenu des relations commerciales fructueuses avec différents pays, notamment du sud de l'Europe tel

que l'Italie et la France. Jusqu'en 1830 l'Algérie n'avait pas importé de blé pour sa subsistance. Il était de tradition aussi bien pour l'administration que pour les collectivités de constituer des réserves souvent pour plusieurs années dans des groupes de silos (Anonyme, 1970). Avec l'occupation française de l'Algérie et jusqu'en 1962, un bouleversement dans la répartition culturelle de la sole s'est produit, car l'effort de la colonisation privilégiait le développement des vignobles, des agrumes et du maraichage destiné à l'exportation. À l'indépendance les besoins en céréaliculture, plus particulièrement en blé dur ont augmenté régulièrement chaque année.

Depuis 1880 à ce jour nous remarquons un accroissement de la sole céréalière notamment du blé dur. Ainsi durant la période coloniale (1880 à 1959) la sole consacrée à cette espèce était 1,15 million d'hectares avec un rendement de 5,22 qx/ha (Anonyme, 1969).

Pour la période de 1960 à 1999 on note une augmentation de surface de 17 % par rapport à la période allant de 1880 à 1959 et qui était estimée à 1,34 million d'hectares, avec un rendement de 7 qx/ha, soit un accroissement de 26 %.

A ce jour, sur le 1,1 million d'agriculteurs que compte l'Algérie, près de 600.000 cultivent des céréales. Annuellement, 3,25 millions d'hectares sont cultivés en céréales, ce qui représente 40% de la surface disponible (Smati, 2011). Ce résultat est dû essentiellement à l'accroissement de l'utilisation de la mécanisation et une meilleure maîtrise des techniques culturales et l'introduction de nouvelles variétés beaucoup plus productrices que les variétés locales. Depuis 1999, avec l'avènement du programme d'intensification céréalière (PIC), la superficie réservée au blé dur reste fixe, mais sa productivité s'est accrue progressivement pour atteindre un rendement de 11,7 qx/ha en 2002 (M.A.D.R, 2003) et un rendement de 15,2 qx/ha en 2006 (M.A.D.R, 2006).

Ces dernières années, nous assistons à des encouragements de la part de l'Etat, envers les agriculteurs pour accroître la surface réservée à cette culture, tout en introduisant des techniques modernes pour augmenter les rendements.

3.2 Les principales variétés de blé dur cultivées en Algérie

Parmi les variétés de blé dur cultivées en Algérie, on peut citer ce qui suit : (Tableau 2).

Tableau 2 : Les principales variétés de blé dur cultivées en Algérie (I.T.G.C 2013).

Variétés	Origine et année d'inscription	Zone d'adaptation	Comportement à l'égard des maladies	Principales caractéristiques agronomiques
Waha "s"	Syrie 1997	Plaines intérieures, hauts-plateaux, littoral et sublittoral	Tolérante la verse, à la rouille et à la septoriose	Tolérante au froid, sensible à la sécheresse,
Boussallem	Algérie 2000	Plaines intérieures, hauts-plateaux, littoral et sublittoral	Résistante à l'oidium, sensible à la septoriose et la rouille brune	Rendement élevé
GTA Dur	Mexique 2001	Littoral et sublittoral	Tolérante a à la verse, à la rouille brune et l'oidium	Productivité moyenne à bonne
Hoggar (vitron)	Espagne 1982	Plaines intérieures, hauts-plateaux, littoral et sublittoral	Tolérant à la verse et à l'helminthosporiose	Tolérante au froid, très bonne valeur semoulière. teneur en protéines suffisante
Mohemed ben bachire	Population local 1931	hauts-plateaux	Sensible à la septoriose, à la fusariose	Tolérante à la sécheresse,
Chen ((s))	ICARDA	Plaines intérieures, littoral et sublittoral	Tolérante à la sécheresse, à la rouille	Bonne productivité, teneur élevée en protéines
Sersou (simeto)	Italie 1998	Littoral et sublittoral	Sensible à la sécheresse, tolérante à la verse	Bonne valeur semoulière, très bonne qualité des protéines

3. 3 Les caractéristiques du blé

Le blé est une céréale d'hiver cultivée dans de nombreux pays. C'est une espèce herbacée annuelle qui fait partie de la classe des monocotylédones. Le blé appartient à la famille des *Poaceae*, au genre *triticum* qui comporte trois groupes distincts selon le nombre de chromosomes (diploïdes, tétraploïdes et hexaploïdes) (Talbert *et al.*, 1995). Ce genre est représenté par deux espèces :

- Le blé tendre (*triticum aestivum*).
- Le blé dur (*triticum turgidum ssp. durum*).

Le blé a des feuilles alternées, formées d'un chaume portant un épi constitué de deux rangées d'épillets directement insérés sur l'axe (sessiles). Les fleurs sont nombreuses, petites et peu visibles, elles sont groupées en épis situés à l'extrémité des chaumes. La fleur est dite « cléistogame », ce qui favorise l'autofécondation qui est le mode de reproduction le plus fréquent chez les blés. (Zaghouane *et al.*,2006)

Le grain du blé est appelé caryopse et représente à la fois la graine et le fruit. Ses réserves sont contenues dans l'albumen qui est composé de 70% d'amidon et de 15% de protéine (gluten) (Clarke *et al.*, 2005). (Figure3).

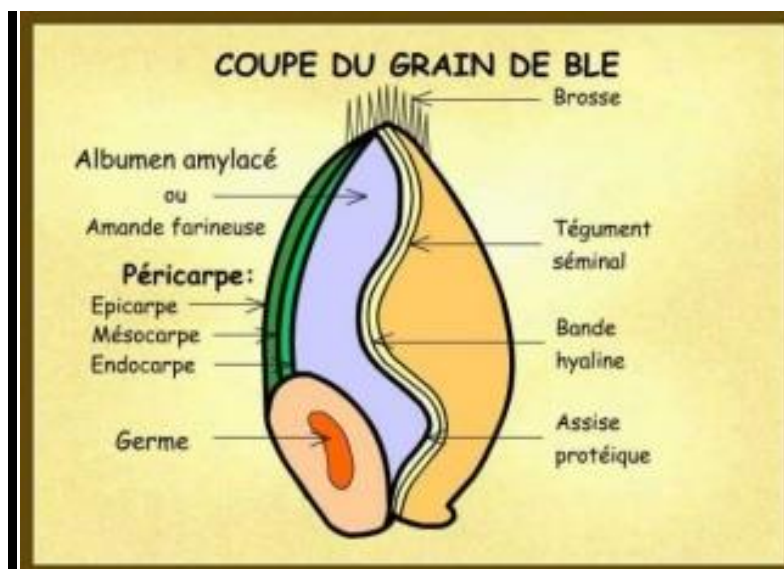


Figure3 : grain de blé (Clarke *et al.*, 2005)

3.4 Le Cycle végétatif du blé

Chez le blé comme chez toutes les graminées, le cycle de végétation et de fructification est annuel. (figure4)

3.4.1 La germination et la levée

Au début de la germination, la semence de blé est sèche. Après humidification, il sort une radicule (première petite racine), puis un coléoptile. Une première feuille paraît au sommet du coléoptile. La germination est uniquement déterminée par une somme de température 30 °C base 0 °C.

La levée commence quand la plantule sort de terre et que la première feuille pointe au grand jour son limbe. Un désherbage peut être pratiqué en pré-semis (juste avant le semis) ou en post-semis pré-levée (entre le semis et la levée).

3.4.2 Le stade 3 feuilles

Le stade 3 feuilles est une phase repère pour le développement du blé. Des bourgeons se forment à l'aisselle des feuilles et donnent des pousses appelées talles. Apparaissent alors, à partir de la base du plateau de tallage, des racines secondaires ou adventives, qui seront à l'origine de l'augmentation du nombre d'épis.

3.4.3 Le tallage

Le tallage commence à la fin de l'hiver et se poursuit jusqu'à la reprise du printemps. Il est marqué par l'apparition d'une tige secondaire, une talle, à la base de la première feuille.

3.4.4. La montaison

La montaison se produit de fin avril à fin mai en France. Au sommet du bourgeon terminal se produit le début du développement de l'épi. Parallèlement, on assiste à l'allongement des entrenœuds. Le stade « épi à 1 cm » du plateau de tallage est caractérisé par une croissance active des talles. Le plant de blé a besoin, durant cette phase, d'un important apport d'azote.

3.4.5. L'épiaison

L'épiaison se produit en mai ou juin en France, quand la gaine éclatée laisse entrevoir l'épi qui va s'en dégager peu à peu (on parle de gonflement). Pour les variétés barbues comme le blé dur, c'est le moment où apparaissent les extrémités

des barbes à la base de la ligule de la dernière feuille. Avant l'apparition de l'épi, on peut voir un gonflement de la gaine.

À ce stade, le nombre total d'épis est défini, de même que le nombre total de fleurs par épi. Chaque fleur peut potentiellement donner un grain (par exemple 25 grains par épi), mais il est possible que certaines fleurs ne donnent jamais d'épi, en raison de déficit de fécondation par exemple.

3.4.6. La floraison

La floraison s'observe à partir du moment où quelques étamines sont visibles dans le tiers moyen de l'épi, en dehors des glumelles. Quand les anthères apparaissent, elles sont jaunes ; après exposition au soleil, elles deviennent blanches. Environ 15 jours après la floraison, le blé commence à changer de couleur: il perd sa couleur verte pour tourner au jaune/ doré/ bronze et rouge.

3.4.7. La formation du grain

Le cycle s'achève par la maturation qui dure en moyenne 45 jours. Les grains vont progressivement se remplir et passer par différents stades tels que les stades laiteux, puis pâteux, au cours desquels la teneur en amidon augmente et le taux d'humidité diminue. Durant cette phase, les réserves migrent depuis les parties vertes jusqu'aux grains. Quand le blé est mûr, le végétal est sec et les graines des épis sont chargées de réserves. (Harrad, 2003).

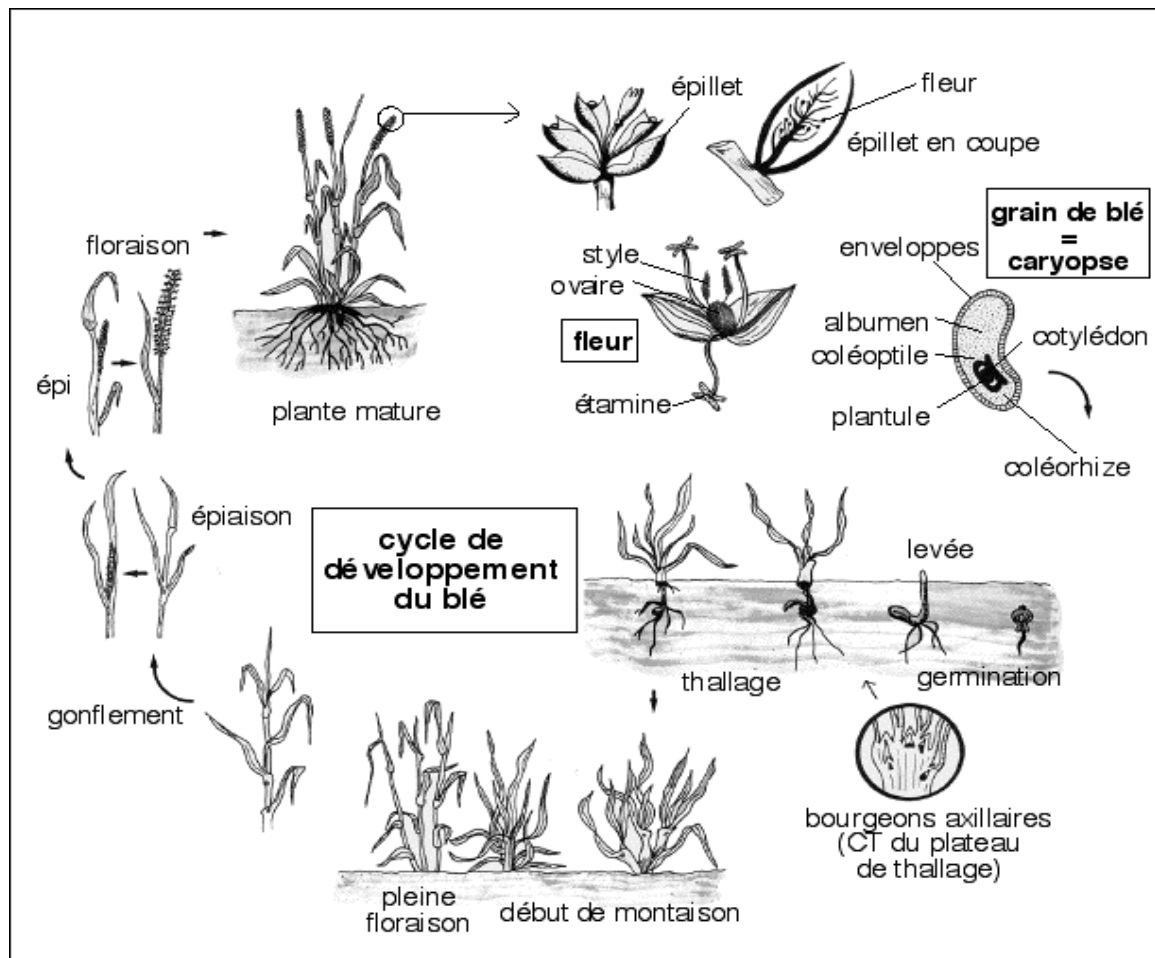


Figure4 : Le Cycle végétatif du blé (Harrad, 2003).

4. Les principales maladies du blé dur

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 et les maladies affectant le blé peuvent être regroupés selon le symptôme qu'elles induisent au niveau des parties et organes affectés de la plante, et les agents qui les causent (Lacroix, 2002).

Différentes origines biotiques sont responsables de diverses maladies affectant le blé dans ses différents stades phénologiques. En plus des maladies fongiques qui sont plus nombreuses et plus fréquentes, d'autres sources biotiques provoquant des dégâts considérables.

Les bactérioses

Les bactérioses du blé se reconnaissent par des symptômes typiques tels que le développement de bandes décolorées, des taches et des bigarrures, avec un aspect huileux apparaissant sur les feuilles, les tiges et ou les glumes. (ITAB, 2009)

Les principales bactérioses reconnues sont :

- La rayure bactérienne ou glume noire (*Xantomonas translucens*).
- La brûlure bactérienne de l'épi (*Corynebacterium tritici*).
- La bactériose des glumes (*Pseudomonas atrofaciens*).

4.2 Les viroses et mycoplasmoses

Les virus et les mycoplasmes provoquent une large gamme de symptômes chez les céréales, y compris le nanisme, les taches, les stries, les bandes, les chloroses généralisée. Plusieurs viroses sont transmises par les insectes ou les nématodes, d'autres sont transmis mécaniquement ou par des champignons tel que *Polymyxa graminis*. (Lacroix , 2002) en général, les nécroses apparaissent plus tard dans le cas des viroses que dans le cas des autres maladies (notamment les maladies fongiques). Les principales viroses sont :

- Mosaïque tachetée du blé. VMB la particule virale est : Furovirus
- Mosaïque striée du blé. WSSMV: La particule virale est : Bymovirus

4.3 Les maladies fongiques

Les maladies fongiques sont plus nombreuses que les maladies précédentes, et constituent aussi un facteur limitant dans l'accroissement de la production et du rendement. Les dégâts engendrés par ces affections fongiques dans les différents stades phénologiques de la culture de blé (Figure 5) sont très redoutables, notamment dans les conditions de culture algériennes.

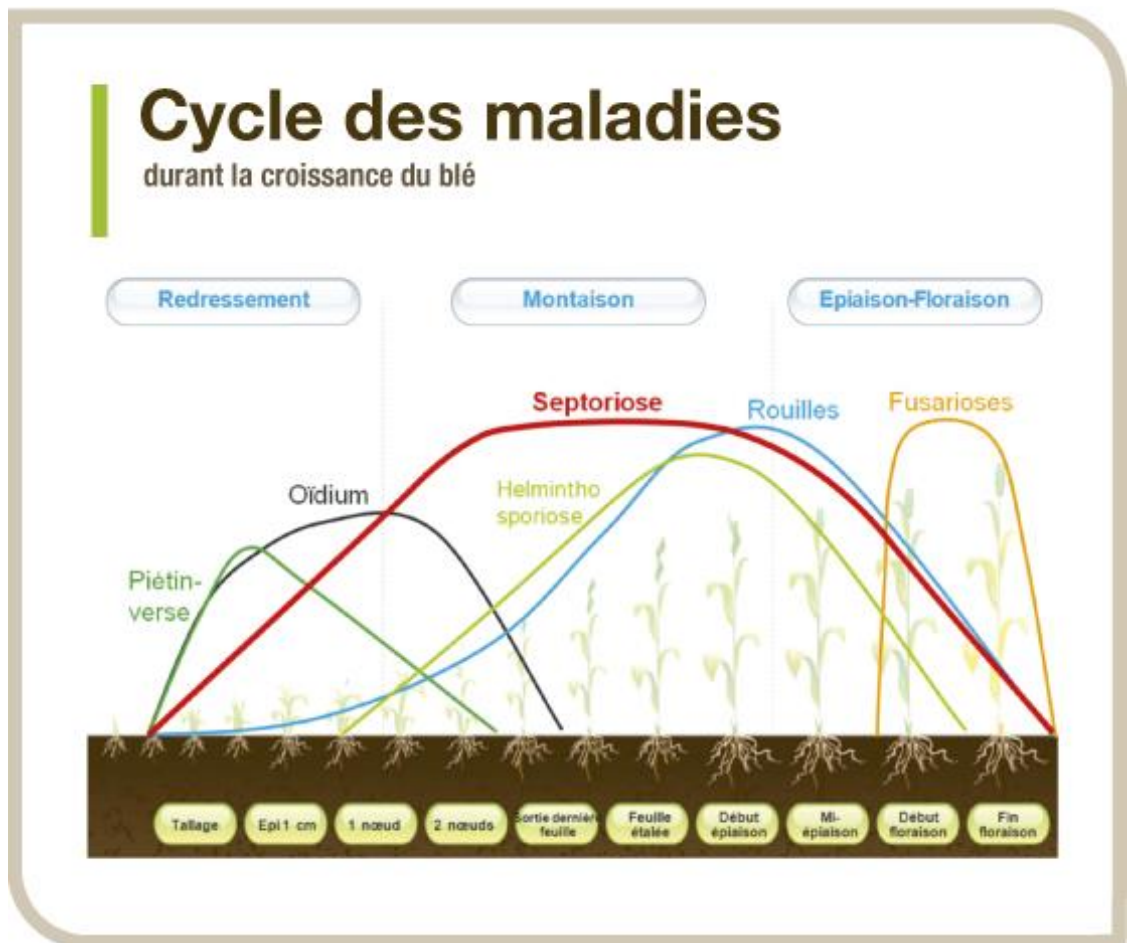


Figure 5 : Périodes de développement des principales maladies fongiques par rapport aux stades phénologiques du blé (BASF, 2007).

4.3 .1 LES ROUILLES

Les champignons qui causent les rouilles sont des parasites obligatoires qui appartiennent au genre des *Puccinia*.

Classification	
<u>Règne</u>	<i>Fungi</i>
<u>Division</u>	<i>Basidiomycota</i>
<u>Sous-division</u>	<i>Pucciniomycotina</i>
<u>Classe</u>	<i>Téliomycètes</i>
<u>Ordre</u>	<i>Uredinales</i>
<u>Famille</u>	<i>Pucciniaceae</i>
<u>Genre</u>	<i>Puccinia</i>
<u>Espèce</u>	<i>Puccinia sp</i>

Toutes les parties aériennes de la plante sont susceptibles d'être attaquées depuis le stade plantule jusqu'au stade plante mature (ARVALIS, 2009). On distingue plusieurs types de rouilles, Il existe au moins cinq espèces de *Puccinia* qui attaquent les céréales, les plus importantes sur le blé sont :

- Rouille brune: *Puccinia recondita* ou *Puccinia triticina*.
- Rouille jaune: *Puccinia striiformis*.
- Rouille noire: *Puccinia graminis* f. sp. *Tritici*.

Les trois espèces de rouille s'attaquent aussi bien au blé tendre qu'au blé dur. Concernant l'importance relative des trois rouilles, la rouille brune est la maladie la plus largement répandue des trois dans le Maghreb notamment en Algérie (Ezzahiri, 2004).

4.3.1-1 Symptômes

L'identification des rouilles est facile du fait qu'elles forment des pustules caractéristiques. Les pustules correspondent à une déchirure de l'épiderme (Figure 6 a) et la libération d'une poudre orange, brunâtre, rouge brique, marron foncé ou jaunâtre en fonction des espèces, composées uniquement de spores (Figure 6 b) facilement transportées par le vent (Zilliusky, 1983).

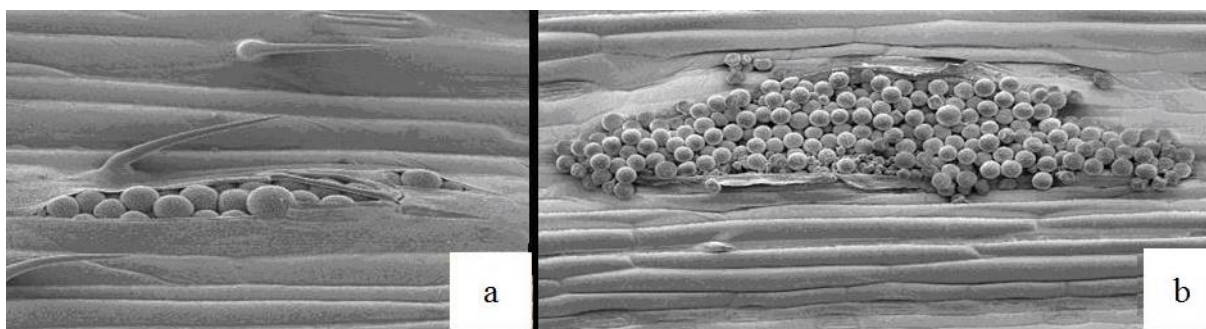


Figure 6 : Déchirure de l'épiderme et libération de spores (Bayer, 2007).

Rouille brune: Pustules de petites tailles, circulaires ou ovales, orange ou brunâtres. Elles apparaissent de préférence sur la face supérieure des feuilles et elles se disposent d'une façon irrégulière (Figure 7) (Zilliusky, 1983). Parfois, les pustules se développent sur la face inférieure des feuilles (Bouznad *et al.*, 1999).



Figure 7 : disposition irrégulière des pustules sur la face supérieure de la feuille (Bayer 2007)

Rouille jaune : Elle se développe essentiellement sur le blé tendre. Son développement en Algérie est rencontré principalement dans les régions des hauts plateaux qui sont des zones potentielles de céréaliculture (Bouznad et al., 1999).

L'alignement des pustules jaunâtres, le long des nervures des feuilles se présente sous forme de stries (Figure 8 a). Ce symptôme est caractéristique de la rouille jaune.

Les pustules se développent aussi sur la face inférieure des feuilles et sur les glumes des épis (Bouznad et al., 1999) et occasionnellement sur les jeunes grains (Zilliusky, 1983). Au niveau du champ L'apparition des symptômes sous forme de foyers caractérise la rouille jaune au stade précoce (Figure 8 b) (BASF, 2007).



Figure 8 : a)- Symptôme sur feuille de la rouille jaune.
b)- Foyer d'infection de la rouille jeune (Bayer, 2007).

La rouille noire, historiquement importante, ne cause plus de dégâts appréciables grâce à son apparition tardive et à la résistance de la plupart des variétés utilisées (mais son développement peut causer d'importants dégâts) (Bouznad et al., 1999).

4.3.1-2 Cycle de développement de la maladie

La rouille est une maladie qui apparaît généralement pendant et après l'épiaison (avril- mai) (Sayoud, 2008). Le développement de cette maladie implique des cycles de vie complexes et fait intervenir souvent un hôte principal et un hôte alternatif, car c'est un parasite obligatoire (BASF, 2007). Parmi les trois rouilles du blé, seule la rouille jaune ne possède pas un hôte alternatif. Les hôtes alternatifs de la rouille brune et de la rouille noire, sont respectivement *Anchusa italica* et *Berberis hispanica* (Bouznad et al.,1999).

Les agents de la rouille se conservent sous forme de téléospores. Celles-ci après germination forment des basidiospores qui infectent et contaminent la plante hôte intermédiaire (Zilliusky, 1983). Les écidiospores développées sur l'hôte alternatif sont disséminées par le vent pour infecter le blé. Les urédospores ou le mycélium ainsi formés sur le blé constituent la forme de conservation du champignon d'un cycle à l'autre à l'intérieur des tissus de l'hôte (Figure 9) (Zilliusky, 1983).

En l'absence d'un hôte alternatif, le cycle de vie des rouilles se perpétue sous forme d'urédospores alternant entre les blés de différentes régions (Afrique du Nord - Europe du Sud-ouest).

La Germination des spores se fait en présence d'eau libre et une température optimale : de 10 à 20 °C. Le transport et la dissémination des spores se font par le biais du vent où elle reste viable pendant 10 à 45 jours en fonction de l'humidité et la température. L'Incubation du champignon dépend directement de la température : 8 à 20 jours entre 10 et 20 °C, ou 6 jours avec $T > 20$ °C (BASF, 2007).

La rouille noire, à développement limité, est favorisée par des températures un peu plus élevées que celle de la rouille brune, et qui varie de 25 à 30 °C. La rouille jaune, confinée aux zones continentales et d'altitude, se développe entre 2 et 15 °C (Bouznad et al., 1999).

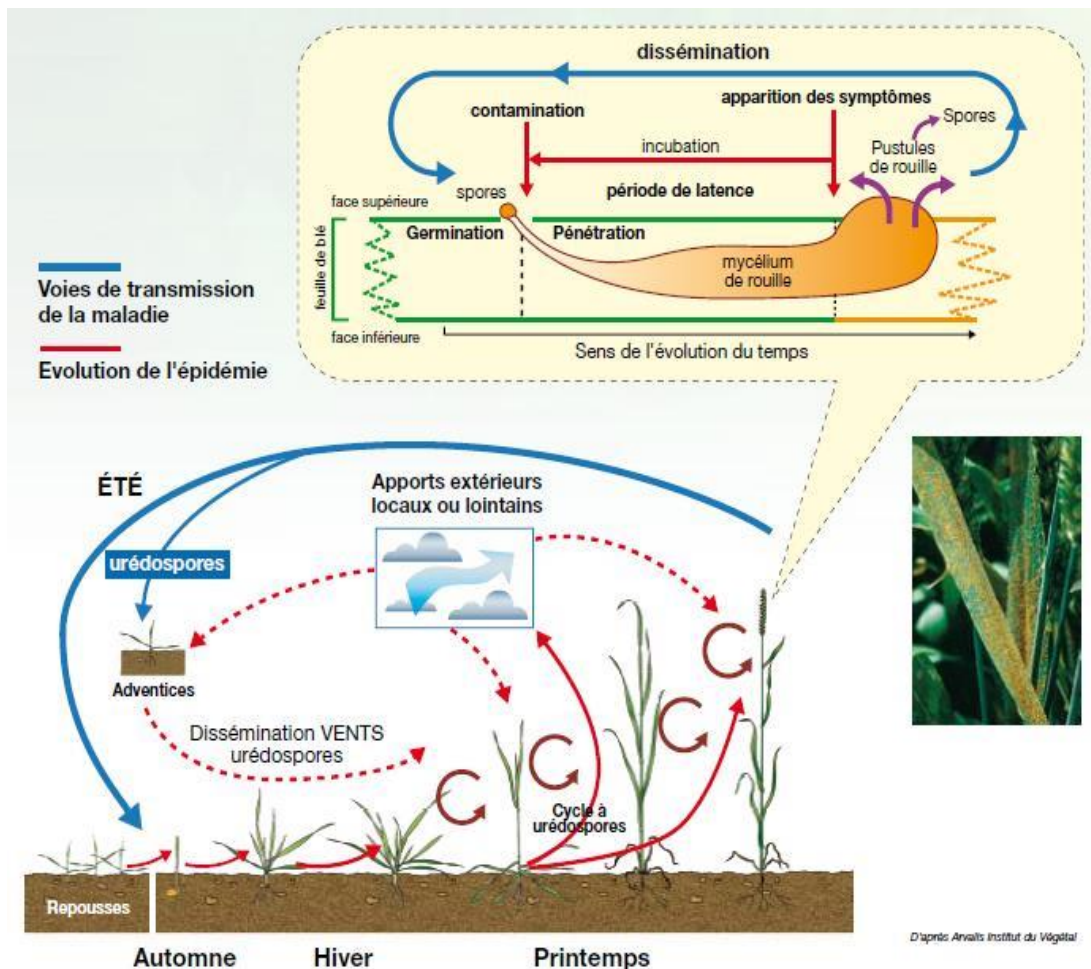


Figure 9 : Cycle de développement de la rouille (Lacroix, 2002).

4.3.2 LES SEPTORIOSES

La Septoriose est une maladie qui attaque principalement le blé depuis le stade de la germination jusqu'au stade de maturité (Lacroix, 2002). Le genre *Septoria* renferme quatre espèces pathogènes des céréales à paille, trois d'entre elles attaquent le blé et une l'orge.

Ces espèces causent divers types de tâches foliaires, et toutes les parties aériennes de l'hôte peuvent être attaquées (feuilles, glumes...) selon le stade de croissance (Walker et al. 2009). Parmi les espèces parasites, nous citons :

- *Septoria tritici* ou *Mycosphaerella graminicola* (forme parfaite)
- *Septoria nodorum* ou *Leptosphaeria nodorum* (forme parfaite)

Classification	
<u>Règne</u>	<i>Fungi</i>
<u>Division</u>	<i>Ascomycota</i>
<u>Sous-division</u>	<i>Pezizomycotina</i>
<u>Classe</u>	<i>Dothideomycetes</i>
<u>Ordre</u>	<i>Mycosphaerellales</i>
<u>Famille</u>	<i>Mycosphaerellaceae</i>
<u>Genre</u>	<i>Septoria</i>
<u>Espèces</u>	1 / Anamorph : <u><i>Mycosphaerella graminicola</i></u>
	Teleomorph : <i>Septoria tritici</i>
	2 / Anamorph : <i>Leptosphaeria nodorum</i>
	Teleomorph : <i>Septoria nodorum</i>

Le blé est l'hôte des trois espèces de septorioses : *Septoria tritici*, agent causal de la tache septorienne du blé ; *Septoria nodorum*, agent causal de la tache septorienne des glumes et *Septoria avenae*, agent causal de la tache septorienne de l'avoine et du blé.

4.3.2-1 Symptômes

-La septoriose des feuilles (*Septoria tritici*)

Les symptômes apparaissent sur le feuillage. Ils commencent généralement à se manifester sur les feuilles du bas, particulièrement celles qui sont en contact avec le sol (Mather, 1982) ensuite ils progressent au fur et à mesure vers les feuilles supérieures de la plante, par le biais des éclaboussures provoquées par la pluie (Basf, 2007). Ils débutent par de petites taches irrégulières de couleur brun rougeâtre. Ces taches, délimitées par les nervures, s'étendent longitudinalement et prennent une couleur gris-clair (Figure 10). C'est à partir de ce moment, ou plus tard lorsqu'elles se réunissent sur la largeur de la feuille (nécroses), que ces taches font apparaître des ponctuations noires appelées pycnides. Ces pycnides, alignées parallèlement, sont le critère d'identification de la tache septorienne (Figure 11).

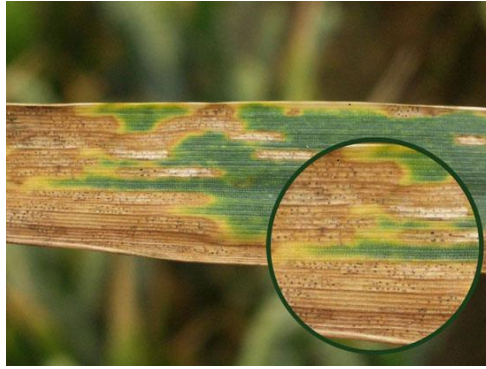


Figure 10 : Symptômes typique de *Septoria tritici* sur feuilles de blé. (BASF, 2007)

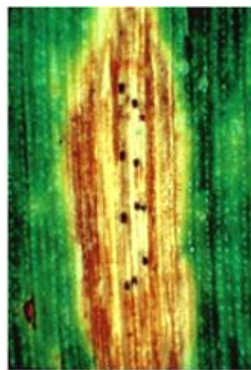


Figure 11 : Pycnides de couleur noire au niveau des tâches foliaires. (BASF, 2007)

-La tache septorienne des glumes (*Stagonospora nodorum*)

Les symptômes se manifestent aussi bien sur le feuillage que sur les glumes, la gaine des feuilles et les nœuds. Le démarrage de la maladie est souvent difficile à détecter. La maladie commence sous forme de nécroses apicales. Par la suite, ces nécroses se généralisent sur la feuille en leur donnant un aspect qui se confond facilement avec la sénescence normale des tissus. Ce n'est que sur la base d'observation de groupes de pycnides sur les feuilles nécrosées qu'on peut confirmer la présence de *S. nodorum* (Zahri et al., 2008).

Sur les feuilles et la gaine, commencent à apparaître des taches de forme ovale ou lenticulaire, de couleur jaunâtre, dont la bordure est plus foncée (Figure 12 a). Ces taches, contrairement à la tache septorienne des feuilles, sont beaucoup moins délimitées par les nervures (Bouznad et al., 1999). Lorsque ces taches sont

abondantes sur une feuille, elles se rejoignent pour former de grandes plages nécrotiques (Figure 12 b) (Gouache, 2009).

Après quelque temps, des fructifications se forment sur les nécroses et sont visibles sous forme de petites boules soulevant légèrement l'épiderme, ce sont les pycnides (Ezzahiri, 2001). Ces pycnides sont beaucoup moins apparentes que celle de la tache septorienne sur feuille (Figure 13). Leur disposition ne répond pas à un arrangement en lignes parallèles, plus tard, ces pycnides virent au gris foncé, et à ce moment-là leur distinction de celles de la tache septorienne devient moins apparente et seul un examen microscopique les différencierait (Zilliusky, 1983). .

Sur les glumes, les symptômes se développent lorsque la maladie est prononcée. Ils commencent à se manifester par de petites taches grises qui vont s'étendre jusqu'à la base en faisant apparaître des pycnides de couleur gris foncé ou brun (Figure 14).

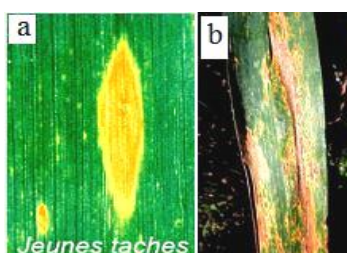


Figure 12 : Symptômes de *Septoria nodorum* sur feuilles de blé (Ezzahiri, 2001).

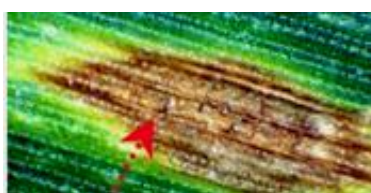


Figure 13 : Pycnide de *Septoria nodorum* peu visible (Ezzahiri, 2001).



Figure 14 : Symptômes de *Septoria nodorum* sur épis. (Ezzahiri, 2001).

4.3.2.2 Le cycle de développement de la maladie

Ce cycle est similaire pour les deux espèces *S.tritici* et *S.nodorum*.

Les conidies dans ce cycle sont dispersées par des pluies éclaboussantes à partir des pycnides présentes dans les résidus de récolte infestés. Ces pycnides peuvent survivre jusqu'à six mois, et provoquent les premières infections sur les plantules du blé (Ezzahiri, 2001). Les conidies en se déposant sur les feuilles, infectent la plante, et donnent naissance à de nouvelles pycnides. À partir de ces derniers, la maladie peut avoir plusieurs cycles lorsque les conditions de température et surtout d'humidité sont favorables (Figure 15). L'émission des conidies a lieu à partir d'une exsudation des pycnides sous forme d'un liquide mielleux qui contient des pycnidiospores (cirrhes) (Zilliusky, 1983).

Pour germer, les pycnidiospores ont besoin d'eau libre sur les feuilles. Après germination, le champignon colonise le tissu foliaire via les stomates ou directement à travers l'épiderme. L'humidité est indispensable pour tous les stades d'infection : germination, pénétration, développement du mycélium dans le tissu foliaire et formation des pycnides. Les conditions de développement des septorioses nécessitent la présence d'une humidité très élevée (90 - 100 % d'humidité relative). Pour *Septoria tritici* des précipitations fréquentes et des températures modérées (15-20 °C) sont propices au développement de la maladie.

Pour *Septoria nodorum*, les pycnidiospores commencent à germer à partir d'une humidité relative de 98 % au niveau de la feuille. La température doit être comprise entre 5 °C et 37 °C, l'optimum de germination se trouvant entre 20 et 25 °C. Au niveau d'un tissu atteint par la maladie, les pycnides ne pourront se former que sur des tissus morts. La progression de la maladie est fonction des conditions de pluviométrie et de températures : une période pluvieuse et humide prolongée (15-20 heures) avec des températures de 18 °C –20 °C à l'épiaison peut entraîner une attaque grave des épis (Zilliusky, 1983).

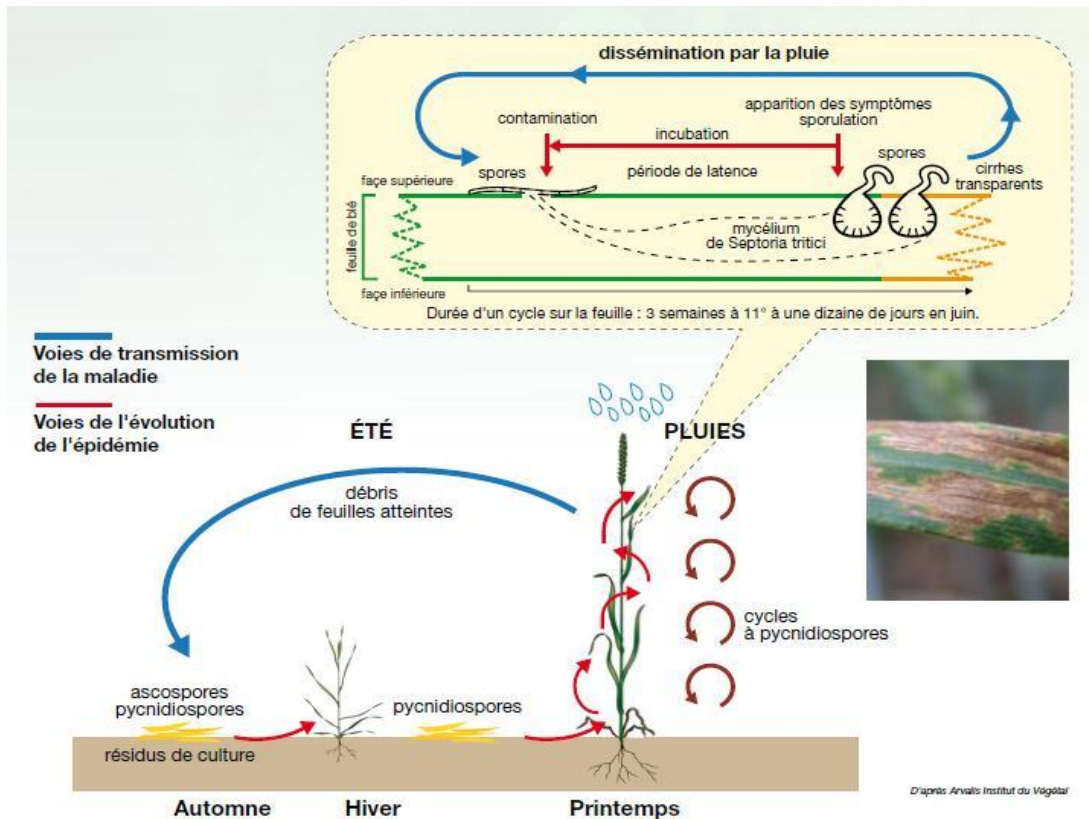


Figure 15 : Cycle de développement des septorioses. (Arvalis 2006).

4.3.3 L'HELMENTOSPORIOSE

L'helmentosporiose est une maladie causée par *Pyrenophora tritici-repentis* (stade conidien : *Drechslera tritici-repentis* anciennement appelée : *Helminthosporium tritici-repentis*).

Classification	
<u>Règne</u>	Fungi
<u>Division</u>	Ascomycota
<u>Sous-division</u>	Dothideomycetes
<u>Classe</u>	Pleosporomycetidae
<u>Ordre</u>	Pleosporales
<u>Famille</u>	Pleosporaceae
<u>Genre</u>	<i>Pyrenophora</i>
<u>Espèce</u>	Anamorph : <i>Pyrenophora tritici-repentis</i> Temeomorph : <i>Drechslera tritici-repentis</i>

Communément désignée par l'appellation anglo-saxonne 'Tan Spot'. La maladie est également connue sous les noms de maladie de la tache auréolée ou maladie de la tache helminthosporienne.

Le tan spot cause d'importants dégâts sur la culture de blé, ces dégâts varient selon les conditions climatiques, les variétés cultivées et les stades de la culture au moment de l'attaque (Bahous et *al.*, 2008).

4.3.3.1 Symptômes

P. tritici-repentis produit des taches chlorotiques et nécrotiques sur les limbes des feuilles jeunes ou adultes : en général elle commence sur les feuilles du bas. Dans certaines situations, ces taches peuvent être confondues avec celles produites par *Septoria nodorum* quand ces dernières ne présentent pas de pycnides (BSV 2011). En effet les deux champignons causent des nécroses plus ou moins losangiques bordées par des zones chlorotiques. Cependant, les lésions de *P. tritici-repentis* peuvent présenter un petit point de couleur brun foncé au centre de la tache chlorotique (Figure 16) (Bouasla, 2007).

Le stade conidien *Drechslera tritici-repentis* produits des conidies allongées, hyalines à légèrement colorées, avec plusieurs cloisons transversales. C'est le stade conidien qui assure la multiplication rapide du champignon et sa dissémination au cours de la bonne saison (Laffont et *al.*, 1985).



Figure 16 : Symptômes de *Drechslera tritici-repentis* sur feuilles de blé (Bahous et *al.*, 2003).

4.3.3.2 Le cycle de développement de la maladie

P. tritici-repentis survit après la récolte sur les débris de paille mal incorporés ou les repousses de blé (BASF, 2007). Sur les chaumes les périthèces et le mycélium constituent la principale source d'inoculum primaire. En présence d'humidité, les périthèces libèrent leurs ascospores et le mycélium produit des conidies. Les deux types de spores sont disséminés pour initier l'infection primaire sur les plantules du blé en début de saison. Les conidiophores qui se développent ensuite peuvent être transportés par le vent dans les parcelles éloignées et provoquer des contaminations secondaires (Figure 17) (Morvan, 2006). L'inoculum primaire peut provenir aussi de la semence contaminée portant le mycélium dans son péricarpe.

La germination des conidies et l'infection des tissus sont favorisées par une durée d'humectation de 24 à 48 heures. Les températures optimales pour l'infection se situent entre 18 et 28 °C. Il n'y a pas d'infection à des températures inférieures à 6 °C ou supérieures à 32 °C (Zilliussky, 1983).

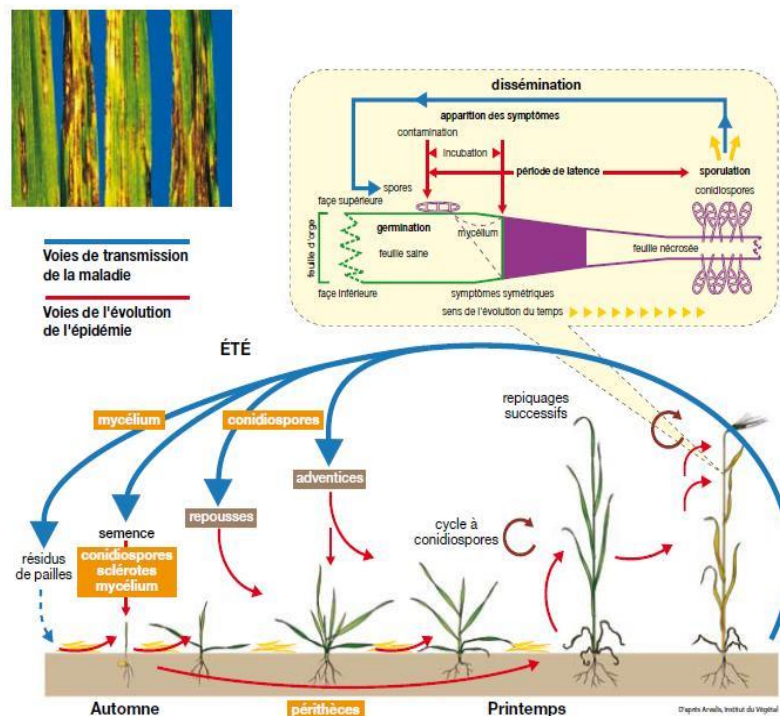


Figure 17 : Cycle de développement de l'helminthosporiose (Difalah et al., 2011).

4.3.4 LES FUSARIOSES

Ces maladies sont de moindre importance en Algérie, car elles touchent beaucoup plus l'épi ce qui coïncide à une période où les conditions climatiques chez nous ne sont plus favorables au développement de la maladie (début des températures élevées)

Des gales, piétin et moisissures des blancs sont les principaux symptômes causés par les *Fusarium*. Ces champignons se reconnaissent facilement par les accumulations de spores colorées et le feutrage mycélien de couleur blanche, rose à rouge à la surface des tissus infectés (tige, feuilles et épi). (Martin, 2004). (Figure 18)



Figure 18 : Fusariose sur du blé de printemps. (Martin, 2004).

4.3.5 LES CHARBONS et CARIES

Ce sont là deux maladies transmises par la semence non traitée qu'on observe rarement en Algérie (Bouznad et *al.*, 1999).

Dans ce type de maladies les fleurs et/ ou les grains sont remplacés par des masses charbonneuses de spores (figure19). Ces masses peuvent être poudreuses recouvertes d'une masse grisâtre ou prendre la forme des grains qu'elles ont remplacés. D'autres charbons forment des masses de spores noires dans les tissus du limbe et de la gaine des feuilles, et parfois de la tige. (Figure20).



Figure19 : graines de blés cariés. (Arvalis 2006).



Figure20 : Epi atteint par le charbon. (Arvalis 2006).

5. Les méthodes de lutte

Les méthodes de lutte envisagées contre les agents pathogènes des maladies foliaires sont principalement d'ordre cultural et chimique.

5.1 Méthodes de lutte culturales

Ces méthodes consistent à utiliser des moyens prophylactiques qui visent soit à diminuer les sources d'inoculum, soit à provoquer des conditions défavorables au développement des maladies (Mehates- Demazure, 2000).

Les principales techniques culturales sont :

- Le travail du sol, et l'enfouissement des résidus de culture. Cette pratique accélère la décomposition des résidus de culture par les microorganismes présents dans le sol. Le travail minimum du sol maintient la population de champignons phytopathogènes d'où un risque accru d'infection.

- Rotation des cultures. Avec des cultures non-hôtes à ces pathogènes (ex : pomme de terre, légumineuse) vise à diminuer la quantité de champignons phytopathogènes dans le sol ce qui aura un effet positif sur la diminution du risque d'une infection hâtive. Éviter les cultures blé sur blé, car la tache helminthosporienne, la rayure réticulée, la tache auréolée, la tache septorienne, la tache ovoïde, la rhynchosporiose et le blanc peuvent passer l'hiver dans les résidus de cultures.

- Semence certifiée et semence traitée avec un fongicide. Cette pratique évite d'introduire des maladies dans un champ. Il est important de rappeler que les traitements de semences sont efficaces pour lutter contre les maladies affectant les plantules.

- Éviter les densités de la culture, car l'augmentation de la densité de semis et une fertilisation excessive engendrent un couvert végétal dense, environnement des plus favorables pour les maladies foliaires. et réduire et les fumures azotées excessives, un seul apport (de préférence fractionnée).

- Lutte contre les mauvaises herbes de la famille des graminées, lesquelles peuvent servir de plantes hôtes pour certaines maladies. Et destruction de plantes hôtes alternes.

- Semis hâtif. Un semis hâtif au printemps permet à la plante d'échapper à l'infection pendant une période plus longue durant son développement.

- Éviter l'utilisation de semence provenant d'un champ contaminé.

- La lutte contre les insectes est essentielle, car ces ravageurs causent des stress aux plantes et les rendre plus sensibles aux infections par les champignons phytopathogène.

- Le choix de variétés résistantes reste le moyen de lutte le plus pratique et le plus économique (Boughaleb et al., 1997). Pour le cas de la rouille, la variété de blé dur Mohamed Ben Bachir est résistante aux principales races de cet agent pathogène.

- La résistance variétale serait la solution idéale, car elle dispense l'agriculteur des coûts qu'il aurait à engager dans la lutte tout en préservant l'environnement, productif et répondant aux exigences du marché .La gamme des variétés disponibles est actuellement très large, entre autres en ce qui concerne les niveaux de sensibilité aux maladies. A performances et qualités similaires, il est bien entendu préférable de donner la priorité aux variétés peu sensibles aux maladies.

Les variétés ont toutefois des tolérances différentes selon les maladies. Le choix doit donc tenir compte du contexte phytotechnique.

5.2 Méthode de lutte chimique

En plus des méthodes de lutte culturales, les traitements chimiques (application de fongicides) sont largement utilisés contre les maladies foliaires du blé.

Le traitement de la semence avant semis et le traitement foliaire en plein champ constituent les deux principales stratégies de lutte chimique.

L'utilisation des fongicides en céréaliculture en cours de végétation est souvent nécessaire surtout dans le cas des épidémies (cas de rouille), où les fongicides sont le seul moyen de lutte.

Plusieurs fongicides appartenant à la famille des Triazoles qui ont des propriétés curatives (Schofi et *al.*, 1994) ont montré une très grande efficacité contre les rouilles du blé.

Sur la septoriose plusieurs fongicides ont donné de très bons résultats où le gain de rendement est entre 10 et 35 % (Rapilly et *al.*, 1973).

Fongicides à la floraison: Pour lutter contre la fusariose, peut être utilisé chez le blé comme traitement au moment de la floraison.

6- La résistance variétale

Il existe des différences importantes de comportement des variétés et des espèces de céréales vis-à-vis aux maladies. Le problème est que les variétés tolérantes ne correspondent pas toujours aux attentes du marché de l'agriculture ou à ses conditions de mise en culture.

Le recours à des variétés nouvelles qui sont plus adaptées aux aléas climatiques et aux maladies et qui présentent des rendements élevés est de plus en plus nécessaire.

Un programme portant sur la sélection de variétés locales est particulièrement important surtout au niveau des zones où les producteurs cultivent les variétés traditionnelles destinées essentiellement à la transformation (blé concassé), ceci aura un impact positif sur les rendements de ces variétés et un profit notable pour les producteurs. Pour ce faire, une recherche pertinente devrait être mise en œuvre grâce à des essais et des tests de sélection et l'extension de la multiplication des semences à d'autres types de céréales. (Bouزيد, 2006)

C'est pour cette raison que la résistance aux maladies est travaillée par les sélectionneurs depuis très longtemps. C'est en effet un axe de sélection majeur, car une trop grande sensibilité à une maladie donnée peut avoir des conséquences catastrophiques l'année où la maladie est présente. La lutte génétique contre les maladies est souvent un travail de longue haleine et parfois un éternel recommencement ... Les maladies peuvent en effet, dans certains cas, contourner les résistances et des variétés connues pour être tolérantes à une maladie donnée deviennent sensibles. Le sélectionneur doit alors entreprendre un nouveau travail de sélection pour obtenir des résistances à la nouvelle souche de maladie. (Anonyme, 2007).

Les plantes disposent d'une part de barrières physiques et biochimiques limitant ou empêchant leur colonisation par les agents pathogènes. Ces barrières agissent de manière non spécifique, mais n'apportent qu'une protection partielle contre les infections (Boivin, 2001). Les plantes possèdent d'autre part des résistances spécifiques leur permettant de reconnaître certaines races d'agents pathogènes et d'activer rapidement une batterie de défense biochimique (Anonyme, 2002). Ces systèmes de défense induits par l'infection se déclenchent à chaque infection. La protection complète dépend de la rapidité du temps de réaction.

Lors de cette réaction induite, la plante produit notamment des protéines PR (*pathogenesis-related proteins*; (Anonyme, 2007), par exemple des glucanases et chitinases. Ces enzymes dégradent les glucanes et chitines, composants importants des parois cellulaires du champignon. Ainsi, les glucanases et chitinases affaiblissent le pathogène et perturbent le processus d'infection.

Au cours de ces dernières décennies, la recherche a fait de grands progrès dans la connaissance de la fonction des gènes impliqués dans le mécanisme de défense décrit ci-dessus. Plusieurs gènes de résistance ont été clonés (isolés) et peuvent être transmis par transgénèse à des plantes ne possédant pas ces gènes. L'intégration de ces gènes de résistance dans une nouvelle plante permet aussi de comprendre et contrôler sa fonction et ses interactions avec d'autres gènes. Les connaissances acquises sont très utiles à la sélection classique des cultures modernes et peuvent également être utilisées pour le développement de lignées transgéniques. (Boivin, 2001).

Partie II : MATERIELS ET METHODES

1. Site d'expérimentation

L'essai a été réalisé au niveau de la ferme expérimentale et de production de semences de l'institut technique des grandes cultures (ITGC) d'OuedSmar, durant la campagne 2012 - 2013.

L'ITGC a pour mission d'étudier et de résoudre l'ensemble des problèmes liés à la production des céréales et des grandes cultures. L'un des objectifs essentiels est l'augmentation des rendements, l'amélioration de la production au point de vue quantité et qualité.

2. Présentation de la ferme expérimentale

La station expérimentale de OuedSmar, se situe sur la région Nord Est de la plaine de la Mitidja, à une altitude de 24 mètres, une latitude de 30 °43Nord et une

La station de Oued Smar a été créée en 1974 ; elle dispose d'une superficie de 47 ha, consacrée annuellement à la production de semences de base et aux travaux d'expérimentation et à la production de fourrage vert. Les sols de la station sont de texture argilo limoneuse (35 — 40 % d'argile). La porosité du sol varie de 40 à 50 %, c'est donc un bon sol agricole. La réserve utile (RU) de ces sols varie de 40 à 100 mm, selon la profondeur.

3. Les conditions climatiques de la station

L'étage bioclimatique qui règne au niveau de la ferme, est celui de la plaine de Mitidja donc un climat sub-humide.

Un total pluviométrique de 661 mm était enregistré durant cette campagne, ce qui est favorable à un rendement élevé, sachant que les besoins en eau donnant un bon rendement sont de l'ordre de 450 à 650 mm (2013). On remarque aussi une présence de la pluie durant tous les mois de cette campagne, avec une pluviométrie minimale de 10 mm enregistrée durant le mois d'avril et une maximale de 144 mm durant le mois de janvier. Les relevés climatologiques enregistrés durant cette campagne confirment les données climatiques de l'étage sub-humide.

4. Protocole expérimental

4.1 Sol

Afin de déterminer les caractéristiques du sol, sur la parcelle où nous avons mené notre étude, des analyses physico-chimiques ont été effectuées par les services de la station en 2006 (Tableaux 3 - 4).

4.1.1 Caractéristiques physico-chimiques

Tableau 3 : Les analyses granulométriques du sol.

Fraction granulométrique	Profondeur de prélèvement	
	0-20 cm	20-40 cm
Argile (%)	46.85	48.14
Limon (%)	30.53	28.91
Sable (%)	17.30	17.05

D'après le triangle de texture de HENIN (1969), les résultats des analyses granulométriques du sol, montrent que le sol de la parcelle est de texture argileuse, ce qui est bénéfique pour la rétention de l'eau durant les périodes du déficit hydrique.

Tableau 4: Les analyses chimiques du sol.

	Profondeur de prélèvement	
	0-20 cm	20-40 cm
pH	7.50	7.90
CE	0.65	0.65
CaCO ₃ %	00	00
C%	0.80	0.80
MO%	0.52	0.20
P ₂ O meq	188	159
K ₂ O ppm	183	172
N%	0.35	0.70
C/N	2.28	0.04

Les résultats obtenus après les analyses chimiques du sol, montrent que :

- Le sol est légèrement alcalin (pH entre 7.5 et 7.9).
- D'après l'échelle d'Albert et Gay (1978), le sol n'est pas salé (CE<2 mm).
- Le sol est pauvre en calcium et non calcaire (teneur en CaCo₃ nulle).
- Peu riche en matière organique.
- Sol riche en azote (teneur en azote >0.05 %).
- Faible dégradation de la matière organique (le rapport C/N est faible).

4.2 Travaux du sol

Dans notre parcelle il a été effectué un labour profond, avec une charrue bi-socs réversible à une profondeur de 30 cm. Le labour a été effectué dans de bonnes conditions de sol au fin novembre 2012.

Les façons superficielles ont pour but de préparer le lit de semences avant la mise en place de la culture. Les opérations superficielles effectuées après le labour sont comme suit :

- Passage du cover-crop, la mi-décembre 2012.
- Un hersage avec une herse rotative, la fin décembre 2012. La herse assure le criblage du sol en déposant les petites mottes en surface et la terre fine en profondeur.
- Juste après le semi un passage du rouleau a été réalisé, pour mettre la semence en contact avec les particules du sol.

4.3 Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans cette étude est composé de 25 génotypes (variétés) de blé dur (*Triticum durum*) :

- Trois (03) variétés témoins : WAHA, BOUSSALLEM, GTA Dur.
- 22 variétés nouvellement introduite en Algérie: objectif de l'essai (Tableau 5)

Tableau 5 : Les 25 variétés utilisé dans l'essai.

N°	Variétés ou Lignées
V1	WAHA
V2	BOUSSALLEM
V3	GTA Dur
V4	Altar84/Stint//Silver_45/3/Stot//Altar84/Ald/5/Ajaia_16//Hora/Jro/3/Gan/4/Zar
V5	Ainzen_1//Plata_6/Green_17
V6	1A.1D 5+10-6/3*Mojo//Rcol/4/Arment//SRN_3/Nigris_4/3/Canelo_9.1
V7	Icarasha2
V8	Rascon_22/Rascon_21//Mojo_2/3/Guanay/4/Rcol/5/Sora/2*Plata_12//Somat_3
V9	INTER_16/SNITAN/9/USDA595/3/D67.3/RABI//....
V10	Sooty_9/Rascon_37//Stot//Altar 84/Ald
V11	Mgnl3/Aghrass2
V12	CF4-JS 21//Rascon_39/Tilo_1
V13	Pasito_15/Chen_6//Somat_4/Inter_8/3/Hui/Yav79//DON87
V14	Hubei//Sooty_9/Rascon_37/3/2*Sooty_9/Rascon_37/4/Sooty_9/Rascon_37
V15	ACO89/9/USDA595/3/D67.3/Rabi//Cra/4/Alo/5/Hui/Yav_1/6/Ardente/7/Hui/Yav 79/8/Pod_9
V16	Stot//Altar84/Ald*2/3/IM
V17	COMARA//SOOTY_9/RASCON_37/3/2*AJAIA_12//....
V18	Bcrch1/Stojocri-3
V19	Ajaia_16//Hora/Jro/3/Gan/4/Zar/5/Sooty_9/Rascon_37/6/Stot//Altar84/Ald
V20	AINZEN_1/6/2*CMH82A.1062/3/GGOVZ394//SBA81//....
V21	Mrf1/Stj2//Gdr2/Mgnl1
V22	TARRO_1/2*YUAN_1//AJAIA_13/YAZI*2/9//....
V23	TARRO_1/2*YUAN_1//AJAIA_13/YAZI/3/SOMAT_4//....
V24	BENI MESTINA
V25	SIGUS

4.3.1 Caractéristiques des variétés utilisées

a) Variété WAHA:

➤ Caractéristiques morphologiques

- Compacité de l'épi : moyenne.
- Couleur de l'épi : faiblement coloré.
- Hauteur de la plante à la maturité : courte.

➤ Caractéristiques culturales

- Alternative : hiver.
- Cycle végétatif : précoce.
- Tallage : mi-dressémi-étalé.
- Résistance aux maladies :
 - Rouille jaune : résistante.
 - Rouille brune : très sensible.
 - Oïdium feuilles : résistante.
 - Oïdium épi: résistante.
 - Septoriose : moyennement sensible.

➤ Caractéristiques qualitatives

- Poids de mille grains (PMG) : Elevé.
- Mitadinage : sensible.
- Rendement : Elevé.

b) VariétéBOUSSALLEM :

➤ Caractéristiques morphologiques

- Compacité de l'épi : moyenne.
- Couleur de l'épi : blanc.
- Hauteur de la plante à la maturité : moyenne.

➤ Caractéristiques culturales

- Alternative : hiver.
- Cycle végétatif : précoce.
- Tallage : mi-dressémi-étalé.
- Résistance aux maladies :

- Rouille brune :sensible.
- Oïdium feuilles : moyennement sensible.
- Oïdium épi: résistante.
- Septoriose : moyennement sensible.

➤ **Caractéristiques qualitatives**

- Poids de mille grains (PMG) : Elevé.
- Mitadinage : Resistante.
- Rendement : Elevé.

C) Variété GTA Dur :

➤ **Caractéristiques morphologiques**

- Compacité de l'épi : moyenne.
- .Couleur de l'épi : blanc.
- Hauteur de la plante à la maturité : moyenne.

➤ **Caractéristiques culturelles**

- Alternative : hiver.
- Cycle végétatif : précoce.
- Tallage : mi-dressé.
- Résistance aux maladies :
 - Rouille brune : tolérante.
 - Oïdium feuilles : tolérante.
 - Oïdium épi: tolérante.

➤ **Caractéristiques qualitatives**

- Poids de mille grains (PMG) : moyenne.
- Rendement : moyenne à bonne.

4.4 itinéraire technique de l'essai.

Durant notre essai le même itinéraire technique a été établi sur toutes les micro-parcelles comme suit :

4.4.1 La fertilisation

L'épandage d'engrais phosphaté à été appliqué à raison de 2qx/ha en novembre 2012. La fertilisation azotée a été réalisée avec un épandeur d'engrais en utilisant l'urée à 46 % à raison de 2qx/ha en deux applications : 1/3 de la dose totale au semi et les 2/3 restants au stade fin tallage. Le blé dur exige une bonne alimentation azotée pour maîtriser le mitadinage donc la qualité du grain.

4.4.2 Le semi

Le semi a été effectué en décembre 2012, en utilisant un semoir agricole, par la suite on a effectué le traçage des parcelles élémentaires du dispositif expérimental par un motoculteur de 80 cm de largeur. La dose de semi a été évaluée à travers le poids de mille grains tenant compte de la faculté germinative, elle est de 130 kg/ha. Avec un écartement entre les lignes de 20 cm. Les graines sont placées à une profondeur de 2 à 4 cm.

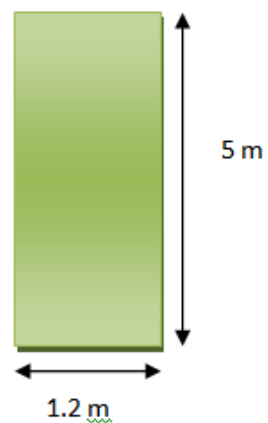
4.4.3 Le désherbage

Le désherbage est une opération culturale importante pour le contrôle des principaux adventices rencontrés dans la culture de blé. Pour le désherbage chimique nous avons utilisé les deux herbicides Calliofop à raison de 2.5 l/ha et Granstar à raison de 15 g/ha le 16 Mars 2013. Malgré le désherbage chimique, nous avons observé une forte infestation en adventices. Nous avons dû alors procéder à un désherbage manuel.

4.5 Le dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté est en blocs aléatoires complets (BAC), avec quatre répétitions, dans chaque bloc il y a vingt-cinq micro-parcelles où chacune d'elles correspond à une variété (Figure 20).

V14	V18	V9	V13	V7	V3	V16	V25	V21	V2	V5	V10	V19	V15	V11	V6	V23	V17	V22	V8	V1	V4	V24	V20	V12
V20	V25	V8	V3	V11	V15	V12	V22	V17	V4	V10	V1	V18	V23	V9	V14	V5	V16	V21	V6	V13	V24	V19	V2	V7
V10	V8	V17	V6	V22	V5	V16	V21	V14	V3	V11	V4	V24	V19	V12	V1	V25	V15	V13	V2	V18	V9	V23	V20	V7
V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	V19	V20	V21	V22	V23	V24	V25



Dimension des micro-parcelles (1.2 × 5 m) : 6m²

Figure 21 : Schéma du dispositif expérimental adopté (BAC).

5 Notation des maladies en plein champ

Pour évaluer les attaques des différentes maladies apparues sur champ, il existe plusieurs procédés qui dépendent de la nature de la maladie et de la partie de la plante atteinte. Pour les maladies foliaires, il y a principalement les rouilles et les maladies des tâches foliaires (Tan spot et Septorioses).

5.1 Notation des attaques de rouilles

Pour évaluer les attaques de rouilles, deux lectures simultanées sont réalisées : la première représente la sévérité de la maladie, c'est-à-dire l'évaluation des pourcentages de la surface foliaire atteinte, par les pustules (dans le cas de la rouille brune) cette lecture est faite, sur une échelle qui va de 0 à 100 %, établie par Peterson, Campbell et Hannah en 1948 (Figure 22).

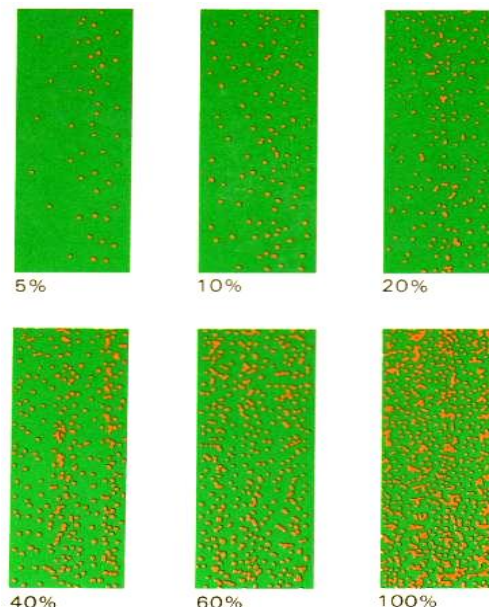


Figure 22 : Echelle illustrant la sévérité de la rouille brune (source :Rust scoring guide)

Quand le taux d'infection est de 100 % sur l'échelle, les pustules ne couvrent que 37 % de la surface foliaire, si la sévérité est inférieure à 1 %, elle est considérée comme trace insignifiante et elle est signalée par la lettre « T ».

La seconde lecture détermine le type de l'infection (la réaction de la plante-hôte au pathogène) et permet de connaître si les pustules formées sont de type résistant ou sensible (Figure 23). Pour évaluer le type de réaction on utilise l'échelle de Peterson, Campbell et Hannah :

« 0 » : Immune, aucune lésion apparente sur la feuille.

« R » : Résistante, présence de nécrose d'un brun clair, si les pustules existent sont de petite tailles.

« MR » : Moyennement Résistante, présence de petites pustules entourées de nécroses.

« MS » : Moyennement Sensible, les pustules formés sont de taille moyenne et elles ne sont pas entourées de nécroses, mais parfois de chloroses.

« S » : Sensible, pustules de grande taille, mais qui ne sont pas entourés de chlorose.

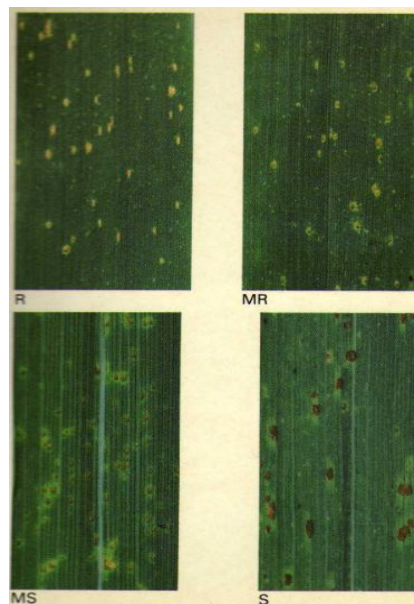


Figure 23 : échelle illustrant le type d'infection de la rouille brune (Source : Rustscoring guide).

5.2 Notation des attaques des maladies des tâches foliaires

Les maladies foliaires sont caractérisées par la difficulté de prévoir la réponse de la plante-hôte à l'infection. L'intensité d'attaque de ces maladies sur la plante détermine la gravité de l'infection. Parmi ces maladies on note les septorioses et les helminthosporioses qui touchent le blé.

Pour évaluer la gravité de ces maladies, on utilise une double notation :

a) l'échelle conçue par Saari et Prescott 1948 (Figure 24).

« 0 » Zéro : il n'existe aucune infection visible.

« 1 » Résistante : tache peu nombreux sur les feuilles basales seulement.

« 2 » Résistante : taches éparses sur le second rang, mais celles du premier sont gravement atteintes.

« 3 » Résistante : peu d'attaque sur le tiers basal de la plante.

« 4 » Moyennement résistante : la moitié de la plante est atteinte par des lésions éparses ; l'infection est moyenne sur les feuilles basales et légères sur les feuilles supérieures.

« 5 » Moyennement sensible : lésions intenses sur les feuilles de la base et moyennes à faible sur les feuilles qui suivent vers la limite de la moitié inférieure.

« 6 » Moyennement sensible : lésions intenses sur le tiers basal de la plante, moyenne sur les feuilles du milieu et éparses sur celle de la partie supérieure.

« 7 » Sensible : lésions intenses sur les feuilles du tiers basal et du milieu mais très légères sur les feuilles supérieures.

« 8 » Sensible : lésions intenses sur les feuilles des deux tiers du bas de la plante et moyennes sur celle du tiers supérieur.

« 9 » Très sensible : toutes les feuilles de la plante sont gravement atteintes, dans ce cas même les épis peuvent être infectés.

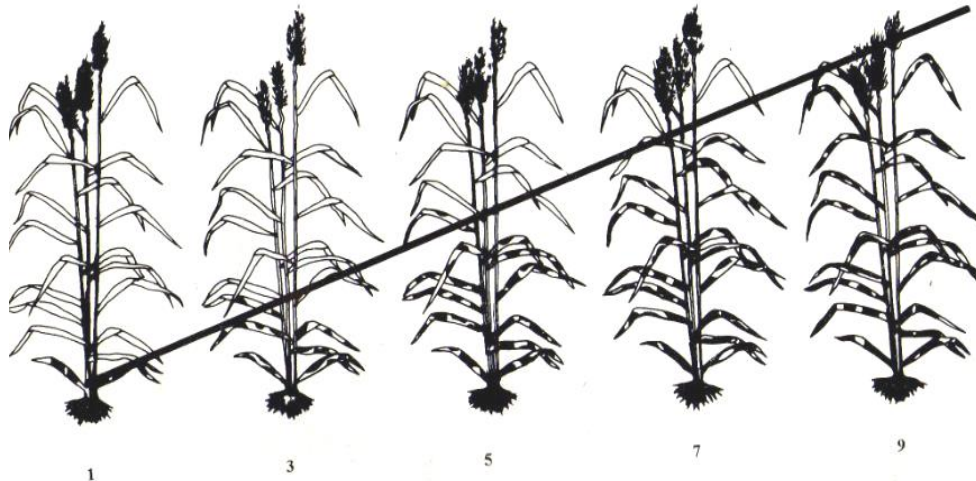


Figure 24 : échelle illustrant l'évaluation de l'infection du blé par les maladies des taches foliaires.

b) L'échelle de l'évaluation du pourcentage de couverture foliaire par la tache de la maladie de 1 à 9 :

0 : pas de tache sur la feuille.

T : des traces de tache (insignifiantes).

1 : 10% de la superficie foliaire couverte par les taches.

2 : 20% de la superficie foliaire couverte par les taches.

3 : 30% de la superficie foliaire couverte par les taches.

4 : 40% de la superficie foliaire couverte par les taches.

5 : 50% de la superficie foliaire couverte par les taches.

6 : 60% de la superficie foliaire couverte par les taches.

7 : 70% de la superficie foliaire couverte par les taches.

8 : 80% de la superficie foliaire couverte par les taches.

9 : toute la superficie foliaire couverte par les taches.

6 Méthode d'échantillonnage :

Pour la prise des échantillons nous avons procédé comme suit :

Au niveau des micro-parcelles trois plants sont prélevé aléatoirement dans chaque diagonale puis on effectue les notations adéquates pour chaque maladie (Figure 25).

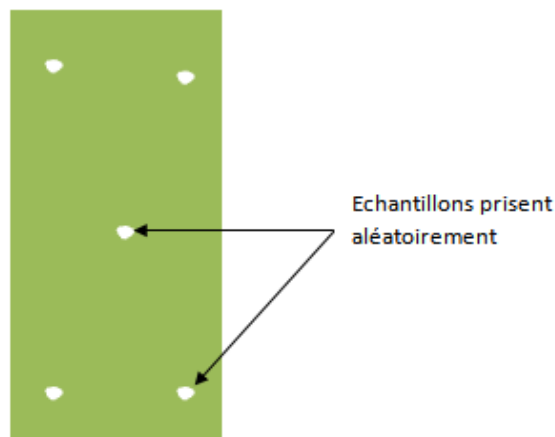


Figure 25 : Méthode d'échantillonnage.

7 Confirmation des maladies à partir des symptômes sur feuilles

Au niveau du champ, des échantillons sont pris de telle façon que ces derniers soient représentatifs de la maladie.

Pour le cas de la rouille (parasite obligatoire) la confirmation se fait par observation microscopique des fructifications et l'établissement d'une mensuration des urédospores.

Pour les maladies des tâches foliaires, nous avons réalisé des isolements du champignon pathogène à partir des feuilles après confirmation des symptômes de la maladie.

Des fragments de 1 à 2 mm de feuilles sont découpés à la limite du symptôme (la tache foliaire), ensuite désinfectée par l'hypochlorite de sodium à 2 % pendant 5 min, ces fragments sont rincés par 3 rinçages successifs à l'eau distillée stérile puis séchée sur du papier buvard stérile.

Les fragments sont déposés ensuite sur un milieu PDA, et laissés en incubation entre de 5 et 7 jours à une température de 20 à 25 °C.

La souche est purifiée ensuite par plusieurs repiquages sur le même milieu, puis on effectue une caractérisation macroscopique et microscopique par mensuration des fructifications.

8 Étude des variables liées à la culture

- Nombre de plants par mètre carré (on utilisant un cadre métallique de 1 m).
- Nombre de talles par plant (on a pris au hasard 10 plants par parcelle élémentaire).
- Hauteur des plants à la floraison (on a pris au hasard 10 plants par parcelle élémentaire).
- Longueur de l'épi (on a pris au hasard 10 épis par parcelle élémentaire).

8.1 Les composantes du rendement

- Nombre d'épis par mètre carré : à l'aide d'un cadre de un mètre carré, placé diagonalement.
- Nombre d'épillets fertiles par épi : on prend 10 épis choisis arbitrairement, on compte le nombre d'épillets fertiles et le nombre total d'épillets.
- Nombre d'épillets stériles par épi : il est obtenu à partir du nombre total d'épillets auquel on soustrait le nombre d'épillets fertiles.
- Nombre de grains par épi : il nous permet de connaître la fertilité de l'épi, c'est un élément essentiel du rendement.
- Poids de mille grains : après récolte et nettoyage les mille grains sont pesés avec une balance de précision.

9 Rendement en grain

- **Rendement réel**

Après récolte les grains sont nettoyés, puis pesés ; nous aurons ainsi la quantité récoltée en kg/parcelle. Cette dernière est convertie en qx/ha.

- **Rendement théorique**

C'est le rendement potentiel de la culture dans les conditions de la campagne, il ne prend pas en considération les pertes pouvant avoir lieu de la maturation à la récolte. Il est déterminé par la formule suivante :

$$\text{Rendement (qx/ha)} = (\text{Nombre d'épis/m}) (\text{Nombre de grains par épi}) \times (\text{PMG}) \times 10^{-4}$$

Partie III : RESULTATS ET DISCUSSION

1. Suivi en plein champ

Le suivi concerne les paramètres de croissance et de rendement de notre culture, ainsi que les observations sanitaires du développement des maladies pour un descriptif symptomatologique.

1.1 Variables liées à la culture

Les résultats obtenus montrent que la densité de la culture et le nombre de plants par mètre carré sont pratiquement similaires pour l'ensemble des variétés soit une moyenne de 59 plants /m², le maximum de germination a été enregistré au niveau de la V9 avec 67 plants/m² alors que le minimum est niveau de la variété V1 : 52 plants/m². (Figure 26). (Annexe 2).

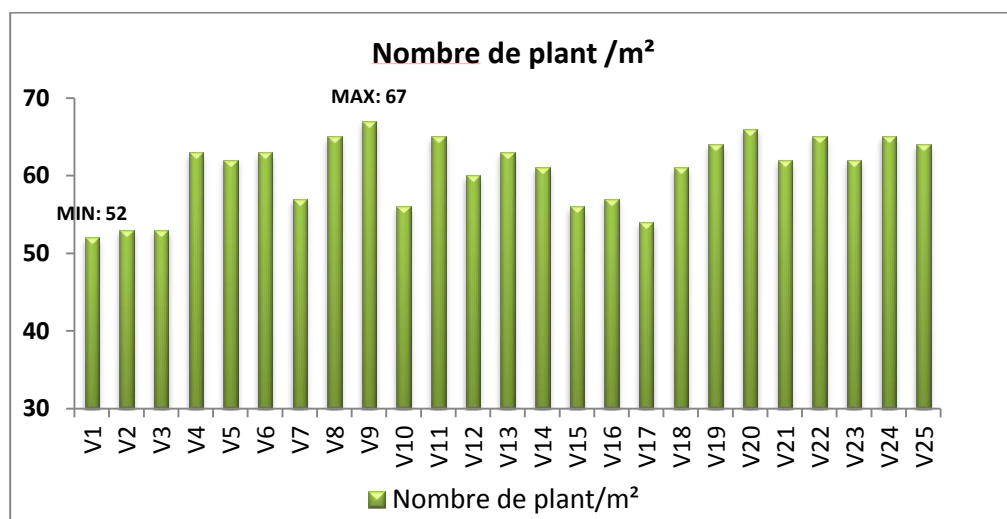


Figure 26 :Nombre de plants / m².

Aussi le nombre de talles par plant ne varie pas trop d'une variété à une autre, la moyenne enregistrée est de 6.9 talles/plant avec un maximum de talles pour la V13 qui est de 8.8 talles, et un minimum de talle pour la v4 avec 4.5 talles/plant. (Figure 27). (Annexe 3).

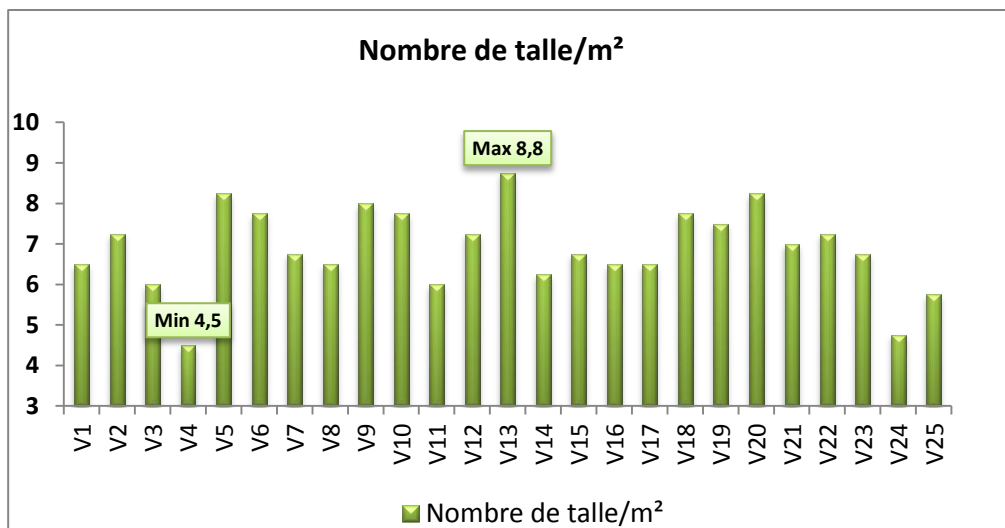


Figure 27 :Nombre de talles par plant.

1.2 Composant du rendement

Les autres paramètres liés à la culture ont été étudiés par rapport à leurs importances dans la composante du rendement à savoir : le nombre d'épis par mètre carré, le nombre de grains par épi et le poids de milles grains.

Le nombre d'épis/ m² varie entre un minimum de 210 épis/m² enregistré au niveau de la V18 et un maximum de 320 épis/m² enregistré au niveau de la V4, une moyenne de 259 épis/m² a été notée pour l'ensemble des variétés.(Figure 28). (Annexe 4).

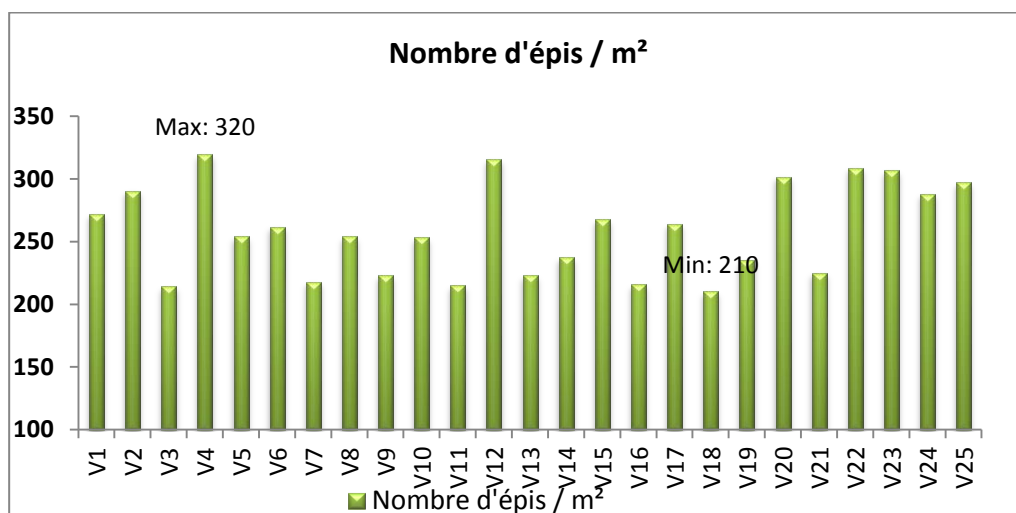


Figure 28 :Nombre d'épis par mètre carré.

Le nombre de grains par épis est une des principales composantes du rendement si ce n'est la plus importante, la moyenne du nombre de grain par épi enregistré au cours de cette étude est de 34 grains/épi pour les 25 génotypes étudiés. Le maximum est enregistré pour la V11 avec 51grain/épis, un minimum de 21 grains /épi a été vue au niveau de la V21.

Les génotypes ; V3, V6, V7, V9, V11, V15, V19 et V20, ont un potentiel de grain/épi supérieur a la moyenne alors que les 17 autres variétés ont un nombre de grains plus faible .(Figure 29). (Annexe 5).

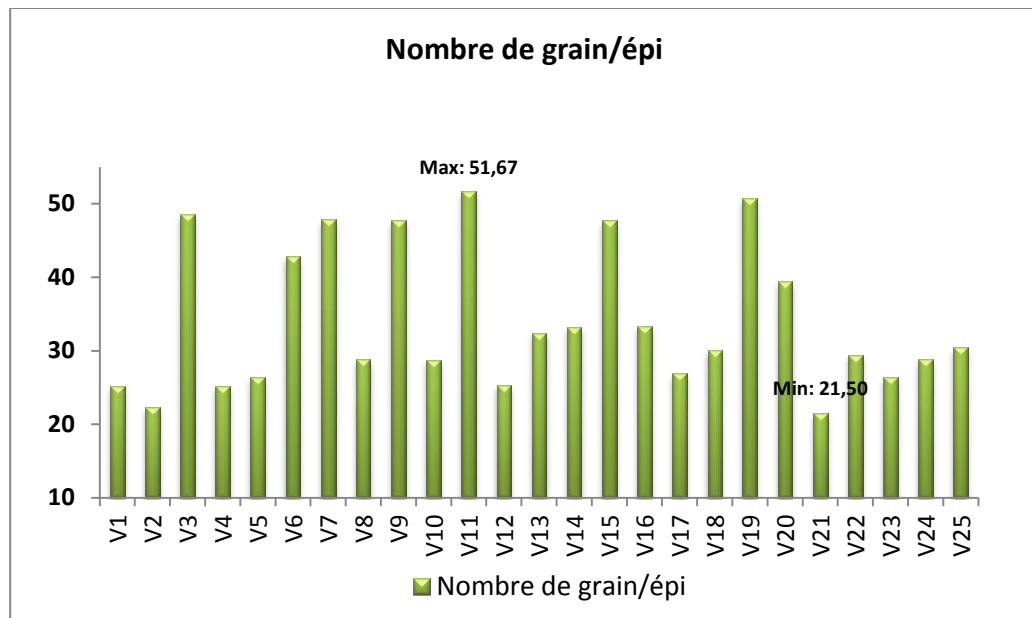


Figure 29 :Nombre de grains par épi.

Un autre paramètre très important a été étudié au cours de cette expérimentation, c'est le poids de mille grains (PMG).

La moyenne du PMG enregistré au cours de cette expérimentation pour l'ensemble des génotypes est de 45.24 grammes et 50% de ces génotypes ont un PMG supérieur à la moyenne. Le maximum du poids de milles grain était enregistré pour la V15 avec un PMG de 53.18grammes, alors que le minimum est de 38.7 grammes pour la V19. (Figure 30). (Annexe 6).

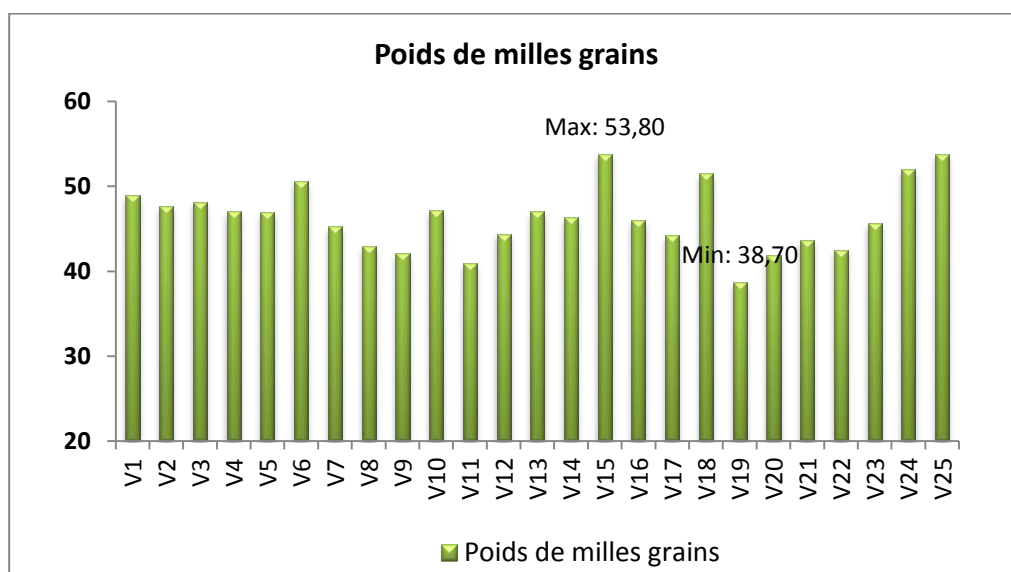


Figure 30 :Le poids de millegrains (PMG).

1.2.1 Rendement théorique.

L'analyse des résultats des composants du rendement et l'application de la formule conventionnelle du rendement théorique démontrent que les 25 génotypes utilisés ont des rendements plus au moins variable allons d'un minimum de 21,10 qx/ha enregistré au niveau des parcelles V 21, et un maximum de rendement au niveau de V15 soit une production de 68.66Qx/ha. La moyenne obtenue à partir des rendements des 25 génotypes étudiés est de 39.98qx/ha.

Sur l'ensemble de variétés étudiées, dix d'entre elles ont un rendement supérieur à la moyenne à savoir : V3- V6- V7- V9- V11- V15- V19- V20- V24- V25. Le reste des génotypes (15) ont des rendements inférieurs.

L'étude statistique du coefficient de corrélation des différentes composantes du rendement nous révèle l'existence d'une forte liaison entre le nombre de grains/épi et le poids de mille grain avec le rendement, alors que le nombre d'épis /m² a une très faible liaison avec le rendement.(Figure 31, 32, 33).(Annexe 7).

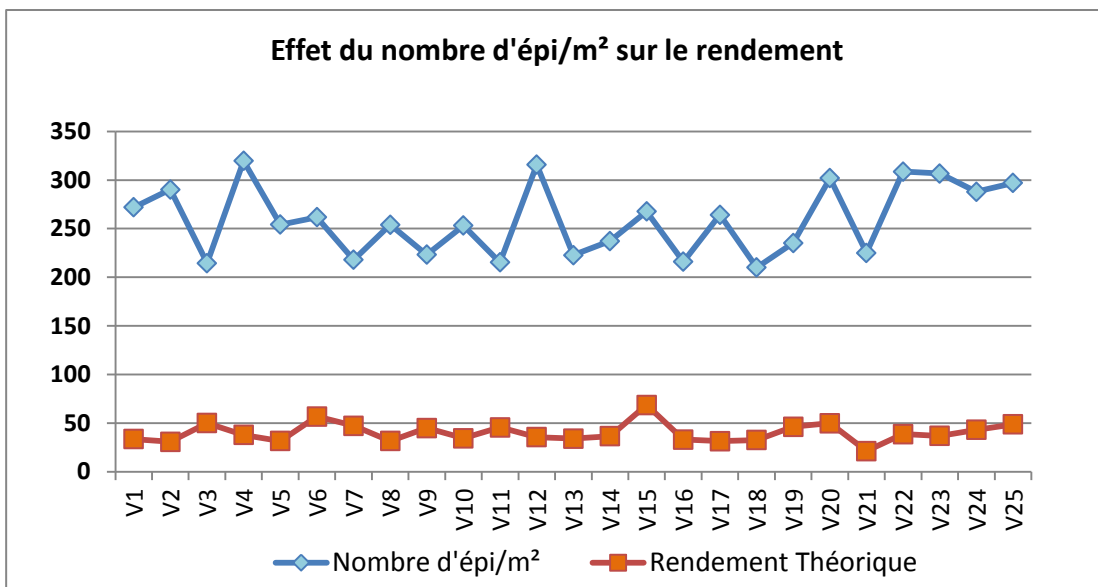


Figure 31 : Effet du nombre d'épi/m² sur le rendement

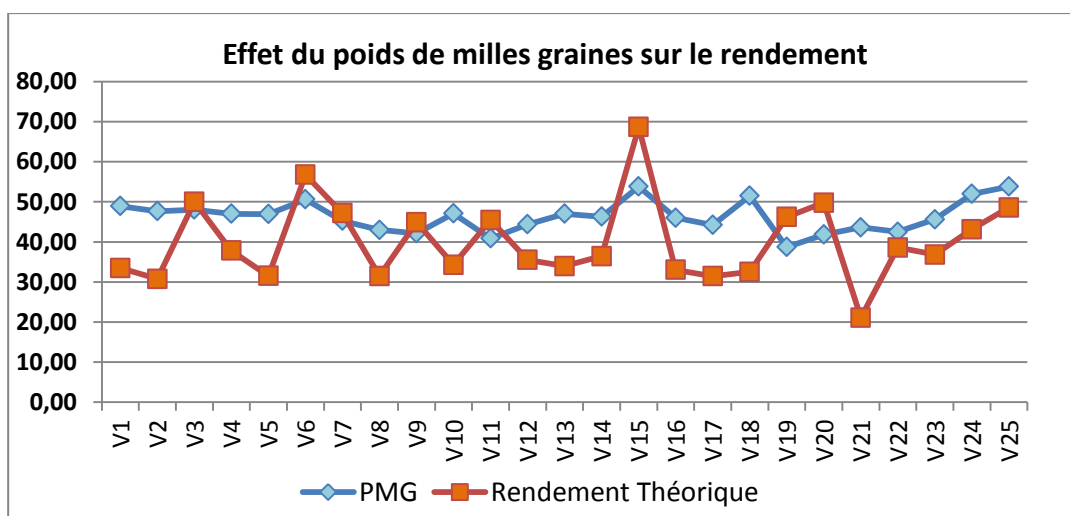


Figure 32 : Effet du poids de milles graines sur le rendement

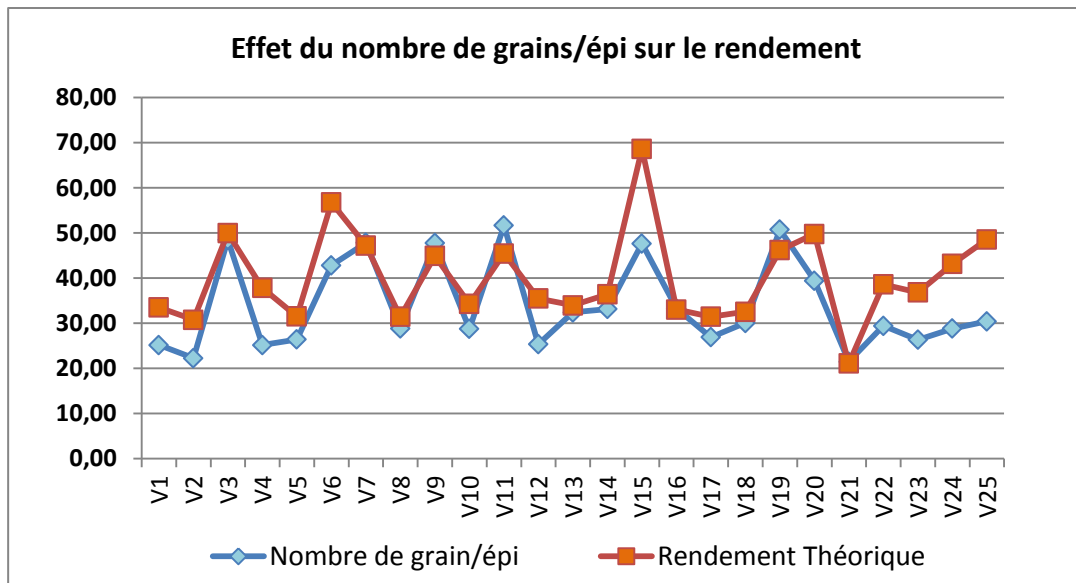


Figure 33 : effet du nombre de grain/épi sur le rendement

1.2.2 Rendement réel.

L'analyse des résultats du rendement réel démontre que les 25 génotypes étudiés ont des rendements plus au moins variable allant d'un minimum de 27,17qx/ha enregistré au niveau des parcelles V 3, et un maximum de rendement au niveau de V20 soit une production de 45.63qx/ha.

La moyenne des rendements obtenue après récolte des 25 micro-parcelles étudiées est de 38.5 qx/ha.

Sur l'ensemble de variétés étudiées, quatorze d'entre elles ont un rendement supérieur à la moyenne à savoir : V1- V5- V6- V8- V12- V13- V15- V16- V17- V18- V20- V21- V22- V23. Le reste des génotypes (09) ont des rendements inférieurs. (Figure 34).(Annexe 8).

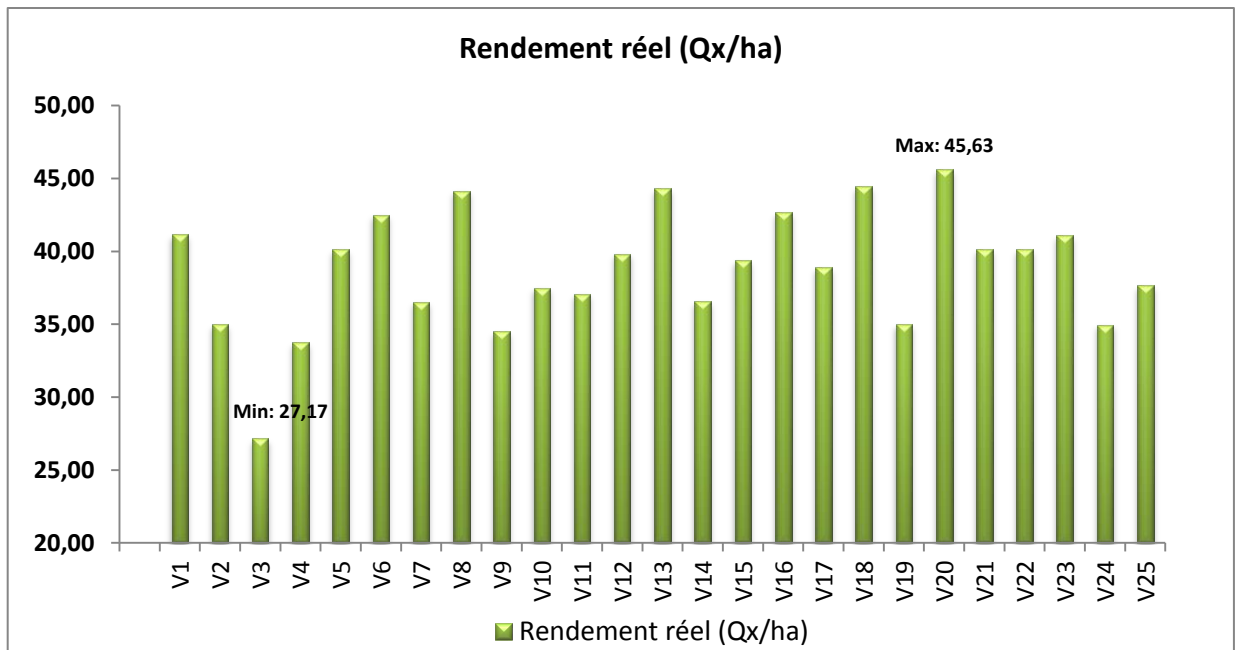


Figure 34 :Rendement réel (Qx/ha)

2 Aspect phytosanitaire

2.1 Description symptomatologique

Au niveau du champ nous avons noté la présence de symptômes qui semblent typiques de maladies fongique suivantes : la rouille brune, la Septoriose et d'une fréquence moindre la tache auréolée. Vu le déroulement de l'expérimentation dans les mêmes conditions, on peut conclure que ces maladies présentent différents degrés d'attaque selon la sensibilité et la résistance de chaque génotype étudiées. (Annexe 10).

Les maladies signalées au niveau du champ sont caractérisées par les symptômes suivants :

➤ **La rouille brune** est une maladie reconnue par une apparition des pustules caractéristiques où toutes les parties aériennes de la plante sont susceptibles d'être touchées, notamment les feuilles. Ces pustules apparaissent sur la face supérieure de la feuille d'une façon irrégulière (Figure 35).



Figure 35 : Pustules se développant sur la face supérieure de la feuille du blé.

➤ **La Tache auréolée** produit des tâches chlorotiques et nécrotiques sur les feuilles, en général elle commence sur les feuilles du bas puis elles se développent vers celles du haut de la plante (Figure 36).



Figure 36 : Développement de l'helminthosporiose sur plant de blé (a), nécrose de l'helminthosporiose sur feuille de blé (b).

➤ **La Septoriose** débute par de petites taches irrégulières de couleur brun rougeâtre délimitées par les nervures. s'étendent longitudinalement et prennent une couleur gris-clair, plus tard ces taches font apparaître des ponctuations noires appelées pycnides. Ces pycnides, alignées parallèlement, sont le critère d'identification de la tache septorienne (Figure 37).

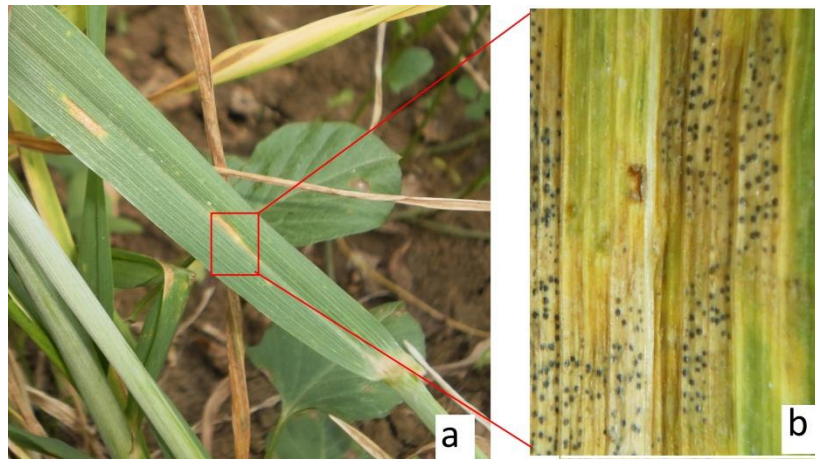


Figure 37 : Développement de la Septoriose sur feuille de blé (a), pycnides de la Septoriose sur feuille de blé (b).

En plus des maladies fongiques signalées, nous avons noté la présence de certains ravageurs telle que le puceron vert des céréales qui est un vecteur des maladies virales (Figure 38) et le criocère des céréales qui attaque directement la feuille par sussions de chlorophylle (Figure 39), ainsi que des fourmille. L'attaque de ces deux ravageurs était négligeable et n'a pas nécessité un traitement insecticide.



Figure 38 : Puceron vert des céréales sur épi de blé dur.

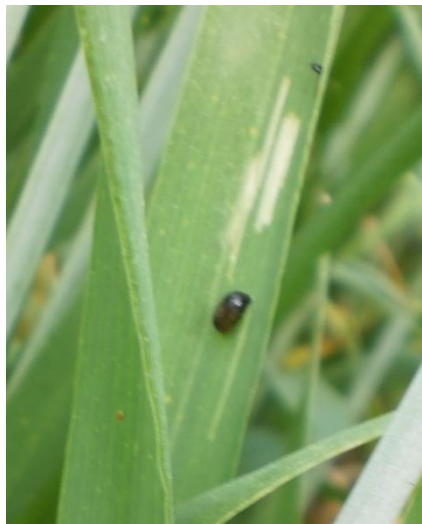


Figure 39 : Attaques causées par une larve de criocère sur feuille de blé dur.

2.2 Caractérisation des agents fongiques

Après confirmation des symptômes en plein champ, nous avons remarqué une forte attaque de la rouille brune par rapport à la Septoriose, tandis que la tache auréolée (l'helminthosporiose) se trouve sous forme de trace négligeable, nous avons

procédé a une caractérisation des agents pathogènes responsables de ces maladies foliaires.

2.2.1 Caractérisation de *Puccinia reconcita*

Le symptôme typique de la rouille brune est la présence aléatoire des pustules de couleur brune sur la face supérieure de la feuille et qui débutent par une déchirure de l'épiderme et une libération des pustules (Figure 40).

Par une caractérisation microscopique et une mensuration des pustules du pathogène (Urédospores), ces derniers sont de couleur brun rougeâtre, ovoïde, d'un diamètre de 20 à 25 μ m (Figure 40), nous avons pu établir l'identification de *Puccinia reconcita*.

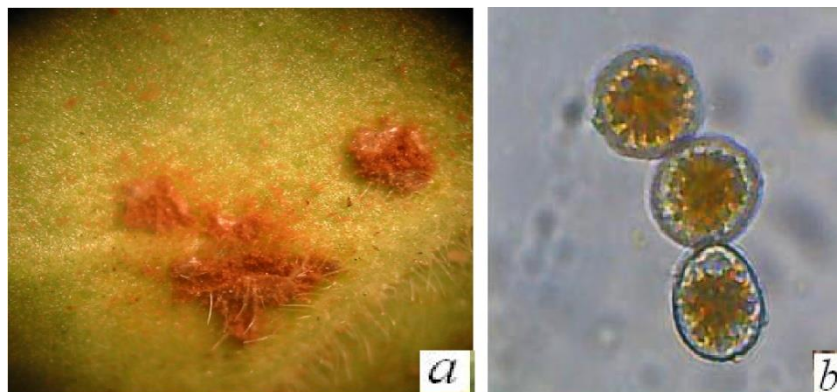


Figure 40 : Déchirure et libération de pustules (a), Urédospores de *Puccinia reconcita* sous microscope (b).

2.2.2 Caractérisation de *Septoria tritici*

Le champignon colonise les feuilles, les tiges et les gaines foliaires. Les taches sur les feuilles sont d'abord vert clair, devenant jaunâtre, ensuite brun; leur forme varie d'un rond irrégulier à l'ovale. Ces taches se fondent finalement les unes dans les autres en formant des nécroses irrégulières

Elles sont visibles sous forme de petites boules microscopiques soulevant légèrement l'épiderme. Il s'agit de pycnides qui ont l'aspect de petits points noirs, isolés, globuleux ou ovales. À l'intérieur des pycnides se trouvent les conidies ou les pycniospores. Elles sont allongées, filiformes, droites ou arquées, hyalines, subdivisées transversalement par de nombreuses cloisons. (Figure 41).

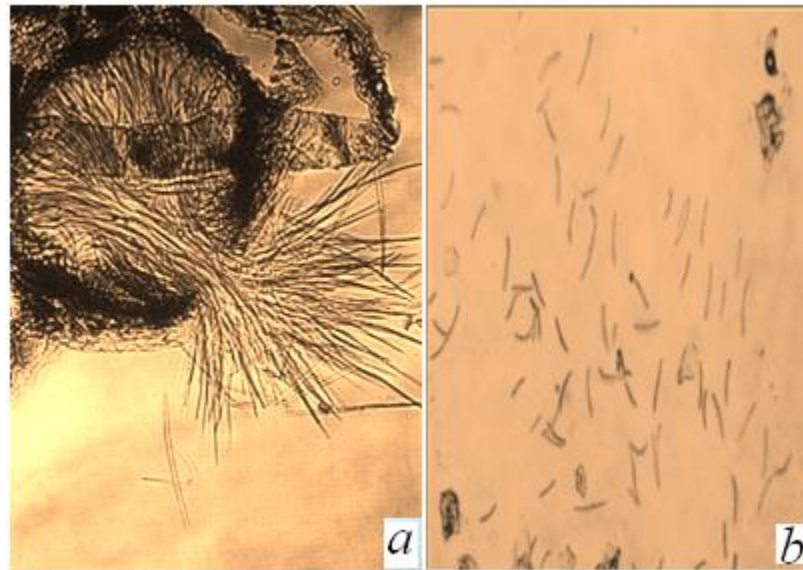


Figure 41 : Aspect macroscopique (pycnides) (a) et microscopique (conidies) (b) de *Septoria tritici*.

3 Notation des maladies

Les notations des maladies effectuées sur terrain ont été réalisées suivant l'échelle de Peterson, Campbell et Hannah en 1948 pour la rouille brune et l'échelle de Saari et Prescott 1948 pour la Septoriose.

D'après les notations effectuées, nous avons remarqué que la rouille brune a causé plus de dégâts sur la céréale par rapport à la Septoriose, tandis que l'helminthosporiose se trouve sous forme de trace. (Annexe 10).

Pour la rouille brune, les notations sont effectuées selon l'échelle établie par Peterson, Campbell et Hannah en 1948. Après apparition des symptômes, certaine variété on montré une sensibilité significative par rapport a d'autre. (Figure 42). Les génotypes les plus touchés par cette maladie sont : V1, V2, V6, V7, V14 et V19 où l'infestation varie entre 15 et 35%, aussi ces variétés sont plus au moins sensibles.

Treize génotypes à savoir :V5, V8, V9, V11, V15, V15, V16 V17, V18, V22, V23, V24 et V25 présente une légère infestation par la rouille brune qui ne dépasse pas les 10% sur l'échelle de Peterson, néanmoins ces variétés sont moyennement résistantes.

Il est à signaler aussi qu'aucun génotype n'a exprimé une résistance complète à la maladie.

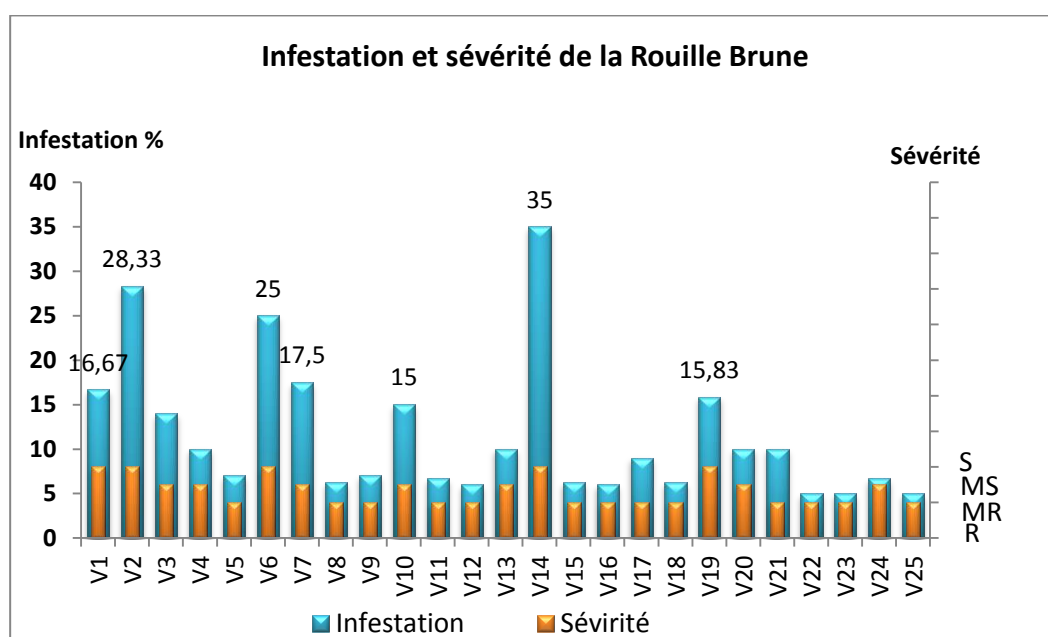


Figure 42 : Évolution de la rouille brune.

Pour la Septoriose, les notations sont effectuées selon et l'échelle de Saari et Prescott 1948, mis à part le génotype V23 où la Septoriose n'as pas bien évolué (présence de traces dans les feuilles basales de variété), la maladie s'est biens évoluer sur tous les autres génotypes où elle dépasse la note 8 pour les variétés V1, V5, V9, V10, V13, V16, V18 et V20. La sévérité de la maladie varie d'un génotype a

un autre, une couverture maximale de la surface foliaire par les tâches septorienne a été détecté sur le génotype V11 avec un taux de 60% de couverture. Le minimum de couverture a été enregistré sur la variété V23 (10%) suivie par les génotypes V1, V7, V10 et V22 où la couverture ne dépasse pas les 20%. (Figure 43).

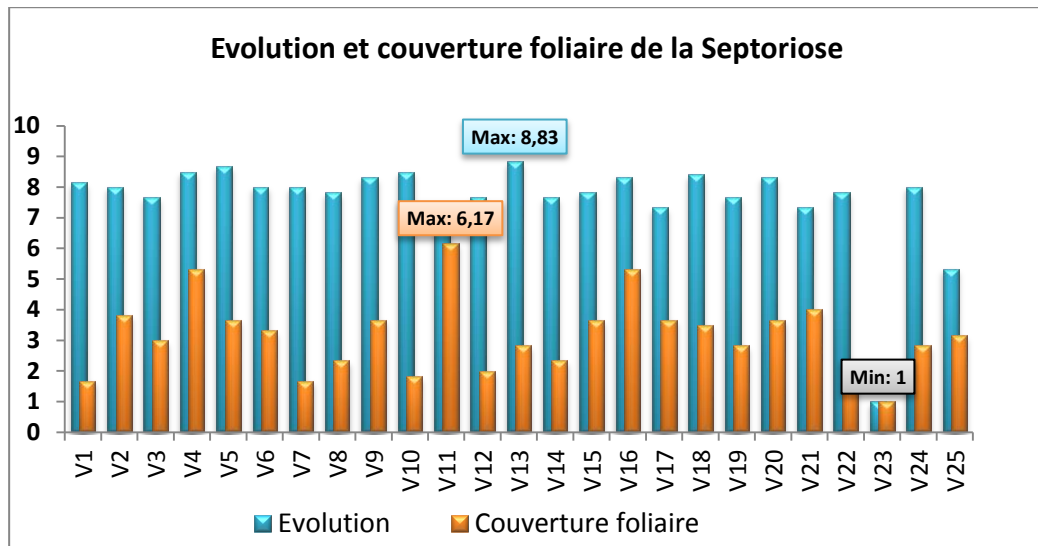


Figure 43 : Evolution et couverture foliaire de la Septoriose.

La majorité des génotypes étudiés se sont montrés plus au moins résistants à la Tâche auréolée, puisque la maladie n'a pas vraiment évolué sur 11 génotypes. Les génotypes les plus touchés par cette maladie sont : V8, V11, V12, V13, V14, V15, V19, V21, V22, V23 et V25. La variété la plus sensible à la Tâche auréolée est la V11 avec un développement de la maladie qui a atteint la note 8 sur 9 et une couverture foliaire qui dépasse les 30%. Néanmoins, ont à enregistré une absence totale de la maladie sur les génotypes : V17, V18 et 20.(Figure 44).

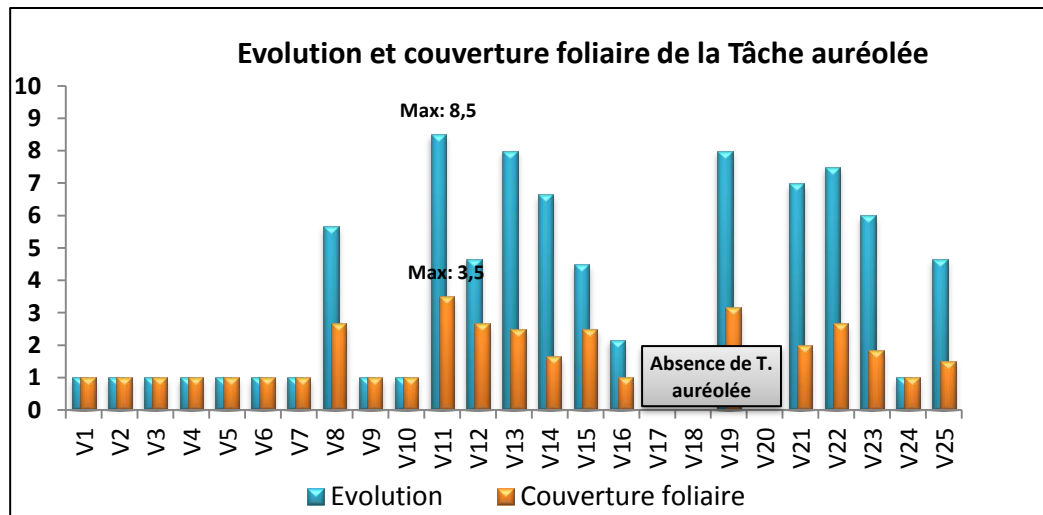


Figure 44 : Evolution et couverture foliaire de la tâche auréolée.

Discussion

Les résultats obtenus lors de notre étude s'avèrent d'une manière générale en accord avec les données connues pour les variétés témoins : WAHA, BOUSSALLEM, GTA Dur.

Le rendement obtenu après récolte concorde bien avec les caractéristiques des trois génotypes témoin ; les variétés V1 et V2 ont un rendement satisfaisant et qui avoisine la moyenne des 25 génotypes qui est de 38,5qx/ha (Rx V1= 41.17 qx/ha et Rx V2=35 qx/ha), alors que la variété V3 (GTA Dur) qui est connue par son faible rendement a enregistré le rendement le plus faible (minimum) soit 27,1qx/ha.

Durant cette campagne agricole, les conditions climatiques étaient très favorables pour un bon développement de la culture du blé. En effet il a été enregistré un total pluviométrique de 623 mm (Annexe 9) qui est satisfaisant pour les besoins exigés par le blé, qui sont de 450 à 650 mm (Tamsaout, 2006). La température moyenne enregistrée varie entre 10 et 26 °C, selon Amrani (2006) ; les températures optimales de développement du blé se situent entre 16 et 25°C.

Le matériel végétal utilisé dans cette étude est composé de 25 génotypes de blé dur (*Triticum durum*), dont trois (03) variétés témoins : WAHA, BOUSSALLEM, GTA Dur, toutes les variétés sont obtenues sur les champs de production de semence au niveau de l'ITGC Oued Smar.

Durant notre étude, nous avons remarqué un développement normal de la culture, durant tous les stades phénologiques.

D'après les notations des maladies effectuées sur terrain, on note que les résultats obtenus pour les trois (03) variétés témoins confirment leurs caractéristiques de base. Nous avons enregistré une infestation plus au moins importante de la Rouille brune avec un taux d'infestation de 16.67% pour la V1(WAHA), 28.33% pour la V2(BOUSSALLEM) qui sont des variétés sensibles à la rouille brune, alors que la variété V3 (GTA Dur) connue pour sa tolérance à la rouille brune a enregistré une infestation inférieure à 14%, aussi les pustules formées sont de taille moyenne et elles ne sont pas entourées de nécroses donc une variété moyennement sensible à tolérante. En ce qui concerne les 22

autres géotypes testés, nous avons assisté à une forte infestation de la maladie pour certaines d'entre elles, allant jusqu'à 35% pour la V14 et une sévérité très importante (sensible). (Annexe 10).

Suite à ces résultats, nous pouvons classer la rouille brune comme la maladie la plus conséquente sur blé, sachant que la rouille brune est considérée comme la maladie la plus importante en Algérie et peut causer jusqu'à 25 % de pertes de rendement dans les régions du Maghreb (Annexe 11).

Les dégâts causés par cette maladie sur blé dur et blé tendre à Constantine au cours de la saison 2003 /2004 confirment l'importance de cette maladie dans notre pays et surtout dans les régions des hauts plateaux et l'Est du pays, zones potentielles de la céréaliculture.

Pour la septoriose, les résultats obtenus pour les témoins (V1, V2 et V3) correspondaient aussi à leurs caractéristiques connues (moyennement sensible à sensible) car la maladie a évolué suite à l'apparition des conditions nécessaires au développement de la maladie notamment la pluie. Cette évolution de la septoriose a atteint la note 7 à 8 sur l'échelle conçue par Saari et Prescott en 1948, mais leur sévérité reste faible du fait que la couverture de la superficie foliaire est limitée entre 16% (V1) et 38% pour la V2. Pour les autres géotypes, la maladie a évolué d'une manière plus au moins similaire avec un minimum d'évolution de 5.33% pour la V25 et un maximum de 8.8% pour la V13.

Pour ce qui est de la couverture de la surface foliaire par les tâches septorienne, la V11 est très sensible à la septoriose avec 61.7% de surface foliaire couverte. Toutefois, le géotype V23 a présenté une bonne résistance à la maladie avec une évolution et une sévérité qui ne dépasse pas les 10%.

Enfin, pour la tache auréolée, les variétés témoin ont présenté une bonne résistance, tout comme certaines variétés telles que : V4, V5, V6, V7, V9, V10 et V24 où les infestations se sont manifestées sous forme de traces qui n'ont pas évolué malgré les conditions favorables au développement de la maladie (pluies).

D'autres géotypes (V12) sont plus au moins sensibles à l'égard de cette maladie, cette dernière a atteint son maximum d'évolution sur la V11 avec la note de

8,5% sur la même échelle de Saari et Prescott. Néanmoins, sa couverture foliaire ne dépasse pas les 35% sur le même génotype.

Les génotypes V17, V18 et V20 n'ont présenté aucun symptôme de la Tâche auréolée.

Sur les maladies foliaires causées par les champignons, au niveau d'une culture de blé il y a toujours une seule maladie qui domine et prend le dessus par rapport aux autres maladies (phénomène de dominance des agents pathogènes) (Christensen et al 1969), ceci peut expliquer l'arrêt de développement de la septoriose et l'helminthosporiose, une fois que les conditions de développement de la rouille brune sont réunies.

D'après les résultats obtenus, nous pouvons dire que la sensibilité des variétés témoin sont en accord avec leurs caractéristiques de base, tandis que pour les autres variétés mises en étude, l'infestation des maladies été variable et ceci se ressentait surtout sur le nombre de grains par épi et le poids de mille grains, qui sont les deux facteurs clé qui déterminent le rendement, donc la qualité variétale.

En se basant sur les résultats des rendements obtenus ainsi que la sensibilité des 25 génotypes envers les trois maladies (la rouille brune, la septoriose et la tache auréolée) on peut annoncer que la V11 est la moins intéressante du fait qu'elle est sensible à la septoriose et à la tache auréolée et plus au moins tolérante à la rouille brune et avec un rendement inférieur à la moyenne (37 Qx/ha), tandis que la V23 pourrait être intéressante car elle tolère bien la rouille brune ainsi que la septoriose et présente une moyenne sensibilité envers la tache auréolée, avec un bon rendement qui dépasse la moyenne avec 41.12 Qx/ha.

Les analyses statistiques des résultats obtenus au cours de cette étude nous révèlent que :

Pour la rouille brune, le calcul du coefficient de corrélation qui relie l'infestation de la maladie et son effet sur le rendement est de $r = -0.245$, de même, le coefficient de corrélation de la sévérité de cette maladie et le rendement est de $r = -0.240$ ce qui signifie qu'il y a une liaison négative, donc les deux paramètres de la rouille brune (infestation et sévérité) ont une influence négative directe sur le rendement.

Aussi, nous avons étudié la corrélation qui existe entre les deux paramètres de la maladie et nous avons trouvé que $r = 0.840$ donc il y a une très forte liaison positive entre ces deux derniers, on note aussi que les paramètres bioclimatiques, notamment la température et l'humidité agissent de la même manière sur ces deux paramètres. (Annexe12).

Pour ce qui est des deux autres maladies (la septoriose et la tache auréolée), l'analyse statistique nous révèle sur cette étude que l'infestation par ces deux maladies n'a pas une influence sur le rendement, du fait que pour la septoriose la corrélation a été négative et très faible pour les deux paramètres $r = -0.010$ (évolution de la maladie), et $r = -0.08$ (couverture végétale). (Annexe13).

Pour la tache auréolée, la corrélation a été négative et très faible aussi avec $r = -0.108$ (évolution de la maladie), $r = -0.01$ (couverture végétale). (Annexe 14)

Selon Laffont (1985), ce sont les trois dernières feuilles dans les céréales en général et le blé en particulier qui déterminent le rendement. Leur protection est donc un facteur clé pour l'obtention d'un bon rendement. Celles-ci et notamment la dernière feuille (feuille pointant) contribuent au remplissage du grain, au poids de mille grains et par conséquent au rendement. Lorsque la céréale est attaquée dans son ensemble par les maladies les pertes de rendement sont estimées à :

- 45 % lorsque l'épi est attaqué
- 35 % lorsque la dernière feuille est attaquée
- 10 % lorsque l'avant-dernière feuille est attaquée
- 10 % lorsque la troisième feuille est attaquée

Enfin nous pouvons conclure que pour avoir de bons résultats en céréaliculture en général et particulièrement pour le blé, il faut choisir au départ des variétés qui présentent des résistances par rapport à certaines maladies, et qui enregistrent en même temps un taux de rendement conséquent, en plus il faut pratiquer un bon itinéraire technique selon les recommandations appropriées, et se conformer, en cas de recours aux fongicides, aux bonnes pratiques agronomiques.

Conclusion

CONCLUSION

En Algérie, la culture des blés est très intéressante en agriculture conventionnelle pour l'obtention de denrées alimentaires de qualité, il est ainsi nécessaire et primordial d'améliorer les variétés de blé afin de répondre au besoin quantitatif et qualitatif de la population.

En effet, la culture du blé dur est constamment menacée par différents bio-agresseurs notamment les maladies d'origine fongique, qui sont responsables de pertes très importantes qui peuvent causer une régression des rendements de -40, que se soit sur le plan quantitatif (baisse de rendement) que qualitatif (valeur boulangère). Toutefois à l'Est et au Centre du pays où il y a une forte concentration des cultures céréalières (zones potentielles) les conditions climatiques sont assez favorables pour le développement d'une grande panoplie de maladies fongiques.

Notre étude, qui consiste à évaluer la sensibilité de nouveaux géotypes de blé dur nouvellement introduits en Algérie par rapport aux maladies fongiques, nous a révélé que certaines variétés étaient résistantes aux maladies et avec de hautes qualités productives. Aussi, nous rappelons que nos essais étaient conduits sans traitements fongiques, ni régulateurs de croissance et en absence d'irrigation.

D'après les résultats de notre étude, il est judicieux de prendre en considération certaines variétés intéressantes sur le plan résistance aux maladies et sur le plan productivité et pousser profondément leurs études à travers des suivis techniques réalisés sur des surfaces céréalières plus importantes, afin de les enregistrer sur la liste officielle des variétés plantées en Algérie. Cette démarche a pour but d'encourager une agriculture plus écologique et durable et permettra aussi de minimiser l'utilisation des traitements fongiques et les utiliser de manière raisonnable.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Amrani, O., 2006. Valeur nutritive du chardon marie (*Silybummarianum*(l) Gaerthn) "Tawra". 2006. 31p.

Anonyme., 1969. Etude d'un programme de modernisation de l'équipement en stockage des céréales. OTAM 1968-1969.

Anonyme., 1970. La céréaliculture en Algérie, du centre d'étude économique. N° 77. 66p.

ARVALIS. 2009. Guide des maladies des céréales .mars 2009.

Bahous, M., OuazzaniTouhami A. & Douira A. 2003. Interaction between *Pyriculariaoryzae*, four *Helminthosporium* species and *Curvularialunata* in rice leaves. *Phytopathol. Mediterr.*,42, 133-142.

BAHOUS, M., OUAZZANI, TOUHAMI, A., DOUIRA, A., 2008. Survie de quelques pathogènes fongiques sur les feuilles de riz conservées au laboratoire. *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie*, 2008, n°30, 13-18.

Basf., 2007. The chemical company. Nuisibilité des maladies, Les bases du raisonnement du programme fongicide. 14p.

Bayer., 2007. Maladies des céréales. Formation des maladies. BAYER Crop Science.2007.

Bensalem .M., 1995. La qualité du blé dur dans la région méditerranéenne. *Option méditerranéenne, série A. N° 22. p81-90.*

Bessaoude, O., 2004. L'agriculture et la paysannerie en Algérie, les grands handicaps Communication au Symposium - Etat des savoirs en sciences sociales et humaines. CRAse- Oran- 20-22 septembre 2004.

Bouasla, S., 2007. Comportement morphologique, physiologique et biochimique de trois variétés de blé dur (*Triticum durum*.desf) sous traitement par un fongicide (TILT 250EC).

Boughaleb, N., Harrabi, M., 1997. Physiological specialisation of Septoriatriici in North Africa. *Tropicultura* 15: page 33-66.

Bouznad. Z., Sayoud. R., Ezzahiri. B., 1999. Les maladies des céréales et des légumineuses alimentaires au Maghreb. I.T.G.C. Alger.

BSV., 2011. Bulletin de santé du végétal. Céréales à paille . N°15. du 7/04/2011. P8.

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

Choueiri, E., 2012. STRATEGIE ET POLITIQUE AGRICOLE .ANALYSE DE FILIERES LA CEREAICULTURE. Octobre 2012.

Christensen, C M. Kaufmann, H., 1969. Grain Storage: The role of fungi in quality loss. University of Minnesota Press, Minneapolis. 1969. 153 PP.

CIMMYT., 1986. Le centre international d'amélioration du maïs et du blé., Rust scoring guide. 11p.

Clarke, J.M., T.N. McCaig, R.M. DePauw, R.E. Knox, N.P. Ames, F.R. Clarke, M.R. Fernandez, B.A. Marchylo et J.E. Dexter. 2005. « Commander DurumWheat. » *Can. J. Plant Sci./Revue canadienne de phytotechnie*, 85: 901-904.

CNIS., 2012. Conseil National de l'Informatique et des statistiques. Algérie focus, eco-business. octobre 25, 2012.

Difallah, S., Rezekallah, F., Abbou, A., 2011. Étude bibliographique de la génétique de la résistance à Drechslerates.

Ezzahiri., 2001. Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA. Transfere de technologie en agriculture. Les maladies du blé : identification, facteurs de développement et méthodes de lutte (Février 2001). N°77. 4p.

Ezzahiri., 2004. Les maladies du blé : identification, facteurs de développement et méthodes de lutte.2004.

FAO., 2008. L'état de l'insécurité alimentaire dans le monde 2008.

FOSSOU K, R., La Dissertation. 2011. P 02.

Gouache, D., Maumené, C., 2009. Septoriose sur blé. Pression en hausse : protéger épis et feuilles. (ARVALIS - Institut du Végétal). 27/05/2009.

Grainier, J., 2002. «microbes in the environnement, isolation bacterium. Society for general microbiology».JanetHurst,SGM, Marlborough House, Basingstoke Road, Spencers Wood, Reading RG7 1 AG. 2002.

HARRAD., 2003. Contribution à l'établissement d'un itinéraire technique pour la mise en place du blé dans les zones sahariennes (Adrar) : Effet de la succession des outils aratoires sur le développement de la plante. Mémoire de magister INA Alger 107p.

Hervieu. B., Capone. R. et Abis. S., 2006. Mutations et défis pour l'agriculture au Maghreb. Dans : Note d'analyse du CIHEAM, No.°16, 2006.

I.T.G.C., 2013. Le blé dur : qualité, importance et utilisation dans les régions des hauts-plateaux. Proget IRDEN. 2013.

INF.COMM., 2012.information du marche dans le secteur des produit de base.CNUCED.2012.p1-3.

INPV., 2001. QUATRIEMES JOURNEES SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES PHYTOSANITAIRES . Importance, distribution et caractérisation des maladies des céréales en Algérie– 12 – 13 Novembre 2001.

ITAB., 2009. institut technique de l'agriculture biologique. Cahier tschnique.p5-16.

Kema.G.H.J., 1996. Mycosphaerellagraminicola on Wheat genetic variation and histopathologie.Thesis Wageningen. 1996.

Lacroix, M., 2002. Maladies des céréales et de la luzerne, La société canadienne de phytopathologie. Guide agronomique des grandes cultures.

Laffont.R., 1985.Conquest of the land through seven thousen years, department of agriculture. 1985. 262p.

Lannuzel,P., 2012. Portail des chambres d'agriculture.maladie des céréales. Mais 2012.

M.A.D.R., 2003.statistique Agricol, superficie et production; serie B 2003. DSASI – M.A.D.R.2003.

M.A.D.R., 2006. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. Récapitulatif des superficies, des productions, des rendements et les taux d'accroissement 2005/2006.

M.A.D.R., 2007. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. Récapitulatif des superficies, des productions, des rendements et les taux d'accroissement 2006/2007.

Mahjoubé. M., Daami-Remadi.M., 2005. Présence en Tunisie d'isolats de Fusariumrésistants aux benzimidazoles : développement in vitro .23 février 2005

Makdahi, M., 2013. l'algerie n'importeras ^plus de blé dur jusqu'au 2014.Algerie –FOCUS. Juin 2013.

MARM., 2011. SubdirecciónGral. deCultivosHerbáceos e Industriales. 22-Sep-2011.

Martin, R., 2004. La Fusariose chez les céréales dans le Canada atlantique.2004.

Mehates-Demazure. B., 2000. Blé : Les maladies de l'année; Helminthosporiose du blé aussi nuisible que les septorioses. Grandes cultures info : page 22-23.

Morvan, Y., 2006. Les maladies fongiques de l'orge - Helminthosporiose de l'orge (*Drechslerateres* = *Helminthosporium teres* = *Pyrenophorateres*) Responsable technique et affaires réglementaires. 2006.

OAIC., 201. Office algérien interprofessionnel des céréales.**Algeria Invest.**

Saari et Prescott., 1948. échelle illustrant l'évaluation de l'infection du blé par les maladies des taches foliaires.1948.

Sayoud.R., 2008. Guide de champ. Maladies et insectes des céréales en Algérie.Sygenta 2008. 63p.

Smati., 2012. La fillère blé face à la dépendance alimentaire. Détournement de subventions à large échelle. Liberté, 5 janvier 2012.

SMIAR., 2008. Système mondial d'information et d'alerte rapide sur l'alimentation et l'agriculture,perspectives de récoltes et situation alimentaire. No. 5 décembre 2008.

Talbert, L.E., N.K. Blake, E.W. Storlie et M. Lavin. 1995. « Variability in wheat based on lowcopy DNA sequence comparisons. » *Genome*, 38: 951-957.

TAMSAOUT, T., 2006. Effets des caractéristiques spatio-temporelles sur les conditions d'apparition des instabilités entre sphères coaxiales en rotations, 2006, 29p.

USDA., 2012. Le département américain de l'Agriculture. Publié le 18 septembre 2012.

Walker , A.M, Leroux, p., 2009. INRA.bioger. 05Communiqué INRA Bioger résistance septoriose, le septoriose du blé continu d'évoluer. 2009.

Zaghouane, O., Abdellaoui, Z., et Houassine, D., 2006. Quelles perspectives pour l'agriculture de conservation dans les zones céréalières en conditions algériennes ? Dans : Options Méditerranéennes, Série A, Numéro 69, CIHEAM-IAMZ, Zaragoza (Espagne), p. 183-187.

ZAHRI, S., FARIH, A., BADOUC, A., DOUIRA, A., 2008. Efficacité de plusieurs fongicides contre la septoriose du blé Bull. Soc. Pharm. Bordeaux, 2008, 147, 39-48.

ANNEXES

Annexe 1

Liste des abréviations et des symboles

°C : Degré Celsius.

BAC : Bac aléatoire complet.

C : Carbone.

Cm : Centimètre.

g : grammes.

ha: hectares.

I.T.G.C : l'institut technique des grandes cultures.

Kg : kilogramme.

ml : millilitre.

mm : Millimètre.

M² : mètre carré.

MO : Matière organique.

pH : Potentiel d'hydrogène.

PMG : poids de mille grains.

Qx : Quintaux.

Rdt : rendement.

r : Coefficient de corrélation.

T° Max : Température maximale.

T° Min : Température minimale.

T° Moy : Température moyenne.

Annexe 2 :

Nombre de plant/m²

Variété	R1	R2	R3	R4	Moyenne
V1	51	52	55	50	52
V2	50	53	53	57	53
V3	49	52	53	56	53
V4	64	67	61	61	63
V5	61	62	59	67	62
V6	63	61	68	60	63
V7	54	59	59	57	57
V8	67	61	69	64	65
V9	72	68	67	61	67
V10	47	59	60	56	56
V11	65	62	63	68	65
V12	60	57	58	63	60
V13	65	62	63	63	63
V14	61	62	64	58	61
V15	58	57	57	53	56
V16	57	59	58	52	57
V17	51	58	53	52	54
V18	62	57	63	62	61
V19	67	61	59	70	64
V20	73	63	68	60	66
V21	63	59	61	64	62
V22	68	65	63	64	65
V23	61	62	65	58	62
V24	71	68	60	62	65
V25	68	66	62	59	64

Annexe 3 :

Nombre de talles par plant

Variété	R1	R2	R3	R4	Moyenne
V1	7	5	7	7	6,5
V2	5	10	7	7	7,3
V3	9	4	5	6	6,0
V4	4	4	5	5	4,5
V5	7	10	8	8	8,3
V6	8	6	9	8	7,8
V7	8	7	5	7	6,8
V8	7	6	6	7	6,5
V9	9	8	7	8	8,0
V10	7	7	9	8	7,8
V11	7	5	6	6	6,0
V12	7	7	8	7	7,3
V13	10	8	8	9	8,8
V14	7	5	7	6	6,3
V15	7	7	6	7	6,8
V16	6	7	7	6	6,5
V17	7	6	6	7	6,5
V18	8	8	8	7	7,8
V19	6	8	8	8	7,5
V20	10	7	8	8	8,3
V21	8	7	6	7	7,0
V22	8	8	7	6	7,3
V23	8	6	6	7	6,8
V24	4	5	4	6	4,8
V25	5	6	6	6	5,8

Annexe 4:

Nombre d'épis par mètre carré

Variété	R1	R2	R3	R4	Moyenne
V1	263	271	271	283	272
V2	302	291	270	298	290
V3	221	210	209	218	215
V4	356	310	315	298	320
V5	242	265	287	223	254
V6	256	281	257	253	262
V7	208	227	198	239	218
V8	256	249	243	268	254
V9	203	230	241	219	223
V10	241	269	219	284	253
V11	212	216	214	219	215
V12	340	298	309	316	316
V13	191	235	249	216	223
V14	211	266	241	231	237
V15	268	241	297	265	268
V16	198	217	235	214	216
V17	262	249	289	257	264
V18	206	221	210	203	210
V19	228	239	261	213	235
V20	297	312	309	289	302
V21	221	219	227	233	225
V22	319	291	314	311	309
V23	308	318	292	309	307
V24	295	283	305	269	288
V25	302	289	306	291	297

Annexe 5:

Nombre de grains par épi

Variété	R1			R2			R3			R4			Moyenne
V1	27	23	20	29	23	26	26	23	25	24	27	29	25,17
V2	15	23	13	30	25	13	22	26	29	26	19	26	22,25
V3	55	50	54	30	58	52	63	45	35	53	43	44	48,50
V4	21	24	26	25	25	29	30	28	25	25	19	25	25,17
V5	37	28	25	25	29	23	22	22	26	28	29	23	26,42
V6	42	43	49	41	38	43	35	49	36	59	31	48	42,83
V7	58	43	58	33	46	44	54	48	42	53	48	47	47,83
V8	32	28	30	29	34	30	25	27	30	34	25	22	28,83
V9	58	51	61	48	56	29	57	47	47	49	31	39	47,75
V10	20	26	28	32	25	30	29	36	29	30	31	29	28,75
V11	51	53	51	51	52	50	50	50	53	53	54	52	51,67
V12	24	26	29	27	23	20	26	25	29	20	30	25	25,33
V13	38	27	25	34	32	28	41	37	32	29	34	32	32,42
V14	32	37	37	27	32	33	35	28	33	36	35	33	33,17
V15	51	50	45	38	55	55	49	31	54	51	46	47	47,67
V16	29	30	36	34	30	36	30	37	35	29	36	37	33,25
V17	22	24	31	26	23	29	31	28	26	27	29	27	26,92
V18	27	20	27	29	32	28	29	35	39	36	30	29	30,08
V19	63	43	52	43	48	44	46	87	51	40	39	53	50,75
V20	45	41	53	51	27	42	37	32	51	32	40	22	39,42
V21	15	27	19	27	23	18	24	28	19	21	21	16	21,50
V22	26	29	20	32	34	29	35	31	29	27	36	25	29,42
V23	21	26	24	18	30	29	24	29	30	28	30	27	26,33
V24	22	25	27	29	32	27	30	29	30	35	31	29	28,83
V25	36	34	32	20	34	32	28	24	32	29	35	29	30,42

Annexe 6:

Le poids de milles grain (PMG)

Variété	R1	R2	R3	R4	Moyenne
V1	46	49,1	52,3	48,3	48,93
V2	45,9	51,4	46,1	47,2	47,65
V3	49,6	52,1	48,2	42,32	48,06
V4	47,5	47,3	43,2	50,1	47,03
V5	42,1	46,3	47,2	52,2	46,95
V6	53,8	56,2	43,2	49,3	50,63
V7	43,3	45,1	43,3	49,3	45,25
V8	45,36	43,2	42,3	41	42,97
V9	48,6	40,5	41,32	38,1	42,13
V10	47,1	46,2	51,6	43,5	47,10
V11	37,2	40,6	47,6	38,1	40,88
V12	46,9	43,8	42,6	44,2	44,38
V13	42,3	46,8	48,9	50,1	47,03
V14	49,15	48,8	46,3	47,2	46,30
V15	49,8	54,2	53,1	58,1	53,80
V16	48,6	44,1	46,02	45,3	46,01
V17	44,2	49,1	44,1	39,5	44,23
V18	53,2	47,3	52,1	53,4	51,50
V19	33	46,3	36,8	38,7	38,70
V20	41,8	44,1	41,2	40,2	41,83
V21	44,1	46,5	42,3	41,6	43,63
V22	46,5	41,8	43,2	38,5	42,50
V23	44,2	48,3	45,6	44,3	45,60
V24	56,3	54,4	50,4	46,7	51,95
V25	59,4	51,4	51,14	53,2	53,79

Annexe 7:

Effet des composants du rendement sur le rendement théorique

Variété	Nombre d'épi/m ²	Nombre de grain/épi	PMG	Rendement Théorique
V1	272	25,17	48,93	33,50
V2	290,25	22,25	47,65	30,77
V3	214,5	48,50	48,06	49,99
V4	319,75	25,17	47,03	37,84
V5	254,25	26,42	46,95	31,53
V6	261,75	42,83	50,63	56,76
V7	218	47,83	45,25	47,19
V8	254	28,83	42,97	31,47
V9	223,25	47,75	42,13	44,91
V10	253,25	28,75	47,10	34,29
V11	215,25	51,67	40,88	45,46
V12	315,75	25,33	44,38	35,50
V13	222,75	32,42	47,03	33,96
V14	237,25	33,17	46,30	36,43
V15	267,75	47,67	53,80	68,66
V16	216	33,26	46,01	33,05
V17	264,25	26,92	44,23	31,46
V18	210	30,08	51,50	32,54
V19	235,25	50,75	38,70	46,20
V20	302	39,42	41,83	49,79
V21	225	21,50	43,63	21,10
V22	308,75	29,42	42,50	38,60
V23	306,75	26,33	45,60	36,83
V24	288	28,83	51,95	43,14
V25	297	30,42	53,79	48,59

Annexe 8:

Rendement réel Qx/ha

Variété	Répétitions				Rendement réel	
	R1	R2	R3	R4	kg/parcelle	Qx/ha
V1	1,7	2,42	2,96	2,8	2,47	41,17
V2	2,1	2,2	2,3	1,8	2,10	35,00
V3	0,52	2,7	1,6	1,7	1,63	27,17
V4	2,14	2,1	1,86	2	2,03	33,75
V5	1,5	2,18	3,35	2,6	2,41	40,13
V6	2,1	2,1	2,5	3,5	2,55	42,50
V7	1,45	2,44	2	2,88	2,19	36,54
V8	2,8	3,4	1,5	2,9	2,65	44,17
V9	2,15	2,18	2,2	1,75	2,07	34,50
V10	2,6	2,4	1,8	2,2	2,25	37,50
V11	1,7	2,3	2,1	2,8	2,23	37,08
V12	2,35	2,05	3,36	1,8	2,39	39,83
V13	2,2	3,5	2,8	2,14	2,66	44,33
V14	2,3	2,84	2,44	1,2	2,20	36,58
V15	2,8	2,3	2,7	1,65	2,36	39,38
V16	2,3	2,7	2,9	2,34	2,56	42,67
V17	2,2	2,4	2,34	2,4	2,34	38,92
V18	2,8	2,38	2,59	2,9	2,67	44,46
V19	2,1	2,2	2,4	1,7	2,10	35,00
V20	3,5	2,85	2,1	2,5	2,74	45,63
V21	3,3	2,04	2,6	1,7	2,41	40,17
V22	2,48	2,34	2,32	2,5	2,41	40,17
V23	2,16	2,26	2,5	2,95	2,47	41,13
V24	2,35	1,6	2,1	2,34	2,10	34,96
V25	1,54	2,54	2,76	2,2	2,26	37,67

Annexe 9

Données climatiques de l'année 2012-2013

(D.E.Beida)

1. Les moyennes des températures enregistrées durant la campagne 2012/2013

Paramètres	Température moyenne (T° Moy)	Température maximale (T° Max)	Température minimale (T° Min)
Septembre	24.7	27.3	22.2
Octobre	24.1	2.8	21.4
Novembre	16.5	19	14
Décembre	15	17.8	12.2
Janvier	12.5	22.2	7.2
Février	10.9	15.9	5.2
Mars	13.1	19.1	7.3
Avril	15.1	20.9	9.6
Mai	26.3	36.2	17.3

O.N.M 2013

2. La précipitation mensuelle durant la campagne 2012/2013

Paramètres	Pluie (mm)	Pluie Max (mm/24h)	Nombre de jours de pluie
Septembre	27	10	7
Octobre	60	21	7
Novembre	120	23	13
Décembre	85	21	8
Janvier	150	28	16
Février	45	14	9
Mars	60	14	6
Avril	68	11	8
Mai	8	3	2

O.N.M 2013

Annexe 10

Notation des maladies

<i>Maladies/ Variété</i>	<i>Rouille Brune</i>		<i>Tache Auréolé</i>		<i>Septoriose</i>	
	<i>Infestation</i>	<i>sévérité</i>	<i>Evolution</i>	<i>Couverture foliaire</i>	<i>Evolution</i>	<i>Couverture foliaire</i>
V1	16,67	S	T	T	8,16	1,67
V2	28,33	S	T	T	8,00	3,83
V3	14,00	MS	T	T	7,67	3,00
V4	10,00	MS	T	T	8,50	5,33
V5	7,00	MR	T	T	8,67	3,67
V6	25,00	S	T	T	8,00	3,33
V7	17,50	MS	T	T	8,00	1,67
V8	6,25	MR	5,67	2,67	7,83	2,33
V9	7,00	MR	T	T	8,33	3,67
V10	15,00	MS	T	T	8,50	1,83
V11	6,67	MR	8,50	3,50	7,42	6,17
V12	6,00	MR	4,67	2,67	7,67	2,00
V13	10,00	MS	8,00	2,50	8,83	2,83
V14	35,00	S	6,67	1,67	7,67	2,33
V15	6,25	MR	4,50	2,50	7,83	3,67
V16	6,00	MR	2,17	1,00	8,33	5,33
V17	9,00	MR	A	A	7,33	3,67
V18	6,25	MR	A	A	8,42	3,50
V19	15,83	S	8,00	3,17	7,67	2,83
V20	10,00	MS	A	A	8,33	3,67
V21	10,00	MR	7,00	2,00	7,33	4,00
V22	5,00	MR	7,50	2,67	7,83	1,83
V23	5,00	MR	6,00	1,83	T	T
V24	6,67	MS	T	T	8,00	2,83
V25	5,00	MR	4,67	1,50	5,33	3,17

Annexe 11

Inventaire et importance des maladies du blé au Maghreb

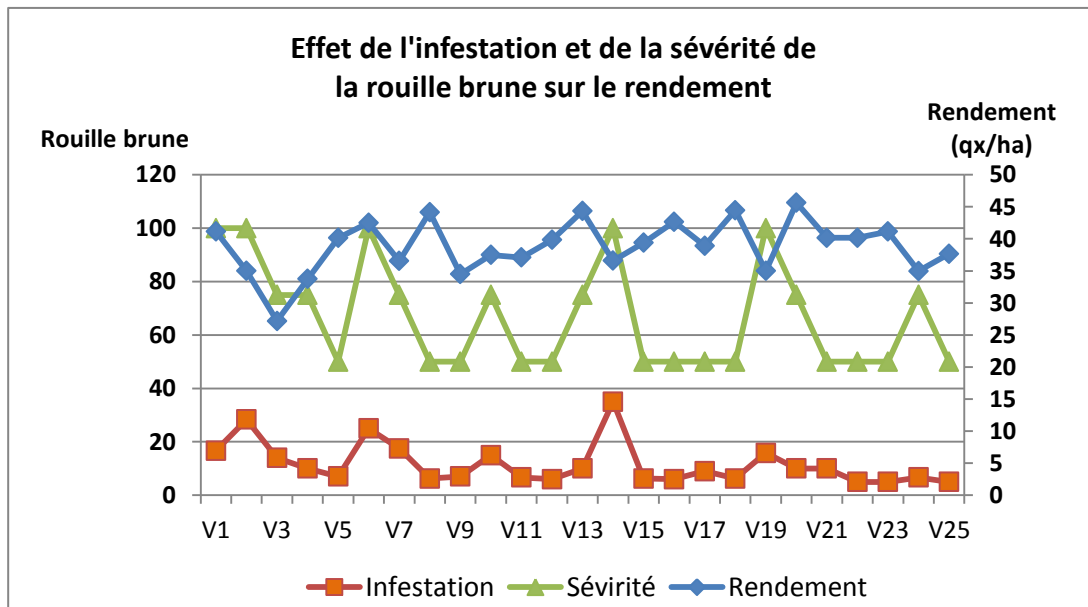
Maladie	Agent pathogène	Importance					
		Maroc		Algérie		Tunisie	
Charbon nu	<i>Ustilago tritici</i>	●	●	●	●	●	●
Carie	<i>Tilletia caries</i> <i>Tilletia foetida</i>	●	●	●	●	●	●
Charbon des feuilles	<i>Urocystis agopyri</i>		●		●		●
Pourritures racinaires	<i>Cochliobolus sativus</i> <i>Fusarium culmorum</i> <i>F. Graminearum</i>	●	●	●	●	●	●
Piétin échaudage	<i>Gaeumannomyces graminis</i> var. <i>Graminis</i>	●	●	●	●	●	●
Septoriose	<i>Septoria tritici</i>	●	●	●	●	●	●
Septoriose	<i>Septoria nodorum</i>	●	●				
Oïdium	<i>Erysiphe graminis</i> f. sp. <i>tritici</i>	●	●	●	●	●	●
Rouille brune	<i>Puccinia triticina</i>	●	●	●	●	●	●
Rouille jaune	<i>Puccinia striiformis</i>	●	●	●	●	●	●
Rouille noire	<i>Puccinia graminis</i> fsp. <i>tritici</i>	●	●	●	●	●	●
Tache Helminthosporienne	<i>Pyrenophora tritici-repentis</i>	●	●	●	●	●	●
Jaunisse nanisante	BYDV	●	●	●	●	●	●
Nématode à kyste	<i>Heterodera avenae</i>	●	●	●	●	●	●

● Rare à peu importante ● Assez importante ● Très importante
 ■ Blés tendres ■ Blés durs

Source : Les maladies des céréales et des légumineuses alimentaires au Maghreb (Bouznad et al 1999).

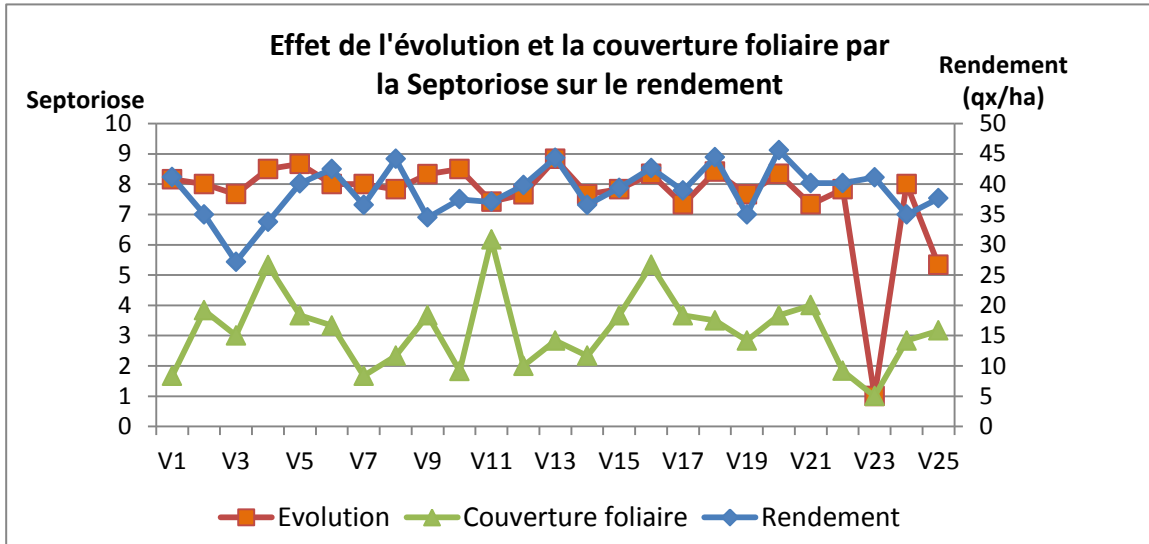
Annexe 12:

Effet de l'infestation et de la sévérité de la rouille brune sur le rendement



Annexe 13:

Effet de l'évolution et la couverture foliaire par la Septoriose sur le rendement



Annexe 14:

Effet de l'évolution et la couverture foliaire par la Tâche auréolée sur le rendement

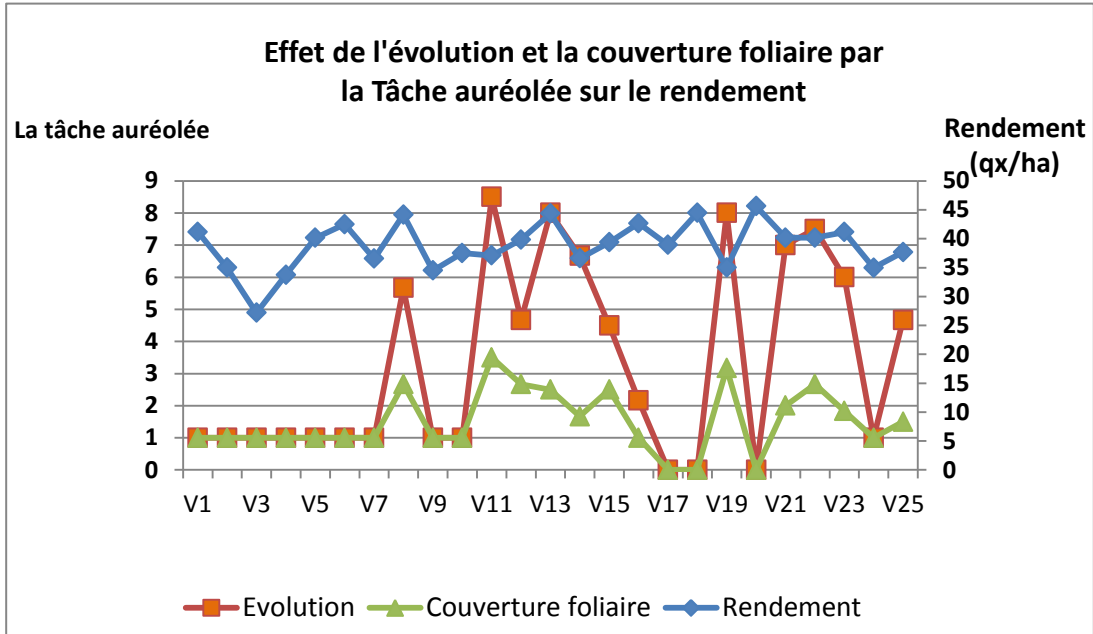


TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	
DEDICACES	
RESUME	
LISTE DES TABLEAUX	
LISTE DES FIGURES	
INTRODUCTION.....	1
Partie I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	
1. Production céréalière dans le monde	3
2. La céréaliculture en Algérie	4
3. Généralité sur le blé.....	5
3.1 Historique du blé en Algérie	5
3.2 Les principales variétés de blé dur cultivées en Algérie.....	7
3.3 Les caractéristiques du blé.....	8
3.4 Le Cycle végétatif du blé.....	9
3.4.1 La germination et la levée.....	9
3.4.2 Le stade 3 feuilles	9
3.4.3 Le tallage	9
3.4.4. La montaison	9
3.4.5. L'épiaison	9
3.4.6. La floraison.....	9
3.4.7. La formation du grain	10
4. Les principales maladies du blé dur	10

4.1 Les bactérioses	11
4.2 Les viroses et mycoplasmoses	11
4.3 Les maladies fongiques	11
4.3 .1 LES ROUILLES.....	12
4.3.1.1 Symptômes	13
4.3.1.1 Cycle de développement de la maladie	15
4.3.2 LES SEPTORIOSES	16
4.3.2.1 Symptômes	17
4.3.2.2 Le cycle de développement de la maladie.....	20
4.3.2 L'HELMENTOSPORIOSE	21
4.3.3.1 Symptômes	22
4.3.2.1Le cycle de développement de la maladi.....	22
4.3.2 LES FUSARIOSES.....	24
4.3.3 LES CHARBONS et CARIES.....	24
5 Les méthodes de lutte	25
5.1 Méthodes de lutte culturales	25
5.2 Méthode de lutte chimique.....	26
6- La résistance variétale.....	27

Partie II : MATERIELS ET METHODES

1. Site d'expérimentation.....	30
2. Présentation de la ferme expérimentale	30
3. Les conditions climatiques de la station	30
4 Protocole expérimental	31
4.1 Sol.....	31
4.1.1Caractéristiques physico-chimiques.....	31
4.2 Travaux du sol.....	32
4.3 Matériel végétal	32
4.3.1 Caractéristiques des variétés utilisées	34
a. Variété WAHA	34
b. VariétéBOUSSALLEM	34
c. Variété GTA Dur	35
4.4 itinéraire technique de l'essai.....	35
4.4.1 La fertilisation.....	35
4.4.2 Le semi.....	36
4.4.3 Le désherbage	36
4.6 Le dispositif expérimental	36
6 Notation des maladies en plein champ.....	38
5.1 Notation des attaques de rouilles.....	38

5.2 Notation des attaques des maladies des tâches foliaires.....	39
c) l'échelle conçue par Saari et Prescott 1948	40
d) L'échelle de l'évaluation du pourcentage de couverture foliaire par la tache de la maladie de 1 à 9 :.....	41
6 Méthode d'échantillonnage.....	41
7 Confirmation des maladies à partir des symptômes sur feuilles.....	42
8 Étude des variables liées à la culture.....	42
9 Rendement en grain	43

Partie III : RESULTATS ET DISCUSSION

2. Suivi en plein champ.....	44
1 Variables liées à la culture.....	44
2 Composant du rendement	45
2.2.1 Rendement théorique.....	47
2.2.2 Rendement réel.....	49
2 Aspect phytosanitaire.....	50
2.3 Description symptomatologique.....	50
2.4 Caractérisation des agents fongiques	53
2.2.1 Caractérisation de <i>Puccinia recondita</i>	54
2.2.2 Caractérisation de <i>Septoriatritici</i>	54
3 Notation des maladies	55
Discussion	58
CONCLUSION	62
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	63
ANNEXES	
TABLE DES MATIERES	