

DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

N°/SNV/2015

MÉMOIRE

Présenté par

ABDI Yamina

Pour l'obtention du diplôme de

MAGISTER EN AGRONOMIE

Spécialité : Génétique et amélioration des plantes

THÈME

Distribution spatiale des maladies fongiques du blé dur (*Triticum durum* Desf.) et effet de la fusariose sur le rendement en zones semi-arides de Sétif.

Soutenue publiquement le 17 / 12 / 2015

DEVANT LE JURY

Président

Mr. HAFSI Miloud

Pr. UFA Sétif 1

Directeur de thèse

Mr. MEBARKIA Abdelkrim

MCA. UFA Sétif 1

Examineurs

Mr. LAROUS Larbi

Pr. UFA Sétif 1

Mr. ROUAG Nouredine

MCA. UFA Sétif 1

التوزيع المكاني للأمراض الفطرية علي القمح الصلب (*Triticum durum Desf.*) و تأثير الفيوزاريوم الذبول على المحصول ومكوناته في المنطقة الشبه الجافة بسطيف

الملخص

تم هذا العمل خلال الموسمين (2013-2015) على زراعة القمح الصلب (*Triticum durum Desf.*) في البيئة شبه القاحلة سطيف. والغرض من هذه الدراسة هو، في البداية، حصر ودراسة أهمية وتطور الأمراض الفطرية في 52 مزرعة، وثانياً، لتقييم تأثير الفيوزاريوم الذبول على محصول القمح الصلب GTA dur ومكوناته ، في المعهد التقني للمحاصيل الزراعية. أظهرت النتائج تحديد ستة أمراض فطرية غير متجانسة التوزيع علي سبعة أصناف (GTA dur، MBB، Carioca، Waha، Bousselem) و Ciccio و Simito). وتتميز هذه الأمراض بغلبة الفيوزاريوم (50٪)، تليها بقعة تان (33.92٪)، تبقع الأوراق (25٪)، - piétin échaudage (17.67٪)، البياض الدقيقي (11.53 ٪) والصدأ البني (8.33٪). و أيضاً نجد أن شدة الإصابة ظهرت في البقعة تان والفيوزاريوم مع 62.5٪ و متوسطة الشدة ظهرت في تبقع الأوراق والصدأ البني بنسبة تقرب 7.5٪ و 3.5٪ على التوالي. بالنتيجة الأصناف الأكثر إصابة بالأمراض هي Bousselem و M.B.B بمتوسط معدل الإصابة 48٪ و 19.23٪ على التوالي. أصناف متوسطة الإصابة هي GTA dur , Carioca بمتوسط معدل الإصابة ب 11.53٪ و 9.61٪ على التوالي. وأخيراً، والأصناف الأقل عرضة للأمراض هي Ciccio و Simito بمتوسط معدل إصابة 3.84٪ و 1.92٪ على التوالي. بالإضافة الي متابعة تأثير الفوزاريوز علي صنف من القمح الصلب GTA dur و قد أظهرت بعض الحساسيات لهذا الصنف بانخفاض عدد الإنبات في المترمربع الذي قدرب (176.25 ن/م²)، وعدد الحبوب في السنبله (20.33 حبة)، وعدد السنابل في المتر مربع (179 س/م²) ووزن ألف حبة (70،29 غ) ومحصول الحبوب (14، 46 ق / هكتار).

كلمات البحث: التوزيع المكاني، الأمراض الفطرية ، المنطقة شبه الجافة، GTA dur، الفيوزاريوم نسبة الإصابة.

Distribution spatiale des maladies fongiques du blé dur (*Triticum durum* Desf.) et effet de la fusariose sur le rendement et ses composantes en zone semi aride de Sétif.

Résumé

Ce travail a été effectué durant deux campagnes agricoles (2013-2015) sur la culture du blé dur (*Triticum durum* Desf), en environnement semi-aride de Sétif. Le but de cette étude est, dans un premier temps, d'inventorier et d'étudier l'importance et l'évolution des maladies cryptogamiques au niveau de 52 exploitations agricoles et, dans un deuxième temps, d'évaluer l'effet de la fusariose sur le rendement et les composantes de la variété GTA dur, au niveau de l'institut technique des grandes cultures. Les résultats obtenus révèlent l'identification de six maladies cryptogamiques avec une distribution hétérogène, réparties sur sept variétés (Bousselem, Waha, Carioca, MBB, GTA dur, Simito et Ciccio). Ces maladies sont caractérisées par la prédominance de la fusariose (50%), suivi de la tache auréolée (33,92%), la septoriose (25%), le piétin – échaudage (17,67%), l'oïdium (11,53%) et la rouille brune (8,33%). Aussi, les plus sévères sont la tache auréolée et la fusariose avec 62,5% ; moyennement sévères, la septoriose et la rouille brune avec 7,5% et 3,5% respectivement. Par conséquent, les variétés les plus sensibles sont Bousselem et M.B.B dur avec un taux d'infection moyen de 48% et 19,23% respectivement. Les variétés moyennement sensibles, sont carioca et GTA dur avec un taux d'infection moyen de 11,53% et 9,61% respectivement. Enfin, les variétés les moins sensibles, sont Simito et Ciccio avec un taux d'infection moyen de 3,84% et 1,92% respectivement. Enfin, la fusariose a réduit les composantes de rendements de la variété GTA dur, par le nombre de plants /m²(176,25), le nombre de grains/épis (20,33), le nombre d'épis/m²(179), le poids de mille grains (29,70g) et le rendement en grains (14,46q/ha).

Mots clés : Les maladies cryptogamiques, distribution spatiale, fusariose, blé dur, composante de rendements, semi-aride.

Spatial distribution of fungal diseases of durum wheat (*Triticum durum Desf.*) And effect of Fusarium wilt on yield and its components in semi-arid area.

This work was done during two crop seasons (2013-2015), on the cultivation of durum wheat in semi-arid environment of Setif. The aim of this studies, initially to inventory and study the importance and evolution of fungal diseases at 52 farms; secondly, to evaluate the effect of fusarium wilt on yield and components of variety GTA dur, at technical institute of field crops. The results show the identification of six fungal diseases with a heterogeneous distribution spread over seven varieties (Bousselem, Waha, Carioca, MBB, GTA dur, Simito and Ciccio). These diseases are characterized by the predominance of fusarium wilt (50%), followed by tan spot (33,92%), septoria (25%), take –all disease (17,67%), powdery mildew (11,53%), and leaf rust (8,33%). Also, the most severe are fusarium wilt and tan spot with 62,5% ; moderately sever, powdery mildew and take – all disease with 37,5% and 17,5% respectively ; weakly severe, septoria and leaf rust with 7,5% respectively. Therefore, the rust susceptible varieties are Bousselem and MBB with an infection rate of 48% and 19,23% respectively; moderately susceptible are Carioca and GTA dur with 11,53% and 9,61% respectively and weakly susceptible are Siméto and Ciccio with 3,84% and 1,92% respectively. Finally, fusarium wilt reduced components yields GTA dur variety, by the number of plants/m² (176, 25), the number of grains/ear (20, 33), the number of ears/m² (179), the number of thousand grains (29,70 g) and grain yield (14,46 q/ha).

Keywords: Fungal diseases, spatial distribution, fusarium wilt, durum wheat, components yields, semi-arid.

Remerciements

Je tiens tout d'abord à exprimer ma reconnaissance à mon Directeur de thèse Monsieur MEBARKIA Abdelkrim, Maître de Conférences A L'Université Ferhat ABBAS, Sétif-1, pour la confiance qu'il m'a témoigné et pour le temps qu'il m'a consacré pour diriger ce mémoire.

Je remercie aussi Monsieur HAFSI Miloud Professeur A L'Université Ferhat ABBAS, Sétif-1 d'avoir honoré d'accepter de présider mon jury.

Aussi que Mr. LAROUS Larbi, Professeur A L'Université Ferhat ABBAS, Sétif-1 et à Mr. ROUAG Noureddine Maître de Conférences A L'Université Ferhat ABBAS, Sétif-1 d'avoir accepté de faire partie de ce jury.

Je remercie également Mr. MAHFOUD Makhelouf représentant de la firme syngenta pour son aide durant toutes les étapes de la réalisation de ce travail. Je lui témoigne ici toute mon admiration et ma gratitude.

Je remercie aussi Mr. FELAHI Brahim, Ingénieur de la CCLS de Sétif de m'avoir aidé au cours de l'enquête.

Je remercie aussi Mr. BEN IDIR Mohamed, Ingénieur de l'INRA de Sétif.

Je remercie aussi MOUFFEK Charafeddine, Maître de Conférences 'B' A L'Université Ferhat ABBAS, Sétif-1 et FERJAS Bilal doctorant A L'Université Ferhat ABBAS, Sétif-1 de m'avoir aidé à réaliser les analyses statistiques.

Je remercie aussi Mme DAKKICH Nacira, Ingénieure à ITGC d'Alger de m'avoir aidé à réaliser les cartes SIG.

Nous remercions également tous les ingénieurs de l'ITGC de Sétif pour leurs aides au cours d'élaboration de l'essai.

J'associe aussi à mes remerciements tous mes amis et collègues pour leur précieuse collaboration.

Enfin à tous ceux qui ont de près ou de loin contribué à la réalisation de ce travail et ont été soucieux de notre réussite.

Dédicace

Je dédie ce travail :

A ma grand-mère aujourd'hui disparue, son éducation, ses conseils précieux, sa sagesse Ne sont pas oubliés, m'ont servi durant toute ma vie.

A ma chère mère, qui n'a ménagé aucun effort pour m'encourager durant mes longues études. Qui a tout fait avec abnégation pour me voir réussir dans ce modeste travail de recherche. Une mère très adorable, d'un soutien infailible.

A mon cher père très compréhensible, qui s'est sacrifié pour nous voir grandir et baigner dans la réussite. Ses conseils, ses encouragements. Espérant ces rêves escomptés.

A mon mari Ali, sous son aide précieuse, sous ses encouragements, ce modeste travail ne serait achevé.

A ma petite fille Meriem, arrivée au bon moment pour égayer notre foyer et apporté un grand succès à mes études.

A mes beaux parents, à mes oncles, à mes tantes, à mes frères, beaux frères et mes sœurs, belle sœurs, à mes cousins et cousines à toute la famille Abdi et Louichaoui chacun et chacune a apporté sa touche d'encouragement et de soutien.

A toute notre promotion à mes amis et amies et surtout l'inoubliable Hafida'.

Yamina

Liste des tableaux

Tableau 1 : Les principales maladies fongiques du blé.....	13
Tableau 2 : L'échelle de notation des taches foliaires de 0 à 9 (Notteghem <i>et al.</i> , 1980)	28
Tableau 3 : Précipitations mensuelles durant la campagne agricole 2014 2015.....	30
Tableau 4 : Températures mensuelles enregistrées durant la campagne agricole 2014 2015.....	31
Tableau 5 : Occurrences climatiques.....	31
Tableau 6 : La conduite des cultures dans les exploitations agricoles.....	36
Tableau 7 : La matrice de corrélation entre maladie et rendement.....	53
Tableau 8 : L'analyse de la variance de la faculté germinative.....	55
Tableau 9 : L'analyse de la variance de la hauteur de la tige a la floraison.....	56
Tableau 10 : L'analyse de la variance du nombre de plants levés par m ²	57
Tableau 11 : L'analyse de la variance du nombre d'épis par m ²	58
Tableau 12 : L'analyse de la variance du nombre de grains par épi.....	59
Tableau 13 : L'analyse de la variance du nombre de poids des 1000 grains par m ²	60
Tableau 14 : L'analyse de la variance du rendement en grains.....	61
Tableau 15 : L'analyse de la variance de nombre de plants fusariés.....	62
Tableau 16 : Matrice de corrélation de corrélation entre les variables mesurés	62
Tableau 17 : Etude des groupes statistiques.....	63

Liste des figures

Figure 1 : Cycle de vie de <i>F. graminearum</i> , principal agent responsable de la fusariose des épis de blé (Trail, 2009).....	23
Figure 2 : Localisation géographique des sites prospectés réalisée par le SiG.....	26
Figure 3 : La forme des parcelles prospectées.....	27
Figure 4 : Dispositif expérimental	33
Figure 5 : Répartition spatiale des maladies cryptogamiques au niveau de la zone céréalière de Sétif.....	38
Figure 6 : Maladie de la tache auréolée (a)Observation visuelle (b) Observation morphologique	39
Figure 7 : Distribution spatiale de la tache auréolée dans la région d'étude.....	40
Figure 8 : Maladie de piétin échaudage (a)Observation visuelle (b) Observation morphologique.....	40
Figure 9 : Distribution spatiale du Piétin-échaudage au niveau de la région d'étude...	41
Figure 10 : Maladie de l'oïdium (a) Observation visuelle (b) Observation morphologique	41
Figure 11 : Distribution spatiale de l'oïdium au niveau de la région d'étude.....	42
Figure 12 : Maladie de la fusariose (a) Observation visuelle (b) Observation morphologique.....	42
Figure 13 : Distribution spatiale de la fusariose au niveau de la région d'étude.....	43
Figure 14 : Maladie de la septoriose (a)Observation visuelle (b) Observation morphologique	43
Figure 15 : Distribution spatiale de la septoriose au niveau de la région d'étude.....	44
Figure 16 : Maladie de la rouille brune (a) Observation visuelle (b) Observation morphologique	44
Figure 17 : Distribution spatiale de la rouille brune au niveau de la région d'étude...	45
Figures 18 : Les variétés les plus touchées par les maladies.....	46
Figure 19 : Dendrogramme résultant de la classification ascendante hiérarchique destinée à classer les exploitations (8 groupes) en fonction des pratiques exerçant une pression sur les maladies fongiques.....	48
Figure 20 : Répartition des maladies, des zones et l'itinéraire technique sur F1 et F2...	49
Figure 21 : Répartition des groupes d'exploitation sur les deux axes F1 et F2.....	50

Figure 22 : La variabilité des moyennes de la faculté germinative.....	54
Figure 23 : La variabilité des moyennes de la hauteur des tiges à la floraison.....	55
Figure 24 : La variabilité des moyennes du nombre de plants levés par m ²	56
Figure 25 : La variabilité des moyennes du nombre d'épis par m ²	57
Figure 26 : La variabilité des moyennes du nombre de grains par épi.....	58
Figure 27 : La variabilité des moyennes du poids de mille grains.....	59
Figure 28 : La variabilité des moyennes du rendement en grains.....	60
Figure 29 : Le nombre de plants fusariés.....	61
Figure 30 : L'analyse en composantes principales.....	64

Liste des abréviations

Liste des abréviations

ACM : Analyse des composantes multiples.

CCLS : Coopérative de Céréales et des Légumes Secs.

CNCC : Centre National de Contrôle et de Certification de Semences et Plants.

ddl : Degré de liberté.

FAO : Food and Agricultural organization.

FG : la faculté germinative.

GPS: Global Positioning System.

GTA : Grain Trade Australian.

INPV : Institut National de Protection des Végétaux.

ITGC : Institut Technique des Grandes Cultures.

F : La hauteur à la floraison.

M B B : Mohamed ben Bachir.

Nbr. jours : Nombre de jours.

NPF : Nombre de plants fusariés.

n : nombre de relevés (échantillons).

N : Le nombre total de relevés (échantillons).

PPDS : Plus petite différence significative.

P. é : Piétin échaudage

PG : Pourcentage de germination.

Plan/m² : Plant par mètre carré.

PMG : Poids de mille grains

R.b : Rouille brune.

Rdt : Rendement estimé.

RNT : Rendement.

SIG : Système d'Information Géographique.

Liste des abréviations

T .Max : température maximale.

T .Min : température minimale.

Sommaire

Résumés

Remerciements

Dédicace

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction générale.....

Chapitre I: Revue bibliographique

1.1. La production du blé dur dans la région d'étude.....

1.2. Généralités sur la culture de blé dur.....

1.2.1. Origine du blé dur.....

1.2.2. Caractéristiques de la plante.....

1.2.2.1. Caractéristiques morphologiques et physiologiques.....

1.2.2.1.1. Le système racinaire.....

1.2.2.1.2. Le système aérien

1.2.2.2. Le cycle de développement.....

1.2.2.2.1. La période végétative.....

a. La germination

b. Le tallage.....

1.2.2.3. La période reproductrice.....

1.2.2.3.1. Phase de montaison.....

1.2.2.3.2. Phase de l'épiaison et la fécondation.....

1.2.2.3.3. La maturation du grain.....

1.2.3. Exigence du blé.....

1.2.3.1.	Température.....	
1.2.3.2.	Eau.....	
1.2.3.3.	Eclairement.....	
1.2.4.	Techniques culturales.....	
1.2.4.1.	Travail du sol.....	
1.2.4.2.	Choix des variétés.....	
1.2.4.3.	Semis.....	
1.2.4.4.	Fertilisation.....	
1.2.4.5.	Irrigation.....	
1.2.5.	Les facteurs limitant la production du blé dur.....	
2.	Maladies sur feuillage.....	
2.1.1.	Les rouilles	
2.1.1.1.	La rouille brune.....	
2.1.1.2.	La rouille jaune.....	
2.1.1.3.	La rouille noire.....	
2.1.2.	Les septorioses.....	
2.1.2.1.	La tache septorienne.....	
2.1.2.2.	La septoriose des feuilles et épis.....	
2.1.3.	L'helminthosporioses.....	
2.1.4.	L'oïdium.....	
2.2.	Maladies des pourritures racinaires.....	
2.2.1.	Le piétin échaudage	
2.2.2.	Le piétin vers.....	
2.3.	Maladies sur épi.....	
2.3.1.	Le charbon nu.....	
2.3.2.	Les caries.....	

2.4. La fusariose de l'épi.....	
2.4.1. Symptômes	
2.4.2. Caractéristiques du pathogène.....	
2.4.3. Cycle biologique.....	
2.4.4. Infection.....	
2.4.5. Conditions favorables au développement de la maladie.....	

Chapitre II : Matériel et méthodes

2.1. Distribution spatiale des maladies fongiques du blé dur.....	
2.1.1. Inspection sanitaire des parcelles	
2.1.1.1. Incidence de la maladie.....	
2.1.1.2. Sévérité de la maladie.....	
2.2. Effet de la fusariose sur le blé dur (<i>Triticum durum</i> Desf.) et ses composantes.	
2.2.1. Présentation du site expérimental.....	
2.2.1.1. Lieu d'étude.....	
2.2.1.2. Conditions Climatiques	
2.2.1.3. Matériel végétal.....	
2.2.1.4. Produit utilisé.....	
2.2.2. Protocole expérimental.....	
2.2.2.1. Préparation du sol.....	
2.2.2.2. Conduite expérimentale.....	
2.2.3. Mesures et observation réalisées.....	
2.2.4. Analyses Statistiques.....	

Chapitre III : Résultats et discussions

3. Résultats

3.1. Conduite des cultures dans les exploitations.....	
3.2. Distribution spatiale des maladies fongiques du blé dur.....	
3.2.1. Incidence des maladies fongiques.....	

3.2.2. Sévérité des maladies fongiques.....	
3.2.3. Comportement des variétés aux maladies cryptogamiques.....	
3.2.4. Identification des classes.....	
3.2.5. Détermination des groupes.....	
3.2.6. Détermination des classes.....	
3.2.7. Matrice de corrélation.....	
3.3. Répartition des paramètres sur les axes factoriels.....	
3.3.1. Identification des classes.....	
3.4. Effet de la fusariose sur le blé dur.....	
3.4.1. Faculté germinative (FG%).....	
3.4.2. Hauteur des tiges à la floraison (Haut).....	
3.4.3. Nombre de plants levés par mètre carré (PL/m ²).....	
3.4.4. Nombre d'épis par mètre carré (Epis/m ²)	
3.4.5. Nombre de grains par épi (N.g/épi)	
3.4.6. Poids de mille grains (PMG).....	
3.4.7. Rendement en grains (q/ha).....	
3.4.8. Nombre de plants fusariés	
3.5. Matrice de corrélation.....	
3.6. Détermination des groupes	
3.6.1. Répartition des paramètres sur les axes factoriels.....	
4. Discussion	
Conclusion générale et perspectives	
Références bibliographiques	
Annexes	

Introduction

Le blé est l'une des principales cultures dans le monde. La production mondiale du blé dur (*Triticum durum Desf.*) fut en croissance constante durant les cinq dernières années, allant de 35 à 41 millions de tonnes en 2008 et 2012 respectivement (Crystel, 2014).

En l'Algérie, durant la même période, la production est de 19 millions de quintaux de 2008 à 2012. Elle est répartie entre blé dur (70 %) et blé tendre (30 %), avec une importante variabilité interannuelle. Cette dernière est due essentiellement à une situation géographique défavorable, d'une mauvaise maîtrise des techniques culturales, à cela viennent s'ajouter les pertes dues à un certain nombre d'agressions de nature diverses. (Djaouti, 2010).

Ainsi le blé dur (*Triticum durum Desf.*) est susceptible d'être attaqué par des maladies cryptogamiques au niveau des racines (piétin-échaudage), des tiges (piétin-verse), des feuilles (rouilles, septoriose, oïdium) et des épis (septoriose, fusariose). Elles peuvent occasionner des pertes substantielles aussi bien en rendement jusqu'à 30% (Eyal *et al.*, 1987), qu'en qualité des grains par la présence de mycotoxines fusariennes (De Proft et Duvivier, 2012). Le développement de ces maladies est favorisé par les méthodes culturales pratiquées telles que, la monoculture intensive, les débris et les restes des cultures, ainsi que les variétés sensibles (Eyal *et al.*, 1987, Viaux, 1999, Anonyme b, 2012).

Cette étude a été réalisée dans le but d'inventorier et d'étudier l'importance et l'évolution des maladies cryptogamiques de blé dur (*Triticum durum Desf.*), au cours de la campagne agricole 2013-2014, dans un premier temps et, dans un deuxième temps, d'évaluer l'effet de la fusariose sur le rendement et ses composantes durant la campagne agricole 2014/2015, en environnement semi-aride de Sétif.

1.1. La production du blé dur dans la région d'étude

Les hautes plaines sétifiennes, appartenant à l'étage bioclimatique semi-aride, se caractérisent par une altitude élevée (Jusqu'à 1081m dans certains endroits), des hivers froids, gelées printanières tardives et des étés chauds et pluviométrie et les températures y accusent de grandes variations intra et inter-annuelles (Chenafi *et al.*, 2011). Dans cette région, qui reste céréalière par nécessité, les céréales occupent 181 400 ha de superficies emblavées et de 180 760 ha de superficies récoltées avec une production de 2 000 440 q et un rendement moyen de 13,5q/ha. Le blé dur (*Triticum durum Desf.*) occupe une superficie emblavée de 104 540 ha et une superficie récoltée de 104 258 ha avec production de 1 479 608 q et un rendement moyen de 14,2q/ha) (Anonyme a, 2013).

1.2. Généralités sur la culture de blé dur

1.2.1. Origine du blé dur

Le croisement spontané du *Triticum monococum* sauvage et *Aegilops speltoides* est tout à fait vraisemblable puisqu'on rencontre ces deux plantes et *Triticum dicoccoides* dans la même aire géographique (Rosalind and Sears, 1967 ; Belaid, 1996).

Par contre, l'aire d'*Aegilops squarrosa* est très nettement distincte de l'aire de *Triticum dicoccoides*. Le croisement entre ces plantes sauvages est impossible. Ces infestations peuvent être considérables. Il est donc tout à fait probable qu'un croisement ait eu lieu entre le blé dur cultivé et *Aegilops squarrosa* (Belaid, 1996).

1.2.2. Caractéristiques de la plante

1.2.2.1. Caractéristiques morphologiques et physiologiques

1.2.2.1.1. Le système racinaire

Selon Belaid (1996), toute céréale dispose, au cours de son développement, de deux systèmes racinaires successifs :

- Le système racinaire primaire, fonctionnel de la germination au début tallage, ce système est constitué d'une racine principale ne restant pas longtemps fonctionnelle et est remplacé par un système de racines adventices (prenant naissance sur la tige) qui assureront la nutrition et le développement de la plante.
- Le système racinaire secondaire ou tallage (ou système coronaire) apparaît au moment où la plante émet des talles ; il est de type fasciculé et assez développé.
-

1.2.2.1.2 Le système aérien Il est composé de plusieurs organes :

- **La tige et les feuilles.** La tige creuse ou chaume, dont les entre-nœuds ne se sont allongés qu'à la montaison, porte des feuilles engainantes à nervures parallèles (Belaid, 1996 ; Soltner, 2005).
- **L'inflorescence.** Le rachis, ou axe de l'épi, porte 15 à 25 épillets constitués chacun de 3 à 4 fleurs. La disposition de celle-ci fait ressortir une caractéristique d'une grande importance : le blé est une plante autogame ou à autofécondation, c'est-à-dire que la fécondation a lieu à l'intérieur des glumelles, avant que les étamines n'apparaissent à l'extérieur. De ce fait, la conservation de la pureté variétale sera parfaite d'une génération à l'autre (Soltner, 2005).
- **Le grain.** Le grain est un caryopse ou fruit sec indéhiscent dont les parois sont soudées à celles de la graine (Belaid, 1996 ; Soltner, 2005).

1.2.2.2. Le cycle de développement

Le cycle de développement du blé est constitué d'une série d'étapes séparées par des stades repérés, permettant de diviser en deux périodes la vie des céréales. Une période végétative durant laquelle, la plante ne se différencie que des feuilles et des racines ; une période reproductrice dominée par l'apparition de l'épi et la formation du grain (Soltner, 2005).

1.2.2.2.1 La période végétative

Elle se caractérise par un développement strictement herbacé et s'étend du semis jusqu'à la fin de tallage.

a. La germination-levée

La germination de la graine se caractérise par l'émergence du coléorhize donnant naissance à des racines séminales et la date de la levée est définie par l'apparition de la première feuille qui traverse le coléoptile, gaine rigide et protectrice enveloppant la première feuille. La levée se fait réellement dès la sortie des feuilles à la surface du sol (Soltner, 2005).

Au sein d'un peuplement, la levée est atteinte lorsque la majorité des lignes de semis est visible (Gate, 1995). Les principaux facteurs édaphiques qui interviennent dans la réalisation de cette phase sont, la chaleur, l'aération et l'humidité (Eliard, 1974).

b. Le tallage

Lorsque la plante possède 3 à 4 feuilles, une nouvelle tige, la talle primaire, apparaît à l'aisselle de la feuille la plus âgée. Après l'émission de la première talle, la plante va émettre des talles primaires, qui prennent naissance à l'aisselle du maître-brin (tige principale), puis, lorsque le maître-brin a 6 feuilles au moins, des talles secondaires dont les bourgeons seront alors situés à l'aisselle des feuilles des talles primaires. Le tallage herbacé s'arrête dès l'évolution de l'apex de la formation d'ébauches de feuilles à celle d'ébauches florales (futurs épillets) qui sont suffisamment avancées (Gate et Giban, 2003).

1.2.2.3. La période reproductrice

Elle comprend la formation et la croissance de l'épi.

1.2.2.3.1 Phase montaison

Au cours de cette phase, un certain nombre de talles herbacées vont évoluer vers des tiges couronnées d'épis, tandis que d'autres commencent à régresser. La croissance en taille et en matière sèche est alors active. Cette phase se termine au moment de la différenciation des stigmates. La durée de cette phase est de 29 à 30 jours (Clément-Grandcourt ; Prat, 1971).

1.2.2.3.2 Phase d'épiaison et de fécondation

Elle est marquée par la méiose pollinique, l'éclatement de la graine avec l'émergence de l'épi. C'est au cours de cette phase que s'achève la formation des organes floraux et s'effectue la fécondation (Soltner, 2005). La vitesse de croissance de la plante est maximale. Cette phase correspond à l'élaboration d'une grande quantité de la matière sèche, cette phase dépend étroitement de la nutrition minérale et de la transpiration qui influence le nombre final de grains par épi (Masle, 1980 ; Soltner, 2005)

1.2.2.3.3 La maturation du grain

Au cours de cette phase, l'embryon se développe et l'albumen se charge de substances de réserve. On observe une augmentation du volume du poids des graines. La phase se termine par le stade laiteux. En suite, le poids frais des grains continue à augmenter alors que celui des tiges et des feuilles diminue. La phase se termine par le stade pâteux. Puis les grains deviennent durs et leur couleur devient jaunâtre (Boufnar-Zaghoune et Zaghouane, 2006).

1.2.3. Exigences du blé

1.2.3.1. Température

Une température supérieure à 0°C est exigée pour la germination des céréales. Un abaissement de la température pendant l'hiver est nécessaire aux variétés non alternatives dites « d'hiver » et par la suite, la température conditionne la nitrification et l'activité végétative du blé au cours du tallage et de la montaison. Enfin, l'intensité de l'évapotranspiration peut amener l'échaudage (Soltner, 2005).

1.2.3.2. Eau

Jusqu'à la fin du tallage, les besoins en eau sont relativement faibles. De plus, l'humidité excessive du sol est néfaste à l'installation du système racinaire en profondeur. Par contre, au cours de la phase de montaison et jusqu'à la floraison les besoins en eau de la culture sont considérables et peuvent s'évaluer à 180 mm (mars et mai). Après la floraison, le blé devient très résistant à la sécheresse.

1.2.3.3. Eclairage

Une certaine durée du jour (photopériodisme) est nécessaire pour la réalisation du stade B précédant la montaison (Soltner, 2005).

Ce même auteur note que l'intensité lumineuse, et l'aération, agissent directement sur l'intensité de la photosynthèse, dont dépend à la fois la résistance des tiges à la verse et le rendement (Soltner, 2005).

1.2.4. Techniques culturales

Pour obtenir un grain bien fait et bien plein, au moyen de pratiques culturales respectueuses de l'environnement et les moins coûteuses possibles, tel est l'objectif du producteur et ce vers quoi tendent nos préconisations techniques (Gate *et al.*, 1996). De plus, Vilain (1989), signale que l'obtention d'un rendement élevé requiert l'utilisation d'un matériel végétal possédant un potentiel de production élevé, susceptible d'exploiter au mieux les ressources disponibles du milieu. Deux types de techniques culturales lui sont appliqués :

- Les unes sont destinées à accroître le niveau des facteurs et des conditions de croissance.
- Les autres visent plus particulièrement à valoriser et à préserver le potentiel de production.

1.2.4.1. Travail du sol

Différentes combinaisons de productions végétales, de rotations et de méthodes de travail du sol peuvent influencer de diverses manières sur la qualité des sols et de l'eau (Anonyme, 2005). Le travail du sol vise à mettre celui-ci dans un état tel que les plantes y trouvent les conditions de développement idéales en lui donnant la structure physique la plus favorable à la culture pratiquée et en favorisant l'activité biologique du sol (Aubert, 1977). Le travail du sol a pour rôle d'enfouir les résidus de récolte et les fertilisants ou les amendements. Il permet aussi de maîtriser les populations d'adventices (Viaux, 1999).

Le labour constitue la principale étape du travail du sol pour l'installation de la culture. Il s'effectue entre 12 et 25 cm, il est recommandé d'éviter les labours trop profonds qui demandent beaucoup de puissance et qui ont pour effet de diluer la matière organique et les éléments minéraux (Simon *et al.*, 1989).

Le sol doit respecter les conditions d'une bonne germination et d'une bonne levée ainsi, l'humidité, l'aération, la température, l'absence d'obstacles (cailloux, mottes) gênent le passage de la plantule. Pour cela, il est nécessaire de préparer un lit de semence, c'est à dire de travailler la couche superficielle du sol qui accueille les graines avec un soin particulier (Prévost, 1990).

1.2.4.2. Choix des variétés

Le choix variétal est un choix stratégique qui permet de réduire d'une manière générale les coûts de production, et en particulier, de réduire l'utilisation des produits phytosanitaires (Viaux, 1999).

Les principaux critères de choix des variétés sont : la productivité, la précocité, l'alternativité, la résistance au froid, la sensibilité aux principales maladies ou encore la tolérance aux variations hydriques et au niveau des facteurs de croissance (Vilain, 1989). Aussi, le choix de la variété est indissociable du choix de la date et de la densité de semis, facteurs qui eux-mêmes ont des conséquences en matière de développement parasitaire, de maladies et d'adventices (Viaux, 1999).

1.2.4.3. Le semis

Le semis consiste à placer les graines à une certaine profondeur dans le lit de semences. Il faut placer les graines à une profondeur régulière de 4 à 6 cm pour faciliter la levée des plantules (Belaid, 1999).

Ce même auteur note que le retard de la date de semis limite les risques de piétin verse, de piétin-échaudage, d'oïdium, de rhizoctone, de septorioses et d'helminthosporiose en réduisant le nombre de cycles des champignons et donc l'importance de l'inoculum en sortie d'hiver.

De plus, la réduction de la densité de semis, de 30 % est un levier important pour limiter le développement des maladies du pied ou foliaires. Enfin le couvert moins dense et plus aéré permet de limiter le développement des champignons et les contaminations de proche en proche entre plantes (Anonyme b, 2012).

1.2.4.4. Fertilisation

Une bonne gestion de la fertilisation azotée permet de compléter l'effet du choix variétal, de la date et de la densité de semis sur les maladies et la verse. Le calcul de la dose d'azote passe par la définition d'un objectif de rendement réalisable, calculé à la parcelle et tenant compte du type de sol, de la date de semis, du précédent et des conditions de semis (Anonyme b, 2012).

De plus, les pratiques de gestion des éléments fertilisants pour améliorer le rendement des engrais et réduire les pertes d'éléments fertilisants dans l'environnement (Anonyme, 2005 ; Djennadi, 2013).

- L'évaluation des besoins en éléments fertilisants en faisant régulièrement des tests sur le sol et les cultures avant d'épandre des éléments fertilisants.
- Le choix du bon moment pour épandre des éléments fertilisants.
- l'alimentation aux besoins de la croissance des cultures.
- L'épandage des éléments fertilisants à proximité des racines.
- Le choix du produit fertilisant en fonction de sa stabilité chimique dans le sol.
- La succession de cultures qui consomment de l'azote et des cultures qui fixent l'azote.

1.2.4.5. Irrigation

L'irrigation des céréales constitue une solution pour assurer l'amélioration et la stabilité des rendements. Les besoins en eau des céréales dépendent des conditions climatiques, de la nature du sol et aussi des stades critiques au déficit hydrique qu'impliquent une meilleure gestion de l'irrigation. En Algérie, la meilleure période d'irrigation se situe généralement durant la phase allant de la montaison au début de la formation du grain. Durant

cette phase, les besoins en eau de la céréale sont relativement importants où la culture est très sensible au stress hydrique (Belaid, 1996).

Dans les zones semi-arides des hauts plateaux ont montré qu'une seule irrigation de 80 mm au stade épiaison était suffisante pour atteindre des gains de rendement de l'ordre de 70 à 81 % en fonction des espèces (Belaid, 1996).

1.2.5. Les facteurs limitant la production du blé dur

La culture de blé est fréquemment exposée aux contraintes de l'environnement et soumise à une multitude de stress abiotiques et biotiques. Parmi les stress abiotiques qui limitent le rendement de blé sont de nature climatique (gel, températures excessives et sécheresse) ou édaphique (acidité du sol entraînant une toxicité par l'aluminium ou le manganèse). De plus, les stress biotiques sont ceux causés par les organismes pathogènes. Les champignons sont les plus répandus et les plus dommageables pathogènes des cultures cultivées (Ezzahiri, 2001 ; Zahri *et al.*, 2014).

Les champignons 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 maladies qui s'attaquent au blé sont dues à plusieurs types de pathogènes à savoir les champignons, bactéries, virus, nématodes. Les principales maladies fongiques répandues dans le monde et en Algérie sont regroupées dans le tableau ci dessous (Sayoud *et al.*, 1999).

Tableau 1 : Les principales maladies fongiques du blé

Nom de la maladie	L'agent causal
Rouille jaune	<i>Puccinia striiformis</i>
Rouille noire	<i>Puccinia graminis</i> f.sp.tritici
Rouille brune	<i>Puccinia triticina</i>
Oïdium	<i>Erysiphe graminis</i> f.sp.tritici
Tache helminthosporienne	<i>Pyrenophora tritici-repentis</i>
Caries	<i>Tilletia caries</i> et <i>Tilletia foetida</i>
Charbon foliaire	<i>Urocystis agropyri</i>
Charbon nu	<i>Ustilago tritici</i>
Pourriture racinaire	<i>Cochliobolus sativus</i>
	<i>Fusarium culmorum</i>
	<i>Fusarium graminearum</i>
	<i>Fusarium avenaceum</i>
Septoriose	<i>Septoria nodorum</i> ou <i>Stagnospora nodorum</i>
	<i>Septoria tritici</i> ou <i>Mycosphaerella graminico</i>

Source : (Sayoud *et al.*, 1999).

Selon Aouali et Douici-Khalfi (2009), Les maladies des céréales peuvent être regroupées selon les symptômes qu'elles induisent et les parties qu'elles affectent. De ce fait, on distingue :

- Maladies causant des symptômes localisés sur feuillage.
- Maladies causant des pourritures racinaires.
- Maladies causant des symptômes sur les épis.

2. Maladies sur feuillage

2.1.1. Les rouilles

2.1.1.1. La rouille brune

Les symptômes causés par *Puccinia recondita* f.sp. *tritici* se caractérisent par petites pustules circulaires ou ovales de couleur orange ou brune (urédospores), apparaissent sur la face supérieure des feuilles (Lamari *et al.*, 1991 ; Sayoud *et al.*, 1999 ; Ezzahiri, 2001) et parfois sur la face inférieure des feuilles. En fin de saison, ces pustules prennent une couleur noire (téleutospores) (Aouali et Douici-Khalfi, 2009 ; Ezzahiri, 2001).

Selon Mohamed Jlibene (2011), les dégâts causés par cette maladie varient selon le niveau de résistance des variétés, de 5 à 40 %. Les variétés sahariennes au Maroc sont

sévèrement affectées par des pertes qui peuvent aller jusque 100 % et, selon Belaid (1996), la rouille brune est celle qui provoque le moins de dégâts en Algérie. Les variétés italiennes y sont sensibles. L'hôte alternatif, *Anchusa azurea* anciennement appelé *Anchusa italica* ou Buglosse d'Italie ou fausse bourrache (Aouali et Douici-Khalfi, 2009).

2.1.1.2. La rouille jaune

Les symptômes de *Puccinia striiformis* se traduisent par des pustules de forme globuleuse et de couleur jaune ou orange, disposées en stries le long des nervures des feuilles d'où le nom de l'espèce. Elles peuvent aussi se développer sur la face inférieure des feuilles sur les épis et les grains (Aouali et Douici-Khalfi, 2009 ; Ezzahiri, 2001 ; Jlibene, 2011). Elles peuvent engendrer des pertes de rendement pouvant atteindre 75 %. Selon Belaid, 1996, l'aire de dispersion de la rouille jaune correspond aux zones littorales humides et tempérées. Les variétés Florence-Aurore et Sonora sont les plus sensibles.

Cette maladie bien connue depuis 2004 par nos agriculteurs, elle est présente chaque année à des degrés variés. Elle est prévalant dans les régions froides comme les hauts plateaux (Anonyme, 2007).

2.1.1.3. La rouille noire

Les symptômes de *Puccinia graminis* f.sp. *tritici* se manifestent par des pustules plus longues que celles de la rouille brune, elles sont de couleur rouge-brique à marron foncé. Elles se développent sur les feuilles, les tiges et les épis (Aouali et Douici-Khalfi, 2009 ; Ezzahiri, 2001). Selon Belaid (1996), la rouille noire est favorisée par l'eau et la chaleur. Variétés Mahons sont sensibles à la rouille noire, de même que Hedba3 et Bidi 17. Les blés à courte paille tels que *Strampelli Inia*, *Siete-Cerros* et *Saba* sont résistants à cette maladie. L'hôte alternatif est *Berberis vulgaris* (Aouali et Douici-Khalfi, 2009).

Les cycles des rouilles sont complexes et impliquent souvent un hôte principal et un hôte alternatif, seule la rouille jaune ne connaît pas d'hôtes alternatifs. Le développement des épidémies des rouilles est tributaire de la nature et de la qualité de l'inoculum primaire, de la sensibilité de la variété cultivée, du stade de développement du blé au moment de l'infection primaire et des conditions climatiques (Aouali et Douici-Khalfi, 2009).

Ces mêmes auteurs signalent que la rouille jaune est plus conditionnée par le milieu que les autres espèces de rouille, et nécessite des températures plus basses. En absence d'hôtes alternatifs, l'agent pathogène doit se conserver sous forme de cycles végétatifs

(urédospores). Les premières attaques de cette maladie se présentent souvent sous forme de foyers localisés. Les urédospores sont très sensibles aux rayons UV, ce qui réduit leur viabilité en temps clair. En temps couvert, la dissémination est très efficace. Les infections se font dans des journées caractérisées par une température moyenne supérieure à 4°C et des températures nocturnes entre 10 et 15°C avec une humidité relativement supérieure à 18 % pendant au moins 18 heures.

2.1.2. Les septorioses

Deux espèces de septoriose s'attaquent au blé, à savoir la tache septorienne et la septoriose des feuilles et des épis (Belaid, 1996 ; Ezzahiri, 2001 ; Aouali et Douici-Khalfi, 2009 ; Jlibene, 2011). Le pathogène *Septoria tritici*, responsable de la septoriose des feuilles, connue sous le nom de la tache septorienne, et *Septoria nodorum* responsable de septoriose des feuilles et des épis. Les attaques sont surtout observées dans les zones humides. C'est surtout la septoriose des feuilles qui est la plus abondante sur les blés (Ezzahiri, 2001 ; Zahri *et al.*, 2014 ; Aouali et Douici-Khalfi, 2009 ; Jlibene, 2011). Les pertes de rendement peuvent aller jusqu'à 40 % (Ezzahiri, 2001).

2.1.2.1 La tache septorienne

Les symptômes de *Septoria tritici* commencent par de petites taches de couleur brune rougeâtre irrégulières sur les feuilles inférieures et en particulier sur celles en contact du sol. Les taches sont d'abord délimitées par les nervures pour ensuite s'étendre longitudinalement de 5 à 15 mm et prendre une couleur grise claire (Ezzahiri, 2001 ; Michel, 2002 ; Aouali et Douici-Khalfi, 2009). Après l'apparition des nécroses sur les feuillages, on observe des punctuations noires alignées parallèlement qu'on appelle pycnides (Ezzahiri, 2001 ; Aouali et Douici-Khalfi, 2009).

Cette maladie est la deuxième maladie la plus répandue en Algérie après la tache auréolée. Elle est beaucoup plus importante dans les zones littorales. Elle a eu un impact important en 2006, aussi bien sur les blés durs que sur les blés tendres dans les wilayas de Skikda, Annaba, Constantine et Guelma (Anonyme, 2007).

2.1.2.2. Septoriose des feuilles et épis

Les symptômes de *Septoria nodorum* se manifestent sur le feuillage et sur les glumes, la gaine des feuilles et les nœuds. Sur les feuilles, on peut observer des taches ovales ou

lenticulaires brunes, elles peuvent être entourées d'une chlorose ou d'un jaunissement périphérique. Lorsqu'elles sont abondantes, elles se rejoignent et forment de grandes plages nécrotiques. Les pycnides sont de couleur brune claire moins apparente que celles provoquées par la septoriose des feuilles (Ezzahiri, 2001 ; Aouali et Douici-Khalfi, 2009). Plus tard, ces pycnides virent au gris foncé, et à ce moment là, leur distinction de celles de *Septoria tritici* devient moins apparente et seul un examen microscopique les différencierait. Sur les glumes, la maladie se développe lorsque l'attaque est importante. Les symptômes se manifestent par de petites taches grises qui vont disparaître et présentent des colorations brunes ou des symptômes d'échaudage (Ezzahiri, 2001). Les variétés mexicaines sont sensibles à cette maladie (Belaid, 1996).

Pour la tache septorienne, les chaumes du précédent cultural constituent la source principale de l'inoculum. Les pycnides du champignon peuvent survivre sur les chaumes du blé jusqu'à 6 mois et induire les premières infections sur les jeunes plantules de blé précisément sur les premières feuilles en contact du sol. En présence d'eau libre, les pycnides gonflent et produisent une gelée sporifère 'cirrhe' incolore qui protège les pycnidiospores en conditions défavorables. Après germination le champignon colonise le tissu foliaire. L'humidité est indispensable pour tous les stades de l'infection (Ezzahiri, 2001).

2.1.3. Helminthosporioses

La tache helminthosporienne est une grave maladie foliaire du blé causée par le champignon *Pyrenophora tritici-repentis* (Died) Drechs (Lamari *et al.*, 1991, Sayoud *et al.*, 1999 ; Lamari *et al.*, 2005). Communément désignée par l'appellation anglo-saxonne 'Tan Spot', la maladie de la tache bronzée ou maladie de la tache jaune (Sayoud *et al.*, 1999). Huit races de *P. tritici-repentis* ont été identifiées à ce jour, en se basant sur leur capacité à provoquer la nécrose ou la chlorose dans un groupe d'hôtes différentiels chez le blé (Benslimane *et al.*, 2011 ; Aboukhaddour *et al.*, 2013).

Cette maladie s'attaque principalement au blé. Elle est répandue partout au Maroc avec des attaques importantes au Nord du pays (Saoud, 1994). En Algérie et en Tunisie, cette maladie est surtout répandue dans les zones du Nord. Dans des prospections réalisées durant quatre années consécutives en zones favorable et défavorable au Maroc, Nassrellah et Mergoum (1994) ont constaté que la tache helminthosporienne est la première maladie foliaire du blé dur.

L'agent pathogène se conserve sous forme de spores et de mycélium sur les résidus du blé infecté à la surface du sol. Sur les chaumes, les périthèces structures de reproduction sexuée et le mycélium constituent la principale source d'inoculum primaire. En présence d'humidité, les périthèces libèrent les ascospores et le mycélium produit des conidies. Les deux types de spores sont disséminés pour initier l'infection primaire sur les plantules de blé en début de saison. Au cours de la saison, l'infection secondaire est assurée par les conidies qui sont facilement disséminées par le vent. La germination des conidies et l'infection des tissus sont favorisées par une durée d'humectation du feuillage de 24 à 48h. Les températures optimales pour l'infection se situent entre 18 et 28 °C. La sporulation au niveau des taches foliaires est favorisée par des conditions humides (Ezzahiri, 2001 ; Aouali et Douici-Khalfi, 2009).

2.1.4. Oïdium

Toutes les céréales peuvent être attaquées par l'oïdium. Plusieurs formes de la maladie sont cependant spécifiques à des cultures précises, et ne provoquent pas d'infections croisées (Anonyme a, 2014).

Les premiers symptômes d'*Erysiphe graminis f.sp.tritici* apparaissent sous forme d'un duvet blanchâtre ou gris pâle sur les limbes des feuilles basales, puis se développent sur les feuilles des étages supérieurs (Ezzahiri, 2001 ; Anonyme, 2008 ; Aouali et Douici-Khalfi, 2009). En cas d'attaque sévère les taches apparaissent aussi sur les gaines des feuilles et les glumes des épis (Ezzahiri, 2001 ; Aouali et Douici-Khalfi, 2009).

Cette maladie du blé hiverne essentiellement sous forme de mycélium sur les repousses de céréales et les cultures à semis automnal. Les cléistothèces produits en fin d'été résistent aux faibles températures et à la sécheresse (Anonyme a, 2014).

En présence d'une forte hygrométrie, les cléistothèces libèrent les ascospores produites par voie sexuée, qui peuvent alors provoquer des infections automnales. On estime par ailleurs que les cléistothèces ont une importance secondaire pour le mycélium (Anonyme a, 2014). Au printemps, avec les montées de température, le mycélium en dormance commence à se développer, et des spores sont rapidement produites. Leur germination se produit dans une large fourchette de températures (5 °C à 30 °C), même si 15 °C, elle reste la température optimale, avec un taux d'humidité relativement supérieur à 95 %. L'eau libre inhibe la

germination des spores. Dans des conditions de sécheresse, des spores fraîches peuvent se former au bout de sept jours (Anonyme a, 2014).

À la fin de la saison, les repousses de céréales et les cultures à semis automnal précoce peuvent à leur tour être contaminées, constituant ainsi l'inoculum pour la culture suivante (Anonyme a, 2014).

Les parcelles de blé d'hiver à semis tardif sont souvent particulièrement sensibles aux attaques de l'oïdium, notamment lorsque les cultures se développent rapidement au printemps (Anonyme a, 2014).

2.2. Maladies des pourritures racinaires

La pourriture racinaire ou la pourriture de pied ou encore la pourriture commune, sont des appellations décrivant une même maladie due à différents agents fongiques du genre *Fusarium* (*Fusarium culmorum* ; *Fusarium graminearum*, *Fusarium avenaceum*) et *cochliobolus* (*Cochliobolus sativus*). L'importance des dégâts est intimement liée au type de culture, à la région et surtout aux conditions climatiques (El hadj Hammiche, 2013).

Les symptômes de cette maladie se traduisent par un manque à la levée, fonte des semis, lésion au niveau du coléoptile, racines peu ou pas développées, déformation du germe, dessèchement brutal des jeunes plantes ; le symptôme le plus fréquemment observé est la coloration brune foncée des nœuds inférieurs ; sur les plantes âgées. Une infection par la fusariose peut produire une vraie pourriture du pied, ou la base de la tige devient brune et pourrie, ce qui entraîne l'émergence d'épis blancs, ce symptôme est très observé dans les saisons très sèches (El hadj Hammiche, 2013).

2.2.1. Le piétin - échaudage

Ce champignon *Gaeumannomyces graminis* est surtout présent dans les sols cultivés en blé et orge, plus particulièrement sur les parcelles de monoculture. Cette maladie est favorisée par les conditions humides du sol (Ezzahiri, 2001 ; Aouali et Douici-Khalfi, 2009).

Le parasite peut attaquer les racines dès la germination. Après ce stade, la présence du champignon entraîne un arrêt de la montée de la sève brute et il s'ensuit une nécrose des racines, du pied et des tiges qui deviennent fragiles, ce qui les rend plus cassantes. Ces premiers symptômes sur les racines sont difficiles à identifier sur les plantes en début

d'attaque. Pendant la phase végétative, un début de décoloration des feuilles qui tend au jaune et la présence de plantes chétives sont les des premiers signes de la maladie. A partir de la floraison, les signes de contamination deviennent visibles sur les épis qui seront stériles et prennent une couleur blanchâtre bien avant la récolte. La présence de barbes sur les épis d'orge peut rendre difficile l'identification du parasite, en le confondant à une maturité précoce. Dans ce dernier cas, il est recommandé d'examiner le système racinaire des plantes présentant les signes d'attaque de la maladie pour observer et confirmer s'il existe des nécroses (Zillinsky, 1983 ; Ezzahiri, 2001 ; Michel, 2002 ; Aouali et Douici-Khalfi, 2009).

2.2.2. Le piétin - vers

Les symptômes d'*Oculimacula yallundae* ou *O. acufomis* sont le brunissement de la gaine, à la base de la tige et apparition de taches allongées, brunes en périphérie, des taches noires, visibles sur la face interne de la gaine, ou sur la deuxième gaine (Zillinsky, 1983). Des Verses peuvent être provoquées par les lésions en fin de végétation. Et des épis blancs sont disséminés au hasard dans la culture (Zillinsky, 1983).

2.3. Maladies sur épi

2.3.1. Le charbon nu

Cette maladie se développe aussi bien sur le blé tendre que sur le blé dur. Des attaques sporadiques du blé par ce champignon sont observées de temps en temps.

Les symptômes causés par *Ustilago tritici* sont visibles entre la floraison et la maturité. Au début, les épis infectés sont noircis, et apparaissent un peu plus vite que les épis sains. Les enveloppes de la graine, ainsi que leur contenu sont détruites et remplacés par une masse noirâtre, constituée de spores du champignon (Belaid, 1996 ; Ezzahiri, 2001 ; Anonyme, 2008 ; Aouali et Douici-Khalfi, 2009).

L'origine de l'infection du blé par le charbon se trouve dans la semence. En effet, le champignon responsable du charbon nu se conserve dans l'embryon du grain sous forme de mycélium dormant. Certains agriculteurs exposent les graines au soleil afin de détruire le mycélium (Belaid, 1996). Au moment de la germination de la semence, le mycélium est activé. L'agent pathogène infecte la jeune plantule du blé et poursuit son développement au niveau de l'apex. Au moment de l'épiaison, tout le tissu de l'épi, sauf le rachis, est transformé en une masse sporifère. Les spores produites sont libérées et infectent les fleurs des plantes

voisines. Le mycélium issu des spores va infecter le jeune embryon du grain. Celui-ci ne montre aucun symptôme et évolue normalement. Pour détecter l'infection au niveau de son embryon, il faut recourir aux techniques histologiques et microscopiques appropriées. Les conditions favorables à l'infection correspondent à un temps doux (entre 16 et 22 °C) (Ezzahiri, 2001).

2.3.2. Les caries

Tillet, en 1875, a été le premier à démontrer que les spores de caries, remplaçant la masse amylacée du grain, étaient responsables de la maladie. En plus des pertes de rendement, les caries diminuent la qualité de la farine et celle des semences (Besri, 1989).

La carie commune du blé est causée par le champignon *Tilletia caries*, ou dans une moindre mesure par *Tilletia foetida* (Aouali et Douici-Khalfi, 2009). La contamination se produit lors de la germination du blé ; cependant, les symptômes ne sont visibles que plus tardivement, au stade de remplissage des grains. Un épi contaminé s'identifie à l'ouverture des grains par la présence de spores noires très volatiles à odeur de poisson pourri. Cette poudre altère l'aspect et la saveur de la farine qui devient immangeable. Le vent peut transporter les spores sur plusieurs centaines de mètres (Belaid, 1996).

Des semences peuvent avoir une contamination sur la récolte suivante de plus de 60 %. La maladie peut être identifiée par une observation attentive dès le remplissage des grains par la couleur verte olive des glumes et glumelles et l'aspect «ébouriffé» des épis, mais ces caractéristiques ne sont pas systématiques. À la récolte, les grains cariés émettent souvent une odeur rédhibitoire de poisson pourri, même à un taux très faible (Philippe du Cheyron *et al.*, 2009).

L'agent responsable de la carie se conserve sous forme de téléospores sur la semence et dans le sol. L'infection des jeunes plantes du blé se fait à des températures de 5 à 15 °C. Le mycélium du champignon colonise le tissu méristématique et progresse vers l'épi, au fur et à mesure que la plante se développe (Ezzahiri, 2001).

2.4. La fusariose de l'épi

La fusariose est une maladie fongique qu'on trouve sur toute une gamme d'hôtes, dont le blé, l'orge, l'avoine, le maïs, le seigle et les herbages graminées (Richard, 2004 ; Wegulo *et al.*, 2008 et Mathieu *et al.*, 2012). L'importance économique de la fusariose est attribuée aux pertes de rendements considérables telles que l'avortement des fleurs, diminution du nombre et du poids des grains et à l'altération de la qualité des grains (Prescott *et al.*, 1987 ; Pirgozliev *et al.*, 2003 in Ballois., 2012) ; ce qui a des conséquences néfastes lors des processus de transformations industrielles des grains. En plus des pertes de production, certaines espèces de *Fusarium* présentes sur les céréales peuvent conduire à la contamination des grains par diverses mycotoxines (Prescott *et al.*, 1987 ; Ballois, 2012).

2.4.1. Symptômes

Les symptômes sont très visibles sur champ car ils se manifestent par un blanchiment prématuré d'une partie ou de la totalité de l'épi. Les premiers symptômes apparaissent souvent au centre de l'épi d'où ils progressent ensuite vers le haut et vers le bas (Zillinsky, 1983 ; Wegulo *et al.*, 2008).

La maladie se développe et se propage parfois très rapidement et peut affecter la totalité de l'épi. Une coloration allant de rose à orange saumoné peut apparaître sur les épillets infectés, surtout lors de périodes d'humidité prolongées (Mascher *et al.*, 2005).

De petits organes de fructification noirs produits par le champignon peuvent apparaître tard dans la saison. Les grains mûrs peuvent être ratatinés, légers, blancs crayeux ou parfois roses, on parle alors de grains momifiés ou endommagés par le fusarium. Les grains momifiés sont souvent plus lourdement contaminés par les mycotoxines (Richard, 2004 ; Wegulo *et al.*, 2008 ; Mathieu *et al.*, 2012).

2.4.2. Caractéristiques du pathogène

Le *Fusarium graminearum* est un champignon cosmopolite, retrouvée en Asie, en Europe, en Afrique, en Amérique du Nord et du Sud et en Océanie (O'Donnell *et al.*, 2004).

La première et véritable description du genre *Fusarium* a été réalisée par Link en 1809. Il doit son nom du latin *fuscus* (fuseau) en rapport à la forme de ses macroconidies fusiformes et cloisonnées. Il appartient à la division des Ascomycètes et à la famille des Nectriacées (Siou, 2013).

Le pathogène apparaisse sous le microscope sous forme des macroconidies qui mesurent généralement entre 25 - 50µm × 2.5 - 5.0 µm et comportent trois à sept cloisons. Le corps de la spore est généralement droit ou faiblement arqué, la cellule apicale est courbe et

pointue. La cellule basale est allongée, effilée et légèrement courbée. Des périthèces superficiels naissent souvent sur les épis et les chaumes malades quand la récolte a lieu durant une longue période humide et chaude (Zillinsky, 1983 ; Wegulo *et al.*, 2008).

2.4.3. Cycle biologique

Le champignon qui cause la maladie persiste et se multiplie sur les résidus végétaux infectés, qu'il s'agisse de céréales, de graminées ou d'autres plantes, cultivées ou non, qui se trouvent dans le champ et dans les environs. Les spores de *Fusarium* se déposent sur les épis à la faveur du vent et des éclaboussures. Les petites céréales sont sensibles à l'infection à partir de la floraison (apparition de l'épi) jusqu'au stade mi-pâteux, voire plus tard selon les caprices du climat. Les conditions les plus propices à l'infection sont des périodes de 48 à 72 heures de forte humidité et des températures de 24 à 30 °C. Des périodes plus longues d'humidité élevée combinées à des températures fraîches peuvent aussi provoquer l'infection. Les infections qui se produisent tôt dans la saison produisent parfois des spores qui, transportées par le vent, peuvent propager la maladie (Zillinsky, 1983 ; Mascher *et al.*, 2005 ; Martin *et al.*, 2007 ; Wegulo *et al.*, 2008).

La gravité de la fusariose, qui varie selon le champ et l'année, dépend des conditions climatiques, du stade de croissance de la plante et de la présence du pathogène. Plus l'infection survient tôt, plus la maladie est grave. Si un cultivar est très sensible, que l'inoculum abonde au moment de la floraison, et que l'on combine à ces facteurs des conditions atmosphériques favorables, alors la gravité de la brûlure et de la contamination par les mycotoxines sera maximale (Richard, 2004 ; Martin *et al.*, 2007 ; Wegulo *et al.*, 2008 et Mathieu *et al.*, 2012).

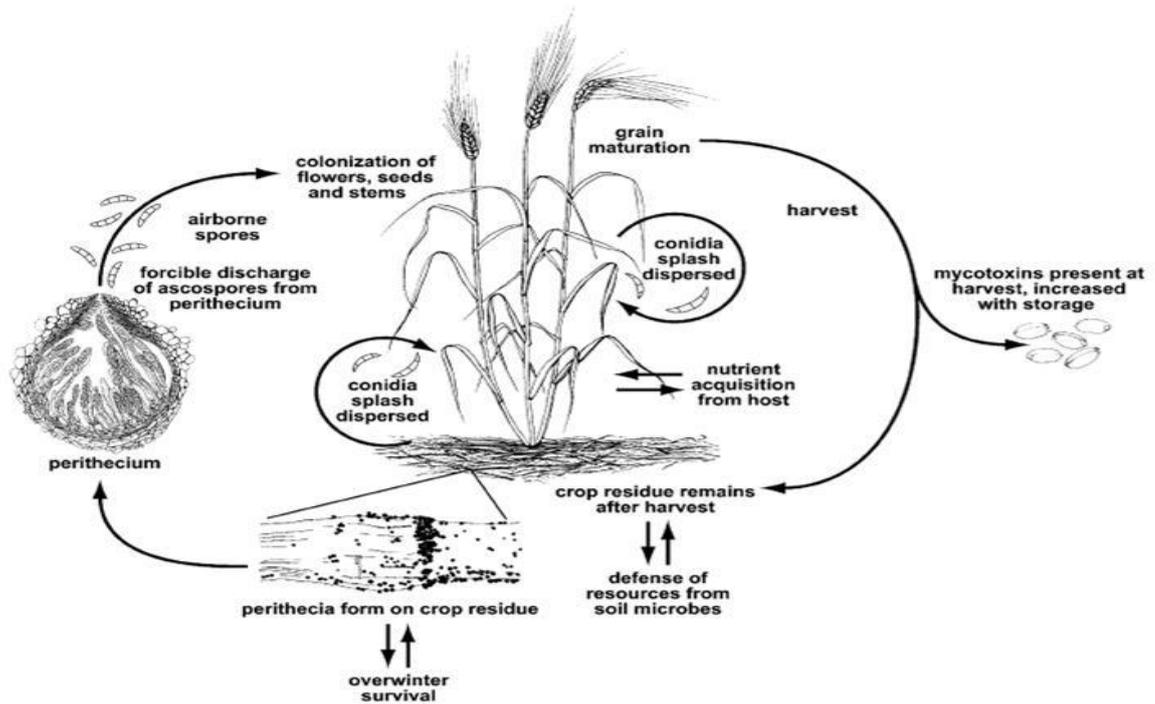


Figure 1: Cycle de vie de *F. graminearum*, principal agent responsable de la fusariose des épis de blé (Trail, 2009).

2.4.4. Infection

Parmi les facteurs favorisant le développement de la maladie fusarienne nous citons, les précédents à paille, le maïs, le sorgho, l'absence de rotation, l'utilisation des variétés sensibles et l'absence de travail du sol. Cette dernière technique laisse des grandes quantités de débris végétaux en surface, offrant ainsi, un substrat idéal pour la multiplication des *Fusarium* (Martin *et al.*, 2007 ; Wegulo *et al.*, 2008).

Toutefois, le champignon ne peut attaquer les épis de blé que s'il pleut et que la température est assez élevée. Les gouttes de pluie permettent la dispersion des spores du pathogène, notamment à partir du sol, et les transportent jusqu'au niveau de l'épi. L'humidité relative élevée permet la germination des spores et leur entrée dans la fleur. La sévérité et le développement de l'infection sont largement influencés par la sensibilité de la variété de blé ou de triticale utilisé (Mascher *et al.*, 2005).

L'infection a lieu durant la floraison. Après germination, le tube germinal pénètre dans l'épillet et se développe sur les glumes, utilisant les nutriments disponibles. Le champignon pénètre ensuite dans la fleur et s'enfile dans les stomates, les blessures et les étamines (Mascher *et al.*, 2005). Ces dernières sont le site préféré de pénétration parce qu'elles contiennent des composés qui stimulent la croissance des champignons (Strange et Smith,

1971). Le mode d'infection peut toutefois varier d'une variété à l'autre. Quand l'épillet est infecté, le champignon se propage dans le reste de l'épi, soit à l'extérieur, soit à l'intérieur, en utilisant le système vasculaire. Ce dernier type de propagation peut provoquer l'interruption du flux de la sève vers les parties supérieures de l'épi.

2.4.5. Conditions favorables au développement de la maladie

La sévérité de la fusariose est conditionnée par trois facteurs indépendants des champignons : Les facteurs climatiques, agronomiques et physiologiques de la plante hôte (Bai et Shaner, 1994 in Siou, 2014).

a. Les facteurs climatiques

La température et l'humidité sont responsables de 48 % de la variation dans la maladie. Le climat joue donc le rôle principal dans le développement de la maladie. Puisque nous n'avons pas d'influence sur la météo, l'emphase doit être mise sur les deux autres facteurs (Mathieu *et al.*, 2012).

b. Les facteurs agronomiques

Ils jouent un rôle principalement dans la conservation de l'inoculum primaire. Ainsi, un précédent cultural sensible à la fusariose (maïs, blé, orge), infecté lors de son cycle, est une source potentielle d'inoculum pour la culture suivante via ses résidus. Egalement, le travail du sol augmenterait la dégradation des résidus en favorisant l'activité microbienne et donc limiterait la colonisation des résidus par *F. graminearum* (Pereyra *et al.*, 2004).

c. Les facteurs physiologiques

La maladie dépend de la quantité d'inoculum présent dans le précédent cultural, qui détermine en partie l'inoculum présent, et dépend aussi de la sensibilité des plantes, de l'état de stress, le stade de développement, la date et la durée de la floraison et le niveau de résistance de la variété (Champeil *et al.*, 2004).

2.1. Distribution spatiale des maladies fongiques du blé dur

2.1.1. Inspection sanitaire des parcelles

L'étude de la nuisibilité des maladies fongiques dans une région donnée nécessite trois critères essentiels, à savoir le choix de la période, le choix de la parcelle et la collecte d'informations (Zahri *et al.*, 2008).

- Choix de la période d'inspection

Les prospections ont été réalisées au moment où les stades phénologiques des blés s'étaient étalés de la floraison à la maturité.

- Choix de la parcelle

Le choix des parcelles a été effectué aléatoirement au niveau des différentes communes de la région de Sétif.

- Collecte d'informations

Les prospections ont été effectuées durant les mois de Mai, Juin et Juillet 2014 sur 52 exploitations agricoles, englobant 15 communes (Fig. 2). Un questionnaire a été établi pour chaque exploitation agricole (Annexe-1).

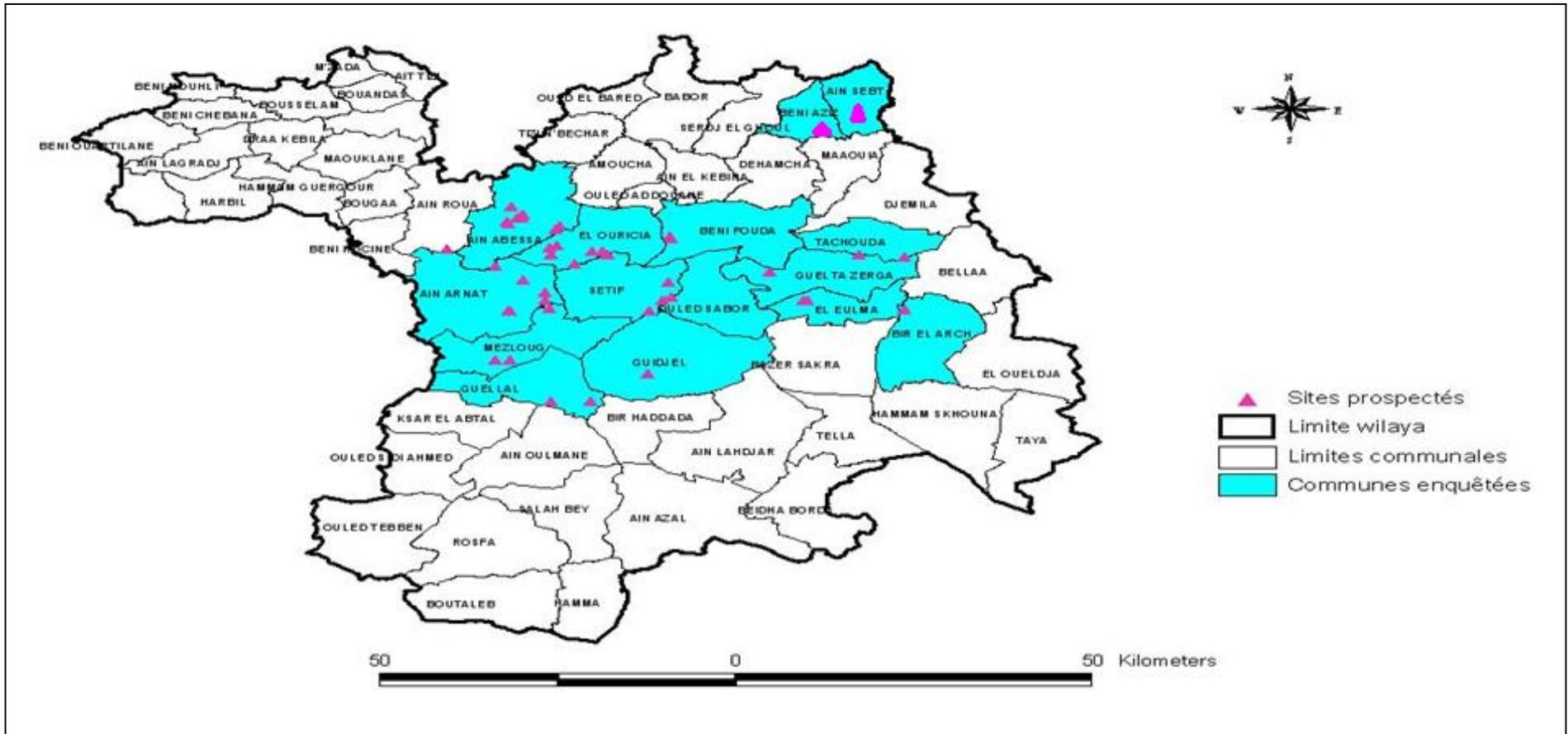


Figure 2 : Localisation géographique des sites prospectés dans la wilaya de Sétif par le système SiG la campagne agricole 2013-2014.

Pour chaque parcelle de blé dur, 40 talles avec épis ont été prélevées au hasard de quatre endroits différents (Fig. 3), pour la présence de différentes maladies cryptogamiques foliaires. Leurs incidences et leurs sévérités ont été déterminées.

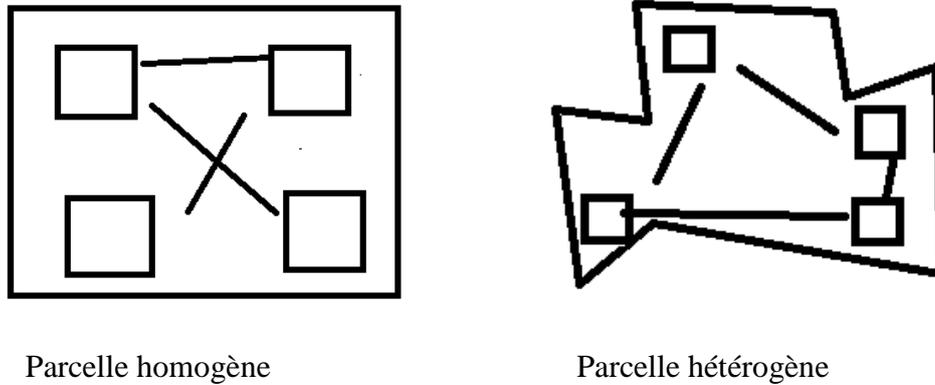


Figure 3 : La forme des parcelles prospectées.

2.1.1.1. Incidence de la maladie

L'incidence (fréquence de l'infection c'est le pourcentage de plantes attaquées), Elle se base sur le comptage de la présence de symptômes sur les feuilles dans une parcelle donnée et est calculée selon la méthode de Dajoz (1985) :

$$F = \frac{n}{N} \times 100$$

n : Le nombre de relevés

N : Le nombre total de relevés

2.1.1.2. Sévérité de la maladie

La sévérité est exprimée en pourcentage de surface foliaire attaquée selon un échelle de notation logarithmique (Tab.2), décrite par Notteghem *et al.*, 1980 et améliorée par Amrani (2013).

**Tableau 2 : L'échelle de notation des taches foliaires de 0 à 9
(Notteghem *et al.*, 1980)**

Symptômes	Notes	Surface foliaire atteinte (%)
Absence de la maladie.	0	0
Très peu de taches éloignées au niveau des feuilles inférieures.	1	0,05
Présence de peu de taches éloignées au niveau des deux premières feuilles.	2	0,5
Peu à très peu des taches sur le 1/3 basal des plantes.	3	1,5
Nécroses dispersées, sur le ½ de la hauteur de la plante.	4	3,5
Nécroses ne dépassant pas la moitié de la plante.	5	7,5
Attaque prononcée au 1/3 de la base de la plante et aux feuilles du milieu.	6	17,5
Attaque prononcée au 1/3 de la base de la plante et aux feuilles du haut.	7	37,5
Attaque prononcée sur les feuilles du milieu et en haut de la plante.	8	62,5
Attaque très prononcée sur toutes les feuilles, même l'épi peut être atteint.	9	87,5

Ces maladies cryptogamiques ont été diagnostiquées et identifiées sur la base de leurs symptômes typiques (Zillinsky, 1983) et sur l'observation microscopique des spores, après désinfection des surfaces foliaires par la solution d'hypochlorite de sodium 1%, pendant 1 à 5 mn et incubation des fragment de feuilles présentant des symptômes 24 à 48 heures à la température ambiante. La distinction entre les pathogènes est réalisée en se référant au manuel de Barnett et Hunter (1972). Aussi, les grains de blé fusariés ont été diagnostiqués et identifiés selon la méthode de Mills et al.(1978), en sélectionnant 60 grains au hasard et placés dans une boîte de Pétri stérile contenant de l'hypochlorite de sodium à une concentration de 2% pendant 2 minutes, puis les grains seront lavés trois fois avec de l'eau distillée stérile et séchés à la température ambiante du laboratoire sur papier Wathman stérile. Ensuite, on met 20 grains de blé dans une boîte de Pétri contenant le milieu PDA et incubées à 28+2C° dans l'étude pendant 5 à 7 jours. Les colonies visibles seront identifiées par observation des caractères morphologiques.

Le matériel utilisé est constitué d'un appareil photo numérique du type SAMSUNG 12 méga pixel et d'un GPS 76 (Annexe 2).

2.2. Effet de la fusariose sur le rendement du blé dur et ses composantes

2.2.1. Présentation du site expérimental

2.2.1.1. Lieu d'étude

L'essai a été mené au cours de la campagne agricole 2014/2015, à la Station Expérimentale Agricole de l'Institut Technique des Grandes Cultures (ITGC) de Sétif. Le site se trouve à une altitude de 1081 m, à la latitude 36° 9' Nord et à la longitude 5° 21' Est. Le sol de la parcelle expérimentale est caractérisé par une texture argilo-calcaire, une profondeur moyenne. La topographie du sol est plate avec une exposition Est/Ouest.

2.2.1.2. Conditions climatiques

➤ Précipitations

La pluviométrie mensuelle moyenne enregistrée durant la campagne agricole 2014-2015 est de **31,3** mm. Les précipitations totales enregistrées sont de **365,90** mm (Tab. 3). Les pluies ont été concentrées le plus durant les mois de Janvier et Février. Avec environ **60,85** mm.

Tableau 3 : Précipitations mensuelles durant la campagne agricole 2014-2015.

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fev	Mars	Avri	Mai	Juin	Pluviométrie cumulée (mm)
Pluviométrie (mm)	6,6	5,6	20,5	75,30	68,8	52,9	52,9	5,4	25,7	52,2	365,90

Source : Station météorologique de Sétif (2015)

➤ Températures

Les températures moyennes enregistrées durant la campagne agricole 2014-2015 varient de 4,34 °C pour le mois de Février comme étant le mois le plus froid et une moyenne mensuelle de 23,5 °C pour le mois de septembre comme étant le mois le plus chaud (Tab. 4),

Tableau 4 : Températures mensuelles enregistrées durant la campagne agricole 2014-2015.

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Moyenne °C
T Max(c°)	31	25,2	17,9	9,58	9,61	8,23	14,56	21,41	26,39	29,34	19,32
T Min (c°)	16	10,4	6,5	0,81	-0,84	0,45	2,52	6,63	10,29	13,58	6,71
Moyenne	23,5	17,8	12,2	5,19	4,38	4,34	8,54	14,02	18,34	21,46	12,97

Source : Station météorologique de Sétif (2015)

➤ **Occurrences climatiques**

L'occurrence, climatiques durant la campagne agricole 2014/2015 sont mentionnées dans le tableau ci-dessus.

Tableau 5 : Occurrences climatiques.

Mois	Gelée (jours)	Neige (jours)	Nbr jours Pluie	Grêle (jours)	Sirocco (jours)
Septembre	0	0	1	0	0
Octobre	0	0	2	0	0
Novembre	0	0	3	0	0
Décembre	12	5	16	0	0
janvier	20	13	13	0	0
Février	10	8	16	0	0
Mars	9	2	9	0	0
Avril	4	0	1	0	0
Mai	0	0	5	0	0
Juin	0	0	6	0	0

Source : Station météorologique de Sétif (2015)

2.2.1.3. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est la variété GTA dur (Grain Trade Australian) (*Triticum durum* Desf.), de catégorie ordinaire. Elle provient de l'agriculteur LAAOUAMER Mahdi

(Bir Nssa Sétif) où la fusariose du blé a été détectée durant la campagne agricole précédente et confirmée par des analyses au laboratoire selon la méthode décrite par Mills *et al* (1978).

2.2.1.4. Produits utilisé

Le traitement des semences a été réalisé à la station de l'ITGC de Sétif. A l'aide de deux fongicides, le Celest extra et le Dividend à la dose de 200 ml /100 kg respectivement (Annexe. 1).

T₀ = Semences non traitées.

T₁ = Semences traitées au Celest extra.

T₂ = Semences traitées au Dividend.

2.2.2. Protocole expérimental

Le dispositif utilisé pour notre essai est composé de blocs randomisés de quatre répétitions avec une superficie totale de 110,592 m². L'espace entre chaque bloc est de 0,80m. Chaque bloc contient quatre parcelles élémentaires, dont chacune mesure 6 m de longueur et 1,2 m de largeur ; espacées de 20 cm. Chaque parcelle comporte 6 lignes distantes de 0,20m (Fig. 4).

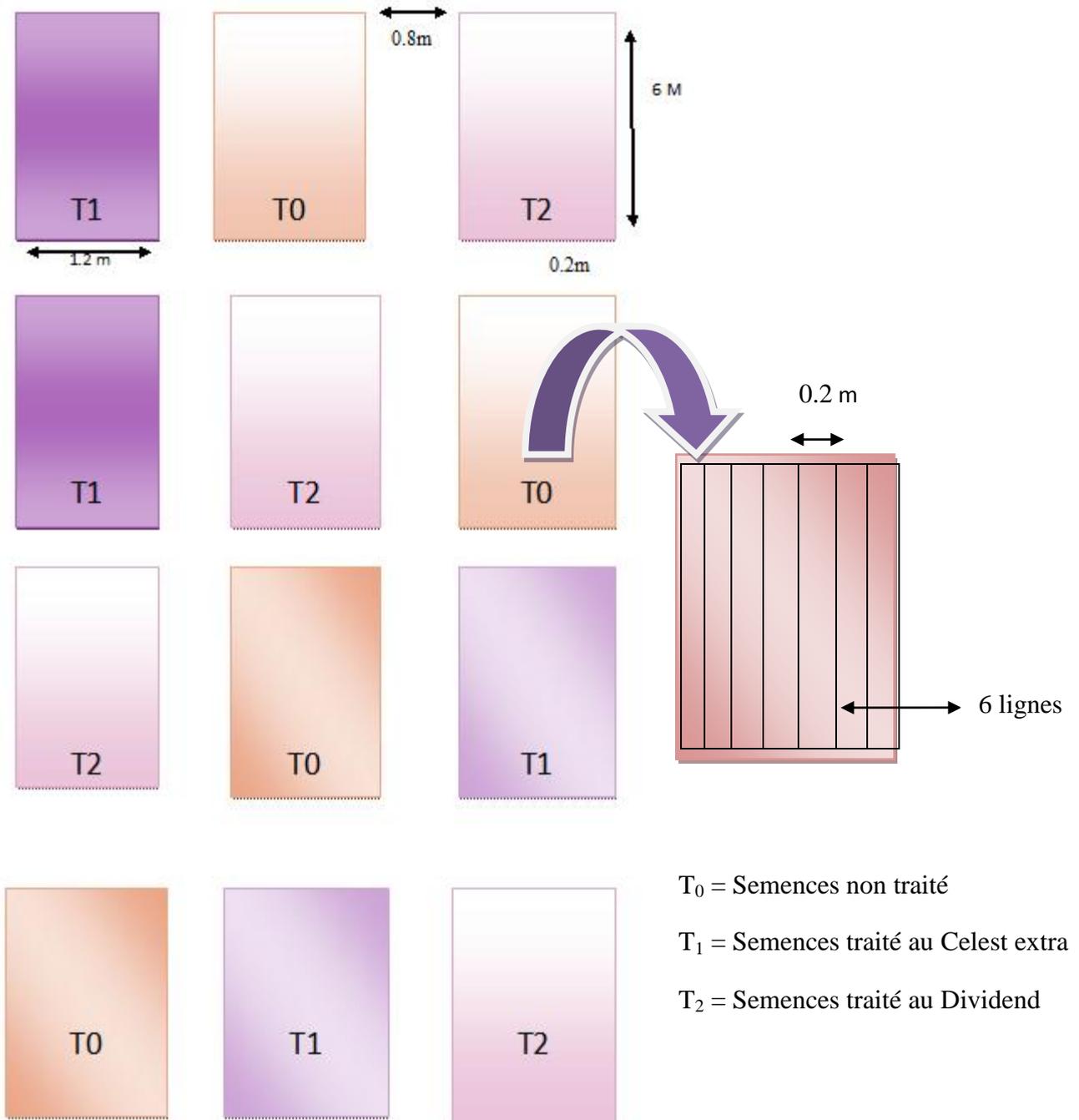


Figure 4 : Dispositif expérimental

2.2.2.1. Préparation du sol

L'essai a été installé sur une parcelle dont le précédent cultural était une jachère travaillée. Le travail du sol a été réalisé par un labour profond de 30 à 50 cm, le 11/02/2014 avec une charrue à soc ; un premier recroisement a été effectué le 11/11/2014. et un deuxième le 25/11/2014 par épandage de fumure de fond (Fosphactyle 1q/ha), ensuite un passage de herse rotative pour réduire l'infestation des mauvaises herbes. La préparation du lit de semence à été effectué le 4/12/2014 et la fertilisation azotée le 9/04/2015 (1q/ha) au stade épi 1 cm.

2.2.2.2. Conduite expérimentale

- Le semis a été effectué mécaniquement le 16/12/2014, avec une densité de 250 grains/m². Cette opération a été réalisée par un semoir expérimental à essai du type HEGE.
- La date de levée a été observée le 3/02/2015.
- L'essai a été mené sous régime pluvial.
- La date de récolte a été effectuée mécaniquement sur une superficie de 12 m², le 07/07/2015.
- La faculté germinative des grains de l'essai, traités par le Celest extra, le Dividend et les non traités a été effectuée au niveau du laboratoire du CNCC de Sétif.

2.2.3. Mesures et observations réalisées

Le nombre d'épis a été déterminé sur 1mètre linéaire prélevé aléatoirement de chaque parcelle.

- Le prélèvement des plants à partir de 1 mètre linéaire sur chaque parcelle. Le nombre des plants par mètre linéaire a été compté puis rapporté au mètre carré.
- Le prélèvement des épis à partir d'un mètre linéaire sur chaque parcelle, puis en comptant le nombre d'épis par mètre linéaire sur chaque mètre linéaire puis rapporté au mètre carré.
- La hauteur a été mesurée au stade floraison aléatoirement au niveau de chaque parcelle du collet jusqu'à l'installation de l'épi.
- La pesée de mille grains prélevés aléatoirement de chaque parcelle.
- Les valeurs de rendement obtenues en g/m² pour chaque parcelle ont été converties en quintaux par hectare.

Ce rendement a été déterminé à partir de la formule suivante :

$$\mathbf{Rdt\ est = (NEM * NGE * PMG)/1000}$$

Rdt_{est} : Rendement estimé.

NEM : Nombre d'épis/m²

NGE : Nombre de grains/épis

PMG : Poids de mille grains.

2.2.4. Analyses Statistiques

Les traitements des données ont été effectués par le logiciel SPSS V.19 pour la détermination des classes ; l'ARCGIS 9.3 pour traiter les figures et le logiciel COSTAT V.6.3 pour l'analyse de la variance.

3. Résultats

3.1. La conduite des cultures dans les exploitations

D'après le tableau 6, on remarque que la conduite de la culture du blé dur dans les exploitations agricoles de la wilaya de Sétif durant la campagne agricole 2013/2014 est comme suit :

Tableau 6 : La conduite des cultures dans les exploitations agricoles

Les superficies	<ul style="list-style-type: none"> • 1ha_10ha • 10ha_50ha • 50ha_100ha 	<ul style="list-style-type: none"> • 50 % • 42,29 % • 3,48 %
Le matériel utilisé	<ul style="list-style-type: none"> • A disque • A soc • Autre 	<ul style="list-style-type: none"> • 75 % • 5,76 % • 15,38 %
Mode de conduite	<ul style="list-style-type: none"> • Travail conventionnel • Semis directe 	<ul style="list-style-type: none"> • 98,07 % • 1,92%
Origine de la semence	<ul style="list-style-type: none"> • Coopérative • Voisin ou au marché • Propre 	<ul style="list-style-type: none"> • 90,30 % • 3,48 % • 3,84 %
Mode d'irrigation	<ul style="list-style-type: none"> • Pluvial • En irrigué 	<ul style="list-style-type: none"> • 71,15 % • 28,48 %
Date de semis	<ul style="list-style-type: none"> • Tardif • Précoce 	<ul style="list-style-type: none"> • 88,46 % • 5,70 %
Le précédent cultural	<ul style="list-style-type: none"> • Jachère travaillée 	<ul style="list-style-type: none"> • 59,68 %
La fertilisation azotée	<ul style="list-style-type: none"> • Avec fertilisation • Sans fertilisation 	<ul style="list-style-type: none"> • 57,68 % • 42,35 %
Le désherbage chimique	<ul style="list-style-type: none"> • Pratiquele désherbage chimique • Ne pratique pas le désherbage 	<ul style="list-style-type: none"> • 73,04 % • 26,96 %

Il ressort que les superficies cultivées entre 1 et 10ha sont les plus représentatives avec 50 %. Le matériel utilisé est de type à disque avec 75 % . Le mode de conduite conventionnel avec 98 %. L'origine de la semence de la CCLS, avec 90,30 % . Le mode d'irrigation du type pluvial, avec 71,15 %. La date de semis effectuée tardivement avec 88,46 %. Le précédent

cultural pratiqué est de la jachère travaillée avec 59,60 %. L'apport de la fertilisation du type azotée, avec 57,68 % et enfin, la pratique du désherbage chimique avec 73,04 %.

3.2. Distribution spatiale des maladies fongique du blé dur

D'après les résultats obtenus nous avons constaté sur les 52 exploitations agricoles prospectées dans la région d'étude la présence des maladies fongiques avec une répartition hétérogène. L'identification a permis de recenser 6 maladies fongiques, à savoir (la rouille brune, la septoriose, l'oïdium, la fusariose, la tache auréolée et le piétin échaudage) avec une incidence et une sévérité totale de 24,40 % et 31,83% respectivement.

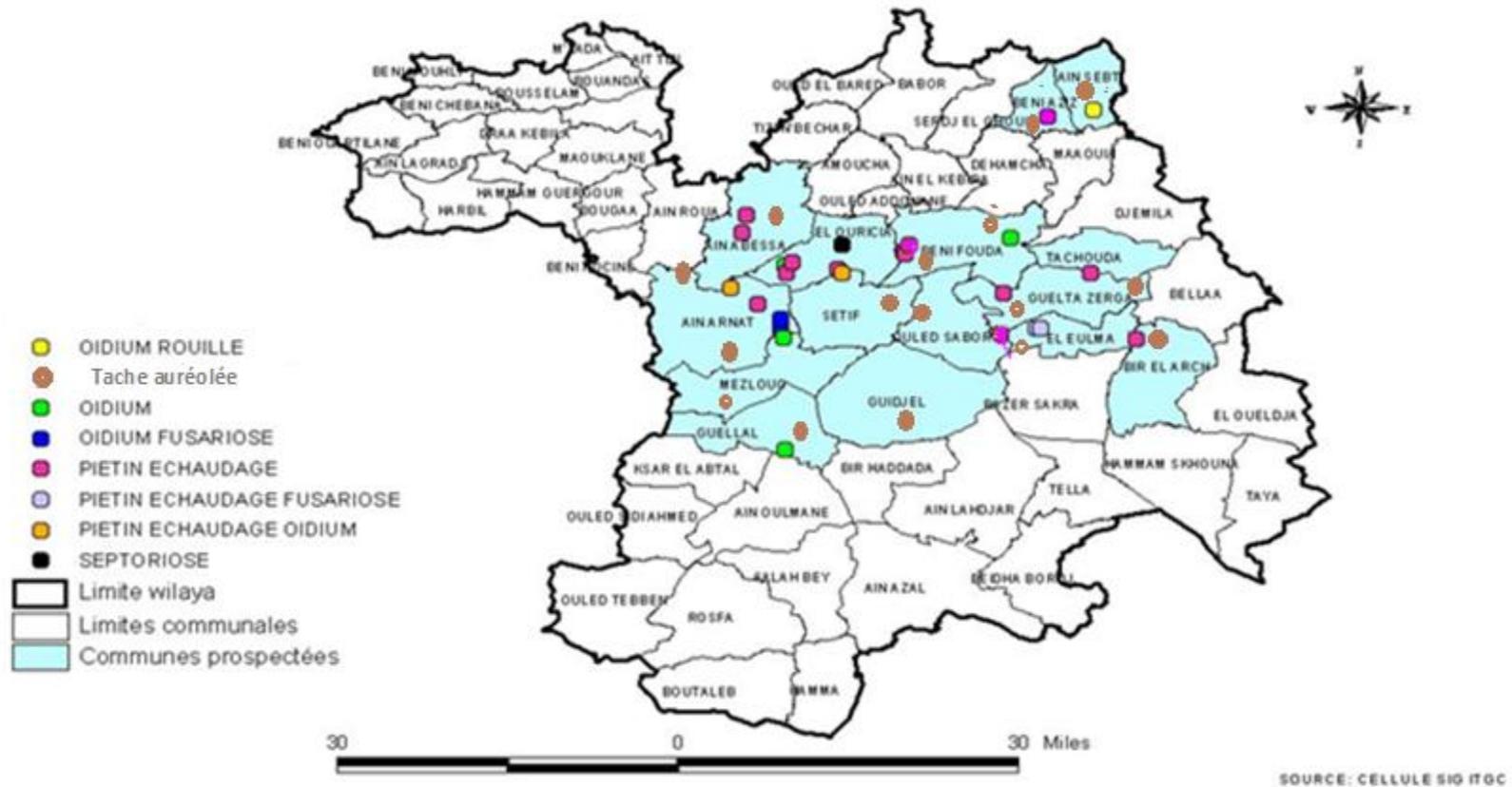


Figure 5 : Répartition spatiale des maladies cryptogamiques au niveau de la zone céréalière de Sétif

3.2.1. L'incidence des maladies fongiques

La fréquence des 6 maladies fongiques identifiées au niveau de la région d'étude est classée par ordre décroissant : La fusariose avec 50 %, la tache auréolée avec 33,92 %, la septoriose avec 25 %. le piétin échaudage avec 17,67 %, l'oïdium avec 11,53 % et la rouille brune avec 8.33 %.

3.2.2. La sévérité des maladies fongiques

Le développement des maladies durant cette campagne agricole 2013/2014 a été plus ou moins faible et le plus souvent nul suite à la sécheresse qui sévissait (plus de 40 jours).

On remarque que la tache auréolée et la fusariose de l'épi présentent des degrés de sévérités élevés de l'ordre de 62,5 %. Par contre, l'oïdium et le piétin échaudage présentent une sévérité moyenne avec 37,5 % et 17,5 %, enfin, la septoriose et la rouille brune sont les plus faibles avec une sévérité de 7,5 % et 3,5% respectivement.

De point de vue sanitaire, c'est le développement épidémique de la tache auréolée (*pyrenophora tritici-repentis* Died.) qui a été recensée dans les parcelles vers la fin du mois d'Avril. De plus, elle a été présente dans toutes les régions prospectées avec une prédominance bien marquée dans les parcelles irriguées avec une sévérité de l'ordre de 62.5 %. Notons que cette maladie était souvent moins développée dans notre région, jamais un tel développement n'avait été observé d'après les responsables de ITGC de Sétif.

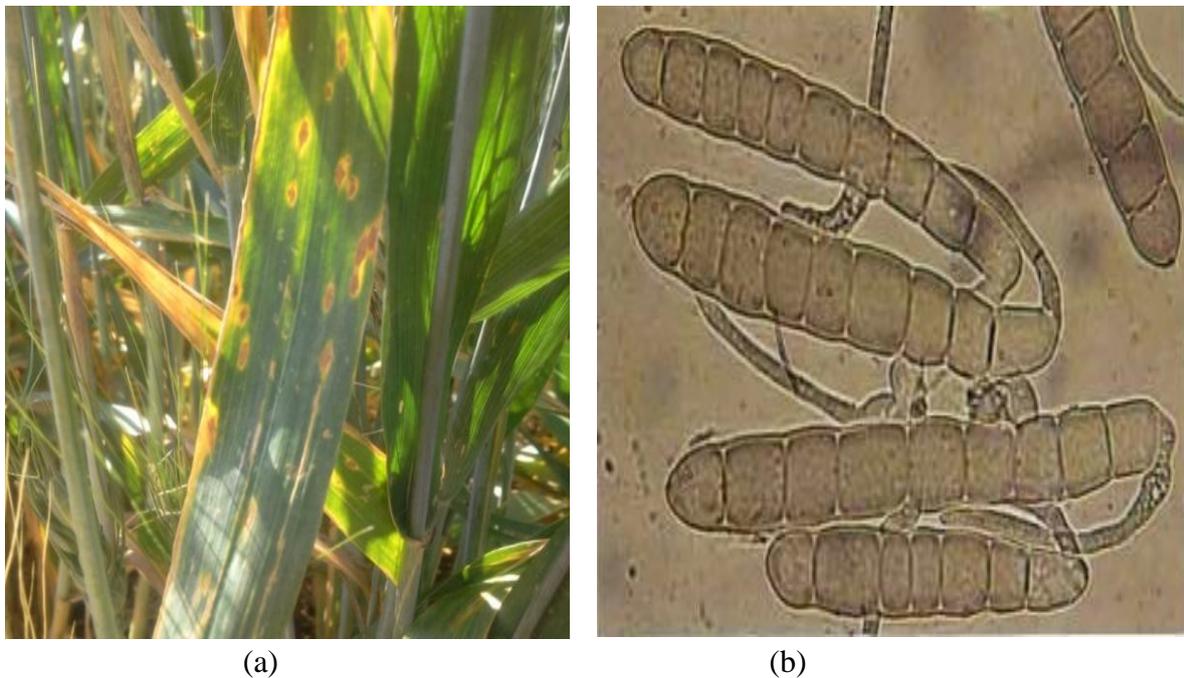


Figure 6 : Maladie de la tache auréolée

(a) Observation visuelle (b) Observation morphologique

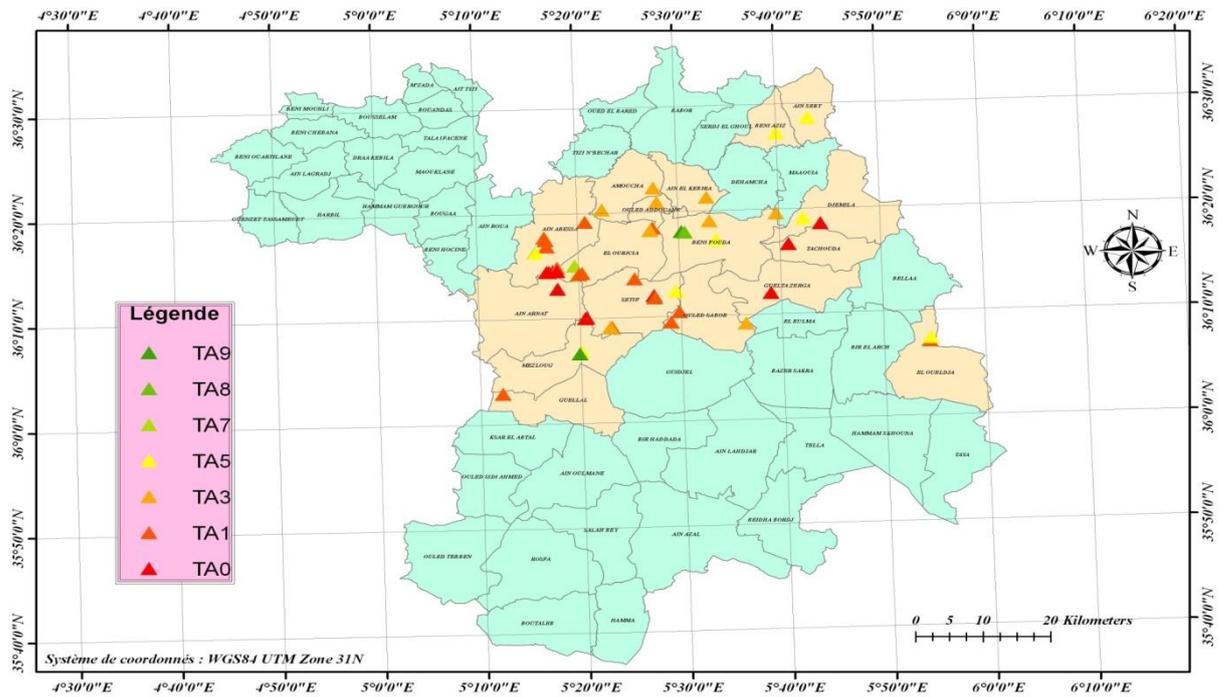


Figure 7 : Distribution spatiale de la tache auréolée dans la région d'étude.

En deuxième position, c'est le piétin-échaudage (*Gaeumannomyces graminis*) qui a été observée dans dix sept parcelles avec une sévérité de l'ordre de 17,5 % (Fig. 8).



(a)

(b)

Figure 8 : Maladie de piétin échaudage

(a) Observation visuelle (b) Observation morphologique

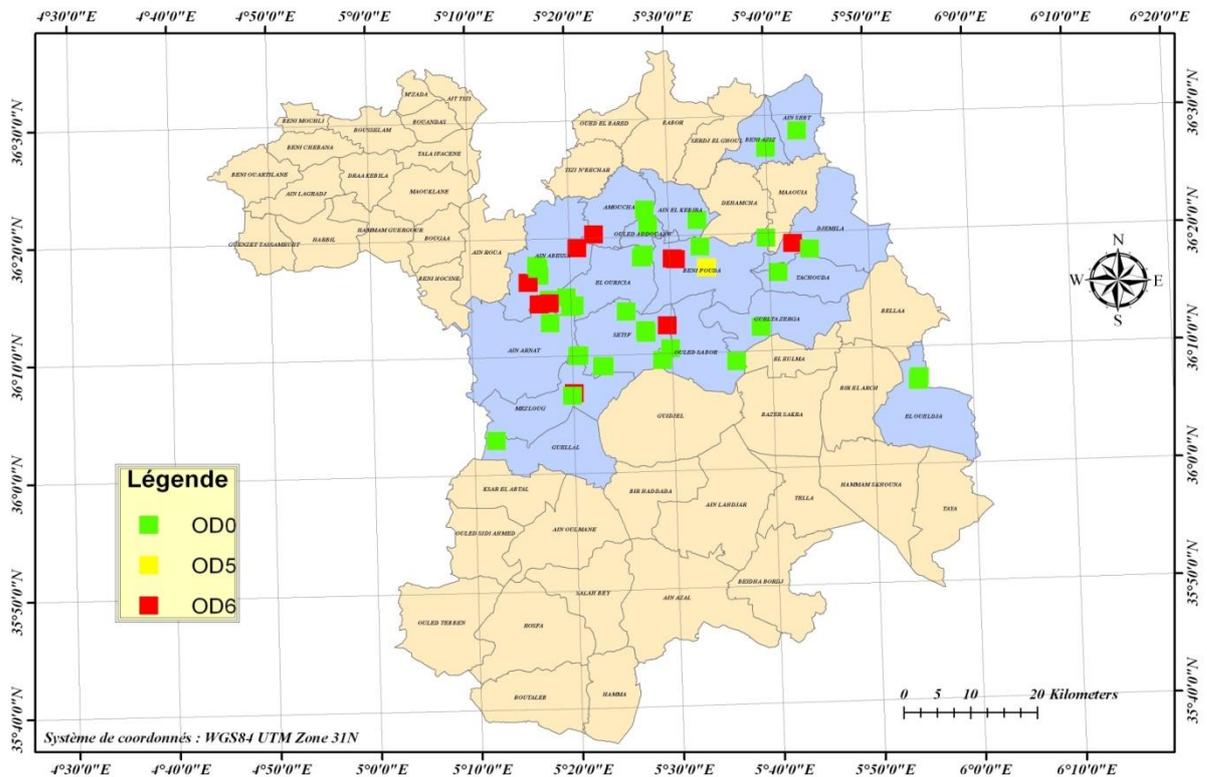


Figure 11 : Distribution spatiale de l'oïdium au niveau de la région d'étude.

La fusariose des épis a été recensée dans quatre parcelles avec une sévérité de l'ordre de 62,5 %. Cette maladie n'a pas été signalée auparavant par les services agricoles de la wilaya de Sétif.



(a)

(b)

Figure 12 : Maladie de la fusariose

(a) Observation visuelle (b) Observation morphologique

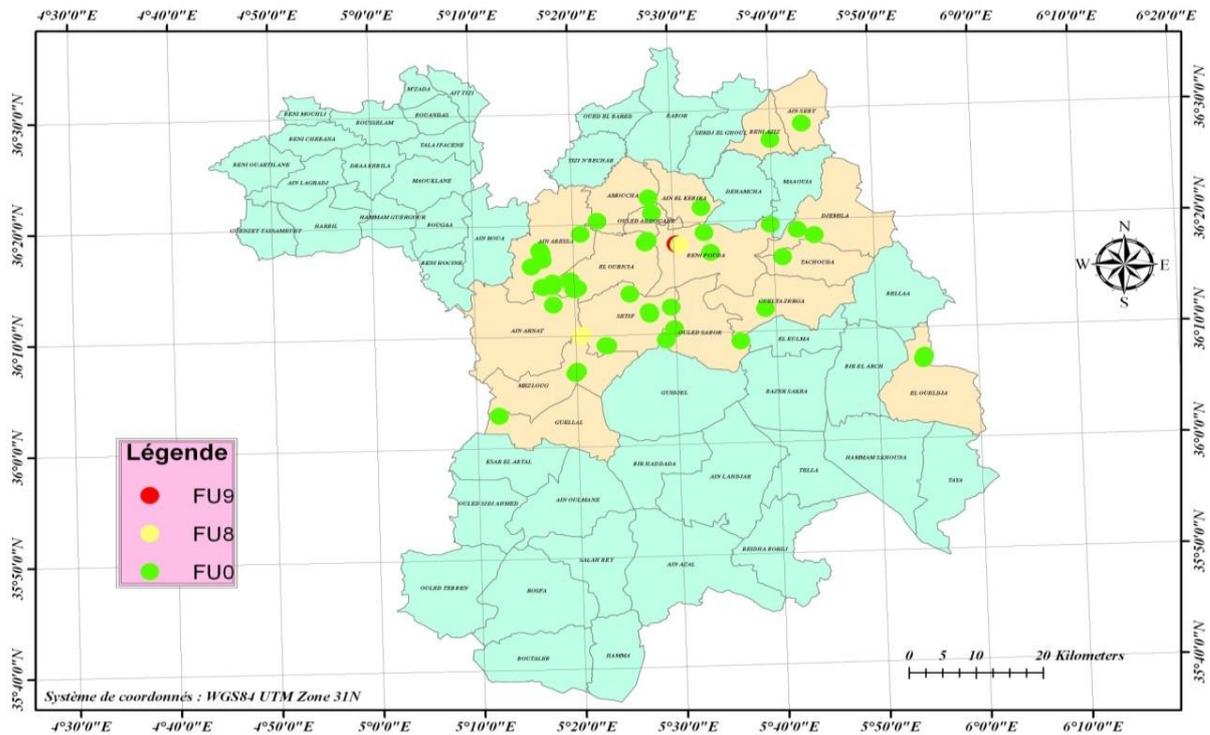


Figure 13 : Distribution spatiale de la fusariose au niveau de la région d'étude.

Enfin, la rouille brune (*Puccinia triticina* Eriks.) et la septoriose (*Septoria tritici* .Desm.) sont présentées avec une sévérité de 3,5 % et de 7,5 % respectivement. Ceci est dû entre autres aux conditions climatiques défavorables caractérisées par une sécheresse de 40 jours durant cette campagne agricole.

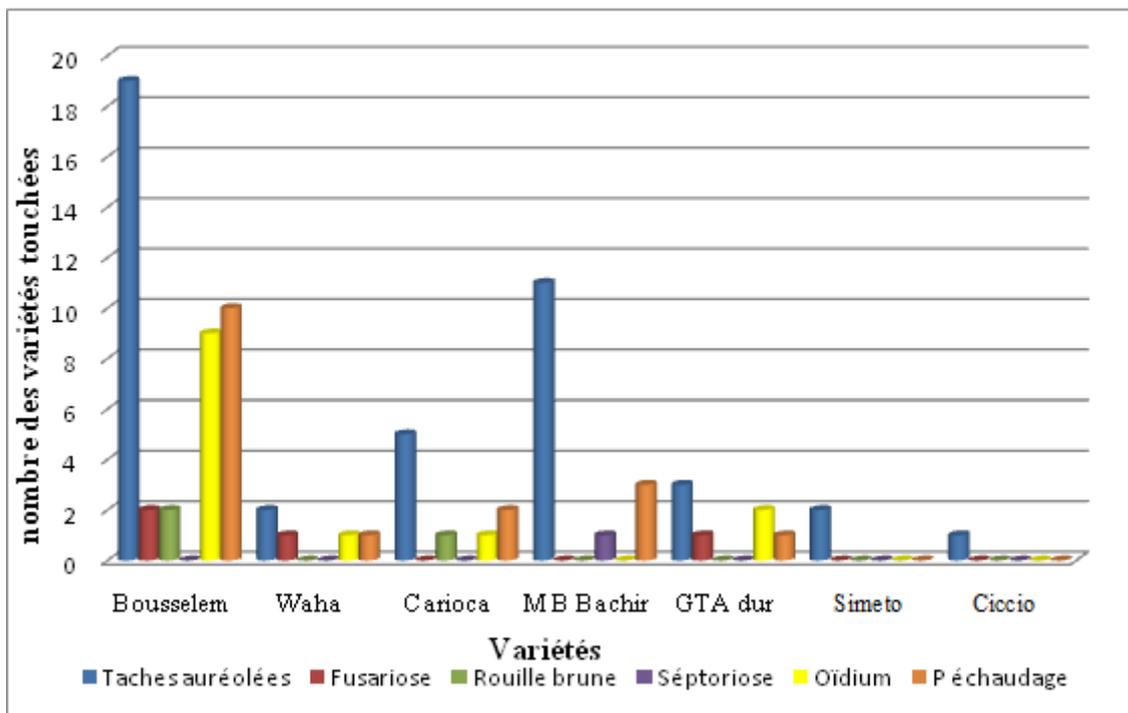


Figure 14 : Maladie de la septoriose

(a) Observation visuelle (b) Observation morphologique

3.2.3. Le comportement des variétés vis-à-vis des maladies cryptogamiques.

Les résultats ci-dessous nous renseignent sur les variétés de blé dur (Bousselem, Waha, Carioca, MBB, GTA dur, Simeto et Ciccio) qui sont touchées par les 6 maladies recensées (Tache auréolée, Fusariose, Rouille brune, Séptoriose, Oïdium et Piétin-échaudage) (Fig.18).



Figures 18 : Les variétés les plus touchées par les maladies.

D'après la figure 18, on remarque que toutes les variétés de blé dur sont sensibles aux maladies cryptogamiques ; mais à des degrés variables. Ainsi, les variétés les plus sensibles sont : Bousselem et GTA dur avec un taux d'infection moyen de 48% et 19,23% respectivement. Les variétés moyennement sensibles, sont Carioca et GTA dur avec un taux d'infection moyen de 11,53% et 9,61% respectivement. Enfin, les variétés les moins sensibles, sont Simeto et Ciccio avec un taux d'infection moyen de 3,84% et 1,92% respectivement.

Notre approche statistique, par classification ascendante hiérarchique, a permis de distinguer huit classes (Fig.19). La séparation entre ces dernières est plus ou moins marquée. De plus, on observe des classes plus ou moins compactes, ce qui explique une diversité des conduites culturelles plus ou moins importantes entre les sites d'une même classe.

3.2.4. Identification des classes

L'analyse du dendrogramme a permis d'identifier huit classes d'exploitations (Fig.19)

- **La classe 1** est représentée par 2 exploitations agricoles (1 et 2) avec 3,85 %.
- **La classe 2** est représentée par 3 exploitations (3,4 et 11) avec 5,75 %.
- **La classe 3** est représentée par 4 exploitations (6, 9, 21 et 26) avec 7,69 %
- **La classe 4** est représentée par 2 exploitations (30 et 38) avec 17,31 %.
- **Le groupe 5** est représenté par 2 exploitations (10 et 7) avec 3,85 %.
- **La classe 6** est représentée par 19 exploitations (22, 23, 19, 12, 13, 31, 42, 52, 43, 46, 27, 40, 15, 50, 49, 47, 48 et 20) avec 36,54 %.
- **La classe 7** est représentée par 10 exploitations (35, 18, 29, 17, 32, 36, 37, 51, 5 et 39) avec 21,15 %.
- **La classe 8** est représentée par 9 exploitations (28, 44, 45, 41, 33, 24, 25 et 8) avec 17,31 %.

Classification hiérarchique directe

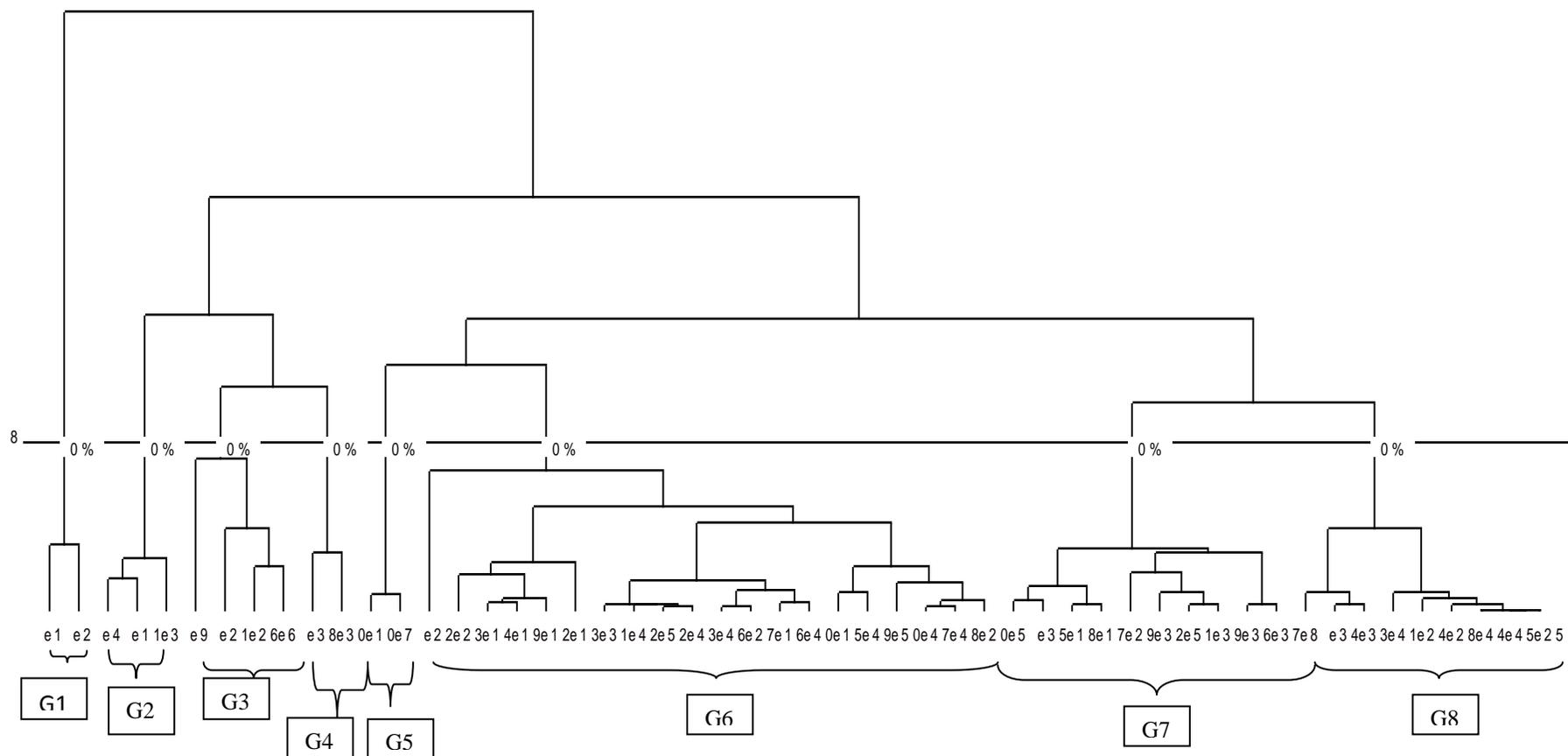


Figure 19 : Dendrogramme résultant de la classification ascendante hiérarchique destinée à classer les exploitations (sélection de 8 classes) en fonction des pratiques exerçant une pression sur les maladies fongiques.

3.3. Répartition des paramètres sur les axes factoriels

3.3.1. Détermination des classes

L'analyse en composantes multiples (ACM) réalisée sur les données relatives de 52 exploitations a permis de dégager deux grands axes factoriels qui expliquent (24,37 %) de la variabilité totale (Fig 20 et 21).

Axe 1 : Il représente l'axe des maladies, des zones et des variétés et explique à lui seul 14,31 % de la variabilité totale. Il est corrélé positivement avec la zone 2, la variété GTA dur, la tache auréolée (échelle 8), oïdium (échelle 5 et 6), la fusariose (échelle 9), et le rendement réel ; et est corrélé négativement avec la zone 3, la variété MBB, la tache auréolée (échelle 3) et le rendement estimé (Annexe. 3).

Axe 2 : Il représente l'axe des maladies, des zones et des itinéraires techniques et explique à lui-seul 10,06 % de la variabilité totale. Il est corrélé positivement avec la fusariose, (échelle 9 et 7), oïdium (échelle 6), piétin-échaudage (échelle 9), la variété waha et le rendement estimé ; il est négativement corrélé avec la tache auréolée (échelle 5), oïdium (échelle 3 et 5), la rouille brune (échelle 3 et 5) et le rendement réel et estimé. La figure 21 montre qu'il y a huit groupes d'exploitations réparties sur les deux axes F1 et F2 (Annexe 3).

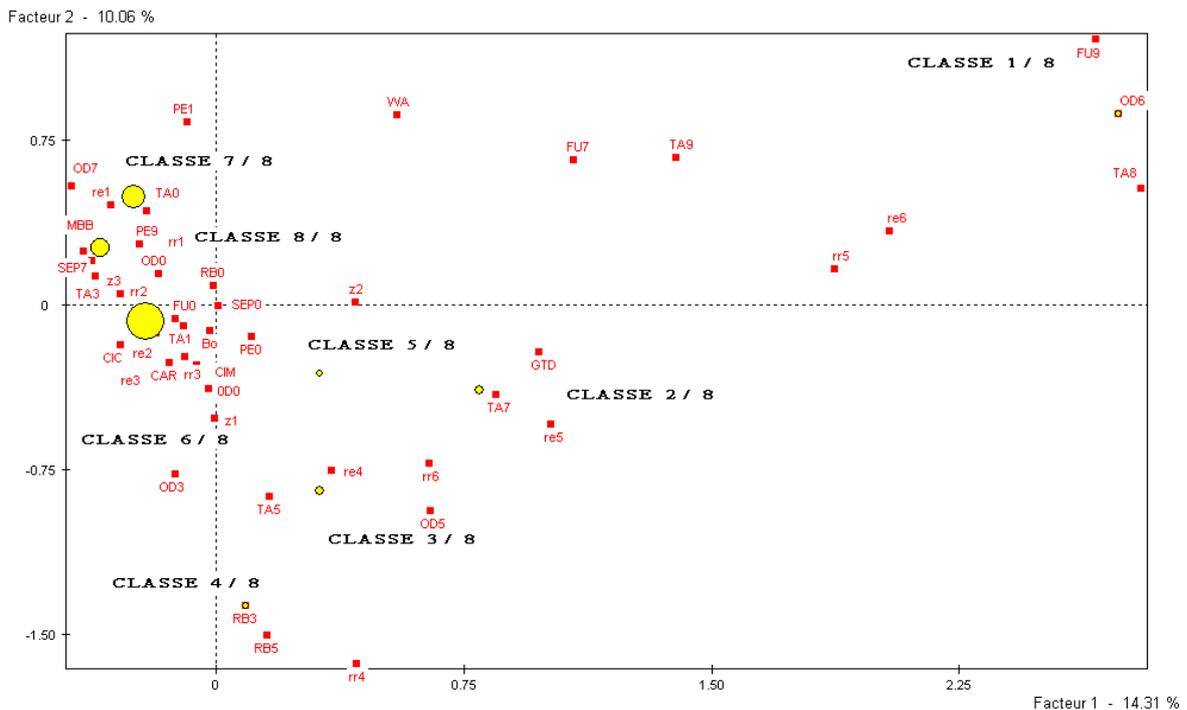


Figure 20 : Répartition des maladies, des zones et itinéraire technique sur F1 et F2

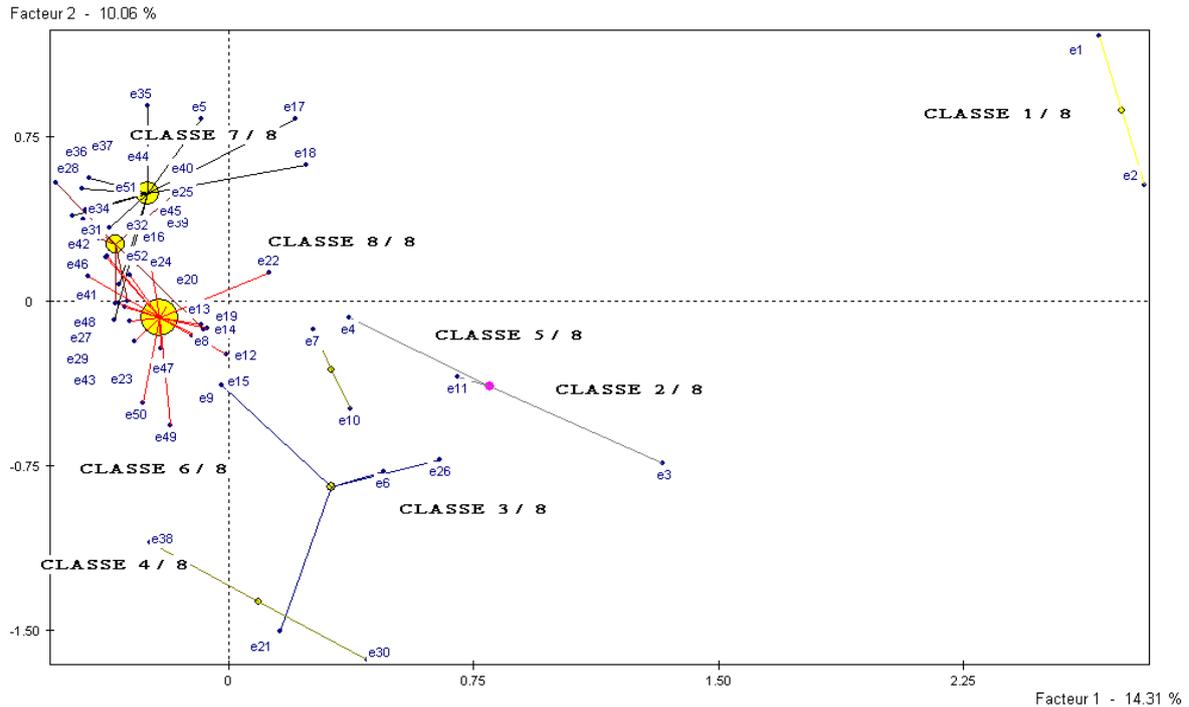


Figure 21 : Répartition des classes d'exploitation sur les deux axes F1 et F2

3.2.6. Identification des classes

Cette analyse a permis d'identifier 8 classes :

- **La classe 1** : Elle est uniforme et regroupe deux exploitations agricoles adjacentes (1 et 2), les parcelles sont touchées beaucoup plus par la tache auréolée et la fusariose avec une sévérité de 87,5 et 37,5 respectivement, moins infectées par l'oïdium avec une sévérité 17,5 et indemne de la septoriose. Les deux exploitations appartiennent à la zone 2 (300 à 400 mm), ils ont les mêmes itinéraires techniques et des rendements réels (28 q/ha et 26 q/ha) inférieurs aux rendements estimés (39q/ha et 40 q/ha) (Annexe.3).
- **La classe 2** : Elle est uniforme et regroupe trois exploitations agricoles (3, 4 et 11) appartenant à la zone 2 (300 à 400 mm), infectées faiblement par la tache auréolée, et l'oïdium (37,5 et 7,5) et indemne d'infection des autres maladies. Cette classe se caractérise aussi par un sol plat, un labour printanier, la variété Bousselem, une date de semi-tardive, une absence d'irrigation, une application d'engrais de fond et la

fertilisation azotée. Les rendements réels sont (26,8 et 20 q/ha) et sont inférieurs aux rendements estimés (35, 35 et 30 q/ha) respectivement (Annexe3).

- **La classe 3** : Les 4 exploitations (6, 9, 21 et 26), appartiennent à la zone 3 (Plus de 400 mm) Elles sont touchées par la tache auréolée avec une sévérité entre 1,5 et 7,5. La majorité des exploitations utilisent l'outil à disque, se caractérisent par des sols en pente. une date de semis tardive, le rendement réel est égal au rendement estimé (Annexe. 3).
- **La classe 4** : Elle regroupe les 2 exploitations (30 et 38), dans la zone 2 et 3, et se caractérisent par une date de semis tardive, un sol en pente, l'utilisation de la semence de la CCLS, la pratique de l'irrigation et le rendement réel (15 et 14 q/ha) est inférieur au rendement estimé (17 q/ha et 14 q/ha) respectivement. (Annexe.3).
- **La classe 5** : Les 2 exploitations (10, 7), sont localisées dans la zone 3 et 2, se caractérise par une date de semis tardive, un précédent cultural jachère travaillée, indemne d'infection de la fusariose, de l'oidium, de la rouille brune et de piétin-échaudage (Annexe.3).
- **La classe 6** : La majorité des exploitations appartiennent à la zone 3 (200 à 300 mm), avec 19 exploitations (22, 23, 19, 12, 13, 31, 42, 52, 43, 46, 27, 16, 40, 15, 50, 49, 47, 48 et 20), caractérisées par l'absence d'infections de la fusariose et de la rouille brune. (Annexe.3).
- **La classe 7** : Elle regroupe 10 exploitations (35, 18, 29, 17, 32, 36, 37, 51, 5 et 39) et, sont situées dans la zone 2 et 3. Elle se caractérise par une infection sévère de la tache auréolée et absence de la fusariose, de l'oidium, de piétin-échaudage et de la septoriose. Le précédent cultural, est une jachère travaillée (Annexe.3).
- **La classe 8** : Elle se caractérise par un semis tardif. Les exploitations au nombre de 9 (28, 44, 45, 41, 33, 24, 25,8 et 34), appartiennent à la zone 2 et la maladie la plus répondue, est la tache auréolée (Annexe. 3).

3.2.7. Matrice de corrélation

D'après la matrice de corrélation (Tab.7), nous retiendrons les variables importantes les plus significatives au seuil d'erreur de 1%

- La corrélation est significative (S), hautement significative (HS) et très hautement significative (THS), ($p > 0.01$) entre le rendement récolté et le rendement estimé ($r = 0.870^{**}$). Il existe aussi une corrélation significative positive ($p > 0.05$) entre le

rendement estimé et la fusariose ($r = 0.295^{**}$). De plus, la corrélation est hautement significative et positive ($p > 0.01$) entre l'oïdium et le rendement récolté et estimé ($r = 0.404^{**}$ et 0.413^{**}) respectivement. Enfin, la corrélation est hautement significative et positive ($p > 0.01$) entre la rouille brune et l'oïdium ($r = 0.429$) et est hautement significative et négative ($p < 0.01$) entre la tache auréolée et le piétin -échaudage ($r = -0.689^{**}$).

Tableau 7 : La matrice de corrélation entre maladie et rendement

	Rendement récolté	Rendement estimé	Tache auréolée	Fusariose	Oïdium	Rouille brune	Pietin échaudage	Septoriose
Rendement récolté	1							
Rendement estimé	0,870**	1						
Tache auréolée	0,136	0,144	1					
Fusariose	0,186	0,295*	-0,184	1				
Oïdium	0,404**	0,413**	0,000	0,167	1			
Rouille brune	0,046	0,078	0,136	-0,071	0,429**	1		
Pietin échaudage	-0,237	-0,268	-0,689**	0,107	-0,024	0,003	1	
Septoriose	-0,026	-0,008	-0,256	-0,040	-0,081	-0,035	-0,098	1

**La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral).

*La corrélation est significative au niveau 0.05 (bilatéral).

3.4. Effet de la fusariose sur le blé dur

3.4.1. La faculté germinative (FG%)

D'après la fig.22, on remarque que la valeur moyenne de la faculté germinative est de 70,50 grains avec la semence non traité, de 76,75 grains avec la semence traité ; par rapport à la moyenne générale qui est de l'ordre de 76,75 grains (Annexe 4). Cette différence du pourcentage de germination s'explique par le fait que les 2 produits fongiques utilisés possèdent un rôle dans la germination par l'inhibition du développement de l'agent pathogène et donne un excellent départ à la culture (Anonyme b, 2013).

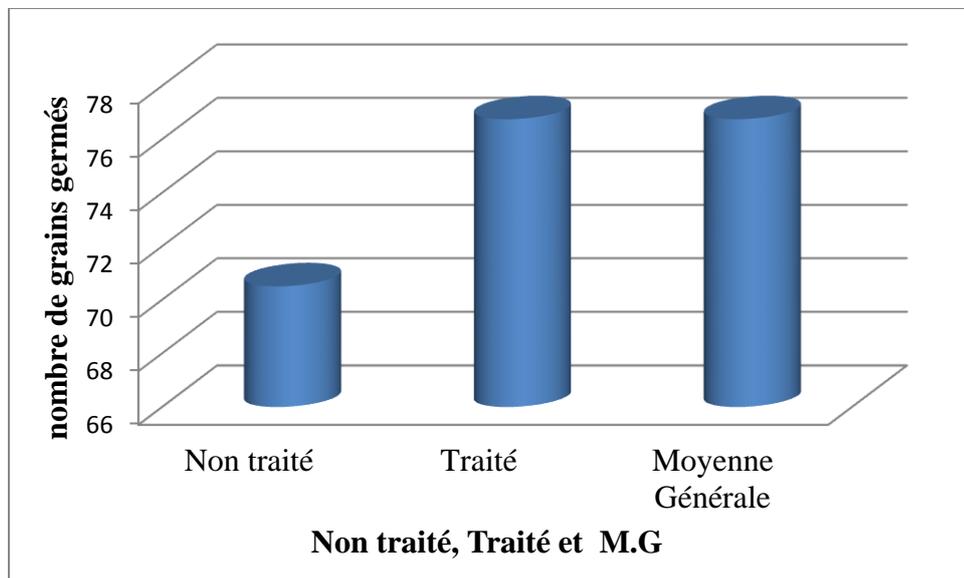


Figure 22 : La variabilité des moyennes de la faculté germinative

De plus, l'analyse statistique de la variance (Tab. 8), montre que la faculté germinative est, très hautement significative avec les fongicides au seuil d'erreur de 1% (**76 ****) et le coefficient de variation est de 5,04 %.

Tableau 8 : L'analyse de la variance de la faculté germinative

Source de variation	Ddl	Faculté germinative
Fongicides	2	76**
Variation résiduelle	9	6,16
Coefficient de Variation (%)		5,04

** THS : Très hautement significative au seuil d'erreur de 1 %.

3.4.2. La hauteur des tiges à la floraison (Haut/cm)

D'après la fig. 23, on observe que la hauteur des tiges à la floraison par la semence non traité est de 58,75 cm, et par la semence traité est de 59 cm ; par rapport à la moyenne générale qui est de l'ordre de 58,25 cm. De ce fait, les fongicide possèdent un rôle dans la germination et donnent une vigueur à la plante (Anonyme, 2007).

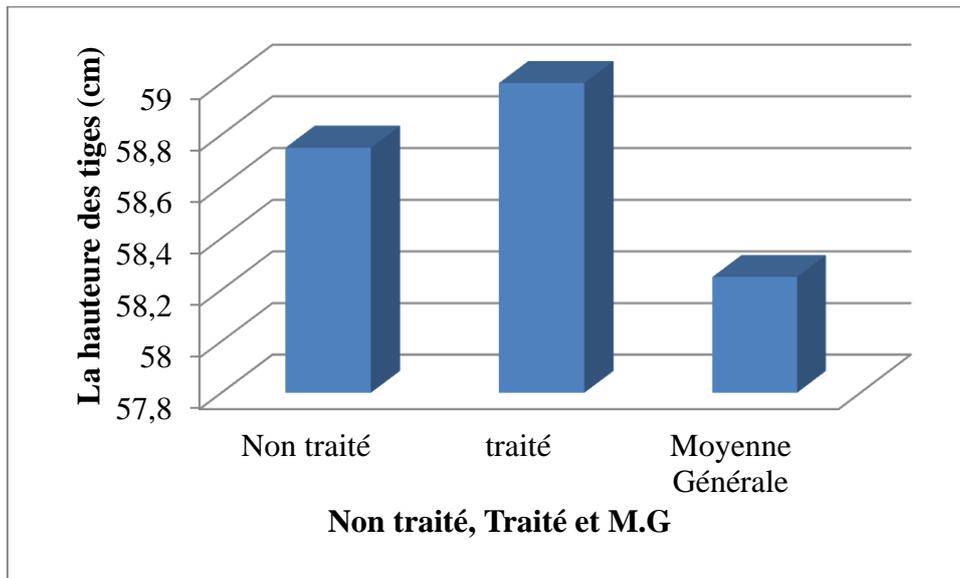


Figure 23 : La variabilité des moyennes de la hauteur des tiges à la floraison

L'analyse statistique de la variance (Tab.9), montre que la hauteur à la floraison est de 2,0 cm, il est non significatif et le coefficient de variation est de 2,41 %. Donc le facteur fongicide n'a pas un effet significatif à ce stade (la hauteur de la tige à la floraison).

Tableau 9 : L'analyse de la variance de la hauteur de la tige a la floraison.

Source de variation	Ddl	Hauteur (cm)
Fongicides	2	2,0 ns
Variation résiduelle	9	2,58
Coefficient de Variation (%)		2,41

Ns : non significatif au seuil d'erreur de 1%

3.4.3. Nombre de plants levés par mètre carré (plans/m²)

Le nombre de plants levés par mètre carré est de l'ordre de 176,25 pour la semence non traité, et de 198,5 pour la semence traité. Ce dernier est supérieur à la moyenne générale qui est de l'ordre de 192 plants/m² (Annexe. 4).

Cette faible levée de plants s'explique par l'effet de la gelée (20 jours au mois de Janvier et 10 jours au mois d'Avril), et par l'état sanitaire de la semence (fusariée) durant la campagne agricole précédente 2013/2014.

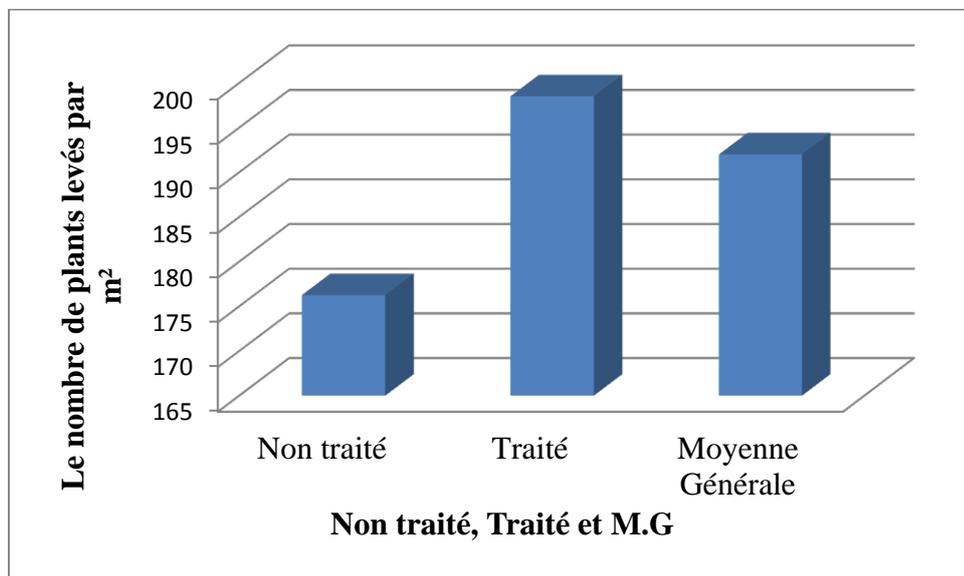


Figure 24 : La variabilité des moyennes du nombre de plants levés par m²

L'analyse de la variance montre un effet très hautement significative au seuil d'erreur 1 % entre les traitements pour ce paramètre (1002,33 **). Le coefficient de variation est de 5,18 % (Tab.10).

Tableau 10 : L'analyse de la variance du nombre de plants levés par m²

Source de variation	ddl	Nombre de plants levés/m ²
Fongicides	2	1002,33**
Variation résiduelle	9	98,25
Coefficient de Variation (%)		5,18

** Très hautement significative au seuil d'erreur de 1 %.

3.4.4. Le nombre d'épis par mètre carré (Epis/m²)

D'après la Figure 25, on remarque que le nombre d'épis par mètre carré est de 179 avec la semence non traité, et de 209,25 avec la semence traité. Ce dernier est supérieur à la moyenne générale qui est de l'ordre de 202,37 épis/m² (Annexe. 4).

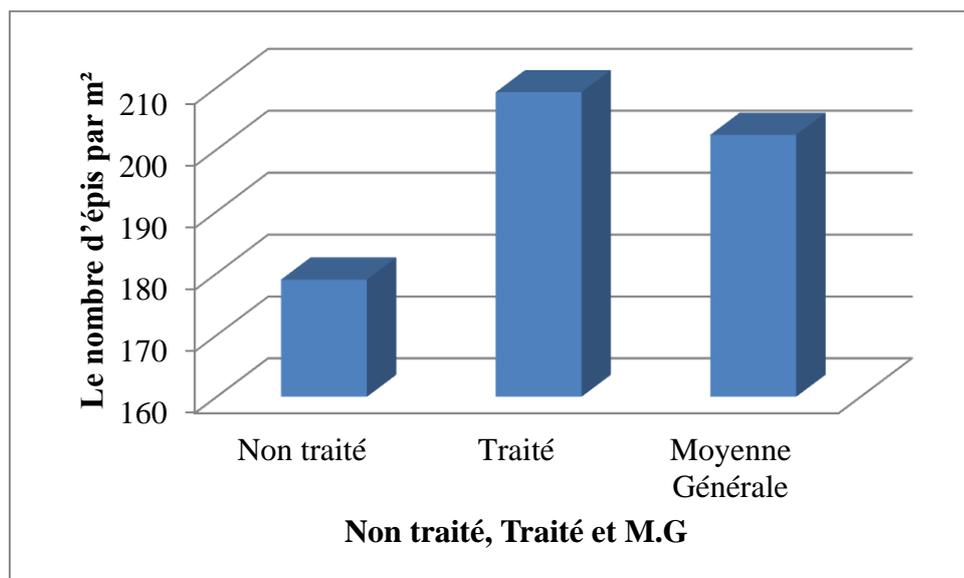


Figure 25 : La variabilité des moyennes du nombre d'épis par m²

L'analyse statistique de la variance (Tab.11), montre que le nombre d'épis/m² est de 2309,08* il est significatif au seuil d'erreur de 5 % et le coefficient de variation est de 9,46 %. Donc le facteur fongicide a un effet hautement significatif sur le nombre d'épis/m².

Tableau 11 : L'analyse de la variance du nombre d'épis par m².

Source de variation	Ddl	Nombre d'épis /m ²
Fongicides	2	2309,08*
Variation résiduelle	9	355,05
Coefficient de Variation (%) * Très hautement significative au seuil d'erreur de 5 %.		9,46

3.4.5. Le nombre de grains par épi (N.g/épi)

D'après la figure 26, on remarque que le nombre de grains par épi est de l'ordre de 20,33 et 31.71 avec la semence non traité et la semence traité respectivement. Ce dernier est supérieur à la moyenne générale qui est de l'ordre de 26,40 grains/épi (Annexe. 4).

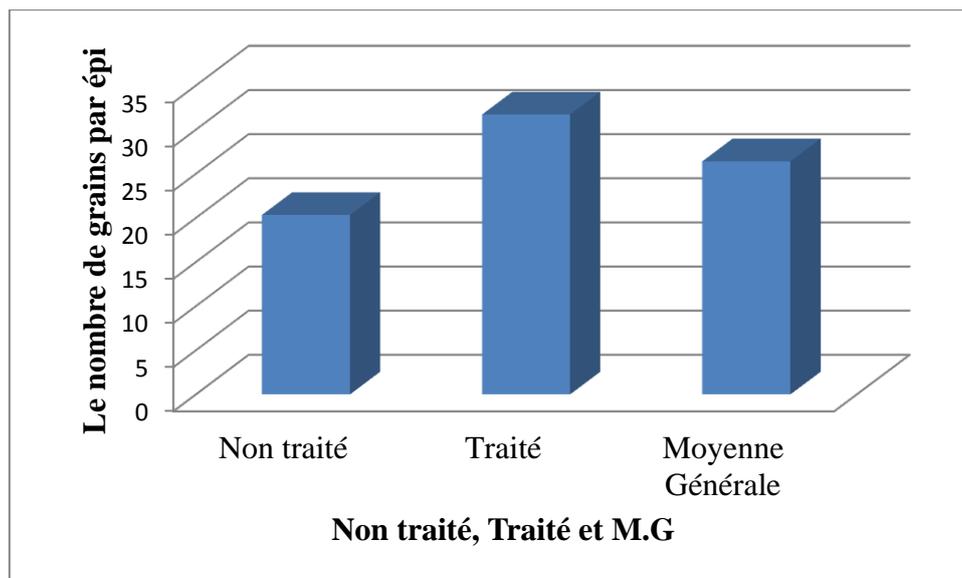


Figure 26 : La variabilité des moyennes du nombre de grains par épi.

L'analyse de la variance montre un effet très hautement significative au seuil d'erreur 1 % entre les traitements pour ce paramètre (23,32**). Le coefficient de variation est de 12,71 % (Tab.12).

Tableau 12 : L'analyse de la variance du nombre de grains par épi

Source de variation	ddl	Nombre de grains/épi
Fongicides	2	23.32**
Variation résiduelle	9	8,95
Coefficient de Variation (%)		12,71

** Très hautement significative au seuil d'erreur de 1 %.

3.4.6. Le poids de mille grains (PMG)

D'après la fig. 27, on remarque que le poids de mille grains est de l'ordre de 29,70 g, avec la semence non traité, et de 38,2 g avec la semence traité. Ce dernier est supérieur à la moyenne générale qui est de l'ordre de 33,95 g (Annexe. 4).

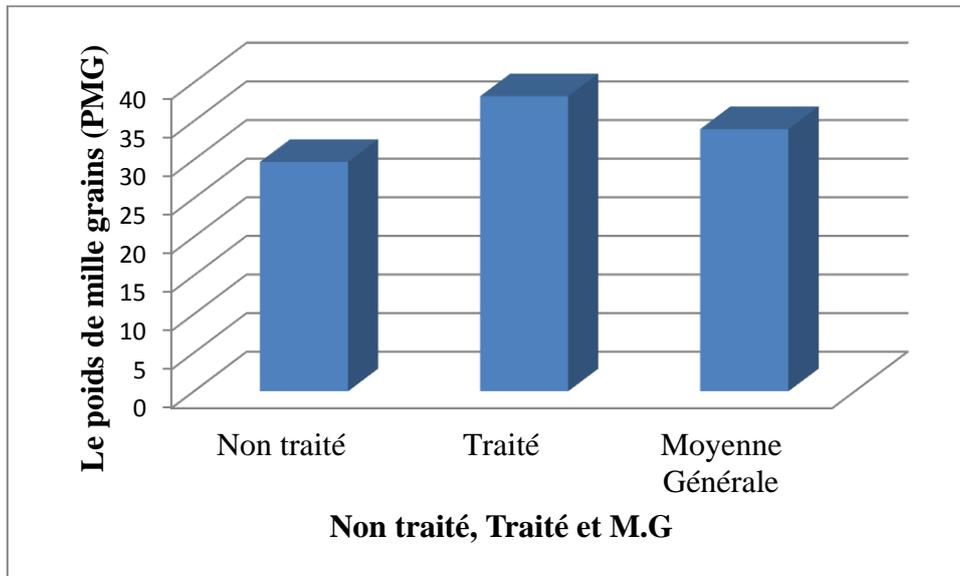


Figure 27 : La variabilité des moyennes du poids de mille grains.

L'analyse statistique de la variance (Tab.13), montre que le poids de mille grains/m² très hautement significatif (7.41**), au seuil d'erreur de 1 % et le coefficient de variation est de 10,80 %.

Tableau 13 : L'analyse de la variance du nombre de poids des 1000 grains par m².

Source de variation	ddl	1000 grains/m ²
Fongicides	2	7,41**
Variation résiduelle	9	0,33
Coefficient de Variation (%)		10,80

**Très hautement significative au seuil d'erreur de 1 %.

3.4.7. Le rendement en grains (q/ha)

D'après la figure 28, on remarque que le rendement en grains est de l'ordre de 14,56 q/ha avec la semence non traité et de 17,85 q/ha avec la semence traité. Ce dernier est supérieur à la moyenne générale qui est de l'ordre de 16,78 q/ha (Annexe. 4).

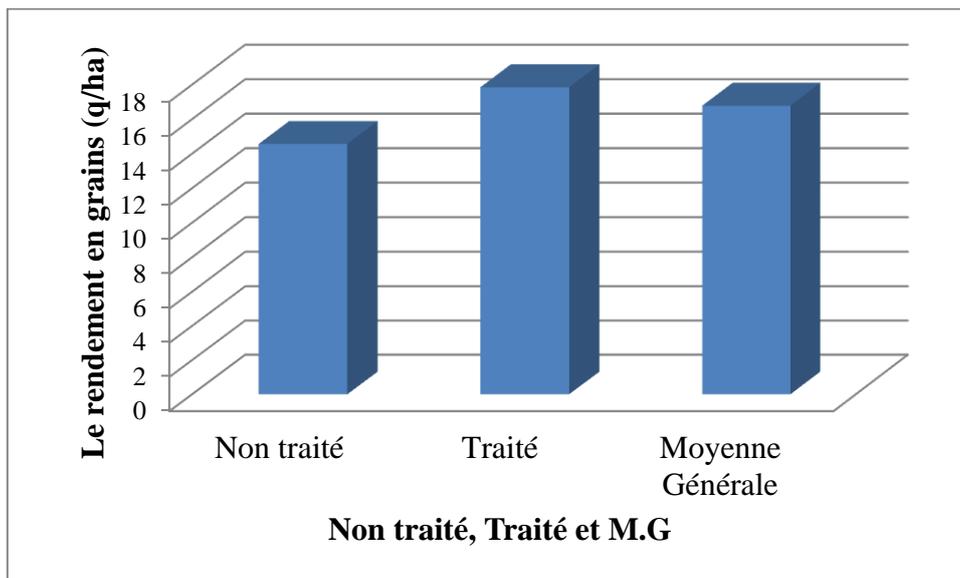


Figure 28 : La variabilité des moyennes du rendement en grains.

L'analyse de la variance du rendement en grains (Tab.14), montre un effet très hautement significatif au seuil d'erreur de 1 % entre les traitements étudiés (70,61**). Le coefficient de variation est de 7,40 %.

Tableau 14 : L'analyse de la variance du rendement en grains.

Source de variation	ddl	Rendement en grains q/ha
Fongicides	2	70,61**
Variation résiduelle	9	2,59
Coefficient de Variation (%)		7,40

** Très hautement significative au seuil d'erreur de 1 %.

3.4.8. Nombre de plants fusariés (NPF)

D'après la figure 29, on remarque que le nombre de plants fusariés est égal à 4,5 avec la semence non traité et de 1,5 avec la semence traité. Ce dernier est inférieur à la moyenne générale qui est de l'ordre de 3 plants fusariés (Annexe. 4).

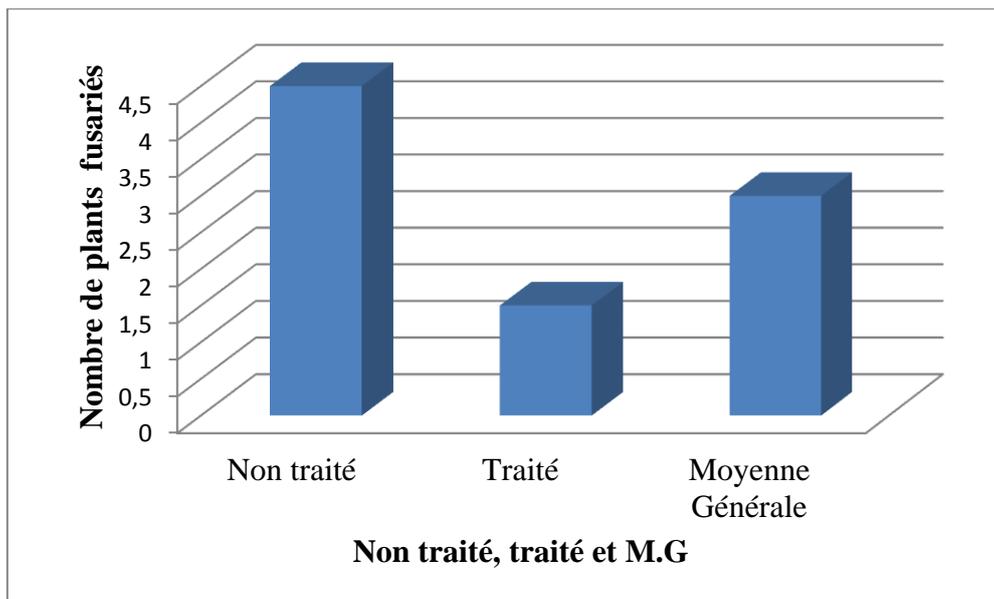


Figure 29 : Le nombre de plants fusariés

L'analyse de la variance du nombre de plants fusariés (Tab.15), montre un effet très hautement significatif au seuil d'erreur de 1 % entre les traitements étudiés (9,33**). Le coefficient de variation est de 20, 21 %.

Tableau 15 : L'analyse de la variance du nombre de plants fusariés (NPF)

Source de variation	ddl	Nombre de plants fusariés
Fongicides	2	9,33**
Variation résiduelle	9	0,66
Coefficient de Variation (%)		20,21

** Très hautement significative au seuil d'erreur de 1 %.

3.5. Matrice de corrélation

D'après la matrice de corrélation (Tab.16), On remarque qu'il y a une corrélation négative entre la faculté germinative (-0,822), les plants par mètre carré (-0,811), les grains par épi (-0,866) et le rendement (-0,921) au seuil d'erreur de 5 %.

Tableau 16 : Matrice de corrélation (Pearson (n-1)) de corrélation entre les variables mesuré

Variables	NPF	FG	HF	Plants/m ²	Epis/m ²	Grains/épi	PMG	RNT
NPF	1							
FG	-0.822	1						
HF	0.173	-0.523	1					
Plants/m ²	-0.811	0.999	-0.542	1				
Epis/m ²	-0.757	0.736	-0.437	0.738	1			
Grains/épi	-0.866	0.714	-0.019	0.711	0.494	1		
PMG	-0.567	0.259	0.357	0.237	0.400	0.589	1	
RNT	-0.921	0.874	-0.261	0.865	0.756	0.792	0.435	1

3.6. Détermination des groupes

L'analyse statistique de la variance (Tab.17), montre qu'il y a une différence significative au seuil de 0.05 entre les moyennes des traitements et les paramètres étudiées. Les moyennes sont classées en deux groupes homogènes (a) et (b).

Le groupe (a) : Il représente la semence traité. Il se caractérise par des valeurs élevées de la faculté germinative 79,37, du nombre de plants/m² 198,5, du nombre d'épis /m² 209,25, du nombre de grains /épis 31,71, du poids de 1000 grain 42,03 et du rendement en grains (17,85 q/ha).

Le groupe (b) : Il représente la semence non traité. Il se caractérise par des valeurs faibles de la faculté germinative 70,50, du nombre de plants/m² 176,25, du nombre d'épis /m² 179, du nombre de grains /épis 20,33, du poids de 1000 grain 29,70 et du rendement en grains 14,56 q/ha.

Tableau 17 : Etude des groupes statistiques

Traitements	FG	HF cm	Plants /m ²	Epis /m ²	Grains /épi	PMG	Rdt /ha	Groupes Homogènes
Semences traitées	79,37	59	198,5	209,25	31,71	42,03	17,85	a
Semences non traitées	70.50	58.75	176.25	179.00	20.33	29.70	14.56	b

D'après cette étude, on remarque que les produits fongicides utilisés ont un effet sur la maladie du fait qu'il y a un seul plant infecté par rapport à la semence non traitée (4,5 plants). Ceci se traduit par des valeurs supérieures par rapport au témoin et à la moyenne générale de la faculté germinative (79,37% ± 6,16), du nombre de plants/m² (198,5 ± 15,85), du nombre d'épis /m² (209,25 ± 30,14), du nombre de grains /épis (31,71 ± 5,67), un poids de 1000 grain (42,03 ± 5,96) et un rendement (19 ± 1.98).

En somme, la fusariose est une maladie fongique qui a réduit le nombre de plants /m² de 176,25 ± 15,85, le nombre de grains par épis de 20,33 ± 5.67, le nombre d'épi/m² de 179,00 ± 30,14 le poids de milles grains de 29,70 ± 5.96 et le rendement en grain de 14,56 ± 1,98.

3.6.1. Répartition des paramètres sur les axes factoriels

L'analyse en composantes principales (ACP) réalisée sur les données relatives aux rendements de blé dur a permis de dégager deux grandes axes factoriels qui expliquent 86,92 % de la variabilité totale (fig.30).

Axe 1 : Il représente l'axe de rendement en grains et explique à lui seul 66,58 % de la variabilité totale. Il est en relation positive avec la faculté germinative, le nombre de plants /m², le nombre d'épis/m², le nombre de grains /épi et le poids de 1000 grains, et il est négativement corrélé avec le nombre de plants fusariés et la hauteur à la floraison (Annexe. 4).

Axe 2 : Il représente l'axe de la hauteur à la floraison et explique à lui seul 20,34 % de la variabilité totale. Il est en relation positive avec le nombre de grains /épi, le poids de 1000 grains et le rendement en grain, et il est négativement corrélé avec le nombre de plants fusariés, la faculté germinative et le nombre d'épi /m² (Annexe. 4).

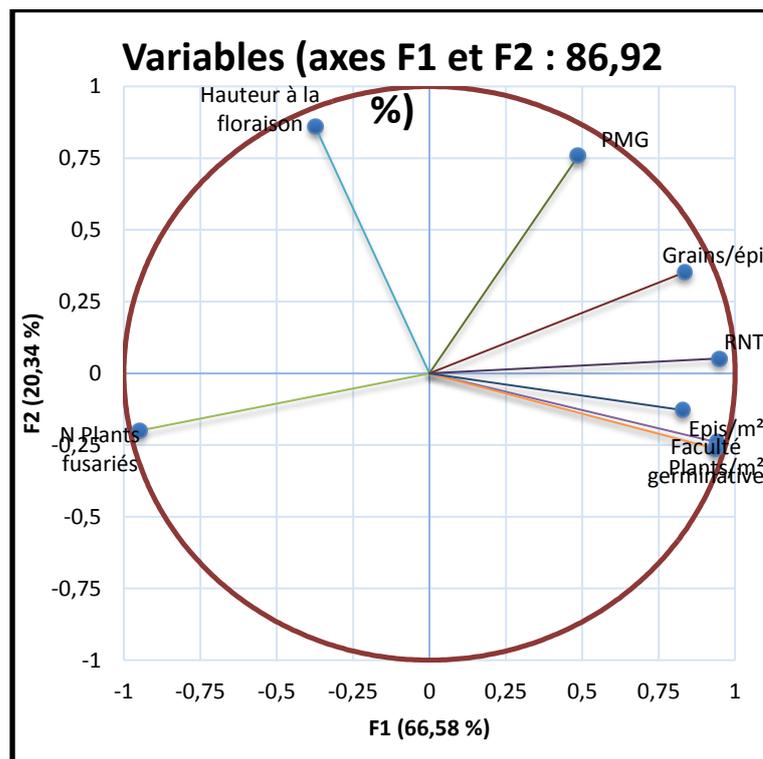


Figure 30 : Analyse en composante principale.

4. Discussion

Dans la première partie, les résultats obtenus montre la présence des maladies fongiques avec une répartition hétérogène. L'identification a permis de recenser 6 maladies fongiques, à savoir (la rouille brune, la septoriose, l'oïdium, la fusariose, la tache auréolée et le piétin échaudage).

La fréquence moyenne des maladies fongiques est de 24,40% classée par ordre décroissant : La fusariose (50 %), la septoriose (25 %). la tache auréolée (33,92 %), le piétin échaudage (17,67 %), l'oïdium (11,53 %) et la rouille brune (8.33 %).

Ainsi, les résultats des travaux de Benbelkacem et Bendif (2010) in Azoui (2014) à l'Est Algérien, montrent la prédominance de la rouille brune (*Puccinia triticina* Eriks.), suivi de la tache auréolée (*Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) et enfin les septorioses (*Septoria tritici* .Desm.). Par contre au Maroc, Zahri *et al.* (2014), signalent la prédominance de la rouille brune (79,0 %), l'helminthosporiose (70,1 %), et les septorioses (45,8 %). L'oïdium était le moins prévalent avec 11,4 %.

Le développement de ces maladies durant cette campagne agricole 2013/2014 a été plus ou moins faible et le plus souvent nul suite à la sécheresse qui sévissait pendant 40 jours durant cette campagne agricole.

De plus, la sévérité moyenne de ces maladies est de 31,83%. Ainsi, la tache auréolée et la fusariose de l'épi présentent des degrés de sévérités élevés de l'ordre de 62,5 %. Par contre, le piétin échaudage et l'oïdium présentent une sévérité faible avec 17,5 % et 37,5 % respectivement et enfin, la rouille brune et la septoriose sont les très faible avec une sévérité de 3,5 % et 7,5% respectivement.

Les résultats des travaux réalisés par Bendif (1994), dans les régions de Constantine, Skikda, Guelma et Souk Ahras, montrent que la septoriose des feuilles (*Mycosphaerella graminicola*) et la tache auréolée (*Pyrenophora tritici-repentis*) touchent 80 % des parcelles des céréales avec une certaine prédominance de cette dernière. De plus les travaux de Benslimane *et al.* (2011) confirment la présence de la tache auréolée durant les trois dernières campagnes agricoles dans les différentes régions céréalières du pays, à savoir. Alger, Blida, Boumerdès, Tizi-Ouzou, Bouira, Bejaia, Ain-Defla, Medea, Tipaza, Constantine, Guelma, Skikda, Setif, et Mascara. Cette maladie est beaucoup plus fréquente au niveau des régions du centre du pays par rapport à l'Est ou à l'Ouest. En deuxième position, c'est le piétin-échaudage (*Gaeumannomyces graminis*) qui a été observée dans dix sept parcelles avec une sévérité de l'ordre de 17,5 %. Ensuite, en troisième position l'oïdium (*Blumeria (Erysiphe)*

graminis f.sp. tritici) a été recensé dans treize parcelles, avec une sévérité de l'ordre de 37,5 %. La fusariose des épis a été recensée dans quatre parcelles avec une sévérité de l'ordre de 62,5 %. Cette maladie n'a pas été signalée auparavant par les services agricoles de la wilaya de Sétif. Il est à signaler qu'une enquête a été déclenchée par les services de l'INPV et du CNCC au niveau des parcelles de multiplication dans 23 wilayas, au cours de la campagne agricole 2012/2013. Il a été constaté un taux d'infection de la maladie de l'ordre de 72,59 % causé par l'espèce *Fusarium culmorum* et *F. graminearum* (Anonyme a, 2014). Enfin, la rouille brune (*Puccinia triticina* Eriks.) et la septoriose (*Septoria tritici* .Desm.) sont présentes avec une sévérité de 3,5 % et de 7,5 % respectivement. Ceci est dû entre autres aux conditions climatiques défavorables caractérisées par une sécheresse de 40 jours durant cette campagne agricole. ; Par rapport aux résultats mentionnés par Bendif (1994), où la septoriose et la tache auréolée ont été les principaux fléaux avec des degrés d'incidence et de sévérité élevés au niveau des régions céréalières du pays durant la campagne agricole 1991/1992.

De plus, Sayoud *et al.* (1999), ont signalé qu'au niveau des hauts plateaux algériens, la maladie de la rouille brune a enregistré des proportions épidémiques très élevées, sur des variétés sensibles.

Dans la deuxième partie, l'effet de la fusariose sur la variété GTA dur a montré que :

La faculté germinative moyenne du traité est de 79,37%, par rapport au témoin avec 70,5%. Cette différence du pourcentage de germination s'explique par le fait que les produits fongiques utilisés possèdent un rôle dans la germination par l'inhibition du développement de l'agent pathogène et donne un excellent départ à la culture (Anonyme b, 2013).

La hauteur moyenne des tiges à la floraison du traité est de 59 cm, par rapport au témoin avec 58,75 cm. De ce fait, le fongicide possède un rôle dans la germination et donne une vigueur à la plante (Anonyme, 2007). Par contre, les résultats des travaux de Bennasseur (2004), montrent que la hauteur des tiges à maturité est comprise entre 60 et 110 cm.

Le nombre de plants levés par mètre carré est de l'ordre de 198,5 pour la semence traité par rapport au témoin avec 176,25 plants/m².

Cette faible levée de plants s'explique par l'effet de la gelée (20 jours au mois de Janvier et 10 jours le mois d'Avril), et par la mauvaise qualité de la semence (fusariée) durant la campagne précédente 2014/2015.

De plus, Riox et al. (2013) notent que la fonte des semis et les piétins, affectent la levée et le rendement.

Cependant, le nombre de plants levés traités est supérieur au témoin ; cette différence a été confirmée par les résultats obtenus par Arvalis (2014). Avec cinq traitements fongicides différents (Celest Net, Celest Gold Net, Redigo, Vibrance Gold et Vitavax 200 FS).

Le nombre d'épis par mètre carré du traité est de 209,25 épis/m², par apport au témoin avec 179.00 épis/m².

Nos résultats sont inférieurs à ceux obtenus par Soltner (2005) et Rafika (2013), concernant le fongicide Celest Extra. Ainsi, le nombre d'épis par m² est de l'ordre de 300 et 288 selon ces deux centeures. Par contre, le nombre d'épis/m² était de l'ordre de 120 concernant le Dividend, (Aroui, 2009).

Le nombre de grains par épi du traité est de l'ordre de 31.71 grains/épi, par apport au témoin avec 20,33 grains/épi.

Nos résultats se rapprochent ceux de Soltner (2005), avec un nombre de grains par épi compris entre 21 et 40 et sont inférieurs à ceux de Grignac (1981), avec des valeurs comprises entre 38 et 51.

Le poids de mille grains du traité est de l'ordre de 38, 2 g, par apport au témoin avec 29,70g. On remarque que nos résultats sont proches de ceux des travaux de Boufenar et Zaghouane (2006) avec poids de mille grains compris entre 30 et 45g.

Le rendement en grains du traité est de l'ordre de 17,85 q/ha, par apport au témoin avec 14,56q/ha. Nos résultats rejoignent ceux obtenus par Arvalis (2012), avec un rendement en grains pour les semences traités par Celest Net, Celest Gold Net, Redigo, Vibrance Gold et Vitavax 200 FS qui est supérieur aux non traitées. De plus, Anonyme b, (2014), a obtenu un gain de 6 q/ha par Vibrance Gold.

Enfin, plusieurs auteurs comme Sentin *et al.*, (2010), Duvivier et De Proft, (2013), mentionnent l'effet de l'application du fongicide au stade pleine floraison et dernière feuille respectivement. Ceci, permettra d'obtenir une meilleure protection de l'épi contre la fusariose et par conséquent l'obtention de meilleurs rendements.

Nos résultats sont inférieurs à ceux de Soltner (2005), avec un rendement en grains compris entre 29 et 76 q/ha.

Le nombre de plants fusariés du traité est égal à 1,5, par rapport au témoin avec 4.5 plants fusariés.

D'après cette étude, on remarque que les produits fongicides utilisés ont un effet sur la maladie du fait qu'il y a un seul plant infecté par rapport à la semence non traitée (4,5 plants). Ceci se traduit par des valeurs supérieures par rapport au témoin et à la moyenne générale de la faculté germinative ($79,37\% \pm 6,16$), du nombre de plants/m² ($198,5 \pm 15,85$), du nombre d'épis /m² ($209,25 \pm 30,14$), du nombre de grains /épis ($31,71 \pm 5,67$), du poids de 1000 grains ($42,03 \pm 5,96$) et du rendement ($19 \pm 1,98$).

En somme, la fusariose est une maladie fongique qui a réduit le nombre de plants /m² de $176,25 \pm 15,85$, le nombre de grains par épis de $20,33 \pm 5,67$, le nombre d'épi/m² de $179,00 \pm 30,14$ le poids de milles grains de $29,70g \pm 5,96g$ et le rendement en grain de $14,56q/ha \pm 1,98q/ha$.

Conclusion générale et perspectives

Le travail que nous avons réalisé a porté sur deux parties :

Dans la première partie, les résultats de la prospection au niveau de 52 exploitations agricoles, durant la campagne agricole 2013/2014, dans la wilaya de Sétif a permis d'identifier 6 maladies fongiques (la rouille brune, la septoriose, l'oïdium, la fusariose, la tache auréolée et le piétin échaudage) Il a été observé la prédominance de la tache auréolée sur 42 parcelles infectées avec une fréquence et une sévérité de 33,92 % et 62,5 % respectivement, l'oïdium sur 13 parcelles infectées (11,53 % et 37,5 %), le piétin échaudage sur 17 parcelles infectées (17,67 % et 17,5 %) et la fusariose de l'épi avec 4 parcelles infectés (50 % et 62,5 %). Par contre, la septoriose (25 % et 7,5 %) et la rouille brune (8,33 % et 3,5 %) étaient les moins prévalentes avec 1 et 3 parcelles infectés respectivement, par conséquent, les variétés les plus sensibles sont Bousselem et GTA dur avec un taux d'infection moyen de 48% et 19,23% respectivement. Les variétés moyennement sensibles, sont Carioca et GTA dur avec un taux d'infection moyen de 11,53% et 9,61% respectivement. Enfin, les variétés les moins sensibles, sont Simeto et Ciccio avec un taux d'infection moyen de 3,84% et 1,92% respectivement.

De plus, la deuxième partie a été consacrée à l'étude de l'effet de la fusariose sur le rendement et les composantes de la variété GTA dur. L'analyse statistique de la variance a montré que les produits fongicides utilisés ont un effet sur la maladie du fait qu'il y a un seul plant infecté par rapport la semence non traitée (4,5 plants). Ceci se traduit par des valeurs supérieures par rapport au témoin et à la moyenne générale de la faculté germinative ($79,37\% \pm 6,16$), du nombre de plants/m² ($198,5 \pm 15,85$), du nombre d'épis /m² ($209,25 \pm 30,14$), du nombre de grains /épis ($31,71 \pm 5,67$), du poids de 1000 grains ($42,03 \pm 5,96$) et du rendement ($19 \pm 1,98$).

En somme, la fusariose est une maladie fongique qui a réduit le nombre de plants /m² de $176,25 \pm 15,85$, le nombre de grains par épis de $20,33 \pm 5,67$, le nombre d'épi/m² de $179,00 \pm 30,14$ le poids de milles grains de $29,70g \pm 5,96g$ et le rendement en grain de $14,56q/ha \pm 1,98q/ha$.

En perspectives, il serait intéressant d'élargir cette prospection sur l'ensemble du territoire National, notamment dans les zones à vocation céréalière, afin d'établir une cartographie de la distribution spatiale des maladies cryptogamiques du blé et d'évaluer leurs fréquences et sévérités.

De plus, procéder par des techniques de biologie moléculaire, pour la caractérisation et l'identification des souches fongiques responsables des maladies du blé en Algérie.

Références bibliographiques

1. **Aboukhaddour R T., Kelly T. et Stephen E., Strelkov., 2013.** Race structure of *Pyrenophora tritici-repentis* (tan spot of wheat) in Alberta, Canada Canadian Journal of Plant Pathology. (35). 256-268.
2. **Anonyme, 2005.** Profil de la culture du blé au Canada. Centre pour la lutte antiparasitaire. Programme de réduction des risques liés aux pesticides. Agriculture et AgroalimentaireCanada.36p.
http://www5.agr.gc.ca/resources/prod/doc/prog/prrp/pdf/wheat_f.pdf.
3. **Anonyme, 2006.** Les maladies transmises par les semences. Syngenta. Notice technique 4, 4p.
4. **Anonyme, 2007.** La gestion des principales maladies foliaires des blés. Syngenta. Notice technique 5, 4p.
5. **Anonyme, 2008.** Maladies et insectes des céréales en Algérie. Syngenta. Guide de champ.
6. **Anonyme a, 2012.** Produit Agroalimentaires. Graph Agri.1-6.
<http://agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Gaf12p117-122.pdf>.
7. **Anonyme b, 2012.** Protection intégrée du blé Une stratégie gagnante.1-7.
http://www.agriculturenpdc.fr/fileadmin/documents/Publication/ProdVegetales/protection_integree.pdf
8. **Anonyme a, 2013.** Statistiques agricoles. Ministère de l'agriculture et de développement rural (MADR).Alger. 11p.
9. **Anonyme b, 2013.** Guide interactif. La santé racinaire, nouvel axe de progrès avis d'experts. Revue Syngenta. Ed mars. 58p.
10. **Anonyme a, 2014.** Problématique de la fusariose des céréales en Algérie Identification des espèces et leurs répartitions dans les zones potentiellement céréalières. Bulletin d'informations phytosanitaires N° 33. Infos phyto. INPV. 3p.
11. **Anonyme b, 2014.** Récolte 2014. Vibrance Gold, la référence fongicide en protection de semences céréales. Syngenta. 1p. <http://www3.syngenta.com/country/fr/fr/infos-cultures/cereales/bles/Vibrance-gold/Pages/Fusarioses-rhizoctone-Vibrance-Gold-confirme-ses-performances.aspx>.

12. **Amrani B., 2013.** Maladies : Méthode et échelle de notation des maladies et accidents divers in Bulletin des grandes cultures 2, 5-7.
13. **Aouali S. et Douici-Khalfi A., 2009.** Recueil des principales maladies fongiques des céréales en Algérie : symptômes, développement et moyens de lutte ; ITGC, EL Harrach, Alger. 56p.
14. **ARVALIS, 2012.** Traitements des semences des céréales à pailles. 14p.
15. **Aubert C., 1977.** L'agriculture biologique pourquoi et comment la pratiquer. 4ème Ed. Agridécisions, Paris, 383 p.
16. **Ballois N., 2012.** Caractérisation de la diversité des espèces de *fusarium* et de leur potentiel mycotoxinogène sur céréales françaises. Master Fage Biologie et Ecologie pour la Forêt, l'Agronomie et l'Environnement. Spécialité. BIPE. 36p.
17. **Bai G. et Shaner G., 1994.** Scab of wheat: Prospects for control. Plant Disease 78, 760-766.
18. **Barnett, H.L. et Hunter, B.B., 1972.** Illustrated genera of imperfect fungi. Ed. Burgess publishing company, Minnesota : 62-197.
19. **Benbelkacem A. et Bendif N., 2010.** Résultats des enquêtes, maladies et insectes des céréales en région Est de l'Algérie. Bilan PNAB. Rev. Céréaliculture 45, 12-19.
20. **Bendif N., 1994.** La situation actuelle des maladies des céréales en Algérie. I.T.G.C. (Algérie). Rev. Céréaliculture 27. 9-12.
21. **Bennasseur A., 2004.** Guide pratique. Référentiel pour la conduite technique de la culture de blé dur (*Triticum durum Desf*). Ed Maroc. 38p.
22. **Benslimane H., Lamari L., Benbelkacem A., Sayoud R. et Bouznad Z., 2011.** Distribution of races of *Pyrenophora tritici-repentis* in Algeria and identification of a new virulence type. Phytopathol. Mediter. 1-9.
23. **Besri M., 1989.** Etat sanitaire des semences de blé et d'orge utilisées au Maroc, Céréales en régions chaudes AUPELF-UREF, Ed John Lebbey Eurotext, Paris. 85-94.

- 24. Belaid Dj., 1996.** Aspects de la céréaliculture Algérienne. Offices de publications Universitaires. 203p.
- 25. Boufenar- Zaghouane F. et Zaghouane O., 2006.** Guide des principales variétés de céréales à paille en Algérie (blé dur, blé tendre, orge et avoine). ITGC, ICARDA., Alger. 154 p.
- 26. Champeil A., Doré T. et Fourbet J.F., 2004.** *Fusarium* head blight: epidemiological origin of the effects of cultural practices on head blight attacks and the production of mycotoxins by *Fusarium* in wheat grains. *Plant Science* 166, 1389-1415.
- 27. Chennafi H., Saci A., Harkati N., Fellahi N., Hannachi A. et Fellafi Z., 2011.** Le blé dur (*Triticum durum* Desf.) Sous l'effet des façons culturales en environnement semi-aride. *Agriculture* 2, 42-50.
- 28. Clement-Grandcourt M. et Prats J., 1971.** Les céréales Collections d'enseignement agricole 2^{ème} Ed, Ballier France. 351p.
- 29. Crystel H., 2014.** Le marché du blé dur. Service Agronomie-Economie-Environnement. Comité technique de blé dur, Ouest Océan, Février, Vouillé 79. ARVALIS. 25p.
- 30. Dajoz R., 1985.** Précis d'écologie. 5 ème Ed. Dunod, Paris. 505 p.
- 31. De Proft M. et Duvivier M., 2012.** Lutte intégrée contre les maladies. Livre Blanc «Céréales» ULg Gembloux Agro-Bio Tech et CRA-W Gembloux – Février. 25p.
- 32. Djaouti M., 2010.** Renforcement des capacités des acteurs de la filière céréales en Algérie dans le cadre d'un partenariat Nord-Sud. Cas de la wilaya de Sétif. Série 'Master of science' N°106. Thèse Master science, CIHEAM. IAMM. 106, 142p.
- 33. Djennadi F., 2013.** Blé : Le fractionnement de la fertilisation azotée. Bulletin des grandes cultures 2., 2-3.
- 34. Duvivier M. et De Proft M., 2013.** Nouveaux outils pour la lutte intégrée. lutte contre les maladies. 7-11.
- 35. El jarroudi M., 2005.** Evaluation des paramètres épidémiologiques des principales maladies cryptogamiques affectant les feuilles du blé d'hiver au grand-Duché de Luxembourg : Calibration et validation d'un modèle de prévision. Thèse de doctorat, université de liège, France. 262p.

- 36. El hadj Hammiche F., 2013.** Problématique. 1^{er} Workshop international sur La fusariose des céréales en Algérie. INPV Institut National de la Protection des végétaux SYNGENTA.
- 37. El yacoubi H., Hassikou R., Bado A., Rachdi A and Douira A.** Complexe fongique de la pourriture racinaire du blé tendre au Nord Ouest du Maroc. Bull. Soc. Pharm. Bordeaux, 151 (1-4) 35- 48.
- 38. Eliard JL., 1979.** Manuel d'agriculture générale. Bases de la production végétale. Ed. J.B. Bailliére. 344p.
- 39. Eyal Z., Scharen AL., Perscott JM. and Van Ginel M., 1987.** The septoria diseases of wheat: Concepts and methods of diseases management. CIMMYT, Mexico. 52p.
- 40. Ezzahiri B., 2001.** Les maladies du blé Identification, facteurs de développement et méthodes de lutte. Transfert de technologie en Agriculture. Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA 77, 4p.
- 41. Fenni M., 2003.** Etude des mauvaises herbes des céréales d'hiver des hautes plaines constantinoises. Ecologie, Dynamique, Phénologie et Biologie des Bromes. Thèse Doctorat d'Etat. Dép. biol. Univ. Ferhat Abbas, Sétif. 165 p.
- 42. Faurie C., Ferrera Ch. et Medori P., 1984.** Ecologie .Ed. J.B. Bailliere, Paris. 162 p.
- 43. Feradji Z., Alili F. et Hezane K., 2007.** Evaluation et répartition du moineau espagnol *Passer hispaniolensis* en Algérie. Journées Internationales sur la Zoologie Agricole et Forestière, 8 au 10 avril. Inst. Nat. Agro. El-Harrach, Alger.
- 44. Fritas S., 2012.** Etude bioécologique du complexe des insectes lié aux cultures céréalières dans la région de Batna -Algérie- Mémoire de Magister, Université de Tlemcen. 115p.
- 45. Gate P., 1995.** Ecophysiologie du blé. Ed. Lavoisier, Paris. 429 p.
- 46. Gate P., Jezequel S., Castillon P., Braun P. et Laconde JP., 1996.** Pour garantir la production bien remplir le grain et limiter le mitadinage. *In*: Braun P. et Hébrard J.P. (Eds.), Blé dur objectif qualité. Ed. ITCF, Paris. 36-43.
- 47. Gate Ph. Et Giban M., 2003.** Stades du blé. Edition ITCF, Paris. 68p.

- 48. Grignac P., 1981.** Rendement et composantes du rendement du blé d'hiver dans l'environnement méditerranéen français. In : Limites de potentialité de production du blé dans différents systèmes de culture et dans différentes zones méditerranéennes, Séminaire de Bari, 30 sept-2 oct. 185-197.
- 49. Jean-Louis Rastoin et El Hassan Benabderrazik., 2014.** Céréales et oléoprotéagineux au Maghreb pour un Co-développement de filières territorialisées.134p.
- 50. 39. Kellil H., 2010.** Contribution à l'étude du complexe entomologique des céréales dans la région des hautes plaines de l'Est algérien. Thèse de magister, Institut d'Agronomie, Université El Hadj Lakhdar, Batna. 188p.
- 51. Lamari L., Bernier CC. et Smith RB., 1991.** Wheat genotypes that develop both tan Necrosis and extensive chlorosis in response to isolates of *Pyrenophora tritici-repentis*. Plant Diseases. vol 75. 121–122.
- 52. Lamari L., Strelkov SE., Yahyauoi A., Amedov M., Saidov M., Djunusova M. and Koichibayev M., 2005.** Virulence of *Pyrenophora tritici-repentis* in the countries of the Silk Road, Canadian journal of plant pathologie. 27 (3), 383-388.
- 53. Mascher F., Michel V. et Browne RA., 2005.** Sélection de variétés de blé et de triticales résistantes à la fusariose sur épi. Revue suisse Agric. 189-194.
- 54. Martin L., Yves D. et Sylvie R., 2007.** Fusariose de l'épi chez le blé et l'orge. CÉROM Saint-Bruno-de-Montarville, bulletin technique : phytopathologie : 2. (1). 5p.
- 55. Mathieu CB., Nathalie S., Denis Pageau M Sc. et Sylvie R., 2012.** Pour en savoir plus sur la Fusariose.7p.
- 56. Michel L., 2002.** Maladies des céréales et de la luzerne. Diagnostic, dépistage et prévention. Ministère de l'agriculture, des pêches et de l'alimentation. Québec. 25p.
- 57. Mills, J.T., Sinha, R.N. et Wallace, H.A.H., 1978.** Multivariate evaluation and isolation techniques for fungi associated with stored rap. Seed. Phytopathology, 68: 1525-1580.
- 58. Jlibene M., 2011.** Options génétiques d'adaptation du blé tendre au changement climatique. Variétés à résistance multiple : Sécheresse, Cécidomyie, Septoriose, Rouilles brune et jaune. Institut National de la recherche Agronomique Edition. DIC. 63p.

- 59. Mokabli A., 2002.** Biologie des nématodes à Kystes (*Heterodera*) des céréales en Algérie. Virulence de quelques populations à l'égard de diverses variétés et lignées de céréales. Thèse de Doctorat d'Etat, Int. Nat. Agro., El-Harrach, Alger. 66 p.
- 60. Moreau JM., 2011.** 6. Lutte contre les maladies. Livre Blanc « Céréales » ULg Gembloux Agro-bio et CRA-W Gembloux. Février. 12 p.
- 61. Masale MJ., 1980.** L'élaboration du nombre d'épi chez le blé d'hiver. Influences de différentes caractéristiques de la structure du peuplement sur l'utilisation de l'azote et de la lumière. Thèse doctorat. Ing. INA, Paris Grignon, 274 p.
- 62. Nassrellah N. et Mergoum M., 1994.** Comparison of Tan Spot virulence in the favourable and unfavourable rainfed areas of Morocco. MIAC - CRRA Settlat Ed., MARA- INRA. Rabat, 24-27 Mai. 454-459.
- 63. Notteghem JL., Andriatampo GM., Chatel M. et Dechanet R., 1980.** Techniques utilisées pour la sélection de variétés de riz possédant la résistance horizontale à la pyriculariose. - Ann. Phytopathol. 199-266.
- 64. O'DONNELL K., WARD TJ., GEISER DM., CORBY KISTLER H. et AOKI T., 2004.** Genealogical concordance between the mating type locus and seven other nuclear genes supports formal recognition of nine phylogenetically distinct species within the *Fusarium graminearum* clade. *Fungal Genetics and Biology*. 41, (6). 600–623.
- 65. Pereyra SA., Dill-Macky R. et Sims AL., 2004.** Survival and inoculum production of *Gibberella zeae* in Wheat Residue. *Plant Disease* 88. 724-730.
- 66. Philippe dC., Laurence Itab. P., Morand S. et Skiker., 2009.** Agriculture biologique. Les résistances variétales pour lutter contre la carie du blé in perspectives agricoles, 50-53.
- 67. Prescott JM., Burnett PA., Saari EE., Ransom J., Bowman J W., Milliano do., Singh RP. et Bekele G., 1987.** Maladies at ravagours du blé : Guide d'identification au champ. CIMMYT. Mexico, D.F., Mexico. 135p.

- 68. Prévost P., 1990.** Les bases de l'agriculture moderne. Ed Lavoisier Tec & Doc, Paris. 262 p.
- 69. Pirgozliev SR., Edwards SG., Hare MC. et Jenkinson P., 2003.** Strategies For the control of Fusarium head blight in cereals / European Journal of Plant Pathology. 109. 731–742.
- 70. Rafika Kh., 2014.** Effet combine d'un fongicide et d'un insecticide contre la Fusariose de blé dur (*Triticum durum* Desf.) en étage semis-aride (Sétif). Thèse d'ingénieur d'état. Université Ferhat Abbas Sétif. 54p.
- 71. Rosalind M. et Sears E R., 1967.** The cytogenetics of wheat and its relatives in Wheat and wheat improvement. Number 13 in the series Agronomy. 19p.
- 72. Richard M., 2004.** La Fusariose chez les céréales dans le Canada atlantique.1-3. <http://www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Departments/10/pdf/Agriculture/FieldCrops-GrandesCultures/FUSARI%20f3.pdf>
- 73. Rioux S., Pouleur S., Randall LP., Neched H., Belkacem IK., Vanasse A., Turkington TK. et Dion Y., 2013.** Recherche de traitements de semences sans fongicide pour le blé et l'orge. Revue. La Journée Grandes cultures, Saint-Rémi.32p.
- 74. Saoud H., 1994.** La maladie de la tache bronzée du blé : Etude de la variation pathogénique de l'agent causal (*Pyrenophora tritici repentis*) et identification des sources de résistance. Mémoire de 3ème cycle ENA, Ecole Nationale d'Agriculture, Meknes Maroc.
- 75. Sayoud R., Ezzahiri B. et Bouznad Z., 1999.** Les maladies des céréales et des légumineuses alimentaires au Maghreb, Guide Pratique. Projet Maghrébin sur la Surveillance des Maladies et le Développement de Germoplasme Résistant des céréales et des Légumineuses Alimentaires. PNUD RAB/91/007 Maroc-Algérie - Tunisie. Trames Ed, Algérie. 64p.
- 76. Seutin B., Vancutsen F. Bodson B., 2010.** Que peut-on retenir des essais fongicides menés en forment sur les sites de loncée en 2009 ? In lutte contre les maladies. 16-27.
- 77. Simon H., Codaccioni P. et lecoeur X., 1989.** Produire des céréales à paille. Agriculture d'aujourd'hui. Ed Lavoisier Paris. 333p.
- 78. Siou,D, 2013 :** développement épidémique de la fusariose des épis de blé et conséquences des interactions entre espèces du complexe fusarien. Thèse doctorat en biologie, université de paris sud. 198p.

- 79. Soltner P., 2005.** Les bases de la production végétales: La plante et son amélioration. 4^{ème}Ed. Collection et Techniques Agricoles. 248p.
- 80. Strange RN. & Smith H., 1971.** A fungal growth stimulant in anthers which predisposes wheat to attack by *Fusarium graminearum*. *Physiological Plant Pathology* **1**. 141-150.
- 81. Station météorologique de Sétif, 2015.** Source forme excel.
- 82. Terrones FR. et burny Ph., 2012.** 9.Évolution du marché mondial du blé au cours des cinquante dernières années. 9. Economie Livre Blanc « Céréales » ULg Gembloux Agro-Bio Tech et CRA-W Gembloux – Février.1- 12.
- 83. Trail F., 2009.** For blighted waves of grain : *Fusarium graminearum* in the postgenomics era. *Plant Physiology*, **149**(1). 103-110.
- 84. Viaux P., 1999.** Une 3^{ème} voie en grande culture. Environnement Qualité Rentabilités. Ed. Agridécisions, Paris. 211p.
- 85. Vilain M., 1989.** La production végétale. Volume 2 : La maîtrise technique de la production. 1^{ère} édition, Ed. Lavoisier Tec & Doc, Paris. 361p.
- 86. Wegulo S., Jackson T A., Baenziger S., Carlson M. et Hernandez J., 2008.** *Fusarium* Head Blight of Wheat. 8p.
- 87. Zahri S., Farih A., Badoc A. et Douira A., 2008.** Importance des septorioses dans les champs de blés marocains, *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*. 29-38.
- 88. Zahri S., Farih A., Badoc A. et Douira A., 2014.** Statut des principales maladies, cryptogamiques foliaires du blé au Maroc en 2013. *Journal of Applied Biosciences* **77**, 6543–6549.
- 89. Zillinsky FJ., 1983.** Maladies communes des céréales à paille : Guide d'identification. Mexico,CIMMYT. 141 p.

1. Enquête sur les maladies des céréales qui existe à Sétif (1)

I. Données de l'exploitation :

1.1 Localisation de l'exploitation :

1.1.1 lieu –dit :

1.1.2. Commune :

1.1.3. Wilaya :

I.2 Identification de l'exploitant :

1.2.1. Nom et prénom :

1.2.2. Age :

1. de 25 à 30	
2. 30 à 35	
3. 35 à 45	
4. plus 50	

I.4. Formation agricole

1.4.1. Ingénieur	
1.4.2. Technicien	
1.4.3. Formation professionnelle	
1.4.4. Aucune formation	

1.5. Statut juridique de l'exploitation :

1.5.1. EAC	
1.5.2. EAI	
1.5.3. Prévê	
1.5.4. FP	
1.5.5. Location	

1.6. Vocation de l'exploitation :

1.6.1. Céréales	
1.6.2. Céréales/élevage	
1.6.3. Polyculture	

II. Données sur la conduite

2.1 Travail de sol

Q1. Labour :

Superficiel	
Moyen	
Profond	

ANNEXE1

Q2. Date de labour : Début de Septembre

Q3. Profondeur de labour :

25-30cm	
30-35cm	
35-40cm	

Q4. Outils de labour

1. A soc	
2. A disque	
3. Autre	

Q5. Le Sol :

1. Couleur	
2. Plat	
3. Pente	

2.2 La semence :

Q1 Origine de la semence :

1. Votre propre semence	
2. Semence du voisin ou au marché	
3. Semence de la coopérative	

Q2 la variété :

Blé dur	
Blé tendre	

Q3 La superficie semée :

Q4 La date de semée :

Q5 La densité de levée :

1	2	3	4	5

Q5 Le précédent cultural :

III. la fertilisation :

Q1. Utilisation d'engrais de fond

Oui	
Non	

Q2. Si oui, quel est le type d'engrais utilisé ?

MAP	
TSP	
SSP	
Fosfactyle	
Autre	

Q3. Nombre d'unités/hectare :

Q4. Fertilisation azotée :

Oui	
Non	

Q5. Si oui, quel est le type d'engrais ?

Urée	
Sulfazote	
Sulfamo	
Azofert	
Autre	

Q6. Mode d'apport :

Un seul apport	
Apport fractionné	

III. Irrigation :

Q1. Irrigation :

Un seul apport	
Apport fractionné	

Q2. Si oui ; type d'irrigation :

Irrigation totale	
Irrigation d'apport	

Q3. Mode d'irrigation :

Aspersion	
Submersion	

Q.4 Disponibilité hydrique :

Oued	
------	--

ANNEXE1

Eau douce	
Eau de forage	

4. Désherbage :

Q1 Présence des adventices dans le champ :

Oui	
Nom	

Q2 Quelle type des adventices :

Monocotylédones	
Dicotylédones	

Q3. Utilisation de désherbage chimique :

Oui	
Nom	

Q4. Si oui, quel est le désherbant: Date : Unité :

Q.6 Coordonnées GPS :

X	
Y	
Z	

Q.7 Stade de la culture :

-

Q.8 Observation des maladies

Maladies fongiques	
---------------------------	--

Q.9 : e hg Echelle de notation de 1 à 9

1	2	3	4	5	6	7	8	9

2. Fiche technique de GTA dur

Obtenteur : Elle provient de L'agriculteur Laouamer Mahdi où la fusariose de blé a été détectée durant la campagne précédente

-**Pédigrée :** Gavieta/durum

-**Origine :** CIMMYT (Mexique)

-**Type de la variété :** ordinaire.

Caractéristique morphologique

L'épi : compact, de couleur blanche.

-La hauteur de la plante à la maturité : moyen.

Caractéristique culturales

Alter nativité : Hiver

-Le cycle végétatif : précoce

-Le tallage : fort. -Résistante au froid et à la sécheresse, moyennement résistante à la verse

Caractéristique technologique

- PMG : moyen.

- Qualité semoulier : bonne.

Productivité

- rendement en grain optimal 50 q /ha.

Conseils culturale

- Date de semi : fin novembre début Janvier.

- Dose de semi : 130 - 150 mg/m².

4. Celest extra

Est une suspension concentrée pour traitement des semences contenant 25g/l (2,40 % p/p) Fludioxonil et 25 g/l (2,4 % p/p) difénoconazol.

- Nombre MAPP : 14050.
- PACK TAILLE : 1-20 et 2001.
- Objectif : Pour le contrôle des maladies transmises par les semences dans les cultures d'hiver blé, le seigle et l'avoine.

4.1. Ingrédient actif :

La famille de produit de Celest contient le large spectre traitement des semences fludioxonil fongicide comme ingrédient actif. Fludioxonil appartient à la classe chimique des phénylpyrrole, qui a été d'un composé antifongique naturel isolé d'une bactérie du sol.

4.2. Mode d'action

Activité au large avec le mode d'action unique. Interfère avec le mécanisme de transport des cellules fongiques dans l'interaction à différents points dans le cycle de vie du champignon à dire la germination des conidies, tubes germinatifs et la croissance du mycélium. En fonction de l'effet de l'agent pathogène peut être fongistatique ou fongicide. Souches de maladies fongiques résistantes à d'autres groupes chimiques tels que les benzimidazoles, sont contrôlés.

4.3. Cible

Celest est un choix optimal pour les régions céréalières intensives. Ce produit offre le meilleur contrôle disponible de *Microdochium nivale* et *fusarium*, deux maladies des semis majeurs en Europe occidentale et centrale, ainsi que le contrôle inégalé de maladies transmises par les semences d'autre tels que la carie et la septoriose.

4.4. L'application

Celest est appliqué à une large galle de semences des céréales.

4.5. Géographie

Celest est le fongicide le plus couramment utilisé pour protéger les semences et les plants de céréales en Europe. L'ingrédient actif a des enregistrements dans beaucoup de cultures dans le monde entier et également utilisé dans de nombreux produits de combinaison.

5.6. Avantage et principaux avantages pour le client

- Le meilleur contrôle disponible de *Microdochium*, *Fusarium* et à la carie. Les cultures de céréales d'hiver traitées sont en bonne santé à la fin de l'hiver et la qualité de la récolte est protégée.
- Donne un excellent départ à la culture comme la germination est fixée.
- Innocuité pour l'homme et l'environnement (classification de risque réduit par l'agence Américaine de protection de l'environnement) (Syngenta, 2013).

5. Dividend

Le dividend est un fongicide unique à base de Difénoconazole (Triazole) qui combine à la fois une excellente tolérance de la plante, un large spectre d'activité, une grande efficacité et une utilisation facile et sans danger.

- Il est systémique et lutte efficacement aussi bien contre les maladies à contamination interne (Le charbon nu) que celles à contamination externe (Le charbon couvert, carie...).
- Contrairement à d'autres fongicides sur le marché, Dividend n'a aucun effet négatif sur la semence et garanti une levée homogène et optimum.
- Sur blé, il lutte efficacement contre la carie, le charbon nu, la tache auréolée et d'autres maladies sur orge il contrôle les charbons couvert et nu, la strie foliaire, la rayure réticulée et autres.

5.1. Doses et mode d'emploi

- Dividend 030 FS s'utilise uniquement en traitement de semences.
- Dividend 030FS s'utilise avec les machines de traitement de semences conventionnelles.

- Dividend 030FS peut être aussi utilisé à la ferme avec les machines de traitement de type bétonnière.

Pour traiter un quintal de semences, il faut bien mélanger 100 ml de Dividend 30FS dans 0,5 à 0,6 litre d'eau puis pulvériser cette bouillie sur les semences.

- Il faut bien mélanger pour obtenir un bon enrobage de toutes les graines.
- Pour lutter contre le charbon nu et pour les semences destinées à la reproduction (G1, G2, G3.....) la dose sera portée à 200 ml de Dividend 030 FS par quintal.

5.2. Description du Dividend 030 FS

- Dividend 030 FS est une suspension concentrée de couleur rouge contenant 30 grammes de Difenoconazole par litre.
- Dividend 030 FS est homologué en Algérie sous le numéro 02 094 069.
- Dividend 030 FS est conditionné en bidons de 5 litres et flacons de 1 litre.
- Dividend 030 FS peut être mélangé uniquement avec les produits liquides en formulation FS, comme le cruiser 350 FS par exemple pour lutter simultanément contre les vers blancs des céréales (Syngenta, 2006).

2.1. Le Matériel utilisée :

- On a utilise aussi un appareil photo numérique (SAMSANG 12 mega pixel), pour prendre des photos des plantes présentant des symptômes. Et à l'aide d'un questionnaire on a recensé le maximum d'information.
- Un GPS (Global Positioning System) qui est un système universel de navigation, qui permet de mesurer les coordonnées géographiques d'un point (X, Y, Z) avec une précision qui s'échelonne de la dizaine de mètres au décamètre, suivant le type de matériel et la technique utilisés.

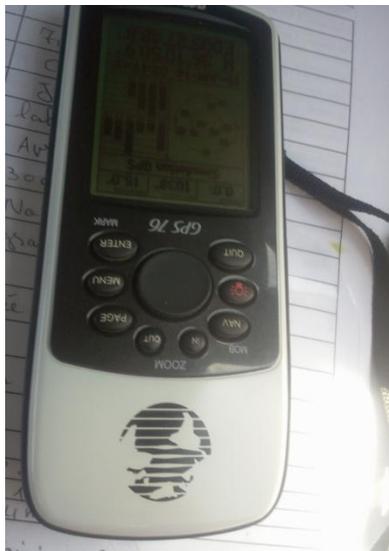


Figure N1 : L'appareil de GPS Utilisée dans l'enquête

2.2. Utilisation de GPS :

2.2.1. Comment prendre le point et l'enregistrer :

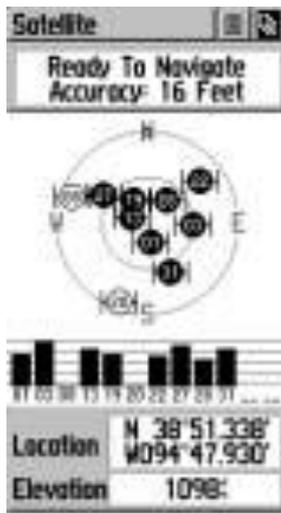
On clique sur le bouton **NAV** jusqu'à l'apparition de **l'écran état du satellite** (décrit plus haut), on attend un moment jusqu'à ce les satellites reconnaisse le GPS et ceci en voyant apparaitre des bâtonnets en noir. On commence à prendre le point à partir de quatre satellites (04 bâtonnets noir) détectés.

On clique par la suite sur le bouton **GOTO** pendant deux secondes et on voit apparaitre un écran affichant le symbole, le nom et les coordonnées du point **3D** (coordonnées X : longitude, Y : latitude, Z : altitude) par exemple

On peut nommer le point selon l'objectif de notre mission de cette manière : en se servant des touches de direction on va sur le nom du point donné par défaut (**WPT001**) et on clique sur entrer, un clavier apparait sur lequel on peut se déplacer à l'aide des touches de

direction pour écrire le nouveau nom tout en validant chaque lettre choisie. La validation du nom se fait en cliquant sur **OK** puis sur **sauver**.

On refait la même opération pour chaque point qui présente ici les parcelles on trouve des symptômes des maladies fongiques à localiser géographiquement. Les points recueillis sont soit téléchargés sur PC soit repris sur feuille Excel



2.2.2. Méthodologie de travail :

La localisation des maladies a été réalisée à l'aide du GPS (Global Positioning System) qui est un système universel de navigation, qui permet de mesurer les coordonnées géographiques d'un point (X, Y, Z) avec une précision qui s'échelonne de la dizaine de mètres au décamètre, suivant le type de matériel et la technique utilisés.

Une fois les coordonnées du récepteur sont acquises dans un repère à 3 axes et qui a pour origine le centre de gravité des masses terrestres, le GPS converti les données (X, Y, Z) en « latitude, longitude et altitude ».

Pour effectuer cette conversion, le GPS utilise un système de projection bien déterminé, le plus utilisé est le système géodésique WGS84 (World Geodetic System 84).

Les données recueillies ont été intégrés dans un Système d'Information Géographique utilisant le logiciel **ArcView**.

ANNEXE 2

ArcView est un **SIG vecteur**. Développé et commercialisé par la société **ESRI**. Il propose néanmoins un ensemble complet de fonctionnalités pour la saisie, la mise à jour, la représentation, l'interrogation, l'analyse et l'impression de données géographiques.

Qu'il soit utilisé seul ou complété d'extensions spécifiques (**3D Analyst, Image Analysis, Spatial Analyst, ...**), il s'adapte aux besoins et aux exigences les plus avancées. Il communique facilement avec d'autres logiciels comme **Excel, Access, et autres logiciels de traitement d'images satellitaires**.

Les points GPS relatifs aux différentes maladies sont représentés sur la couche d'information **COMGEO** (limite administrative de la wilaya de Sétif avec ses limites communales).

ANNEXE 3

3.1. Caractérisation par les modalités des classes de la partition

Coupure 'b' de l'arbre en 8 classes

Classe: CLASSE 1 / 8 (Effectif: 2 -

Pourcentage: 3.85)

Libellés des variables	Modalités caractéristiques	% de la modalité dans la classe	% de la modalité dans l'échantillon	% de la classe dans la modalité	Valeur-Test	Probabilité	Poids
Oïdium	OD6	100.00	3.85	100.00	3.17	0.001	2
Rendement estimé	re6	100.00	5.77	66.67	2.84	0.002	3
Rendement récolté	rr5	100.00	7.69	50.00	2.61	0.005	4
la fusariose	FU0	0.00	92.31	0.00	-2.61	0.005	48

Classe: CLASSE 2 / 8 (Effectif: 3 -

Pourcentage: 5.77)

Libellés des variables	Modalités caractéristiques	% de la modalité dans la classe	% de la modalité dans l'échantillon	% de la classe dans la modalité	Valeur-Test	Probabilité	Poids
La tache auréolée	TA7	66.67	3.85	100.00	2.84	0.002	2
Rendement estimé	re5	66.67	3.85	100.00	2.84	0.002	2

Classe: CLASSE 3 / 8 (Effectif: 4 -

Pourcentage: 7.69)

ANNEXE 3

Libellés des variables	Modalités caractéristiques	% de la modalité dans la classe	% de la modalité dans l'échantillon	% de la classe dans la modalité	Valeur-Test	Probabilité	Poids
La tache auréolée	TA5	100.00	13.46	57.14	3.65	0.000	7
Oïdium	OD5	75.00	7.69	75.00	3.19	0.001	4
Oïdium	OD0	0.00	73.08	0.00	-2.68	0.004	38

**Classe: CLASSE 4 / 8 (Effectif: 2 -
Pourcentage: 3.85)**

Libellés des variables	Modalités caractéristiques	% de la modalité dans la classe	% de la modalité dans l'échantillon	% de la classe dans la modalité	Valeur-Test	Probabilité	Poids
rouille brune	RB3	100.00	3.85	100.00	3.17	0.001	2
Oïdium	OD3	100.00	9.62	40.00	2.43	0.008	5
rouille brune	RB0	0.00	94.23	0.00	-2.84	0.002	49

ANNEXE 3

3.2. les classes

**Classe: CLASSE 5 / 8 (Effectif: 2 -
Pourcentage: 3.85)**

Libellés des variables	Modalités caractéristiques	% de la modalité dans la classe	% de la modalité dans l'échantillon	% de la classe dans la modalité	Valeur-Test	Probabilité	Poids
Rendement estimé	re4	100.00	5.77	66.67	2.84	0.002	3
la variété	GTD	100.00	7.69	50.00	2.61	0.005	4

**Classe: CLASSE 6 / 8 (Effectif: 20 -
Pourcentage: 36.54)**

Libellés des variables	Modalités caractéristiques	% de la modalité dans la classe	% de la modalité dans l'échantillon	% de la classe dans la modalité	Valeur-Test	Probabilité	Poids
Rendement récolté	rr2	68.42	34.62	72.22	3.59	0.000	18
Rendement estimé	re2	57.89	30.77	68.75	2.89	0.002	16
pietin échaudage	PE0	89.47	67.31	48.57	2.36	0.009	35
Rendement récolté	rr1	0.00	36.54	0.00	-4.25	0.000	19

ANNEXE 3

**Classe: CLASSE 7 / 8 (Effectif: 10 -
Pourcentage: 21.15)**

Libellés des variables	Modalités caractéristiques	% de la modalité dans la classe	% de la modalité dans l'échantillon	% de la classe dans la modalité	Valeur-Test	Probabilité	Poids
La tache auréolée	TA0	90.91	23.08	83.33	5.35	0.000	12
pietin échaudage	PE9	90.91	30.77	62.50	4.42	0.000	16
pietin échaudage	PE0	0.00	67.31	0.00	-5.06	0.000	35

**Classe: CLASSE 8 / 8 (Effectif: 9 -
Pourcentage: 17.31)**

Libellés des variables	Modalités caractéristiques	% de la modalité dans la classe	% de la modalité dans l'échantillon	% de la classe dans la modalité	Valeur-Test	Probabilité	Poids
Rendement récolté	rr1	100.00	36.54	47.37	4.05	0.000	19
Rendement estimé	re1	77.78	28.85	46.67	3.03	0.001	15
la variété	Bo	0.00	46.15	0.00	-2.90	0.002	24

ANNEXE 3

3.3. Les groupes exploitations

Groupe 1 : 2 exploitations

Exp	Z	DL	Pr	Ot	Sl	OS	V	Sp	DS	Dt	PC	AgF	FA	IR	PAd	UDs	TA	Fu	Oi	RB	Pch	Sp	RR	Ré	SC
exp1	z2	AT	p4	Sc	Pl	SC	WA	c1	Td	d5	CER	F1	A1	I1	AD1	DES0	TA9	FU9	OD6	RB0	PE0	SEP0	c5	c6	Ep
exp2	z2	AT	P3	Dd	PL	SC	GTD	c1	Td	d5	CER	F1	A1	I1	AD1	DES0	TA8	FU7	OD6	RB0	PE0	SEP0	c5	c6	Ep

Groupe 2 : 3 exploitations

Exp	Z	DL	Pr	Ot	Sl	OS	V	Sp	DS	Dt	PC	AgF	FA	IR	PAd	UDs	TA	Fu	Oi	RB	Pch	Sp	RR	Ré	SC
exp3	z2	PN	p1	Dd	Pl	SC	Bo	c1	Td	d5	Fou	F1	A1	I0	AD1	DES1	TA7	FU0	OD5	RB0	PE0	SEP0	c5	c5	DEp
exp4	z2	At	p1	Dd	Pn	Sc	Bo	c1	Td	d2	JAC	F0	A1	I0	AD1	DES1	TA7	FU0	OD0	RB0	PE0	SEP0	c1	c3	DEp
exp11	z2	AT	p3	Dd	PL	SC	GTD	c2	Td	d3	CER	F0	A1	I0	AD1	DES1	TA0	FU0	OD0	RB0	PE9	SEP0	c3	c4	Ep

Groupe 3 : 4 exploitations

Exp	Z	DL	Pr	Ot	Sl	OS	V	Sp	DS	Dt	PC	AgF	FA	IR	PAd	UDs	TA	Fu	Oi	RB	Pch	Sp	RR	Ré	SC
exp6	z3			Sc	Pn		MBB	c1		d3		F0		I0	AD0	DES0	TA3	FU0	OD0	RB0	PE0	SEP0	c1	c1	Ep
exp9	z3	AT	p5	Atr	Pn	SC	Bo	c2	Td	d5	MAR	F1	A1	I1	AD1	DES0	TA5	FU0	OD5	RB0	PE0	SEP0	c6	c6	Ep
exp21	z3	PN	p2	Dd	PL	SC	WA	c1	Td	d5	JAC	F1	A0	I0	AD1	DES1	TA0	FU0	OD0	RB0	PE9	SEP0	c1	c1	flo
exp26	z3	HIV	p4	Atr	PL	Vo	Bo	c1	Td	d5	MAR	F0	A0	I0	AD1	DES0	TA5	FU0	OD3	RB3	PE9	SEP0	c2	c2	flo

ANNEXE 3

Groupe 4 :2 exploitations

Exp	Z	DL	Pr	Ot	Sl	OS	V	Sp	DS	Dt	PC	AgF	FA	IR	PAd	UDs	TA	Fu	Oi	RB	Pch	Sp	RR	Ré	SC
exp30	z3	AT	p4	Atr	PL	SC	MBB	c1	Td	d4	JAC	F0	A0	I1	AD0	DES0	TA0	FU0	OD0	RB0	PE0	SEP7	c2	c3	flo
exp38	z1	AT	p2	Atr	PL	SC	Bo	c1	Td	d5	MAR	F0	A1	I1	AD1	DES1	TA5	FU0	OD5	RB5	PE0	SEP0	c1	c3	flo

Groupe 5 : 3 exploitation

Exp	Z	DL	Pr	Ot	Sl	OS	V	Sp	DS	Dt	PC	AgF	FA	IR	PAd	UDs	TA	Fu	Oi	RB	Pch	Sp	RR	Ré	SC
exp10	z3	AT	p4	Dd	Pn	SC	Bo	c1	Td	d5	JAC	F0	A0	I0	AD1	DES1	TA3	FU0	OD0	RB0	PE0	SEP0	c2	c2	Ep
exp7	z2	PN	p2	Dd	Pn	SC	WA	c5	Td	d3	JAC	F1	A1	I0	AD1	DES1	TA0	FU0	OD0	RB0	PE1	SEP0	c2	c1	Ep

Groupe 6 : 19 exploitations

Exp	Z	DL	Pr	Ot	Sl	OS	V	Sp	DS	Dt	PC	AgF	FA	IR	PAd	UDs	TA	Fu	Oi	RB	Pch	Sp	RR	Ré	SC
exp22	z3	PN	p2	Dd	Pn	SC	Bo	c1	Td	d5	JAC	F1	A0	I0	AD1	DES1	TA0	FU0	OD7	RB0	PE9	SEP0	c2	c1	flo
exp23	z3	PN	p2	Dd	Pn	SC	Bo	c2	Td	d5	JAC	F1	A0	I0	AD1	DES1	TA0	FU0	OD7	RB0	PE9	SEP0	c1	c1	flo
exp19	z3	PN	p2	Dd	Pn	SC	WA	c2	Td	d4	JAC	F1	A0	I0	AD1	DES1	TA1	FU0	OD0	RB0	PE0	SEP0	c1	c1	flo
exp12	z3	PN	p4	Sc	Pn	SC	MBB	c1	Pr	d4	JAC	F1	A1	I0	AD1	DES1	TA3	FU0	OD0	RB0	PE9	SEP0	c1	c1	Ep
exp13	z2	AT	p3	Dd	PL	SC	CAR	c2	Td	d4	MAR	F1	A1	I1	AD1	DES1	TA1	FU0	OD0	RB0	PE0	SEP0	c1	c3	Ep
exp31	z2	PN	p3	Atr	PL	SP	Bo	c1	Td	d4	JAC	F1	A1	I0	AD0	DES1	TA1	FU0	OD0	RB0	PE0	SEP0	c5	c5	flo
exp42	z3	AT	p4	Dd	PL	SC	MBB	c2	Pr	d4	JAC	F1	A0	I0	AD1	DES1	TA3	FU0	OD0	RB0	PE0	SEP0	c1	c1	Rp
exp52	z2	AT	p2	Dd	PL	SC	MBB	c1	Td	d4	MAR	F0	A0	I1	AD1	DES0	TA3	FU0	OD0	RB0	PE0	SEP0	c3	c2	Rp
exp43	z3	AT	p4	Dd	Pn	SC	MBB	c3	Pr	d4	JAC	F1	A0	I0	AD1	DES1	TA3	FU0	OD0	RB0	PE0	SEP0	c1	c1	Rp
exp46	z3	PN	p4	Dd	Pn	SC	MBB	c6	Td	d5	JAC	F1	A1	I0	AD1	DES1	TA1	FU0	OD0	RB0	PE0	SEP0	c3	c2	DRp

ANNEXE 3

exp27	z3	AT	p1	Atr	Pn	Sc	MBB	c1	Td	d4	JAC	F0	A0	I0	AD1	DES1	TA0	FU0	OD0	RB0	PE9	SEP0	c1	c3	flo
exp16	z3	AT	p4	Dd	Pn	SC	CAR	c1	Td	d5	JAC	F0	A1	I1	AD1	DES1	TA5	FU0	OD3	RB3	PE0	SEP0	c4	c4	Ep
exp40	z2	PN	p4	Dd	Pn	SC	Bo	c1	Td	d3	JAC	F1	A1	I1	AD1	DES1	TA0	FU7	OD0	RB0	PE9	SEP0	c1	c1	Rp
exp15	z3	AT	p4	Dd	PL	SC	Bo	c1	Td	d4	Fou	F0	A1	I1	AD1	DES1	TA0	FU0	OD3	RB0	PE9	SEP0	c2	c3	Ep
exp50	z3	PN	p2	Dd	PL	SC	Bo	c2	Td	d4	JAC	F1	A1	I0	AD1	DES1	TA1	FU0	OD0	RB0	PE0	SEP0	c2	c1	Rp
exp49	z3	PN	p2	Dd	Pn	SC	Bo	c1	Td	d5	JAC	F1	A1	I0	AD1	DES1	TA1	FU0	OD0	RB0	PE9	SEP0	c1	c1	Rp
exp47	z3	PN	p2	Sc	Pn	SC	Bo	c2	Td	d4	PCH	F1	A1	I0	AD1	DES1	TA1	FU0	OD3	RB0	PE0	SEP0	c3	c3	DRp
exp48	z3	HIV	p2	Atr	Pn	SC	Bo	c1	Td	d5	JAC	F1	A1	I0	AD1	DES1	TA3	FU0	OD3	RB0	PE0	SEP0	c3	c2	Rp
exp20	z3	PN	p2	Dd	Pn	SC	CAR	c1	Td	d4	JAC	F1	A0	I0	AD1	DES1	TA1	FU0	OD0	RB0	PE9	SEP0	c1	c1	flo

Groupe 7 : 10 exploitations

Exp	Z	DL	Pr	Ot	SI	OS	V	Sp	DS	Dt	PC	AgF	FA	IR	PAd	UDs	TA	Fu	Oi	RB	Pch	Sp	RR	Ré	SC
exp35	z2	PN	p2	Dd	PL	SC	Bo	c2	Td	d4	CER	F0	A1	I0	AD1	DES1	TA1	FU0	OD0	RB0	PE0	SEP0	c3	c3	flo
exp18	z3	AT	p4	Dd	PL	SC	CAR	c1	Td	d5	JAC	F0	A1	I0	AD1	DES1	TA0	FU0	OD0	RB0	PE9	SEP0	c3	c3	dflo
exp29	z3	AT	p2	Dd	Pn	SC	CAR	c2	Td	d4	JAC	F0	A1	I0	AD1	DES1	TA3	FU0	OD0	RB0	PE0	SEP0	c1	c2	flo
exp17	z3	PN	p2	Dd	Pn	SC	Bo	c2	Td	d5	JAC	F0	A0	I0	AD1	DES1	TA3	FU0	OD0	RB0	PE0	SEP0	c2	c1	dflo
exp32	z2	PN	p2	Dd	Pn	SC	CAR	c1	Td	d4	JAC	F1	A1	I0	AD1	DES1	TA1	FU0	OD0	RB0	PE0	SEP0	c2	c2	flo
exp36	z3	PN	p2	Dd	PN	SC	Bo	c2	Td	d3	JAC	F0	A1	I0	AD1	DES1	TA3	FU0	OD0	RB0	PE0	SEP0	c2	c3	flo
exp37	z2	PN	p2	Dd	Pn	SC	Bo	c1	Td	d3	JAC	F0	A1	I0	AD1	DES0	TA3	FU0	OD0	RB0	PE9	SEP0	c2	c2	flo
exp51	z2	AT	p2	Dd	Pl	SC	Bo	c1	Td	d4	MAR	F0	A0	I1	AD1	DES0	TA1	FU0	OD0	RB0	PE0	SEP0	c2	c2	Rp
exp5	z3	AT	p3	Sc	PL	Vo	MBB	c1	Td	d3	JAC	F0	A0	I0	AD1	DES0	TA5	FU0	OD0	RB0	PE0	SEP0	c1	c1	Ep
exp39	z1	HIV	p2	Dd	PL	SC	Bo	c1	Td	d5	MAR	F0	A1	I1	AD1	DES1	TA9	FU0	OD0	RB0	PE9	SEP0	c3	c2	Rp

ANNEXE 3

Groupe 8 : 9 exploitations

Exp	Z	DL	Pr	Ot	SI	OS	V	Sp	DS	Dt	PC	AgF	FA	IR	PAd	UDs	TA	Fu	Oi	RB	Pch	Sp	RR	Ré	SC
exp28	z3	AT	p1	Atr	Pn	SC	MBB	c2	Td	d4	JAC	F0	A0	I0	AD1	DES1	TA0	FU0	OD0	RB0	PE9	SEP0	c2	c2	flo
exp44	z3	AT	p4	Dd	Pn	SC	MBB	c2	Td	d5	JAC	F1	A1	I0	AD1	DES1	TA3	FU0	OD0	RB0	PE0	SEP0	c2	c2	DRp
exp45	z3	PN	p4	Dd	Pn	SC	Bo	c4	Td	d4	JAC	F1	A1	I0	AD1	DES1	TA1	FU0	OD0	RB0	PE0	SEP0	c3	c2	DRp
exp41	z2	PN	p4	Dd	Pn	SC	Bo	c1	Td	d4	Fou	F1	A1	I1	AD1	DES1	TA0	FU7	OD0	RB0	PE9	SEP0	c1	c2	Rp
exp33	z2	PN	p2	Dd	Pn	SC	CIM	c1	Td	d4	JAC	F1	A1	I0	AD1	DES0	TA1	FU0	OD0	RB0	PE0	SEP0	c2	c2	Flo
exp24	z2	AT	p2	Dd	PL	SC	GTD	c1	Td	d3	MAR	F0	A0	I0	AD1	DES1	TA1	FU0	OD0	RB0	PE0	SEP0	c3	c4	flo
exp25	z1	AT	p2	Dd	PL	Sp	CIC	c1	Td	d3	CER	F0	A1	I0	AD1	DES1	TA1	FU0	OD0	RB0	PE0	SEP0	c2	c2	Flo
exp8	z2	AT	p4	Dd	PL	SC	GTD	c1	Td	d5	CER	F1	A1	I1	AD1	DES0	TA5	FU0	OD5	RB0	PE0	SEP0	c1	c2	Fp
exp34	z2	PN	p2	Dd	PL	SC	Bo	c5	Td	d3	JAC	F0	A1	I0	AD1	DES1	TA1	FU0	OD0	RB0	PE0	SEP0	c2	c3	flo

ANNEXE 3

3.2. les axes factoriels

Description de l'axe 2
Par les MODALITES
ACTIVES

Libellé de la variable	Libellé de la modalité	Valeur-Test	Poids
La tache auréolée	TA5	-4.49	7.000
rouille brune	RB3	-3.56	2.000
Oïdium	OD5	-3.52	4.000
Oïdium	OD3	-3.27	5.000
la fusariose	FU0	-2.99	48.000
Rendement récolté	rr4	-2.98	1.000
pietin échaudage	PE0	-2.79	35.000
rouille brune	RB5	-2.75	1.000
Rendement estimé	re4	-2.43	3.000
ZONE CENTRALE			
la fusariose	FU7	2.12	3.000
la fusariose	FU9	2.19	1.000
Oïdium	OD6	2.25	2.000
pietin échaudage	PE9	2.38	16.000
Oïdium	OD0	2.93	38.000
La tache auréolée	TA0	3.03	12.000
la variété	WA	3.24	4.000
Rendement estimé	re1	3.72	15.000
rouille brune	RB0	4.55	49.000

Description de l'axe 1
Par les MODALITES
ACTIVES

Libellé de la variable	Libellé de la modalité	Valeur-Test	Poids
la fusariose	FU0	-4.65	48.000
zone	z3	-3.56	29.000
Oïdium	OD0	-3.10	38.000
la variété	MBB	-2.26	11.000
Rendement estimé	re1	-2.20	15.000
La tache auréolée	TA3	-2.17	12.000
ZONE CENTRALE			
Oïdium	OD5	2.05	4.000
Rendement estimé	re5	2.21	2.000
la fusariose	FU7	2.92	3.000
La tache auréolée	TA9	3.04	2.000
la variété	GTD	3.07	4.000
zone	z2	3.64	20.000
la fusariose	FU9	4.07	1.000

ANNEXE 3

La tache auréolée	TA8	4.28	1.000
Rendement estimé	re6	5.50	3.000
Rendement récolté	rr5	5.90	4.000
Oïdium	OD6	5.96	2.000

4.1. Répartition des paramètres sur les axes factoriels

	F1	F2
N Plants fusariés	-0.948	-0.200
Faculté germinative	0.941	-0.241
Hauteur à la floraison	-0.374	0.862
Plants/m ²	0.937	-0.263
Epis/m ²	0.830	-0.128
Grains/épi	0.836	0.353
PMG	0.487	0.758
RNT	0.949	0.052

ANNEXE 4

4.2. Synthèse de l'analyse statistique des résultats (ANOVA)

(Valeurs moyennes de l'essai)

Traitements	Faculté germinative	Hauteur en cm	Plants m ²	Epis m ²	Grains /épi	PMG	Rdt /ha	Groupe Homogène	Ecart/Témoin
T1 CELEST EXTRA	83	57.75	207.75	225.75	32.47	45.88	19.00	A	4.5 q/ha
T2 DIVIDEND	75.75	60.25	189.25	192.75	30.95	38.19	16.70	B	2.30 q/ha
T0 TEMOIN	70.50	58.75	176.25	179.00	20.33	29.70	14.56	C	-
Moyenne	76.00	58.91	191	199.00	27.92	37.90	16.75		
C.V (%)	5.04	2.41	5.18	9.46	12.71	10.80	7.40		
P.p.d.s	6.16	2.27	15.85	30.14	5.67	5.96	1.98		
Signification	HS	HS	HS	HS	HS	S	HS		

تم هذا العمل خلال الموسمين (2013-2015) على زراعة القمح الصلب (*Triticum durum Desf.*) في البيئة شبه القاحلة سطيف. والغرض من هذه الدراسة هو، في البداية، حصر ودراسة أهمية وتطور الأمراض الفطرية في 52 مزرعة، وثانياً، لتقييم تأثير الفيوزاريوم الذبول على محصول القمح الصلب G TA dur ومكوناته ، في المعهد التقني للمحاصيل الزراعية. أظهرت النتائج تحديد ستة أمراض فطرية غير متجانسة التوزيع علي سبعة أصناف (Waha، Bousselem، Carioca، MBB، GTA dur، Simito و Ciccio). وتتميز هذه الأمراض بغلبة الفيوزاريوم (50٪)، تليها بقعة تان (33.92٪)، تبقع الأوراق (25٪)، - piétin échaudage (17.67٪)، البياض الدقيقي (11.53٪) والصدأ البني (8.33٪). و أيضاً نجد أن شدة الإصابة ظهرت في البقعة تان والفيوزاريوم مع 62.5٪ و متوسط الشدة ظهرت في تبقع الأوراق والصدأ البني بنسبة تقدر ب 7.5٪ و 3.5٪ على التوالي. بالنتيجة الأصناف الأكثر إصابة بالأمراض هي Bousselem و M.B.B بمتوسط معدل الإصابة 48٪ و 19.23٪ على التوالي. أصناف متوسطة الإصابة هي GTA dur ، Carioca بمتوسط معدل الإصابة ب 11.53٪ و 9.61٪ على التوالي. وأخيراً، والأصناف الأقل عرضة للأمراض هي Simito و Ciccio بمتوسط معدل إصابة 3.84٪ و 1.92٪ على التوالي. بالإضافة الي متابعة تأثير الفيوزاريوم علي صنف من القمح الصلب GTA dur و قد أظهرت بعض الحساسية لهذا الصنف بانخفاض عدد الإنبات في المترمربع الذي قدر ب (176.25/م²)، وعدد الحبوب في السنبل (20.33حبة)، وعدد السنابل في المتر مربع (179س/م²) ووزن ألف حبة (29،70غ) ومحصول الحبوب (14،46ق / هكتار).

كلمات البحث: التوزيع المكاني، الأمراض الفطرية ، المنطقة شبه الجافة، GTA dur، الفيوزاريوم نسبة الإصابة.

Distribution spatiale des maladies fongiques du blé dur (*Triticum durum Desf.*) et effet de la fusariose sur le rendement et ses composante en zone semi aride de Sétif.

Résumé

Ce travail a été effectué durant deux campagnes agricoles (2013-2015) sur la culture du blé dur (*Triticum durum Desf.*), en environnement semi-aride de Sétif. Le but de cette étude est, dans un premier temps, d'inventorier et d'étudier l'importance et l'évolution des maladies cryptogamiques au niveau de 52 exploitations agricoles et, dans un deuxième temps, d'évaluer l'effet de la fusariose sur le rendement et les composantes de la variété GTA dur, au niveau de l'institut technique des grandes cultures. Les résultats obtenus révèlent l'identification de six maladies cryptogamiques avec une distribution hétérogène, réparties sur sept variétés (Bousselem, Waha, Carioca, MBB, GTA dur, Simito et Ciccio). Ces maladies sont caractérisées par la prédominance de la fusariose (50%), suivi de la tache auréolée (33,92%), la septoriose (25%), le piétin - échaudage (17,67%), l'oïdium (11,53%) et la rouille brune (8,33%). Aussi, les plus sévères sont la tache auréolée et la fusariose avec 62,5% ; moyennement sévères, la septoriose et la rouille brune avec 7,5% et 3,5% respectivement. Par conséquent, les variétés les plus sensibles sont Bousselem et M.B.B dur avec un taux d'infection moyen de 48% et 19,23% respectivement. Les variétés moyennement sensible, sont carioca et GTA dur avec un taux d'infection moyen de 11,53% et 9,61% respectivement. Enfin, les variétés les moins sensibles, sont Simeto et Ciccio avec un taux d'infection moyen de 3,84% et 1,92% respectivement. Enfin, la fusariose a réduit les composantes de rendements de la variété GTA dur, par le nombre de plants /m²(176,25), le nombre de grains/épis (20,33), le nombre d'épis/m²(179), le poids de mille grains (29,70g) et le rendement en grains (14,46q/ha).

Mots clés : Les maladies cryptogamiques, distribution spatiale, fusariose, blé dur, composante de rendements, semi-aride.

Spatial distribution of fungal diseases of durum wheat (*Triticum durum Desf.*) And effect of Fusarium wilt on yield and its components in semi-arid area.

Abstract

This work was done during two crop seasons (2013-2015), on the cultivation of durum wheat in semi-arid environment of Setif. The aim of this studies, initially to inventory and study the importance and evolution of fungal diseases at 52 farms; secondly, to evaluate the effect of fusarium wilt on yield and components of variety GTA dur, at technical institute of field crops. The results show the identification of six fungal diseases with a heterogeneous distribution spread over seven varieties (Bousselem, Waha, Carioca, MBB, GTA dur, Simito and Ciccio). These diseases are characterized by the predominance of fusarium wilt (50%), followed by tan spot (33,92%), septoria (25%), take -all disease (17,67%), powdery mildew (11,53%), and leaf rust (8,33%). Also, the most severe are fusarium wilt and tan spot with 62,5% ; moderately sever, powdery mildew and take - all disease with 37,5% and 17,5% respectively ; weakly severe, septoria and leaf rust with 7,5% respectively. Therefore, the rust susceptible varieties are Bousselem and MBB with an infection rate of 48% and 19,23% respectively; moderately susceptible are Carioca and GTA dur with 11,53% and 9,61% respectively and weakly susceptible are Siméto and Ciccio with 3,84% and 1,92% respectively. Finally, fusarium wilt reduced components yields GTA dur variety, by the number of plants/m² (176, 25), the number of grains/ear (20, 33), the number of ears/m² (179), the number of thousand grains (29,70 g) and grain yield (14,46 q/ha).

Keywords: Fungal diseases, spatial distribution, fusarium wilt, durum wheat, components yields, semi-arid.