

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة 8 ماي 1945 قالمة

Université 8 Mai 1945 Guelma

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la terre et de l'Univers



## Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

**Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie**

**Département : Écologie et Génie de l'Environnement**

**Filière : Sciences agronomique**

**Spécialité/Option : Phytopharmacie et protections des végétaux**

---

### Thème :

**Evaluation d'une molécule antifongique de la famille des « AZOL »  
sur le contrôle des maladies fongiques d'une culture de blé tendre  
dans la plaine de Guelma**

---

**Présenté par :**

**Salah salah Rafida  
Louafi Riane  
Manaa Chaima**

**Devant le jury composé de :**

<b>Président :</b>	<b>Mme. Iben Charif H.</b>	<b>(M.C.B)</b>	<b>Université de Guelma</b>
<b>Examinatrice :</b>	<b>Mme. Chahat N.</b>	<b>(M.C.B)</b>	<b>Université de Guelma</b>
<b>Encadreur :</b>	<b>Mr. Ziouni A.</b>	<b>(M.C.B)</b>	<b>Université de Guelma</b>

**Octobre 2020**

### **Remerciements :**

*Au début, nous remercierons Allah de nous avoir aidé pour accomplir notre travail.*

*Nos sincères remerciements à Mme Chahat maître de conférences à l'université de Guelma qui nous fait l'honneur de présider le jury et à Mme Iben charif Hayet maître de conférences à l'université de Guelma de nous avoir fait l'honneur d'accepter, d'examiner et de juger notre travail.*

*Nous tenons à remercier en particulier notre directeur de mémoire Mr Zitouni. Ali maître de conférences à l'université de Guelma pour nous avoir encadrés tout le long de ce travail, pour son soutien, sa disponibilité et ses qualités scientifiques dont nous avons pu profiter.*

*Ce travail a été réalisé au niveau de la ferme de démonstration et de production de semences Guelma (FDPS), nous remercions tous le personnel de la station en particulier la directrice Mme NEKAA-SERIDI Souad pour nous avoir accueilli dans la station pour effectuer notre stage.*

*Nous tenons à remercier aussi Melle Laib Fouzia, ingénieurs de l'ITGC de Guelma, pour son aide technique et ses recommandations tout au long de notre stage*

*Un grand merci à tous nos amis et collègues pour leur précieuse collaboration.*

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

*Dédicace :*

*Je dédie ce travail :*

*A l'âme de mon oncle Fouzi, paix à son âme.*

*A ma chère mère Farida, qui n'a ménagé aucun effort pour m'encourager durant mes longues études. Une mère très adorable, d'un soutien infaillible.*

*A mon cher père Taib, qui est toujours là pour nous, qui s'est sacrifié pour nous voir grandir.*

*A mes jumeaux frères : Rami, Chems Eddin, Mouaid, Raid Abed Raouf.*

*A mes chers grands-parents maternels et paternels, que Dieu les garde pour moi.*

*A toutes mes chères tantes maternelles qui sont comme des sœurs pour moi : Amel et ses enfants : Mohamed Amin, Youcef, Tamer et Maria, Fatma et ses enfants : Saif et Djasser, Soumia et ses enfants : Soundous Rimess et Mohamed Sabri, et ma chère tante Radja, qu'elle ne m'a rien épargnée.*

*A mon cher oncle : Mokhtar, sa femme Naziha et ses enfants : Allae et Taki, que dieu le guérisse.*

*A mes chers oncles : Djamel, sa femme et ses enfants : Aymen, Iyad, Ines et Aya. Mon oncle Kamel, sa femme et ses enfants : Maram, Moatez, Sirine et Lamiss.*

*A mon cher oncle : Abed el hak et sa femme Malika.*

*A mes chères cousines : Aridj et Arwa.*

*A ma chère sœur Riana, notre amitié est un trésor.*

*A toutes mes copines et surtout mes chères : Riane, Manel, Aya, Radja et Sabah.*

*A toutes mes copines d'enfance : Chaima, Rayan, Marwa, Nada et Rafika.*

*Roufaida.*

## *Dédicace :*

*Je dédie ce modeste travail aux êtres qui me sont les plus chers, je cite :*

*A mes parent ma chère maman et mon cher papa que j'aime trop, que Dieu les gardes et les protèges.*

*A mes petits frères hichem et djazil et ma sœur malek.*

*A mes adorables tantes la Sony extra et son mari Mustafa et Mamoua a la place de ma grand-mère et Hakima grâce à elle j'ai eu mon bac ma tante Nadia paix à son âme.*

*Ainsi mon cher oncle Lazher et sa femme chahra et mes tantes côté paternel hania, habiba, hakima et razika.*

*A Mes chers cousins et cousines :Yasmin, Maïssa et son mari houssem , Marame, Omar mon préfère , karim, kinzi sami.*

*A Ma chère voisine yasmîna.*

*Tous mes amis Hamza, Manooa, Rahim, Walid et mes copines Roufaïda et Inès.*

*Riane.*

*Dédicace :*

*Je dédie ce travail :*

*Tout d'abord, je remercie Dieu tout-puissant, qui m'a donné force et succès dans toute ma vie académique et pratique, louange à Dieu " El hamdou llh "*

*À mes parents bien-toutes les expressions de remerciement ne vous aideront pas tous les deux aimés, qui sont la raison de mon existence, qui ont beaucoup travaillé et sacrifié pour moi et mes frères .Vous avez tout sacrifié pour offrir la meilleure vie académique et professionnelle. Merci pour votre soutien, vos encouragements et vos précieux conseils Maman, papa, c'est vraiment votre succès .Merci pour tout, Dieu vous garde toujours et pour toujours*

*À mon mari qui a tenu sa promesse de terminer mon année scolaire, ses conseils utiles et son soutien et surtout sa fatigue cette année.*

*À mes chers : mon frère Mouhammed Ali, à mon grand-père et à mes sœurs, Amina Asma, Hebett-ERRahmen. Merci pour votre grand soutien. C'est vous qui avez fait mon sourire, surtout dans les moments difficiles. Merci mes chers.*

*À mes proches qui ont été perdus cette année, mon grand-père, solidaire et aimant, et ma fille qui l'a perdue avant que je sois heureuse de sa présence. Je ne vous oublierai pas, que Dieu ait pitié de vous*

*À ma grand-mère bien-aimée, mon cher oncle merci pour tout votre grand soutien qui vous m'avez donné.*

*À mes tantes mes cousin et cousine aux parents de mon mari son frère et sœur, à toute la famille MANAA et BOUBAKER.*

*Aux collègues de recherche Roufaida et Ryan à toute la promotion phytopathologie et protection des végétaux 2019/2020.*

*À tous ceux qui ont contribué à la production de ce travail.*

*Chayma.*

## Sommaire :

Remercîment .....	I
Dédicace.....	II
Table des matières .....	III
Liste des figures .....	IV
Liste des tableaux.....	V
Liste d'abréviation.....	VI
Introduction.....	1
<b>Chapitre 1 : La culture de blé en Algérie, Importance et contraintes</b>	
1- La culture de blé en Algérie .....	4
1-1- Description et caractéristiques de blé .....	4
1-2- Caractère morphologique.....	4
1-2-1 Appareil végétatif.....	4
1-2-2 Appareil reproducteur.....	5
1-3 Caractère physiologique.....	5
1-3-1 Période végétative.....	5
a) Phase germination-levée.....	5
b) Phase levée-tallage.....	6
1-3-1 Période reproductrice.....	6
a) Stade A.....	6
b) Stade B .....	6
c) Montaison – Gonflement.....	7
d) Epiaison – Fécondation.....	7
e) Floraison .....	7
f) Formation du grain.....	7
2- Importance économique de la culture du blé.....	7
2-1 Production.....	7
2-2 Consommation.....	7
2-3 Les principales zones de production.....	8
2-4 Les principales variétés.....	9
3 Les contraintes liées aux grandes cultures en Algérie.....	11
3-1- les contraintes abiotiques.....	11
3-1-1 Les contraintes liées aux stress hydrique.....	11

3-1-2 Les contraintes liées aux stress salin.....	11
3-1-3 Les contraintes liées aux froids.....	12
3-2 Les contraintes biotiques.....	13
3-2-1 Les contraintes liées aux maladies microbiennes et parasitaires.....	13
3-2-2 Les maladies causées par les nématodes et autres ravageurs.....	14
3-2-3 Les maladies fongiques.....	14
3-2-4 Les contraintes liées à la compétition des adventices.....	19

## Chapitre 2 : Les fongicides

<b>1- Moyennes de lutte.....</b>	<b>22</b>
1-1 La lutte culturale.....	22
1-2 La lutte physique.....	22
1-3 La lutte chimique.....	22
1-3 La lutte biologique.....	23
<b>2- Les produits phytosanitaires .....</b>	<b>23</b>
2-1- Les produits fongicides .....	24
2-2- Différents types de fongicides .....	24
2-3- Action des fongicide au niveau de la plante.....	24
2-4- Caractères généraux des fongicides .....	25
2-5- Principales familles de fongicides utilisées.....	26
2-6- Mode d'action des fongicides.....	27
2-6-1- Fongicides agissant directement sur l'agent pathogène .....	27
2-6-2- Fongicides agissent sur les molécules émis par l'agent pathogène.....	29
2-7- Modalités de traitement chimique.....	29
2-8- Phénomène de résistance des agents pathogènes aux fongicides.....	<b>30</b>

## Chapitre 3 : Matériels et méthodes

1- Description du site d'étude.....	33
2- Les conditions pédoclimatiques .....	34
3- Installation et conduite de l'essai.....	34
3-1- Dispositif expérimental.....	34
3-2- Préparation et le suivi cultural de la parcelle d'essai.....	35
3-3- Stades phénologiques.....	36
3-4- Matériels végétales et fongicides utilisés.....	36
3-5- Paramètres étudiés.....	40
3-6- Notation des maladies.....	41

Conclusion.....	56
Résumé	
Références bibliographiques	
Sites d'Internet	
Annexe	

## Liste des figures :

<b>Figure 1</b> : Les rouille sur feuille et épis de blé.....	15
<b>Figure 2</b> : La tache auréolée sur feuille.....	16
<b>Figure 3</b> : La septoriose sur feuille de blé.....	16
<b>Figure 4</b> : Oïdium sur feuille de blé.....	17
<b>Figure 5</b> : Fusariose sur feuille de blé.....	17
<b>Figure 6</b> : Helminthosporiose sur feuille et épis de blé.....	18
<b>Figure 7</b> : Le charbon nu sur le blé.....	18
<b>Figure 8</b> : Epis contaminé par la carie commune.....	19
<b>Figure 9</b> : Localisation du site d'expérimentations.....	33
<b>Figure 10</b> : Dispositif expérimentale.....	35
<b>Figure 11</b> : Le fongicide Opus.....	39
<b>Figure 12</b> : Le fongicide Epoxiconazole 125 SC.....	40
<b>Figure 13</b> : Echelle Saari-Prescott (0-9) pour évaluer l'intensité des maladies foliaires du blé et de l'orge.....	43
<b>Figure 14</b> : Variations de la température minimale, maximale et de l'humidité relative de la campagne 2019/2020, de la région de Guelma.....	45
<b>Figure 15</b> : Exemple de la rouille brune et de l'oïdium sur les feuilles du blé de l'essai.....	47
<b>Figure 16</b> : La sévérité de l'oïdium avant le traitement.....	48
<b>Figure 17</b> : La sévérité de l'oïdium après 7 jours de traitement.....	49
<b>Figure 18</b> : La sévérité de l'oïdium après 15 jours de traitement.....	50
<b>Figure 19</b> : Nombre de plants par mètre carré.....	51
<b>Figure 20</b> : Nombre de talles par plante.....	51
<b>Figure 21</b> : Nombre d'épis par mètre carré.....	52
<b>Figure 22</b> : Hauteur de plantes en cm.....	52
<b>Figure 23</b> : Nombre de grains par épi.....	53
<b>Figure 24</b> : Rendement par hectare.....	54
<b>Figure 25</b> : Rendement par hectare.....	54

**Liste des tableaux :**

<b>Tableau 1 :</b> Composition organique et minérale d'un grain de blé.....	4
<b>Tableau 2 :</b> Zones de cultures de blé.....	8
<b>Tableau 3 :</b> Les principales variétés de blé dur cultivé en Algérie.....	9
<b>Tableau 4 :</b> Les principales variétés de blé tendre cultivées en Algérie.....	10
<b>Tableau 5 :</b> Les dates des stades phénologiques.....	36
<b>Tableau 6 :</b> Caractéristiques de la variété de blé MAWNA.....	37
<b>Tableau 7 :</b> Caractéristiques pédologiques du site d'essai d'après L'ITGC.....	47

### **Liste d'abréviation:**

**EC:** Concentrés émulsionnables.

**FAO:** Food and Agricultural organization.

**IBS :** Inhibiteurs de la synthèse des stérols.

**GR :** Les granulés.

**IDM :** Inhibiteurs de la déméthylation.

**SDHI :** Inhibiteurs de la Succinate Déshydrogénase.

**ITGC :** Institut Technique des Grandes Cultures.

**P.M. :** Poudre mouillable.

**PMG :** Poids de mille grains.

**SC :** Les suspensions concentrées.

**SG :** Les granulés solubles.

**WG « granules dispersed in water » :** Les granulés à disperser dans l'eau.

**W.P:** Wettable powders.

**OAIC:** Office Algérien Interprofessionnel des Céréales.

**ANSES :** Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail.

**mm :** Millimètre.

**m<sup>2</sup> :** Mètre carré.

**Qtx/ha :** quintaux par hectare.

**Mt :** Million de tonnes.

## **Introduction**

Les céréales fournissent près de 50 % de ressources énergétiques alimentaires dans le monde elles sont très diversifiées et cultivées à peu près partout dans le monde, le Nord de l'Asie produit environ 95 % du blé, l'Asie et l'Afrique près du 90 % du mil, et 55 % du sorgo. L'Asie produit plus de 90 % riz, l'Amérique 55% du maïs, une partie des céréales est consommée par l'homme, mais la grande partie est utilisée pour l'alimentation du bétail (**Malassis, 2006**).

Les céréales d'hiver, en particulier le blé dur demeurent l'alimentation principale du régime alimentaire des Algériens, le blé est la culture vivrière essentielle à côté de la culture maraichère pour notre pays, l'activité d'une grande partie de la population des zones rurales dépend de cette culture. Durant la période 2010-2017, la superficie des céréales a occupé en moyenne annuelle **40%** de la superficie agricole Utile (SAU) [**1**].

En Algérie, les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale. Cette caractéristique est perçue d'une manière claire à travers toutes les phases de la filière. La consommation du blé dans le pays dépasse les 10.5 Mt, pour une production qui oscille en moyenne entre 2 et 3 Mt, ce qui contraint le pays à importer près de 90 % de ses besoins en matière de blé tendre. L'Algérie fait ainsi partie des principaux importateurs mondiaux. Durant la campagne 2018-2019 le pays a été le quatrième plus grand importateur de blé (7.52 Mt) derrière l'Égypte, l'Indonésie et les Philippines [**2**].

La culture du blé en Algérie fait face aux plusieurs contraintes, techniques qui sont en relation avec les pratiques de la culture, la rotation culturale, et des contraintes naturelles qui sont en relation avec le climat en particulier les différents types de stress biotiques et abiotiques ; les maladies cryptogamiques font partie de la principale cause de la réduction du rendement à l'hectare, en effet l'application des fongicides reste le moyen le plus efficace pour lutter contre ces ravageurs.

Les principales maladies fongiques du blé sont dues à des champignons à dissémination aérienne (la septoriose, la rouille jaune, la rouille brune, la fusariose, helmintosporiose et l'oïdium) (**Chaubet et al. 2011**).

Sur le marché mondial il existe plusieurs molécules antifongiques, elles se différencient selon leur fonctions préventives empêchant le développement des spores à la surface de la plante et curatives qui stoppent le développement du champignon déjà installé dans la plante le mode d'action que soient sur la plante (fongicides systémiques et fongicides de surface) (**Regnault,**

**2014)** ou sur le mécanisme d'attaque c'est-à-dire le mode d'inhibition de la croissance et le développement du champignon.

Cependant l'introduction des pesticides dans l'agriculture a contribué d'une façon générale à l'amélioration du rendement agricole, mais elles suscitent de nombreuses inquiétudes liées notamment à leurs toxicités et à leur impact négatif sur l'homme et l'environnement. C'est pourquoi il est nécessaire de contrôler d'une manière rigoureuse l'usage des pesticides (**Cissé et al., 2001**).

Dans le présent travail on a essayé d'évaluer deux fongicides qui ont la même molécule antifongique, il s'agit de l'Epoxiconazole, qui appartient à la famille des Triazoles, cette molécule est commercialisée sous forme de nomenclatures commerciales variées ; l'Opus : commercialisé par la firme allemande « BASF SE », et sous la nomenclature de la molécule elle-même « Epoxiconazole » commercialisé par « SINO CORPORATION », cette molécule est connue par son rôle curatif ou préventif, et mode d'action systémique, au niveau cellulaire cette substance inhibe en particulier le métabolisme des cellules fongiques qui infeste les plantes cultivées et empêche donc le développement du mycélium (**Amara, 2013**). L'Epoxiconazol appartient aussi à un groupe de fongicides dites la famille des SDHI « Inhibiteurs de la Succinate Déshydrogénase » cet inhibiteur agit en empêchant le développement des champignons et moisissures par le blocage d'une enzyme impliquée dans la respiration cellulaire, « la succinate déshydrogénase ou SDH » (**Benit et al. 2019**). Le problème, c'est que l'analyse de la structure protéique de la SDH montre une identité/similarité de séquence très importante entre espèces (champignons, levure, homme) (**Benit et al. 2019**).

Suite aux plusieurs recherches en toxicologie mettant en cause cette molécule, en 2019 l'Anses a ordonné le retrait du marché en France de tous les produits à base d'Epoxiconazole, fongicide largement utilisé dans l'agriculture qui présente selon l'agence sanitaire un « danger préoccupant » pour l'homme en raison de son « caractère perturbateur endocrinien » [2], [3], [4].

Le seul fournisseur de ce produit en Algérie, des fongicides portant la molécule active « Epoxiconazol » après l'arrêt définitif de sa production par la firme Allemande BASF le 30 juillet 2020, est la société Taiwanaise « SINO CORPORATION ».

Au cours de notre étude proposé par l'ITGC nous voulons comparer l'efficacité de deux fongicides portants la même molécule active, afin de confirmer la possibilité de remplacer le produit « OPUS » retiré du marché par un produit alternatif commercialisé en Algérie et fourni par une firme Taiwanaise.

## **Chapitre 01 : La culture de blé en Algérie**

### **Importance et contraintes.**

**1- La culture de blé en Algérie :****1-1- Description et caractéristiques de blé :**

**Le blé :** Le blé est une plante annuelle (graminée) cultivée, dont les grains sont universellement employés pour la fabrication de farine et de pain. [5]

Au fil du temps, deux types de cultures du blé se sont développées jusqu'à dominer la production : le blé tendre et le blé dur. [6]

a) Blé tendre : *Triticum aestivum*, le blé tendre ou blé panifiable, est de loin de plus cultivé. Il se caractérise par une forte teneur en protéines et en gluten, et par un albumen de texture plus ou moins dure. Utiliser pour la fabrication du pain boulangé, les biscuits et les gâteaux.

b) Blé dur : *Triticum durum*, connu par sa dureté, sa forte teneur en protéines, sa couleur jaune intense, et ses excellentes qualités de cuisson. Utiliser pour la fabrication de la pâte alimentaire industrielle et traditionnelle ainsi que le pain traditionnelle chez les pays nord africains. le pain.

**Tableau N°1 : composition organique et minérale d'un grain de blé (Ben Mbarek et Boubaker, 2017).**

composants(%)	Blé tendre	Blé dur	Moyennes
Protides	12,5	15,5	14
Carbohydrates	67,2	63,3	65,3
Lipides	2	2,3	2,2
Cellulose	2,3	2,8	2,6
E.minéraux	1,8	2,1	2
Eau	14,2	14	14,1
Total	100	100	100

**1-2- Caractère morphologique****1-2-1 Appareil végétatif****Système racinaire :**

Toute céréale dispose, au cours de son développement, deux systèmes racinaires successifs.

a) **Le système de racines primaires :** éphémère, se développe à partir de la radicule de la graine, ce système est constitué d'une racine principale et de deux paires de racines latérales

## **Chapitre 01 :**

## **La culture de blé en Algérie Importance et contraintes**

adventives, soit 5 racines ; éventuellement se développe une sixième racine à partir de l'épiblaste (homologue d'un second cotylédon avorté).

**b) Le système de racine secondaire :** ce système de racines adventives se substitue alors progressivement au précédent. Il est de type fasciculé, son importance et sa profondeur variant avec l'espèce (**Moule, 1971**).

### **Système aérien :**

Il est formé d'un certain nombre d'unités biologiques ou talles ; des bourgeons qui seront à l'origine des futures tiges, partant d'une zone située à la base de la plante : le plateau de tallage.

- **La tige :** formée d'articles ou entre-nœuds séparés par des nœuds ; zones méristématiques à partir desquelles s'allongent les entre-nœuds et se différencient les feuilles. Chaque nœud donc est le point d'attache d'une feuille.

- **Les feuilles :** sont alternes ou distiques (disposées sur deux rang le long de la tige). Chaque feuille comprend deux parties :

- Une portion inférieure enveloppant l'entre-nœud correspondant ; la gaine.

- Une portion supérieure ; le limbe (**Moule, 1971**).

### **1-2-2 Appareil reproducteur**

Le blé est une plante autogame. L'autofécondation, c'est-à-dire que les étamines ne sortent des glumes pour apparaître au dehors qu'après fécondation des ovules, la morphologie de la fleur des graminées est parfaitement adaptée à cette autofécondation par le vent. (**Pesson et Louveaux, 1984**).

L'épi de blé est composé de 15 à 40 épillets insérés, en lignes doubles, de façon alternée, de part et d'autre autour d'un axe dit « rachis ».

A chaque nœud du rachis il y a un seul épillet. Selon les variétés chaque épillet comprend entre 3 et 5 fleurs dont 1 à 3 avortent avant la maturité. Chaque fleur, hermaphrodite, est enveloppée par deux bractées internes appelées glumelles et deux bractées externes dites glume. Elle comprend un ovaire possédant un seul ovule, un stigmate divisé ou plumeux et trois étamines, comprenant un filament et une anthère (**Ben Mbarek et Boubaker, 2017**).

### **1-3 Caractère physiologique**

Le cycle de développement du blé se divise en deux grandes périodes :

**1-3-1 Période végétative :** de la germination à l'ébauche de l'épi.

**a) Phase germination-levée :**

## **Chapitre 01 :**

## **La culture de blé en Algérie Importance et contraintes**

Elle correspond à l'entrée de la semence en vie active et au tout début de croissance de l'embryon et exige :

- i. Les semences doivent avoir une bonne faculté germinative.
- ii. Les semences doivent avoir atteint leur maturité physiologique, c'est-à-dire le taux d'humidité varie de 12 à 14 %, la feuille drapeaux et les épis sont totalement jaunis, les grains doivent être humectés à une teneur en eau minimale de 35 à 45 % de leur poids.
- iii. Les besoins thermiques sont importants, la germination peut se produire à une température variant de 4 à 37°C avec un optimum de 12 à 25°C. A une faible température, inférieure ou égale à 4°C, la germination est très lente (**Ben Mbarek et Boubaker, 2017**).

Sa levée étant souvent capricieuse par l'excès d'eau ainsi que par les fusarioses, le piétin échaudage et la rouille. (**Bettiche et Bouzekri, 2000**).

### **b) Phase levée-tallage :**

La phase tallage débute par l'émission de la troisième feuille du jeune plant de blé, elle est caractérisée ensuite par :

- La formation du plateau de tallage.
- L'émission des talles.
- La sortie de nouvelles racines (racine de tallage).
- **Stade tallage** : la somme de température est de 450°C depuis le semis.
- **Plein tallage** : la somme de température est de 500 à 600°C. cette phase nécessite peu d'eau, mais en revanche sa réussite dépend plus de l'aptitude du blé à taller et de la vitesse d'apparition de ses talles. L'importance du tallage dépendra de la variété, de la densité de semis ainsi que la multiplicité des adventices et de la nutrition azotée (**Gauthier, 1990**).

### **1-3-2 Période reproductrice :**

Selon Ben Mbarek et Boubaker (2017). La période reproductrice désigne la formation et la croissance de l'épi, dure pour le cas du blé de 123 à 167 jours.

- a) **Stade A** : appelé aussi stade de l'initiation florale, représente la transformation du bourgeon végétatif en bourgeon floral.
- b) **Stade B** : marque la fin de la période de tallage et le début de la phase de montaison.
  - **Phase A-B** : correspond au tallage actif ou plein tallage. Pour le cas du blé, elle varie de 30 à 60 jours.

**c) Montaison – Gonflement :**

Les entre-nœuds des talles-épis s'allongent très rapidement. C'est la phase de montaison. L'épi se forme et continue à se développer sur le dernier nœud de la talle. Il provoque le gonflement de la gaine de la dernière feuille dite feuille drapeau ou étendard.

- Elle dure environ un mois et se termine au moment de la différenciation des stigmates des fleurs.

**d) Epiaison – Fécondation :**

L'épi apparaît en sortant de la gaine de la feuille drapeau. C'est le stade épiaison. Cette phase est succédée par la formation des organes floraux, la pollinisation et la fécondation interne.

- Pour le cas du blé, elle dure environ un mois.

**e) Floraison :**

Après la fécondation, les filets des étamines s'allongent, faisant apparaître les anthères hors des glumelles. C'est la floraison.

**f) Formation du grain :** cette période comprend trois stades :

- **Grain laiteux :** les enveloppes de grain sont fermées, la taille potentielle du grain est déterminée.
- **Grain pâteux :** le poids de 1000 grains est acquis par suite du remplissage des enveloppes.
- **Grain mûr :** Obtenu après la dessiccation du grain (**Hamadache, 2001**).

**2- Importance économique de la culture du blé:**

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

**2-1 Production :**

Les nouvelles prévisions de la FAO concernant la production céréalière mondiale en 2019 s'établissent au niveau record de 2715 millions de tonnes, soit une hausse de 2,3% (61,7 millions de tonnes) par rapport à la production de 2018 [7].

Durant la campagne 2018/2019, l'Algérie a enregistré une production record de blé, avec 3,9 millions de tonnes, en hausse de 61%. Une récolte qui s'est faite en grande majorité avec du blé dur. [8].

**2-2 Consommation :**

Les prévisions de la FAO (2020) concernant l'utilisation mondiale de blé, s'établissent au niveau record de 759 millions de tonnes, soit une progression de 1,5% (11,2 millions de tonnes) par rapport à 2018/2019 [7].

### 2-3 Les principales zones de production :

La production céréalière en Algérie s'étend sur une surface de 3,3 millions d'hectares. 40% de cette surface est destinée à la production du blé dur, soit 1,3 millions d'hectares et 40% destinés à la production de l'orge, soit 1,35 millions d'hectares et les 20% restant sont réservés à la production du blé tendre (selon l'OAIC) [9].

**Tableau N°2 : Zones de cultures de blé (ITGC, 2011).**

Zones	Plaines
Littoral et Sublittoral	Plaine d'Ain Temouchent et de la M'leta, Plaines littorales et sublittoral d'Oran, Plaines du bas de Chelf, Plateau de Mostaganem, Mitidja, Vallée de l'Oued Sebaou, Vallée de la Soummam, Vallée de l'Oued Safsaf, Plaine d'Annaba-Skikda, plaine de Guelma.
Centrale (plaines intérieures)	Plaine de Hennaya, Plaine de Sidi Bel Abbes, Plaine de Mascara-Ghriss, Plaines du haut Chelf, Plaine de Beni Slimane, Plateau de Bouira, Plaine de moyen Chelf, Plaine de Maghnia.
Intérieurs (les hauts plateaux)	Plateau de Sersou, Hautes plaines de Sétif, Hautes plaines de Chelgoum Laid, Hautes plaines El Khroub, Hautes plaines d'Oum El Bouaghi, Hautes plaines de Sedrata.

- Les Hauts Plateaux algériens sont les principales zones céréalières de l'Algérie. Bordés au Nord par l'Atlas tellien et au Sud par l'Atlas saharien, ces hauts plateaux parcourent en diagonale l'Algérie jusqu'au Nord-Ouest tunisien à une altitude moyenne de 1000 m. La végétation est de type steppique. Les étés sont arides et les hivers assez pluvieux (300 à 500 mm), La majorité des 3 à 3,5 millions d'hectares de céréales annuellement cultivés dans ce pays se situe sur ces Hauts Plateaux (source FAO) (**Beauval, 2017**).

- Sur le plan administratif, l'ensemble territorial des hauts plateaux est constitué en 14 wilayas sur le total de 48 wilayas algériennes, réparties en trois espaces :

- 1- **L'Est** : ce territoire est constitué par les wilayas de **Bordj Bou Arreridj, Sétif, Oum el Bouaghi, Batna, Khenchela et Tébessa**.

- 2- **Le centre** : ce territoire est constitué par les wilayas de **Djelfa, Laghouat, M'Sila et Tissemsilt**.

- 3- **L'Ouest** : ce territoire est constitué par les wilayas de **Tiaret, Saida, Naama et el Bayadh** (**Zahi, 2017**).

## 2-4 Les principales variétés :

L'Algérie possède 3300 espèces vasculaires spontanées, dont 168 sont endémiques. Ce matériel végétal est non seulement en partie exploité pour la production agricole mais intéresse également la recherche pour ses caractéristiques spécifiques, comme la tolérance à la salinité, à la sécheresse, aux hautes températures et au gel, la qualité technologique des produits, la résistance aux maladies et l'adaptation aux milieux difficiles. [7]

### a) Les variétés de blé dur :

Malgré l'introduction de nouvelles variétés de blé dur à haut rendement, les génotypes locaux (Hedba 3, Bidi 17, O.Zenati 368, MBB) qui sont peu productifs, restent les mieux adaptées aux conditions de déficit hydrique que subissent nos régions. En année difficile les variétés d'introduction sont très instables.

Les génotypes locaux sont très demandés par les agriculteurs pour leur paille haute, destinée à l'alimentation de leur cheptel (**Hazmoune, 2000**).

**Tableau N°3 : Les principales variétés de blé dur cultivé en Algérie**

Variétés	Origine et année d'inscription	Comportement à l'égard des maladies	Caractéristiques agronomiques
Oued-Zenati 368	Guelma, 1936	Tolérante à la septoriose, sensible aux rouilles jaunes et brunes, à la fusariose, à la verse	Paille pleine et haute, cycle de développement tardif, tallage moyen
Mouhamed Ben Bachir	Population locale 1931	Sensible à la septériorose, à la fusariose	Tolérante à la sécheresse
Boussallem	Algérie 2000	Résistante à l'oïdium, sensible à la septoriose et rouilles brunes	Rendement élevé
Hedba 3	Population locale 1930	Sensible aux rouilles Septoriose, oïdium	Tolérante au froid et à la sécheresse, bonne valeur semoulière
Bidi 17	Sélection locale 1930		
Waha « S »	Syrie 1997	Tolérante à la verse, à la rouille, et à Septoriose	Tolérante au froid, sensible à la sécheresse
GTA dur	Mexique 2001	Tolérante à la verse, rouille brune, l'oïdium	Productivité moyenne à bonne
Hoggar (vitron)	Espagne 1982	Tolérant à la verse, l'helminthosporiose	Tolérant au froid, très bonne valeur semoulière, teneur en protéines suffisante

Chen « S »	ICARDA	Tolérante à la sécheresse, la rouille	Bonne productivité, teneur élevé en protéines
Sersou (Simeto)	Italie 1998	Sensible à la sécheresse, tolérante à la verse	Bonne valeur semoulière, très bonne qualité des protéines

**b) Les variétés de blé tendre :**

Il existe une large gamme de variétés sélectionnées par l'ITGC, dont les plus utilisées en milieu producteur sont les suivantes.

**Tableau N°4 : les principales variétés de blé tendre cultivées en Algérie**

Variétés	Origine et année d'inscription	Comportement à l'égard des maladies	Caractéristiques Agronomiques
HD 1220 (Hiddab)	CIMMYT 1985	Modérément tolérante aux rouilles, modérément résistante à la verse	Bonne productivité, adaptée au littoral, plaines intérieures, hauts-plateaux, et zones sahariennes
Anza	USA 1974	Tolérantes aux rouilles brunes et jaunes, fusariose et septoriose, modérément tolérante à la rouille noire et oïdium, sensible à la carie	Résistante à la verse et à la sécheresse, très bonne productivité, adaptée au littoral, hauts-plateaux
Arz	CIMMYT 1978	Sensible à la rouille brune, jaune et carie tolérante à la rouille noire, fusariose et septoriose	Bonne productivité, adaptée au littoral et plaines intérieures, résistante à la verse
Ziad	Sélection dans la pépinière SEPTON 1982	Moyennement résistante à la septoriose	Bonne productivité, adaptée au littoral et sublittoral, résistante aux froids, gelés, verse
AS 81 189 A (Ain-Abid)	Introduite d'Espagne 1986	Résistante à la rouille noire et jaune	Très bonne productivité, adaptée aux hautes plaines et hauts-plateaux, tolérante au froid, gelée, sécheresse, résistante à la verse
Zidane	ICARDA 1989	Bonne tolérance aux maladies foliaires	Bonne productivité, adaptée à plaines intérieures, résistante à la verse

### **3 Les contraintes liées aux grandes cultures en Algérie :**

Les plantes sont toujours exposées aux différents types de contraintes (biotiques et/ou abiotiques).

Le stress est l'ensemble de conditions provoquant des changements de processus physiologiques résultants éventuellement en dégâts, dommages, blessures, inhibitions de croissance et/ou développement (**Baba Sidi Kaci, 2010**).

#### **3-1- les contraintes abiotiques :**

La croissance des plantes est influencée par leurs caractéristiques génétiques ainsi que les facteurs environnementaux. Dans le but d'obtenir une production optimale, des efforts ont été déployés pour optimiser les facteurs environnementaux tels que la température, l'humidité, le rayonnement et la concentration en dioxyde de carbone qui influencent directement la croissance et la qualité des produits.

##### **3-1-1 Les contraintes liées aux stress hydrique :**

Lorsqu'un stress hydrique survient, la plupart des processus relatifs à la croissance végétale sont affectés. Cette influence varie selon le degré et la durée du stress ainsi que le stade végétatif de la plante. En général, le potentiel hydrique des feuilles augmente pendant un stress. Cette augmentation entraîne la fermeture des stomates, la diminution de la transpiration et par conséquent l'augmentation de la température à la surface des feuilles. Cette augmentation de température entraîne une réduction des processus biochimiques.

Un stress sévère affecte l'accumulation de la biomasse, limite la productivité de la plante et le rendement en réduisant la photosynthèse et la croissance des feuilles. Le recours à des irrigations aux moments opportuns peut empêcher l'installation de stress hydrique et entraîner une augmentation substantielle des rendements (**Zitouni, 2006**).

##### **3-1-2 Les contraintes liées aux stress salin :**

La salinisation par définition représente la quantité des sels minéraux qui se trouvent dissouts dans le sol et qui occasionnent des effets nocifs sur les végétaux

- La salinité perturbe les systèmes enzymatiques impliqués dans les différentes fonctions physiologiques de la graine en germination tels que la diminution de l'activité de polyphénoloxydase, de l'amylase et des peroxydases (**Labidi, 2017**).
- Le stress salin est marqué par un retard du tallage, une diminution de la biomasse sèche, une réduction de la surface foliaire, de la longueur des racines et l'apparition des perturbations des équilibres ioniques (**Laaziz et al., 2007**).

## **Chapitre 01 :**

## ***La culture de blé en Algérie Importance et contraintes***

- la salinité affecte la croissance des végétaux à travers de nombreux mécanismes du métabolisme cellulaire tels que ; l'absorption des éléments nutritifs, l'altération de la photosynthèse, la respiration, la synthèse des protéines et des acides nucléiques, l'accumulation des solutés organiques, l'activité des enzymes, l'équilibre hormonal et la disponibilité en eau **(Benkaddour, 2014)**.

### **3-1-3 Les contraintes liées aux froids :**

La céréaliculture est, en effet, exposée tout le long de son cycle de développement à une série de contraintes hydrique et thermique **(Mekhlouf, 2009)**.

Les basses températures supérieures à 0°C induisent le froids, et les basses températures inférieures à 0°C induisent le gel.

- Les effets des basses températures hivernales se manifestent par la destruction totale ou partielle d'organes végétatifs.
- Le gel engendre des perturbations physiques et biochimiques au niveau cellulaire, il provoque la déshydratation et la destruction des cellules. La déshydratation résulte de la migration de l'eau des cellules, par contre la destruction provient de l'action mécanique des cristaux de glaces.
- La déshydratation des cellules s'accompagne d'une augmentation de leur concentration en sucres, sels et substances organiques qui sont souvent toxiques pour la cellule et les organites qu'elle porte comme le chloroplaste, siège de la photosynthèse.
- Le gel provoque le rétrécissement des cellules qui engendre un arrêt du fonctionnement des membranes, voire leur rupture.
- Le processus de refroidissement induit une diminution de la respiration et une redistribution du contenu cellulaire en eau.
- L'effet du froid sur la culture varie en fonction du stade de développement de la plante, au cours de la levée c'est le nombre de plant produit qui est réduit, pendant le tallage c'est le nombre de talles qui est affecté .....
- Les dégâts de ces stress dépendent de la durée, l'intensité du froid, la vitesse de congélation et de décongélation, des différences anatomiques et du contenu cellulaire. La baisse du rendement en grains, suite aux effets du gel, peut atteindre des niveaux importants, allant jusqu'au sinistre total.
- Le blé dur présente de la résistance au froid qui est variable selon le stade végétative, cette résistance est maximale en période où la croissance est au ralenti et elle est moindre lorsque la croissance devient active **(Mekhlouf, 2009)**.

**3-2 Les contraintes biotiques :**

**3-2-1 Les contraintes liées aux maladies microbiennes et parasitaires :**

**1- Les maladies infectieuses :**

**1-1 Les maladies à virus :**

Les virus sont les plus petits agents pathogènes, se transmet d'une plante à l'autre. Les virus se multiplient dans la plante-hôte et sont transmis par des insectes, des acariens, des nématodes, les graines de semence, le pollen.....

Les viroses sont souvent difficiles à détecter car les hôtes infectés ne présentent pas toujours de symptômes visibles ou ceux-ci sont identiques à de nombreuses anomalies physiologiques ou génétiques.

Le virus (**barley yellow dwarf**) ou (**VGNO**) (**Jaunisse nanisante de l'orge**) est la maladie virale des céréales la plus répandue à travers le monde et compte aujourd'hui parmi les maladies les plus destructives des céréales à pailles.

**Symptômes :** Selon la culture affectée, l'âge de la plante au moment de l'infection, la souche virus et les conditions de milieu. Les plantes infectées présentent des feuilles jaunes ou rougeâtre, un certain rabougrissement (nanisme), des feuilles épaisses et rigides, des racines peu développés.

Des températures d'environ 20°C favorisent la propagation de l'Infection dont les symptômes apparaissent 14 jours à peu près après qu'ait eu lieu la contamination.

\_ Quand elle survient au début du cycle de végétation, la maladie peut causer une baisse de rendement de plus de 20% et les pertes subies peuvent être même beaucoup plus importantes.

**(Prescott et al., 1987).**

**1-2- Les maladies à bactéries :**

Les bactéries phytopathogènes sont de petits bâtonnets unicellulaires, sont disséminées par les insectes, par le vent, les blessures d'eau de pluie et les moyens mécaniques. Des blessures superficielles ou des stomates ouverts permettent aux bactéries de pénétrer dans le tissu de la plante-hôte.

*Xanthomonas translucens* provoquant la maladie des « glumes noires » sur épis (**Benjama, 1997**).

Les symptômes dépendent de la souche de la bactérie, de la variété affectée et des conditions du milieu, Les premiers symptômes offrent l'aspect de lésions ou franges chlorotiques étroites et humides.

Au début du cycle de culture, l'épi peut être infecté et devient stérile. Dans les cas graves, la maladie entraîne la mort des feuilles et des épis.

## Chapitre 01 :

## La culture de blé en Algérie Importance et contraintes

La glume noire et la strie bactérienne n'occasionnent que rarement des dégâts importants quelle que soit l'étendue des symptômes observés (**Prescott et al., 1987**).

- *Pseudomonas atrofaciens* et *P. coronafaciens* provoquant, la « bactériose des glumes » sur épi et la « brûlure bactérienne des feuilles » de blé dur et blé tendre (**Benjama, 1997**).

Les feuilles, les tiges et les épis du blé aussi bien que du triticales sont susceptibles d'être contaminés. Les infections se manifestent par l'apparition de petites lésions aqueuses d'un vert sombre, virant au brun foncé ou au noir (**Prescott et al., 1987**).

- *Clavibacter tritici* provoquant la brûlure bactérienne de l'épi (**Benjama, 1997**).

Les symptômes : La sécrétion sur les épis d'un exsudat jaune, qui en séchant devient blanc, signale la présence de la maladie, La brûlure bactérienne de l'épi n'est pas considérée comme ayant une grande importance, économique (**Prescott et al., 1987**).

### 3-2-2 Les maladies causées par les nématodes et autres ravageurs :

- Parmi les agents biotiques qui limitent la production céréalière, les nématodes à kystes du genre *Heterodera*. Le nématode à kyste, *Heterodera avenae* est un endoparasite sédentaire des racines des céréales, ils provoquent des pertes considérables et représentent une contrainte majeure à l'intensification de la production de céréales (**Righi et al., 2019**).
- La relation entre la densité de population initiale d'*H. avenae*, la croissance et le rendement de la plante hôte est un facteur très important dans la détermination de l'impact économique de ce nématode sur les cultures (**Kallel et al., 2009**).
- Les ravageurs des céréales peuvent causer d'importants dégâts sur les cultures. En détruisant les récoltes ou en modifiant le sol, parmi les ravageurs les plus connus on peut citer : les insectes (la punaise des céréales) ; les oiseaux (les moineaux, la tourterelle) et les rongeurs (les rat de champs et les souris) (**in Stiti, 2013**).

### 3-2-3 Les maladies fongiques :

**1- La rouille :** On distingue trois types de rouille :

a) Rouille jaune :

- Agent causal : *Puccinia striiformis*
- Symptômes : Pustules jaunâtres, alignées le long des nervures des feuilles, sous forme de stries. Les pustules se développent aussi sur la face inférieure des feuilles et sur les épis (**Duveiller et al., 2012**).

b) Rouille brune :

- Agent causal : *Puccinia recondita f. sp. Tritici*

## Chapitre 01 :

## La culture de blé en Algérie Importance et contraintes

- Symptôme : Pustules de petite taille, circulaire ou ovales, oranges ou brunâtre. Les sites d'infection se trouvent principalement sur les surfaces supérieures des feuilles et gaines foliaires (Duveiller et al., 2012).

c) Rouille noire :

- Agent causal : *Puccinia graminis* \*
- Symptômes : Observée non seulement sur blé, mais aussi sur orge et avoine, cette maladie se manifeste par des pustules sporifères brunes (et non noires comme l'indique l'appellation) et allongées qui apparaissent surtout sur les tiges et un peu moins sur les feuilles, mais peuvent atteindre même les épis. Lorsque l'attaque est forte, les pustules deviennent coalescentes. Lorsque la plante hôte commence à mûrir, jaunir et se dessécher, des pustules noires apparaissent; elles correspondent à des télies productrices des téliosporos. Ces dernières sont libérées après éclatement de l'épiderme de la plante hôte (Nasraoui, 2002).



**Figure1 : les rouille sur feuille et épis de blé (1 : la rouille jaune 2 : la rouille brune 3 : la rouille noire) (Duveiller et al., 2012)**

### 2- La tache auréolée :

- Agent causal : *Pyrenophoratrutici repentis*
- Symptôme : feuille : au début de l'infection, les tache sont petites et brune foncer a noires .les tache devienne ovale, longitudinale et longue, les nervure .elles sont entourées ou non d'un halo jaune et sont présent sur les faces de la feuilles .les symptômes début sur les feuille inferieure. [10]



Figure 2 : la tache auréolée sur feuille (Duveiller et al., 2012).

### 3- La septoriose :

- Agent causale : *Septoria tritici* : responsable de la Septoriose des feuilles.

*Septoria nodorum* : responsable de Septoriose des feuilles et des épis.

Symptômes : Sur les organes aériens, les nœuds parasités sont ridés et rétrécis, parfois ponctués de pycnides brunes. Sur gaines, la septoriose apparaît sous forme de taches plus ou moins allongées. Sur feuilles, elle se manifeste par la présence de taches losangiques brunes, bordées d'une marge plus foncée, se des- séchant ensuite avec apparition de pycnides brunes sous épidermiques. (Gourlez, 1982)



Figure 3 : septoriose sur feuille de blé (Duveiller et al, 2012)

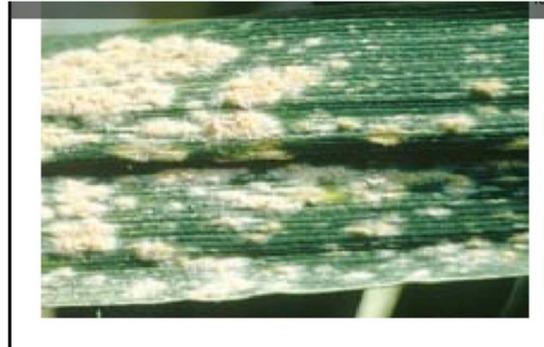
### 4- L'oïdium :

- Agent causal: *Blumeria graminis. f. sp. (tritici)*.
- Symptômes : Observée sur blé, orge et avoine, cette maladie commence à apparaître en hiver sous forme de petites pustules blanches dispersées à la surface des feuilles. Elles sont

## Chapitre 01 :

### *La culture de blé en Algérie Importance et contraintes*

formées par le mycélium et les chaînes conidifères de l'anamorphe qui est un ectoparasite. Au fur et à mesure que la plante hôte se développe, ces pustules s'étendent, deviennent confluentes et leur couleur tourne du blanc au blanc-jaunâtre puis au blanc-grisâtre. Une punctuation noire commence alors à apparaître; elle correspond aux cléistothèces formés par le téléomorphe (Nasraoui, 2002).



**Figure 4 : Oïdium sur feuille de blé (Duveiller et al., 2012)**

## 5- Les Fusariose :

- Agent causal : Causer par 03 type champignons : *Fusarium avenaceum*, *F.graminearum*, *F.culmorum*.
- Symptômes : Observée sur blé et orge, cette maladie peut être à l'origine d'une fonte de semis où les plantules se nécrosent et meurent juste après la germination des semences ou à la levée. Elle peut aussi entraîner des attaques de type piétin caractérisées par des infections au niveau du collet et de la base des tiges associée à des pourritures racinaires (Nasraoui, 2002).



**Figure 5 : Fusariose sur feuille de blé (Duveiller et al., 2012).**

## 6- Helminthosporiose :

Maladie de la tache bronzée(ou jaune ou helminthosporiose du blé)

- Agent causal : *Cochliobolus sativus* (Anamorphe: *Drechslera sorokiniana*)

## Chapitre 01 :

### *La culture de blé en Algérie Importance et contraintes*

- Symptômes : Observée sur blé, cette maladie se caractérise par l'apparition sur les feuilles de petites taches allongées qui sont d'abord brun jaunâtre puis de plus en plus bronzées en s'entourant d'une marge jaune clair. Ces taches évoluent ensuite en lésions qui deviennent coalescentes. Les feuilles prennent alors un aspect jaunâtre, se nécrosent progressivement du haut vers le bas et meurent (Nasraoui, 2002).



Figure 6 : Helminthosporiose sur feuille et épis de blé (Duveiller et al., 2012).

## 7- Le Charbon nu :

- Agent causal : *Ustilago tritici*
- Symptômes : Les épis apparaissent charbonnés dès l'épiaison. Leur aspect est très caractéristique, les enveloppes et les caryopses sont détruits et des masses noires pulvérulentes paraissent, adhérant quelque temps au rachis ; il ne reste plus tard que ce dernier. (Gourlez, 1982).



Figure 7 : Le charbon nu sur le blé (Duveiller et al., 2012).

## 8- La carie commune :

- Agent causal : *Tilletia caries* & *Tilletia foetida*

## Chapitre 01 :

## *La culture de blé en Algérie Importance et contraintes*

- Symptômes : Observée sur blé (surtout le blé tendre), cette maladie est difficile à déceler avant fin épiaison avec des tiges d'une couleur vert intense. A maturité, l'épi carié du blé dur semble moins développé avec un aspect pâle surtout au niveau de la barbe. Par contre, sur blé tendre, il est beaucoup plus facile d'identifier la carie car, avant maturité, les épis sont souvent vert foncé à vert bleuâtre et à maturité ils deviennent plus clairs avec des épillets écartés laissant souvent voir des extrémités de grains brun foncé à noirs. Ces grains, faciles à écraser, sont globuleux et remplis d'une poussière noire formée des téliospores du champignon dégageant une odeur de poisson pourri (Nasraoui, 2002).



**Figure 8 : épis contaminé par la carie commune (Duveiller et al., 2012).**

### **3-2-4 Les contraintes liées à la compétition des adventices :**

Les plantes adventices sont considérées comme des mauvaises herbes ou des plantes nuisibles aux cultures car elles diminuent sensiblement le taux de rendement agricole. Il s'agit des plantes annuelles ou vivaces qui poussent spontanément dans les cultures et dont la multiplication est assurée par nombreuses graines enfouies dans le sol ou par des organes de rénovation souterrains (stolons, rhizomes....) (Mosango, 1983).

Le processus qui vise à gérer le développement et la croissance des adventices dans un couvert cultivé est la compétition. La compétitivité d'une plante sur une autre se traduit par sa capacité à prélever les ressources (lumière, eau, azote) de manière plus efficace que ses concurrentes. La compétition entre la culture et les adventices est souvent maximale lorsqu'elles partagent les mêmes ressources en même temps. C'est souvent le cas de plantes de la même espèce et dont l'architecture est très proche (blé et vulpin) (Morison et al., 2008).

- **La lutte contre les adventices :**

- 1- Perturbation de la levée des mauvaises herbes par empêcher l'émergence de la plantule du sol par un enfouissement profond des graines ou une destruction de la graine germée, décaler leurs périodes de dormance par rapport à la culture.

**Chapitre 01 :**

***La culture de blé en Algérie Importance et contraintes***

2- Perturbation mécanique de leur croissance et reproduction par la destruction de la plante adventice au cours de son cycle, cette destruction est permise par exemple par la fauche lors de la récolte.

3- Connaître la densité et le stade de développement des mauvaises herbes est nécessaire afin d'utiliser un herbicide pour une lutte chimique contre les adventices (**Morison et al., 2008**).

## **Chapitre 02 : Les fongicides**

**1- Moyennes de lutte :**

**1-1- La lutte culturale :**

Deguine et *al.*, (2008), ont affirmé que la lutte culturale est l'ensemble des moyens employer pour protéger une culture en utilisant des méthodes agricoles appropriées: rotation des cultures, variétés résistantes...etc, afin de réduire l'utilisation des traitements phytosanitaires.

**1-2- La lutte physique :**

Pour lutter contre les maladies de plantes, notamment les maladies cryptogamiques, Il faut faire appel à plusieurs procédés :

Empêcher la conservation des agents phytopathogènes dans l'environnement ; les débris de plantes malades, sont susceptibles de produire un inoculum capable d'attaquer les plantes cultivées, conserver la semence dans un substrat sain, en vue de limiter les sources potentielles de contamination, plusieurs méthodes préventives peuvent être utilisées, notamment la destruction par le feu des débris végétaux infectés ou leur enfouissement dans le sol, (Sema, 1989), ainsi que les conditions du milieu, le froid a été utilisé depuis millénaires pour la conservation, par exemple pour les semences doivent être gardées fraîches et sèches était appliquée dans l'Égypte Ancienne où les semences, enfermées dans des jarres en terre cuite ou en roseau tressé, étaient enterrées dans le sol pour éviter délétères des fortes températures de la surface (Vincent et *al.*, 2000).

La manière la plus efficace d'éviter l'apparition de la carie du blé est d'utiliser des semences saines (Vidal, 2007). L'utilisation de semences certifiées permet de limiter les risques d'apparition de la carie dans les fermes, S'il y a par exemple une présence accrocheuse de carie dans un champ de blé on évite de l'utiliser comme source de semence, il est nécessaire d'éliminer ce lot de semence selon (Seguin, 1995).

Labour profond, selon Champion et Raynal (1993) le retournement de la terre contaminé par la carie jusqu'à une profondeur supérieure à la profondeur de semis pour la culture réduit l'apparition de la maladie.

**1-3- La lutte chimique :**

La lutte chimique contre les maladies des plantes a été appliquée pour la première fois par A. Millardet, botaniste et U. Gayon chimiste de la faculté de Bordeaux, a commencé en 1885 avec l'utilisation de la bouillie bordelaise contre l'oïdium et le mildiou de la vigne (Mazoyer et *al.*, 2002). La lutte contre les ravageurs au lendemain de la deuxième guerre mondiale, l'utilisation des pesticides organiques synthétiques (fumigeant, insecticides, herbicides et fongicides) connut un succès considérable (Stellman, 2000). Avec ces produits débute une ère nouvelle, celle des produits de l'agrochimie, Pesticide, produit phytosanitaire ou phytopharmaceutique ou encore agro pharmaceutique : Se dit d'une substance ou d'une

préparation destinée à lutter contre les nuisibles animaux et végétaux des cultures et des produits récoltés (**Mazoyer et al., 2002**) (herbicides pour éliminer les mauvaises herbes ou les plantes adventices concurrentes, insecticides ; pour écarter les insectes ravageurs et fongicides ; pour lutter contre les champignons parasite.) c'est l'ère de la phytopharmacie (**Richard et al., 1985**).

#### **1-4- La lutte biologique :**

Le but de la lutte biologique est de proposer des méthodes utilisant l'introduction volontaire par l'homme de prédateurs, de parasites ou de microorganismes pour réduire ou supprimer des espèces considérées comme nuisibles. (**Suty, 2010**) :

- La lutte biologique est le contrôle des maladies des plantes au moyen de champignons, de bactéries ou de virus. A l'heure actuelle : moins de 1 % des produits contre les maladies des plantes sont des biopesticides (**Lepoivre, 2003**). L'utilisation de micro-organismes entomopathogènes est une alternative très prometteuse pour assurer une protection phytosanitaire performante par l'ubiquité naturelle des agents microbiologiques dans les écosystèmes, leur grande variété, leur dissémination facile, leur spécificité d'action et aussi leur persistance dans l'environnement. Les micro-organismes utilisés en lutte microbiologique appartiennent à plusieurs taxons à savoir les virus, les bactéries, les microchampignons, les nématodes et les protozoaires. À ce jour, plusieurs milliers de micro-organismes entomopathogènes et pathogènes des mauvaises herbes ont été décrits et plus d'une centaine d'espèces sont utilisées aux champs. Les formulations de biocides à base de micro-organismes deviennent de plus en plus performantes avec des prix compétitifs. (**Kouassi, 2001**).

#### **2- Les produits phytosanitaires :**

Selon la législation de l'FAO les produits phytosanitaires sont les substances destinées à protéger les produits végétaux contre des organismes nuisibles ou les maladies, ou à protéger les produits végétaux contre les organismes nuisibles. (**Bombin, 1983**)

Les agresseurs peuvent être des virus, des bactéries, des champignons, des mauvaises herbes, des insectes, nématodes, des rongeurs, oiseaux. La lutte chimique est dominée par trois classes de pesticides qui sont :

- Les herbicides appliqués contre les mauvaises herbes.
- Les insecticides appliqués contre les insectes.
- Les fongicides appliqués contre les champignons. (**Bonnemain, 2002**).

### 2-1- Les produits fongicides :

On appelle fongicide, un produit phytosanitaire, naturel ou de synthèse, qui contrôle, gérer ou détruire les champignons probable de se développer sur la plante. Les fongicides permettent ainsi de lutter contre les maladies cryptogamiques tels que le mildiou, les rouilles, l'oïdium [11].

Les molécules et les préparations fongicides utilisées dans la pratique agricole sont extrêmement multiples et appartiennent à des familles chimiques très variées. Comme tous les produits phytosanitaires, les fongicides font l'objet d'une homologation selon des critères très sévères d'efficacité, de toxicité et d'écotoxicité (Mazoyer et al., 2002).

### 2-2- Différents types de fongicides :

Selon le mouvement et le déplacement du fongicide dans la plante, on peut distinguer deux grands groupes : (Corbaz, 1990)

a) **Les fongicides de surface (contact)** : qui ne sont pas absorbés par la plante, les gouttelettes transmettent sur la feuille mais ne pénètrent pas dans la feuille. Ils donnent une protection au niveau du lieu d'application. Les feuilles qui émergent après l'application ne sont donc pas protégées et le fongicide est lessivé par la pluie et parfois désactivé par le soleil.

b) **Les fongicides pénétrants** : qui sont absorbés par la plante, on distingue trois types :

- **Systémique local** : Ces fongicides pénètrent mais ne circulent pas dans la plante, fournissent une protection au niveau du point de contact entre la plante et la gouttelette de fongicide, une fois le fongicide pénètre dans la plante, y a pas de risque de lessivage par la pluie.

- **Systémique à diffusion ascendante** : Peut être appliqué dans le sol, absorbé par les racines ou sur le feuillage, mobile dans le xylème vers le haut de la plante, les feuilles apparaissent après l'utilisation sont donc protégées.

- **Systémique complet** : Appliqué dans le sol ou sur le feuillage, lorsqu'il pénètre dans la plante, il circule vers le haut (l'apex) et le bas (racines) de la plante (diffusion ascendante et descendante) (Carisse, 2008).

### 2-3- Action des fongicide au niveau de la plante :

#### 2-3-1 Stratégie préventive ou curative :

Stratégie préventive : le fongicide est appliqué avant l'infection dans le but d'éviter cette infection, cette stratégie consiste à détruire le champignon avant sa pénétration dans la plante.

Stratégie curative : le fongicide est appliqué après l'infection dans le but de traiter cette infection, cette stratégie agisse sur les stades les plus avancés du champignon et évite sa colonisation dans le tissu végétal, ces fongicides sont efficaces contre les infections graves et non prévues. (Carisse et Bacon, 2009).

## 2-4- Caractères généraux des fongicides :

### Qualité requise :

Considérant que, au moment de l'autorisation (l'homologation) des produits phytosanitaires, il est nécessaire de s'assurer que [12]:

- Lors d'un usage approprié au but poursuivi, ils sont suffisamment efficaces.
- N'exercent aucun effet inacceptable sur les végétaux (phytotoxicité très faible).
- Aucune influence inacceptable pour l'environnement.
- Aucun effet nocif sur la santé humaine ou animale ou sur les eaux souterraines (**Rivière, 2001**).
- L'emballage de tout produit chimique agricole doit mentionner les informations techniques nécessaires : matière active, dose d'emploi, précautions d'usage..... (**El Aissaoui, 2015**).

### Présentation commercial :

Les techniques de formulation des produits phytosanitaires évoluent constamment, de même que les exigences concernant la sécurité des personnes et de l'environnement (**Schaller et al., 2013**).

Les produits phytosanitaires sont présentés sous différentes formulations (**Jeroen et al., 2004**) :

- Les poudres pour poudrage (DP) : Sont vendus et appliqués à la culture sous forme sèche, utiles dans les régions où la disponibilité de l'eau est faible. L'application des poudres est sensible au vent, pour minimiser les risques de pertes il faut utiliser de grandes quantités de poudre.
- Les poudres mouillables (WP) : Nécessitent de mélanger avec de l'eau parce qu'elles ne dissolvent pas de façon spontanée, la concentration en matière active est élevée. Lorsque l'application de la poudre est avec négligence, elle peut s'envoler.

Afin d'éviter que les particules ne se stabilisent pas dans le fond, on peut agiter régulièrement le mélange dans le réservoir.

Les granulés (GR) : Sont disponibles sous différentes dimensions, jusqu'à 3 mm de diamètre, ne sont pas sensibles au vent, facile à appliquer avec les mains mais il faut toujours porter des gants, possèdent un faible pourcentage de matière active. Il y a aussi :

Les granulés solubles dans l'eau (SG), les granulés à disperser dans l'eau (WG) ont les mêmes propriétés que les poudres mouillables.

Les émulsions : La matière active est mélangée avec l'eau puis appliquée sur la culture (les solutions concentrées, les concentrés émulsionnables (EC), les suspensions concentrées (SC)).

## 2-5- Principales familles de fongicides utilisées :

### 2-5-1- Composés minéraux et organométallique :

- **Le Soufre** : Un des fongicides utilisés en agriculture. Il peut être un fongicide de contact inhibe la germination des spores, fongicide multi-site utilisé en traitement préventif ou curatif sur le blé, par exemple contre l'oïdium, utilisé sous forme de poudre, granulés dispersibles dans l'eau ou en suspensions aqueuses. L'un des grands avantages du soufre qu'il n'y a pas de résistance cryptogamique décrite à ce jour.
- **Le cuivre** : Fongicide de contact à activité multi-site, inhibant la germination des spores du champignon. Les composés à base de cuivre sont utilisés en traitement contre le chancre bactérien, septoriose, mildiou..., ces composés sont relativement persistants sur les feuillages et les fruits. Les formulations à base de cuivre sont marchées très bien, ce qui explique qu'elles sont des fongicides très employés.

### 2-5-2- Dithiocarbamates :

Les dithiocarbamates sont des composés organiques dérivés de l'acide dithiocarbamique, agissent comme agents multi-sites et de contact, ont un large spectre d'activités. Ces composés sont utilisés en pulvérisation des parties aériennes des plantes ainsi qu'en traitement de semence, inhibent la germination des spores, efficaces et pas chers.

Font partie de cette famille de fongicides le mancozèbe, le manèbe et le thirame, le mancozèbe et le manèbe sont des molécules anciennes largement utilisées en raison de leur faible coût et en dépit d'une sensibilité au lessivage.

### 2-5-3- Strobilurines :

Les strobilurines naturelles ont été découvertes par des chercheurs tchèques à la fin des années 1960, synthétisés par différents champignons, notamment *Strobilurus tenacellus*.

L'une des premières strobilurines commercialisée a été l'Amistar, qui contient l'azoxystrobine, caractérise par un large spectre d'activités sur différents maladies d'épis des céréales et la pomme de terre, maintient la plante active plus longtemps et améliore le rendement et la qualité de la récolte.

Les strobilurines sont des polyvalents car elles sont efficaces sur les champignons Basidiomycètes, Ascomycètes et Oomycètes, agissent sur le système respiratoire du champignon en inhibant le complexe mitochondriale III.

#### 2-5-4- Benzimidazoles :

Le Benzimidazole est un composé hétérocyclique aromatique, en se liant aux microtubules du fuseau mitotique, il bloque la division cellulaire. La tubuline est une protéine constituée de deux sous-unités Alpha et Beta où le fongicide se fixe.

Ces composés ont des applications thérapeutiques ou vétérinaires, mais leurs propriétés s'exercent aussi sur les champignons phytopathogènes. En se fixant sur la Beta tubuline, ils développent une action antifongique en stoppant la croissance des hyphes.

Le Carbendazime et ses précurseurs, les bénomyl et thiophanate-méthyl et thiabendazole, développés à la fin des années 1960, appartiennent à la famille des benzimidazoles.

L'utilisation agricole des benzimidazoles a été également freinée en raison de mutation de gène de la Beta tubuline provoquant une résistance acquise.

#### 2-5-5- Triazoles :

Les Triazoles ont été développés dans les années 1970-1980, ce sont des inhibiteurs de la synthèse des stérols (IBS) appelés aussi les (IDM) inhibiteurs de la déméthylastion, agissent plus particulièrement sur l'enzyme 14-déméthylase, l'inhibition de l'enzyme casse la séquence métabolique qui conduit à la synthèse d'ergostérols, le composant majeur de la membrane des cellules des champignons, ce qui provoque l'affaiblissement du champignon.

Le succès des triazoles a conduit au développement de plusieurs substances actives parmi lesquelles l'épiconazole, le prochloraze, le tébuconazole, le métconazole et le prothioconazole, époxiconazole.

Les triazoles constituent un outil important de la lutte anti fongique contre nombreuses maladies (oïdium, rouille, fusariose...) sur un large éventail de culture (céréales à paille, arbres fruitiers, cultures légumière...) (**Regnault-Roger, 2014**).

#### 2-6- Mode d'action des fongicides :

Les produits fongicides ont un mode d'action qui peut être divisé en deux grandes catégories : les fongicides uni-sites et les fongicides multi-sites (**Carisse, 2009**).

- **Les fongicides uni-sites** : agissent sur un nombre très limité de sites, ces fongicides peuvent provoquer le développement de la résistance, une seule mutation du champignon permet de résister à l'effet du fongicide.
- **Les fongicides multi-sites** : agissent sur plusieurs sites, montrent faible risque de résistance.

##### 2-6-1- Fongicides agissant directement sur l'agent pathogène :

###### 2-6-1-1- Action sur la respiration :

- **Substances inhibitrices de la respiration mitochondriale** : Les processus respiratoires correspondent chez les champignons au catabolisme oxydatif des glucides, lipides et protéines.

Ces mécanismes enzymatiques offrent une source d'énergie à l'organisme, sous forme d'ATP. Certains fongicides tels que les strobilurines ont pour cible les mitochondries et de ce fait sont de bons inhibiteurs de la germination des spores des champignons (**Rocher, 2004**).

#### **2-6-1-2- Action sur les membranes :**

La membrane plasmique délimite les différents organiques cellulaires possède une composition et une structure plus ou moins définie comprend les protéines, phospholipides, et les stérols.

L'ergostérol est les composants majeurs de la membrane des champignons (Ascomycète, Basidiomycète...), joue un rôle comme stabilisateur de la structure membranaire, régulateur d'échange....

Certains fongicides affectent la biosynthèse des stérols fongiques, ils s'appellent les (IBS, inhibiteurs de la biosynthèse des stérols). La plupart d'entre eux la cible primaire est C14-desméthylation, et son inhibition provoque l'accumulation de C4 et C14 méthylstérols. Par contre, y a certains provoquent l'accumulation des stérols non méthyles comme le dodémorphe, le fenpropimorphe (**Leroux et Gredt, 1983**).

#### **2-6-1-3- Action sur la paroi :**

Selon (**Latge, 2012**) l'une des caractéristiques majeures de tous les champignons est la présence d'une paroi qui entoure la cellule fongique et la protège des attaques de son environnement. La paroi est constituée d'un réseau tridimensionnel de polysaccharides décorant un cœur central structural composé de glucanes et de chitine.

Il existe certains fongicides inhibiteurs de la synthèse de la paroi fongique, comme :

- la polyoxine B est un fongicide d'origine bactérienne. C'est un inhibiteur de la biosynthèse de la paroi cellulaire et plus précisément d'un enzyme nommée la chitine synthéase, spécifique du champignon (**Beretta, 2017**).

#### **2-6-1-4- Fongicides antiméiotiques :**

Selon (**Leroux et Gredt, 1988**) Les matières actives les plus efficaces, pendant une dizaine d'années, il y a le carbendazime ou ses précurseurs : le bénomyl et le thiophanateméthyl. Le carbendazime affecte la formation et/ou le fonctionnement des microtubules des cellules fongiques, notamment ceux des fuseaux achromatiques, ce qui provoque une inhibition des mitoses chez les champignons phytopathogènes, ces fongicides ont un effet sur la croissance mycélienne et la germination des spores.

#### **2-6-1-5- Inhibiteurs de la synthèse des protéines :**

Le mécanisme de la synthèse des protéines se fait en deux étapes essentielles, la transcription et la traduction.

Parmi les composés qui vont gêner la biosynthèse des protéines chez les champignons, il y a la blasticidine S, c'est un peptidonucléoside, offre un large spectre d'action contre les maladies fongiques.

L'effet antifongique de la blasticidine S venir de sa liaison avec le site P du ribosome du champignon, ce qui empêche la formation de la chaîne péptidique (**Beretta, 2017**).

#### **2-6-1-6- Inhibiteurs de la synthèse des mélanines :**

La pyriculariose, c'est une maladie du riz causée par le champignon *Pyricularia oryzae*, la lutte chimique reste la technique la plus efficace afin d'éviter les dommages dues à ce pathogène.

Parmi les fongicides utilisés pour combattre ce champignon est le tricyclazole, Il appartient à la famille des benzothiazoles. On peut appliquer le tricyclazole sur les semences ou en pulvérisation foliaire ou sur le sol, très actif contre la croissance mycélienne et la germination des spores.

Le tricyclazole bloque la biosynthèse de la mélanine responsable à la rigidité de la paroi chez *Pyricularia oryzae*, il inhibe la trihydroxynaphthalène réductase, enzyme responsable de la synthèse de la mélanine (**Lamrani et al., 2012**).

#### **2-6-2- Fongicides agissent sur les molécules émis par l'agent pathogène :**

La fusariose est une maladie fongique parmi les maladies très importantes des céréales, introduites par plusieurs agents pathogènes du genre *Fusarium*. La fusariose synthétise des molécules toxiques sont les mycotoxines, la présence de ces molécules minimise la qualité de la récolte et augmente les pertes.

Plusieurs fongicides sont utilisés spécifiquement contre des champignons producteurs de mycotoxines, dans les États-Unis, des études ont montrés que les fongicides avec une ou des matières actives de type triazole, comme le prothioconazole, le metconazole et le tébuconazole ont été identifiés comme les fongicides les plus efficaces contre la fusariose du blé et leurs sécrétion de mycotoxine (**Farimani, 2014**).

#### **2-7- Modalités de traitement chimique :**

##### **A) Traitement de semence :**

L'application des produits sur la semence améliore son état sanitaire et lui apporte une protection supplémentaire durant sa germination et son implantation au champ, c'est ce qu'on appelle le traitement de semence.

Les équipements utilisés pour le traitement de semence varient selon le type de traitement, la capacité, le coût.....

Le traitement de semence est appliqué selon deux méthodes :

1- Le traitement par lot, pour lequel un volume (ou un poids donné) et une quantité correspondante de produit sont mélangés puis évacués.

2- Le traitement continu, où un flux dosé de produit est appliqué sur un flux contrôlé de semence.

- Les traitements de semences utilisent les produits phytosanitaires de façon ciblée ce qui fait que la dose de matière active appliquée à l'hectare est très faible, mais dans certains cas un traitement de semences peut engendrer un risque de surdosage des matières actives au niveau de la semence ainsi qu'un risque d'intoxication des personnes réalisateurs (**Turner, 2013**).

**B) Traitement foliaire :**

- Parmi les principales maladies foliaires de blé, il y a les septorioses, les rouilles brunes, la tache bronzée...ces maladies détruisent les tissus des feuilles dont elles réduisent le rendement photosynthétique, ce qui cause des pertes de rendement et réduit la qualité des grains.

- L'utilisation du fongicide foliaire reste la technique la plus efficace pour lutter contre ces maladies. Pour que les fongicides foliaires soient rentables, Grâce à un choix judicieux de pulvérisateur et avec un bon mode d'emploi, il est possible d'adopter un programme de pulvérisation de fongicides qui aide à minimiser les problèmes pratiques liées au traitement. (**Zahri et al., 2014**).

**2-8- Phénomène de résistance des agents pathogènes aux fongicides :**

La résistance est un caractère héréditaire qui se traduit par une réduction de la sensibilité d'un individu à un fongicide, pour la population c'est une baisse d'efficacité d'un traitement fongicide, liée à une augmentation du nombre d'individus résistants.

La résistance peut être :

- Une résistance double : Lorsque des matières actives uni-sites provenant de deux ou plusieurs familles de fongicide sont utilisées pour contrôler une maladie, le risque de résistance à plusieurs familles est très probable. La tendance naturelle d'une population fongique réside dans sa faculté d'adaptation face aux menaces existantes (fongicide). Là où des fongicides uni-sites de différentes familles ont été utilisés contre certains champignons pathogènes, une résistance multiple à plusieurs familles de fongicide a pu se développer.

Le principal problème avec ce type de résistance n'est pas de savoir si elle va arriver mais à quelle vitesse et quelles mesures peuvent être prises pour la ralentir.

- Résistance croisée : le mode d'action de fongicide est un paramètre important car quand un champignon pathogène développe une résistance à une matière active dans une famille de fongicide, il y a une forte chance pour que celui-ci développe également une résistance aux

autres matières actives de la même famille. La résistance à une famille de fongicide s'appelle « résistance croisée » (**Romaine, 2018**).

- Recommandations générales pour la prévention du développement des résistances aux fongicides des céréales : **[13]**

- 1- Choisir des variétés peu sensibles aux maladies.

- 2- Privilégier les pratiques culturales permettant de réduire le risque parasitaire notamment en limitant l'inoculum primaire.

- 3- Ne traiter que si nécessaire en fonction de climat et des conditions de culture.

- 4- Raisonner le positionnement des interventions en fonction du développement de la maladie grâce à des méthodes fiables d'observation et/ou de prévision du développement de l'épidémie.

- 5- Limiter le nombre d'application chaque saison avec des matières actives de la même famille.

- 6- Diversifier les modes d'action en alternant ou en associant les molécules dans les programmes de traitement pour minimiser le risque de développement de résistance.

## **Chapitre 03 : Matériels et méthode**

**1- Description du site d'étude :**

• **Localisation :**

L'étude a été effectuée au niveau de la Ferme de Démonstration et de Production de Semences de Guelma ( FDPS) qui fait partie des neuf (09) fermes de l'institut technique des grandes cultures (L'ITGC), qui se localise au Sud-est de la ville, à une altitude 256 m ; avec des coordonnées géographiques correspondant aux : Latitude nord 36° 28 et Longitude 7° 26, la station s'étale sur 38 ha, dont 34 ha pour la multiplication des semences et 4 ha pour les essais d'expérimentations. L'essai a été réalisé durant la campagne 2019-2020.



.a



.b



c

**Figure 09: Localisation du site d'expérimentations** (a ; la wilaya de Guelma, b ; la FDPS, c ; la parcelle d'essai)

**2- Les conditions pédoclimatiques :**

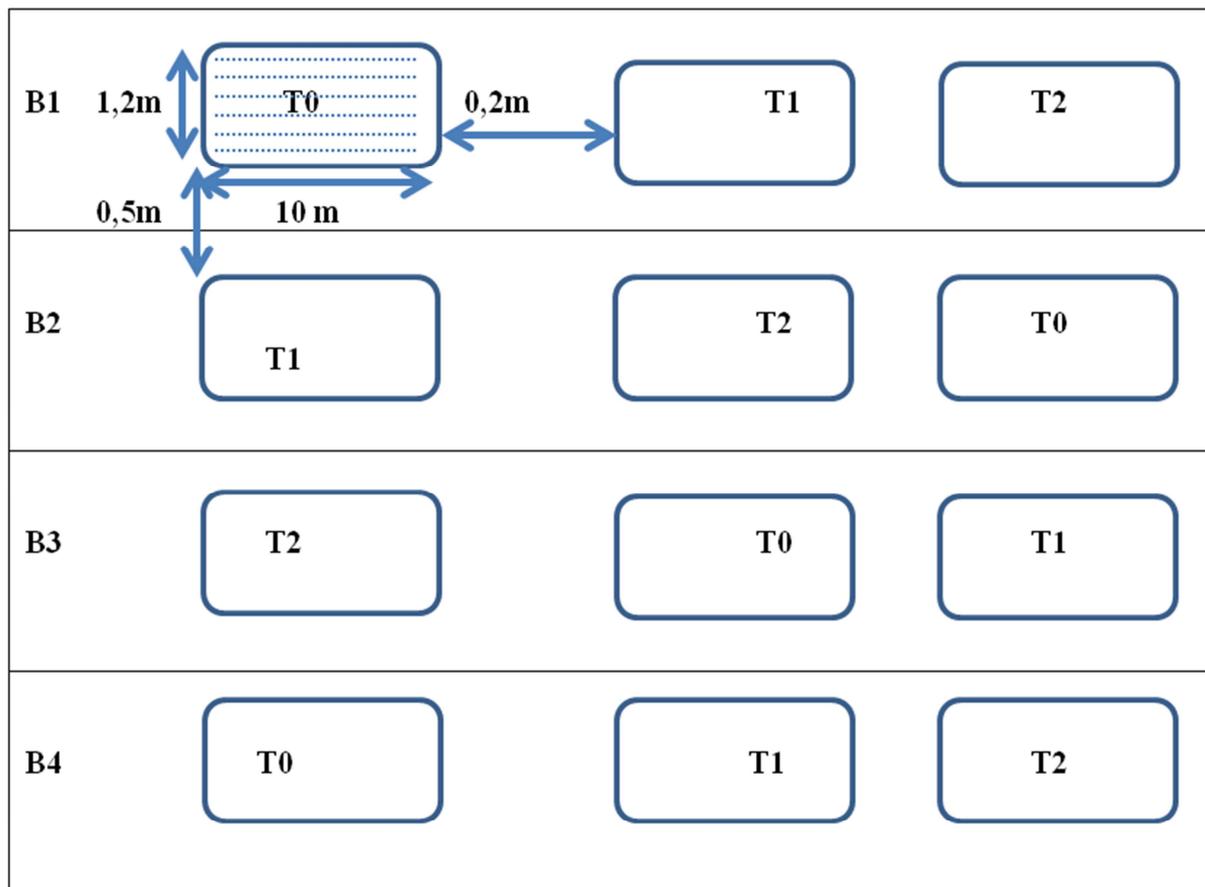
Nous avons analysé les paramètres-clés du climat agissant directement sur le développement d'une culture et par conséquent sur le rendement ; ces paramètres sont essentiellement ; la température minimale et maximale, et la précipitation l'humidité relative.

Les données climatologiques ont été extraites à partir d'un site internet [14]. C'est un site appartenant à une association française spécialisée dans le thème de la météorologie « infoclimat », le contenu du site est entièrement gratuit, le site fournit les données de la météo en temps réel ainsi que les données antérieures de plusieurs stations météorologiques dans le monde.

Concernant les caractéristiques pédologiques nous avons choisi les principaux paramètres indiquant la fertilité du sol, cependant les analyses de ces paramètres ont été mesurées sur le terrain selon des tests rapides pour avoir juste des résultats approximatives et de les faire comparer aux résultats antérieurs.

**3- Installation et conduite de l'essai :****3-1- Dispositif expérimental :**

Le dispositif utilisé pour notre essai est composé en blocs randomisés de quatre répétitions avec une superficie totale de  $190.9\text{m}^2$ . L'espace entre chaque deux bloc est de 0,50m. Chaque bloc contient trois parcelles élémentaires (une parcelle témoin et deux parcelles traitées par deux fongicides appliqués en deux traitements d'intervalle d'un mois, chacune des parcelles mesure 10 m de longueur et 1,2 m de largeur ; espacées de 0,2 m. Chaque parcelle comporte 6 lignes distantes de 0,20m.



**Figure 10 : dispositif expérimentale.**

B ; Bloc (B1-B4), T0 ; parcelles témoins non traitées, T1 ; parcelles Traitées avec « Epoxiconazole 125 SC », T2 ; parcelles Traitées avec « Opus à la dose de 1l/ha »

### 3-2- Préparation et le suivi cultural de la parcelle d'essai:

L'essai a été installé sur une parcelle dont le précédent cultural était une jachère travaillée.

- 1- Le travail du sol a été réalisé par un labour profond de 15 à 20 cm avec la charrue à trisocs la fin d'Août 2019.
- 2- Un passage du cultivateur avant le semis (recroisage à la fin d'Octobre 2019 à l'aide de la herse.
- 3- Le semis a été effectué le 07/01/2020 avec une dose de 148kg/ha, cette opération a été réalisée par un semoir expérimental.
- 4- L'application d'engrais de fond avec MAP ((monoammonium phosphate) avec une dose de 177 kg/ha le 07/01/2020.
- 5- L'application d'Engrais de couverture avec Urée 46% :
  - Le premier apport d'engrais au moment de semis.
  - Le deuxième apport d'engrais le 02/03/2020 au début montaison (épi 1 cm).

- 6- Désherbage chimique par pulvérisateur à dos avec COSSACK KOD à la dose 1L/hectare le 02/02/2020.
- 7- Application de fongicides : selon le protocole :
- Le premier passage le 09/04/2020 au stade Gonflement-Epiaison.
  - Le deuxième passage a été tardif le 06/05/2020.
- 8- Application d'un insecticide avec « Decis » à la dose de 0,5 l/ha.
- 9- La date de récolte: 02/07/2020

### 3-3- Stades phénologiques :

Nous avons fait des visites systématiques sur le champ d'essai pendant toute la saison, afin de prendre les notations essentielles telle que les dates exactes des stades phénologiques avec précision.

**Tableau N°05 : Les dates des stades phénologiques.**

Stade phénologique	Date
Semi	07/01/2020
Levée	16/01/2020
Tallage	30/01/2020
Montaison	17/03/2020
Gonflement	14/04/2020
Epiaison	20/04/2020
La formation des grains	08/05/2020
La maturité physiologique	04/06/2020
Maturité	10/06/2020

### 3-4- Matériels végétales et fongicides utilisés :

#### 3-4-1- Matériel végétal :

Le matériel végétal est représenté par une seule variété de blé tendre (MAWNA) fourni par l'ITGC de Guelma, ses caractéristiques sont indiquées dans le tableau 06.

**Tableau N°06 : Caractéristiques de la variété de blé MAWNA (ITGC Guelma).**

La variété	MAWNA
Origine	Acsad
Lieu de sélection	ITGC Guelma
Caractéristique morphologiques	Compacité de l'épi : moyenne Couleur de l'épi : blanc Hauteur de la plante à la maturité : 85cm Glaucescence du limbe : moyenne
Caractéristiques Culturelles	Alternativité : hiver Cycle végétatif : précoce Tallage : dressé Résistance : Au froid : résistante A la verse : résistante A la sécheresse : résistante Egrenage : faible Résistance aux maladies : Rouille jaune : / Rouille brune:/ Rouille noire : / Piétin verse / Piétin échaudage : / Oïdium : résistante Séptoriose : résistante Fusariose : /
Zone d'adaptation	Sub-littorale
La productivité	Rendement moyen : 56 quintaux / hectare

### 3-4-2- Les produits fongicides :

Notre étude a portée sur deux fongicides, le premier est homologué par le ministère d'agriculture (OPUS), et l'autre n'est pas homologué (Epoconazole 125 SC). Les fongicides OPUS et Epoconazole 125 SC sont destinés pour les traitements des cultures du blé tendre contre les maladies fongiques.

#### 3-4-2-1- Caractéristiques des produits fongicides :

##### 3-4-2-1-1- OPUS :

Opus est un fongicide systémique utilisé pour le contrôle des maladies fongiques des céréales en particulier la Septoriose, Rouille et Rhynchosporiose, avec sa matière active « EPOXICONAZOLE » homologué en Algérie sous le N° 05 43 160, produit par la firme allemande BASF SE et commercialisé par BASF SPA Algérie, [15]. Il présente une grande polyvalence, il offre un bon rendement dans la catégorie des Triazoles. (Fig : 10).

- Il est utilisable sur céréales à paille (blés, orges, avoine, seigle et triticale).
- Il est persistant en particulier sur septorioses et rouilles grâce à une répartition régulière et uniforme de la matière active dans l'ensemble de la feuille.
- Il présente une très bonne sélectivité vis-à-vis des céréales.
- Il agit à la fois en préventif et curatif contre les maladies des céréales.

Les caractéristiques de ce fongicide selon Basf, sont comme suit :

- **Formulation** : Suspension Concentrée (SC).
- **Matière active** : Epoconazole 125 g/l, c'est une Triazole qui inhibe la biosynthèse des stérols, éléments vitaux pour le champignon.
- **Mode d'action** : l'epoconazole est une Triazole systémique, à pénétration rapide dans les tissus des feuilles et véhiculée avec la sève dans toute la plante, protégeant ainsi efficacement les nouvelles pousses.

Les triazoles font partie d'un groupe de molécules fongicides appelé IDM (inhibiteurs de la déméthylation). Ils agissent en perturbant la biosynthèse des membranes cellulaires du champignon. Ils bénéficient d'un large spectre d'efficacité contre les maladies des céréales, notamment la septoriose du blé. [4]

L'époxiconazole inhibe la biosynthèse de l'ergostérol, un des constituants de la membrane cellulaire, de 2 manières : [4]

- **Préventif** : en inhibant la croissance des tubes germinatifs des spores du champignon qui ne peut plus pénétrer dans la feuille.
- **Curatif** : par « encapsulation » des haustoria (suçoirs) par la plante elle-même. Les haustoria perdent leur fonction de nutrition du champignon. Ce dernier meurt à la surface de la feuille. Les nouvelles spores ne se forment plus (anti-sporulant). L'attaque est stoppée.
- **Mode d'emploi et dose d'utilisation** : Opus est appliqué du stade montaison au stade épisaison à la dose de 0.8 à 1 l/ha. Il possède une longue persistance d'action qui dure huit semaines, avec une haute performance contre les maladies cryptogamiques du blé notamment les Rouilles et les Septorioses, l'oïdium et la fusariose de l'épi. La diffusion rapide vers toutes les parties de la plante assure une excellente protection. Il résiste au lessivage.
- **Comptabilité** : l'association d'Opus avec un insecticide de la famille des pyréthrinoides n'est pas autorisée durant la floraison. Il faut obligatoirement traiter avec la spécialité à base de pyréthrinolide en premier et laisser un délai de 24 heures minimum entre les deux applications.



Figure 11 : Le fongicide Opus.

**3-4-2-1-2- Epoxiconazole 125 SC :**

Epoxiconazole fourni par la firme ; SINON CORPORATION qu'est une société basée à Taiwan principalement engagée dans la fabrication, le traitement et le commerce de produits phytosanitaires. (**Fig : 11**)

- **Formulation :** Suspension Concentrée (SC).
- **Matière active :** Epoxiconazole.
- **Concentration :** 125g/l.
- **Application :** Foliaire.



**Figure 12 : Le fongicide Epoxiconazole 125 SC.**

**3-5- Paramètres étudiés :****3-5-1- Nombre de plants par mètre carré :**

Le nombre de plants/m<sup>2</sup> a été déterminé le 22 janvier 2020, au stade levé à l'aide d'un cadran d'un « mètre-carré » pour chaque parcelle élémentaire.

**3-5-2- Nombre de talles par plant :**

Le nombre de talle par plant pour les différents traitements (parcelles élémentaires) a été déterminé le 10 février 2020, au « stade tallage » par le comptage de nombre de talles par épi, d'un échantillon de 3 plants pris au hasard pour chaque parcelle.

**3-5-3- La hauteur des plants en cm :**

La hauteur des plants a été mesurée le 02 Mai 2020, à l'aide d'un mètre ruban au stade épiaison, par la mesure du chaume de la plante à partir de la base jusqu'à le sommet de l'épi sans barbes, d'un échantillon de 3 plants pris au hasard pour chaque parcelle.

**3-5-4- Nombre d'épis par mètre carré :**

Le nombre d'épis par mètre carré a été déterminé le 02 Mai 2020, au stade épiaison, à l'aide d'un cadran d'un « mètre-carré » pour chaque parcelle élémentaire.

**3-5-5- Nombre de grains par épi :**

Ce paramètre a été évalué le 04 juillet 2020 deux jours après la récolte, sur la base d'un échantillon de trois épis par parcelle élémentaire.

**3-5-6- Poids de mille grains (PMG) :**

Les grains récoltés pour mesurer le précédent paramètre sont pesés en échantillons de mille grains le 04 juillet 2020, ainsi on mesure trois échantillons pour chaque parcelle élémentaire.

**3-5-7- Rendement par hectare:**

Ce paramètre a été évalué pendant la maturité agronomique, et après la moisson et le battage de toutes les parcelles par une moissonneuse batteuse expérimentale, les valeurs du rendement en été évalué en Quintaux par hectare (Qtx/ha).

**3-5-8- Etude statistique :**

Les traitements des données ont été effectués à l'aide du « Microsoft Excel » et du logiciel « Minitab 17 », pour l'analyse de la variance.

Nous avons calculé certains paramètres statistiques de base tels que la moyenne arithmétique, qui est un paramètre de position et de tendance centrale et l'écart-type (s) qui mesure la dispersion des données autour de la moyenne.

**3-6- Notation des maladies :****3-6-1 Les principales maladies observées dans la parcelle d'essai :**

Pour le recensement des maladies, on a réalisé des visites au niveau de chaque micro parcelle, on a noté les observations une seule fois juste avant le premier traitement alors que la

deuxième et la troisième observations ont été noté après 7 jours du premier traitement et répété 15 jours après, l'observation des plantes a été fait à l'œil nu ou à l'aide d'une loupe en cas de nécessité.

### 3-6-2 Estimation des maladies au champ :

#### L'incidence :

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 selon (**Dajoz , 1985**) :  $F = n / N \times 100$

n : Nombre de plante malade.

N : Nombre total de plante.

#### La sévérité :

La sévérité qui est définie, pour une unité d'observation, comme la proportion de la surface foliaire sporulant, infectieuse. La sévérité, qui est une mesure quantitative de la maladie, est une variable particulièrement pertinente dans le cas des septorioses, l'oïdium parce que c'est une bonne mesure du pouvoir infectieux d'une unité infectée. (**Samuel Soubeyrand et al., 2006**).

dans ces cas on utilise l'échelle graduée de 0 à 9, conçue par **Saari et Prescott, 1975 (in Van Ginkel, 1987)**. (**Fig : 12**). Cette échelle se présente comme suit :

**Résistante 0**: absence de la maladie.

**Résistante 1**: très peu de taches, éloignées au niveau des feuilles inférieures.

**Résistante 2** : présence de peu de taches éloignées au niveau des deux premières feuilles.

**Résistante 3**: peu à très peu des taches sur le 1/3 basal des plantes.

**Moyennement résistante 4** : nécroses dispersées, sur la 1/2 de la hauteur de la plante.

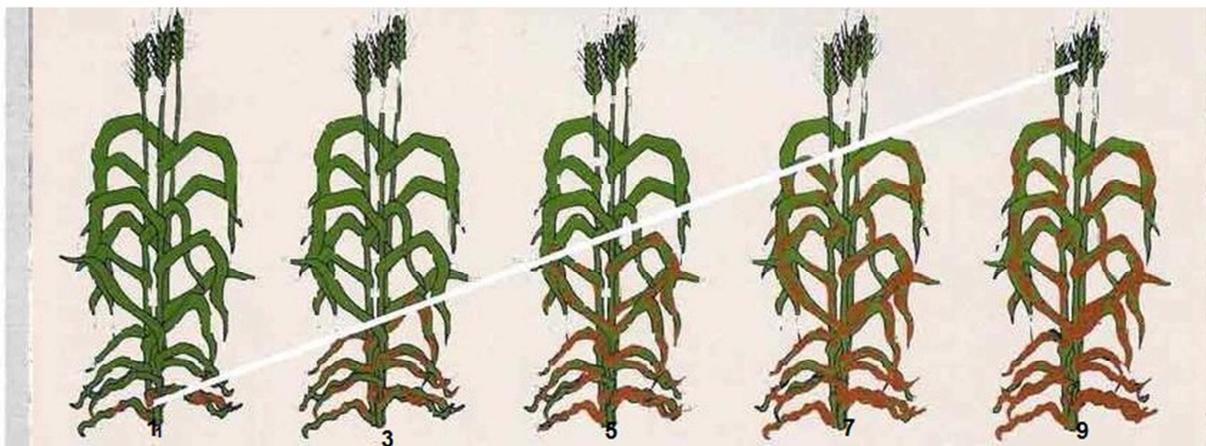
**Moyennement sensible 5** : nécroses ne dépassant pas la moitié de la plante.

**Moyennement sensible 6** : attaque prononcée au 1/3 de la base de la plante et aux feuilles du milieu.

**Sensible 7** : attaque prononcée au 1/3 de la base de la plante et aux feuilles du haut.

**Sensible 8** : attaque prononcée sur les feuilles du milieu et en haut de la plante.

**Très sensible 9** : attaque très prononcée sur toutes les feuilles, même l'épi peut être atteint.



**Figure 13 : échelle Saari-Prescott (0-9) pour évaluer l'intensité des maladies foliaires du blé et de l'orge. (in Van Ginkel, 1987).**

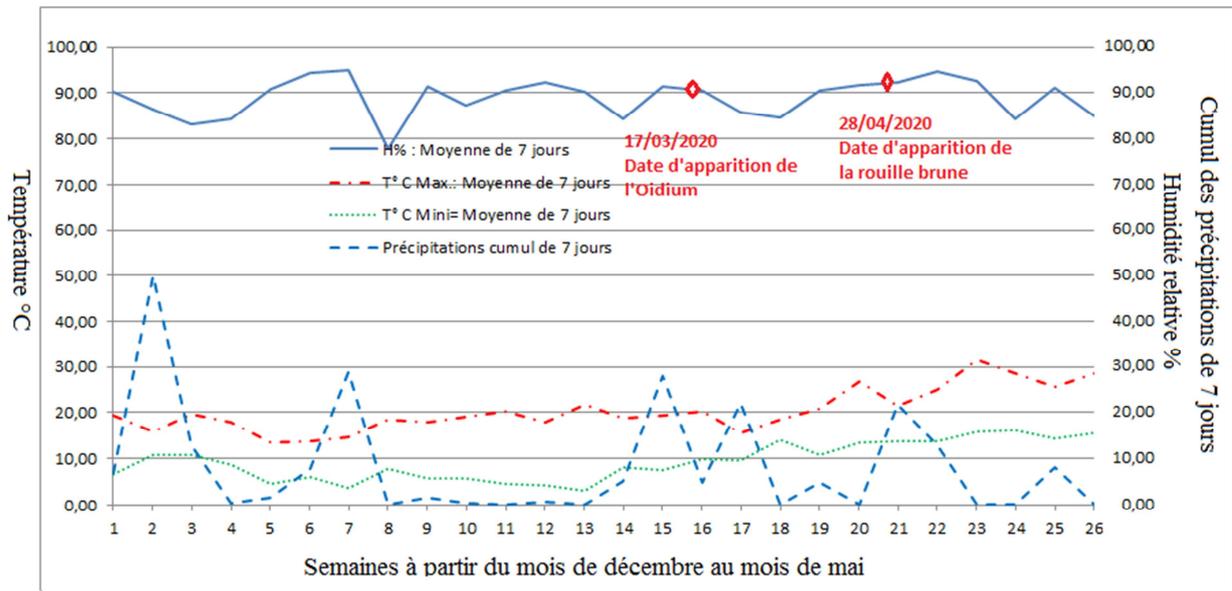
On a noté la sévérité des maladies cryptogamiques juste avant l'application de traitement antifongique, ainsi que après l'application des traitements. Trois évaluations ont été effectuées la première avant le traitement (le 08/04/2020) alors que les deux autres ont été réalisées après les traitements, (le 16/04/2020 et le 24/04/2020).

Ce paramètre a été évalué pour une seule maladie, celle de l'oïdium, cette maladie a montré une incidence remarquable. Alors qu'on a négligé l'évaluation de ce paramètre pour les maladies qui ont montré une incidence réduite ou à l'état de trace.

## **Chapitre 04 : Résultats et discussions**

**1- Résultats :**

**1-1- Caractéristiques climatiques de la région :**



**Figure 14 : variations de la température minimale, maximale, l'humidité relative et les précipitations de la campagne 2019/2020, de la région de Guelma.**

**1-1-1- L'humidité relative :**

La saison 2019/2020 est une saison plus ou moins humide, où l'humidité était généralement supérieure à 80 % pendant toute la campagne (la saison), la période la plus humide a coïncidé la première quinzaines du mois de janvier et un autre pique s'apparait à partir de la deuxième semaine du mois d'avril jusqu'à la première semaine du mois de mai, où l'humidité a enregistré une moyenne aux alentours du 95 % , ces conditions de l'humidité relative sont caractéristiques du climat subhumide de la région.

**1-1-2- La température minimale :**

L'hiver dans la région Nord de Guelma est marqué par une température douce, en comparaison avec le sud de cette région, les journées de la gelé blanche sont rares, pendant cette campagne 2019/2020 pratiquement la température minimale n'a pas descendu au-dessous de zéro tout au long de la saison hivernale, ainsi on n'a pas enregistré aucune journée de gelé blanche.

**1-1-3- La température maximale :**

Le climat de la région est doux et pluvieux en hiver et chaud et sec en été, les températures maximales peuvent dépassées les 47 degré en été pendant les SIROCO, où on enregistre 36,2 j/an de Sirocco pendant surtout les mois de juillet et août [16], par fois les SIROCO viennent très tôt vers la fin du printemps, pendant cette saison la température maximale a été saisonnière pendant toute la campagne, avec des oscillation entre 10 et 20 °C pendant l'hiver et le début du printemps, et entre 20 et 30 vers la fin du printemps, et elle n'a jamais dépassée les 40 °C , on n'a pas enregistré des SIROCO précoce.

**1-1-4- les précipitations :**

Le cumul des précipitations de 6 mois, du mois de décembre au mois de mai a affiché de 219,3 mm bien que les précipitations pendant l'été et l'automne ne sont pas inclus dans le précédant résultat, cette valeur est largement au-dessous de la moyenne annuelle des précipitations de la région situé dans un climat subhumide (Anonyme, 1984), un tel climat est marqué par une précipitation allant de 700 à 1000 mm.

Donc notre campagne culturale est relativement sèche en particulier pendant la dernière quinzaine du mois de décembre on a enregistré de faible précipitation, la dernière semaine du mois de janvier et le mois de février ont été complètement sèches on n'a enregistré aucune précipitation des pluies (0 mm), aussi la première quinzaine du mois d'avril a été caractérisée par une pluviométrie très réduite, elle peut arriver même jusqu'à 0 mm.

**1-2- Caractéristiques pédologiques :**

Le sol est un corps naturel, de constituants organiques et minéraux, différencié en horizons d'épaisseur variable, qui diffèrent du matériau sous-jacent par leur morphologie, constitution physique, propriétés chimiques et composition des caractères biologiques qui détermineront les qualités de rendement, le sol fut donc considéré tout d'abord comme un support pour la végétation et une réserve pour son alimentation. Les caractéristiques du sol de la station sont résumées dans le tableau 07.

**Tableau N°07 : Caractéristiques pédologiques du site d'essai d'après L'ITGC.**

Texture de sol	Argilo-limoneuse
Taux de la matière organique	Couleur noire « Riche en matière organique »
Teneur en carbonates	Riche en carbonates
pH	7.1
Conductivité électrique	37,8 $\mu\text{s}/\text{cm}$
Taux des sels solubles	18.5 mg/l

## 2- Notation des maladies :

### 2-1- Les maladies observées dans la parcelle d'essai :

Les maladies cryptogamiques du blé tendre qu'on a trouvé au niveau de notre parcelle sont :



A) L'oïdium

B) La rouille brune

**Figure 15 : exemple de la rouille brune et de l'oïdium sur les feuilles du blé de l'essai.**

### 2-2- Estimation des maladies au champ :

D'après les résultats obtenus nous avons constaté sur notre parcelle d'essai la présence des maladies fongiques avec une répartition hétérogène. L'identification a permis de recenser 2 maladies (l'oïdium, la rouille brune). Ces maladies ont été notées avec une graduation de gravité, pour la rouille brune a été rencontré qu'à l'état de traces, la rouille brune a été observée dans la

micro parcelle (Epoconazole) au bloc 1 et bloc 2. Cependant l'oïdium a été observé fortement dans toutes les parcelles avec une incidence très intense.

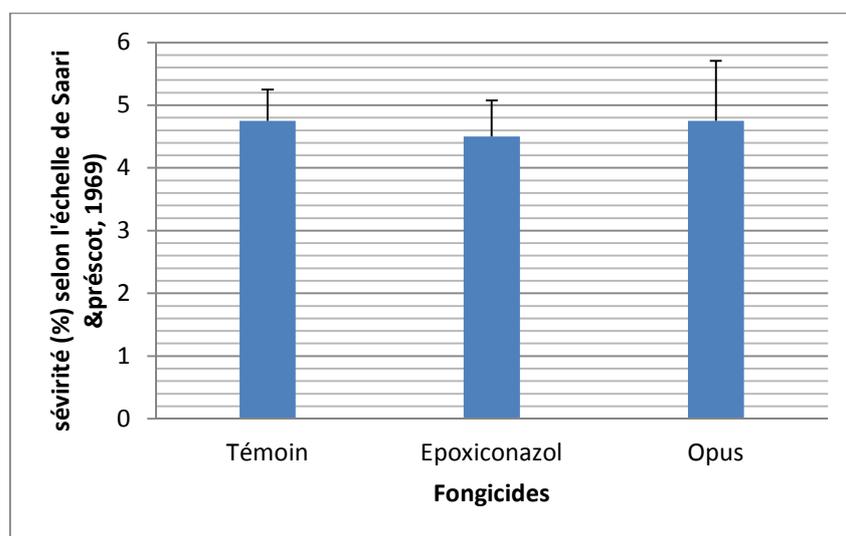
**2-2-1- L'incidence :** au cours des prospections qu'on a réalisé pendant le mois de mars, bien avant l'application des traitements fongicides, on a constaté que les fréquences des deux maladies fongiques identifiées au niveau la parcelle d'essai ; la rouille brune qui a affecté que quelques pieds dans la totalité de la parcelle d'essai, cependant pour l'Oïdium qui a affecté toute la parcelle, on a essayé de noter la graduation de son incidence suivant les parcelles atteintes avec une graduation jusqu'à 95%.

Durant l'observation avant le traitement pendant le mois de mars on a constaté que la maladie a été de l'ordre de 95% dans la totalité des parcelles, cependant après les traitements fongiques on a constaté que la culture du blé a été rétablie, au cours du mois d'avril, néanmoins on n'a pas évalué le degré de rétablissement de la culture vue que nos sorties ont été limitées (suite au confinement)

**2-2-2- La sévérité :** la sévérité a été estimée que pour la maladie la plus sévère « l'Oïdium », ainsi on a négligé celle de la rouille brune apparue à l'état de trace.

Pour évaluer le pouvoir curatif des fongicides utilisés on a noté la sévérité de l'oïdium 3 fois (la première fois avant le traitement, la deuxième après 7 jours du traitement et la troisième après 15 jours du traitement).

**a) La sévérité de l'oïdium avant le traitement :**



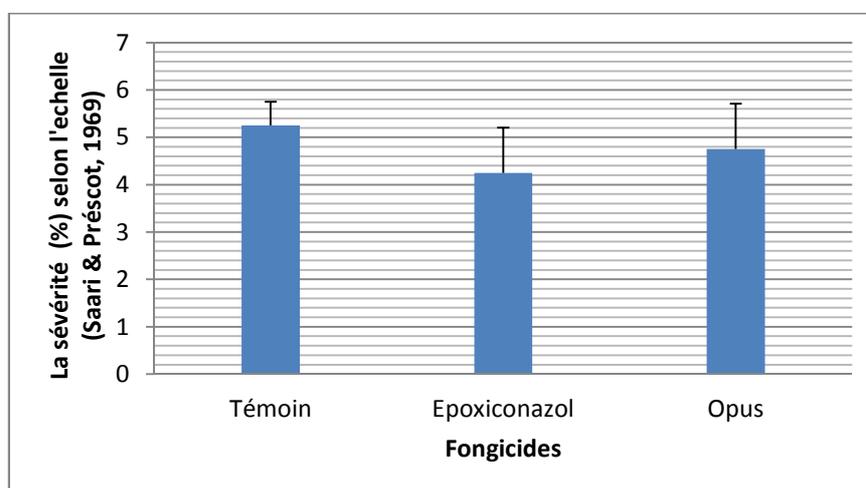
**Figure 16 : la sévérité de l'oïdium avant le traitement.**

La figure (16) ci-dessus montre que la sévérité de l'oïdium a été similaire au niveau de toutes les parcelles. Sachant que l'analyse de la variance a prouvé des différences non significatives entre les parcelles témoins et les parcelles traitées (tableau 1 ANOVA annexe). La

sévérité de l'oïdium avant le traitement est entre « 4 » et « 5 » selon l'échelle de (Saari & Prescott, 1969) pour le témoin et les deux traitements.

Ce paramètre a été évalué le 02 avril 2020, bien avant les traitements fongicides, que nous avons appliqué le 09 avril 2020 au stade gonflement-épiaison à cette époque toutes les parcelles y compris les plantes témoins ont été sous les mêmes conditions en particulier l'humidité et la température, en effet la première quinzaine de moi du mars a été très favorable pour l'apparition des maladies cryptogamiques. [4] (une humidité supérieur à 90% et une température maximale de l'ordre de 20 °C), dans ces conditions l'oïdium a attaqué pratiquement toutes les parcelles selon le même degré.

**b) La sévérité de l'oïdium après 7 jours de traitement :**

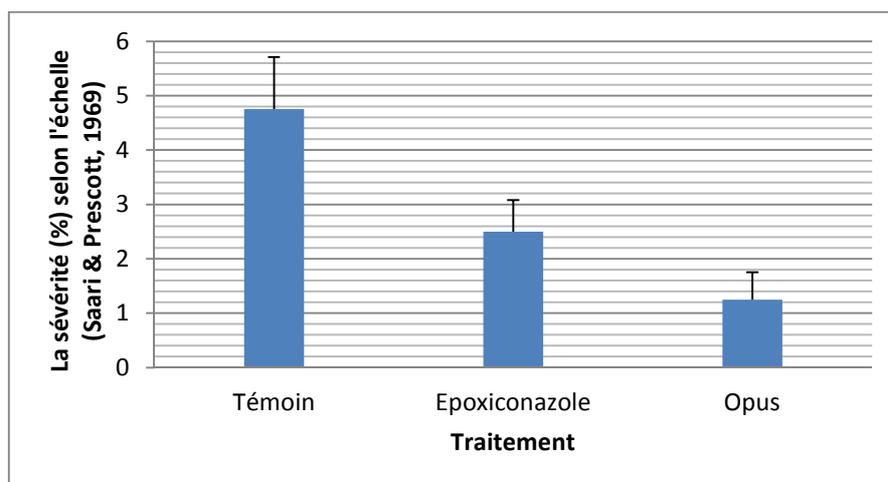


**Figure 17 : la sévérité de l'oïdium après 7 jours de traitement.**

Après une semaine du traitement, la figure (17) montre que les parcelles témoins et les parcelles traitées ont données des résultats similaires concernant la sévérité de l'oïdium. Sachant que l'analyse de la variance a prouvé des différences non significatives entre toutes les parcelles (tableau 2 ANOVA en annexe). La sévérité de l'oïdium après 7 jours des traitements a affiché un résultat qui varie entre « 4 » et « 6 » selon l'échelle de (Saari & Prescott, 1969).

Le but de notre intervention d'application fongicide été curatif, du fait que toutes les parcelles ont été affectées grièvement avant les traitements fongiques, notre observation après 7 jours des traitements montre que l'effet des fongicides n'a pas encore donné un résultat satisfaisant.

## c) La sévérité de l'oïdium après 15 jours de traitement :



**Figure 18 : la sévérité de l'oïdium après 15 jours de traitement.**

Après deux semaines du traitement fongicide, la figure (18) montre une différence de sévérité de la maladie remarquablement différente entre les parcelles, le calcul statistique (tableau 3 ANOVA en annexe) a affiché des différences significatives, et la comparaison multiple des moyennes avec le test de Dunnet a donné trois groupes, le premier groupe avec les parcelles témoin avec une sévérité de (4,75) suivie par les parcelles traitées par Epoxiconazol et le troisième groupe avec les parcelles traitées par l'Opus qui ont affichées des indices de (2,5) et (1,25) respectivement.

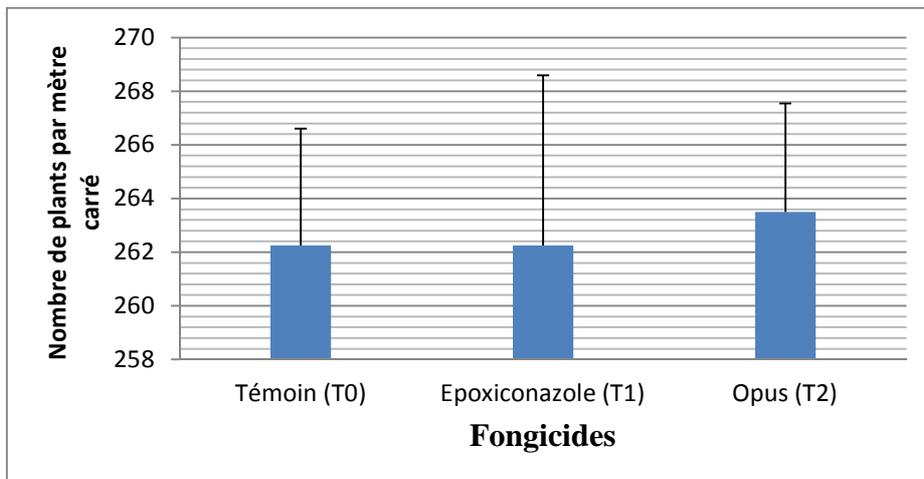
Il paraît qu'après quinze jours des traitements fongiques, les plantes ont commencé à montrer un rétablissement progressive, ce qui est confirmé par les résultats dans les figures (15 et 16), on constate clairement que l'indice de sévérité (Saari et Prescott, 1969) estimé après quinze jours des traitements fongicides a été amélioré par rapport à l'estimation de la sévérité après sept jours des traitements

Les deux fongicides utilisés : l'epoxiconazole et l'Opus sont des fongicides systémiques qui pénètrent dans les tissus des feuilles et véhiculée avec la sève dans toute la plante, arrivant à toutes les cellules des organes de la plante et attaquant ainsi le mycélium du champignon en inhibant sa croissance, provoquant ainsi sa propagation.

La durée allant du moment de l'application des fongicides jusqu'à l'inhibition de la croissance du mycélium du champignon paraît être plus au moins longue, elle dépasse les sept jours, les résultats (figure 17 et 18) montrent que le rétablissement de la culture du blé commence à partir de la première quinzaine après l'application des traitements curatifs.

**3- Paramètres de production :**

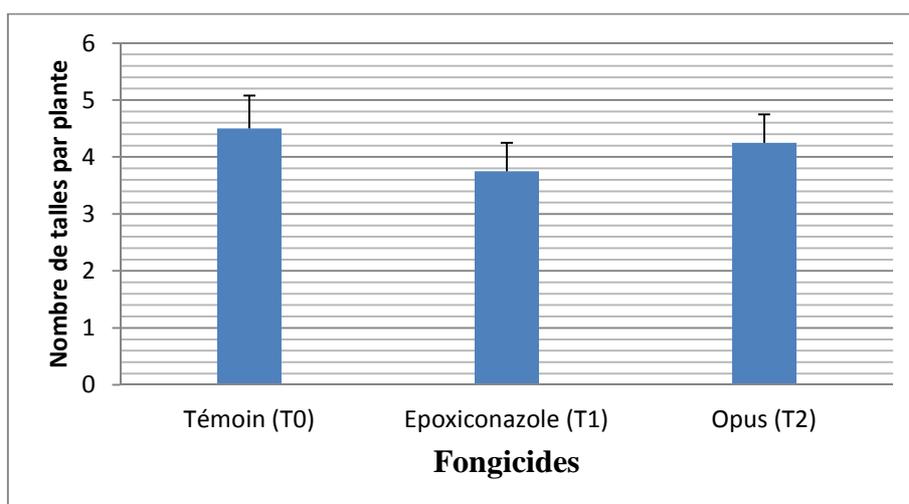
**3-1- Nombre de plants par mètre carré :**



**Figure 19 : Nombre de plants par mètre carré.**

La figure (19) montre que le nombre de plants par m<sup>2</sup> est similaire entre les parcelles témoins et les parcelles traitées que soit avec Epoxiconazole ou bien avec l’Opus, il varie entre « 262 » et « 263 » dans toutes les parcelles de l’essai. Sachant que l’analyse de la variance a prouvé des différences non significatives entre les parcelles témoins et les parcelles traitées (tableau 4 de ANOVA Annexe).

**3-2- Nombre de talles par plante :**



**Figure 20 : Nombre de talles par plante.**

La figure (20) montre le nombre de talles par plante varie de « 3 » à « 5 » dans toute la parcelle d'essai que soit pour les parcelles témoins ou les parcelles traitées avec les deux fongicides utilisés notant que l'analyse statistique a donné des différences non significatives (tableau 5 ANOVA en Annexe).

### 3-3- Nombre d'épis par mètre carré :

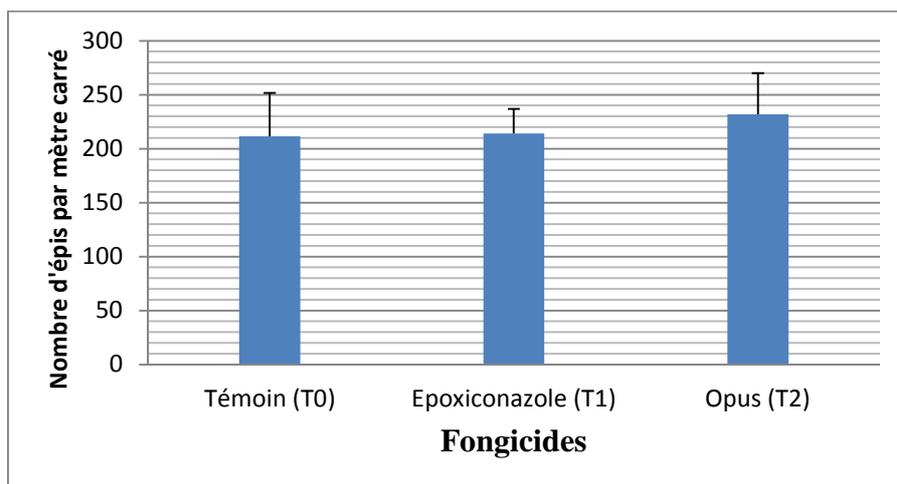


Figure 21 : Nombre d'épis par mètre carré.

### 3-4- Hauteur de plantes en cm :

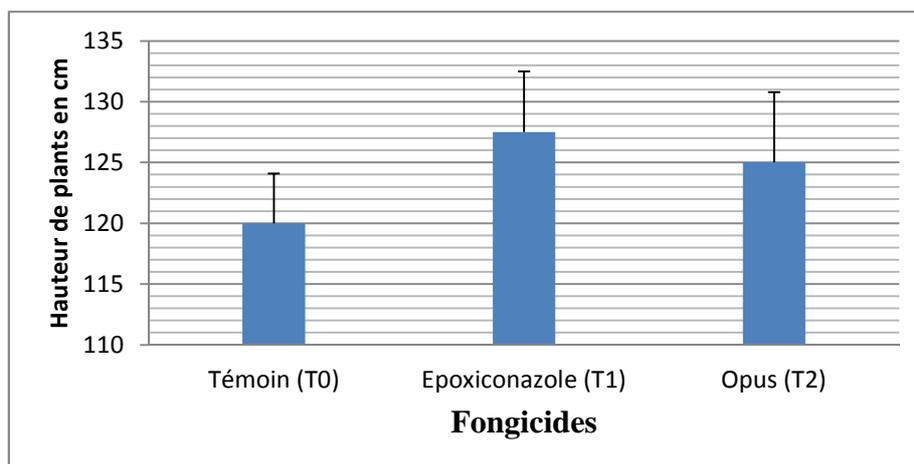
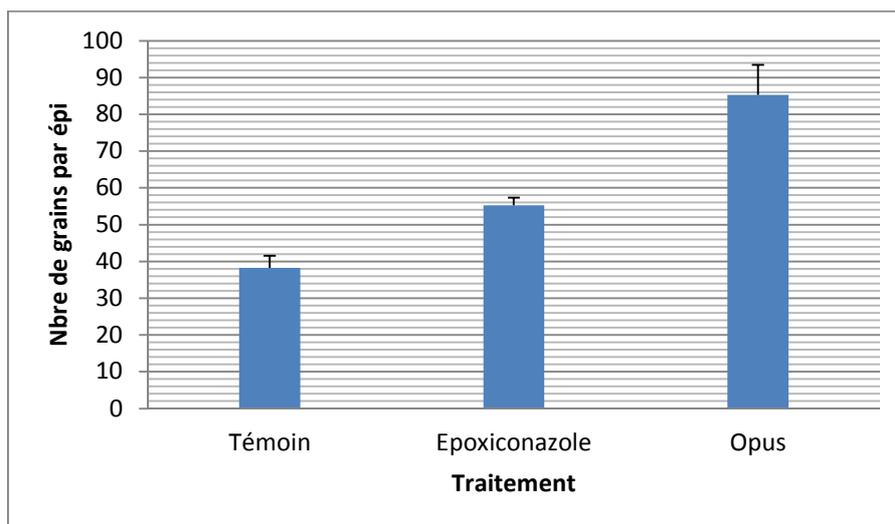


Figure 22 : Hauteur de plantes en cm.

Les deux paramètres ; le nombre d'épi par m<sup>2</sup> et la hauteur de plants ont été mesurés au stade épisaison, à cette époque-là les plantes traitées sont en cours de rétablissement qui coïncide le début du mois de Mai, ceci le confirme les résultats présentés dans la figure (18) qui montre l'estimation de la sévérité après quinze jours.

Les figures (21 et 22) qui montrent les paramètres (nombre d'épi par m<sup>2</sup> et la hauteur des plantes) affichent des résultats plus ou moins meilleurs au niveau des parcelles traitées (que soit avec l'Epoxiconazole ou bien avec l'Opus) par rapport aux plantes témoins, néanmoins le résultat statistique a donné des différences non significatives (tableau 6 et 7 ANOVA en annexe).

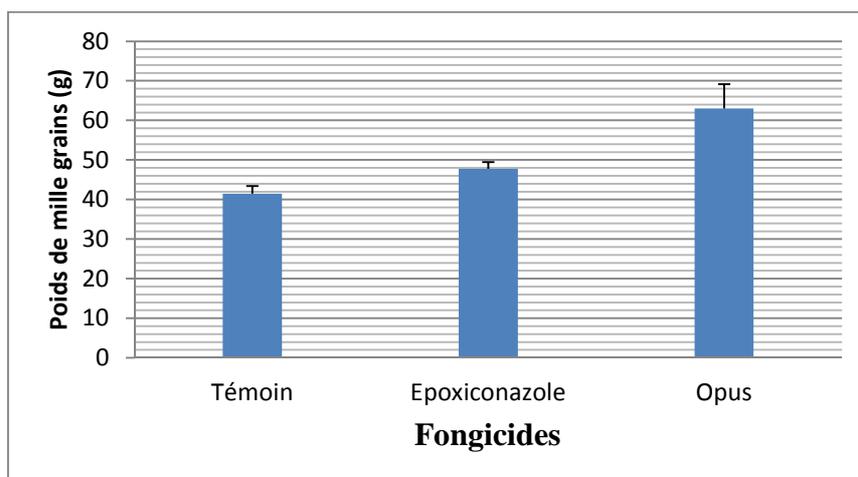
### 3-5- Nombre de grains par épi :



**Figure 23 : Nombre de grains par épi.**

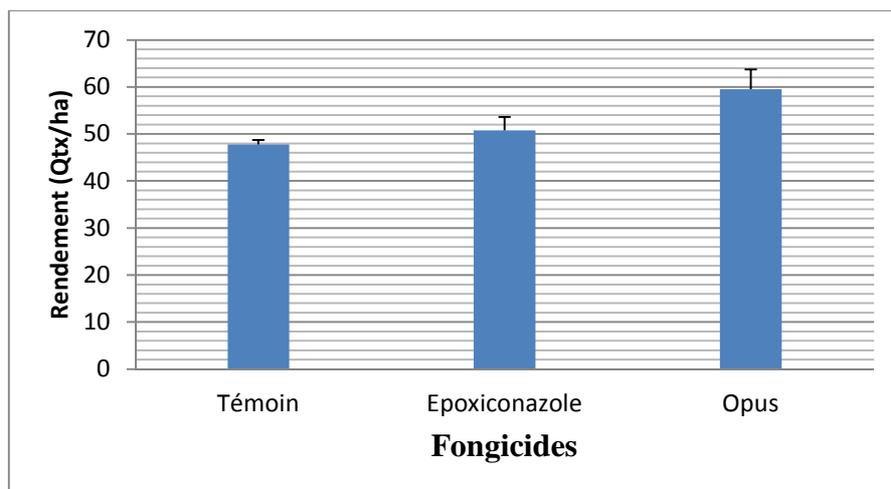
Ce paramètre a été évalué le 04 juillet 2020 deux jours après la récolte, la figure (23) montre que les parcelles traitées avec les fongicides ont donné des résultats meilleurs que celui des parcelles témoins non traitées, l'analyse de la variance nous a donné des différences significatives, ainsi la comparaison des moyennes a prouvé l'existence de trois groupes ce qui indique que le fongicide Opus a donné un résultat meilleur que l'Epoxiconazole (tableau 8 ANOVA en annexe).

**3-6- Poids de milles grains (PMG) :**



**Figure 24 : Poids de milles grains.**

**3-7- Rendement par hectare :**



**Figure 25 : Rendement par hectare.**

Après la récolte qui a été réalisé le 02 juillet 2020, on a opté à évaluer les paramètres de rendement notamment le nombre de grains par épi, PMG et le rendement en Qt/ha.

Les figures (24 et 25) qui représentent le résultat des deux paramètres ; le PMG et le rendement en Qt/ha, montrent que parcelles traitées par les deux fongicides ont donné des résultats meilleurs que celle des parcelles témoins.

En effet, le calcul statistique en utilisant l'analyse de la variance a donné des différences significatives (tableau 9 ANOVA en annexe) et le classement des moyennes a affiché la présence de deux groupes qui soient pour le PMG ou bien pour le rendement totale, ce qui indique que les

deux fongicides ont donné des résultats similaires mais bien supérieurs aux résultats des parcelles témoins.

Les parcelles témoins affectés par le stress biotique provoqué par les maladies cryptogamiques en particulier l'Oïdium ont donné des résultats non satisfaisantes concernant les paramètres de rendement présenté par le nombre de gain par épi qui a été bien inférieur en comparaison avec les parcelles traitées ceci peut-être expliquer par l'avortement des ovaires de certains fleurs des épis des plantes témoins.

Le poids de milles grains indique la grosseur des grains du blé, les résultats montrent que les parcelles non traitées sous l'effet les maladies cryptogamiques notamment l'Oïdium ont donné un poids insuffisant des grains, par rapport aux plantes traitées, en effets le remplissage des grains et l'accumulation des réserves au niveau des graines se déroule au stade de maturation laiteux qui coïncide le début du mois de Mai, à cette époque-là les plantes traitées sont en cours de rétablissement après les quinzaines de jours qui suivait le traitement fongicide, ces conditions ont favorisé un remplissage satisfaisant traduit par un nombre élevé de grains, ainsi qu'elles ont agi en faveur du développement des fleurs qui ont réussi à donner suffisamment de grains.

Les pertes de rendement dues à l'oïdium se caractérisent par une diminution du nombre de grains par épi et la chute du poids de mille grains. [2]

Le rendement par hectare est en relation étroite avec les paramètres de rendement néanmoins le résultat des paramètres ; le nombre de plants par m<sup>2</sup>, le nombre de talles par plants, le nombre d'épis par m<sup>2</sup> et la hauteur des plantes a donné des résultats non significatifs contrairement aux résultats des paramètres ; le nombre de grains par épi et le PMG, ces deux paramètres ont été améliorés au niveau des parcelles traitées.

Ainsi le rendement a été affecté par les deux paramètres ; le nombre de grains par épi et le PMG, l'analyse de corrélation entre (le rendement X le nombre de grains par épi) et (le rendement X le PMG) a donné les valeurs ;  $r = 0,933$   $p = 0,000$  et  $r = 0,968$   $p = 0,000$  des deux corrélations respectivement.

## **Conclusion :**

L'usage des fongicides pour la lutte contre les maladies cryptogamiques reste le moyen le plus efficace voire l'unique moyen pour que nous puissions vaincre ces fléaux, qui causes de graves pertes sur la production des différentes cultures notamment les céréalicultures, toutefois l'utilisation de ces fongicides nécessite toujours plus de vigilance, autrefois on utilise des fongicides inorganiques à base de métaux lourds (mercure, zinc, chrome), qui sont actuellement bannis dans presque tous les pays en raison de leur très forte toxicité (**Cirad, 2006**). Les pays développés ont réussi à mettre en place des organisations de surveillances pour veiller à ne pas utiliser des produits toxiques sur la santé humaine, ou qui ont des conséquences fatales sur l'environnement, en France par exemple l'Anses (agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail), elle assure des missions de veille, d'expertise, de recherche et de référence sur un large champ couvrant la santé humaine, la santé et le bien-être animal ainsi que la santé végétale, ses missions de veille, de vigilance et de surveillance permettent de nourrir l'évaluation des risques. L'Agence évalue ainsi l'ensemble des risques (chimiques, biologiques, physiques...) auxquels un individu peut être exposé, cette agence peut offrir une consultation auprès des autorités pour retirer un produit du marché, s'il est confirmé par la communauté scientifique que ce dernier présente un risque sur la santé ou sur l'environnement.

Parmi les fongicides utilisés pour la lutte contre les maladies cryptogamiques, un groupe de 11 fongicides appartenant à la famille des SDHI, ces substances fongiques agissent en empêchant le développement de champignons et moisissures affectant les cultures par le blocage d'une enzyme impliquée dans la respiration cellulaire, la succinate déshydrogénase (SDH) (**Regnault-Roger, 2014**), cette enzyme est un élément clé de la respiration mitochondriale Hassan-Abdi, Brenet, and Soussi-Yanicostas 2020. Récemment les scientifiques ont confirmé que les fongicides de cette famille n'inhibent pas seulement l'activité SDH des champignons cibles mais peuvent également bloquer plusieurs cellules humaines non cibles dans des modèles in vitro ; (**Bénit, 2019**), ainsi que plusieurs autres organismes animaux ; les abeilles solitaires ; Jansen, 2018, des larves d'amphibiens ; Siyu, 2018, les poissons zèbre et les algues d'eau douce ; (**Siyu, 2018 et Qian, 2019**). L'Anse décida l'arrêt de l'utilisation de ce type de fongicide en France à partir du 2019.

En Algérie ce type de fongicides il est encore commercialisé, le fongicide Opus appartenant à cette famille est largement utilisé, la firme Allemande qui commercialise ce produit a décidé de le retirer du marché depuis le 30 juillet 2020 [4].

En effet le produit alternatif portant la même molécule active est l'Epoxiconazol commercialisé par une firme Taiwanaise « SINO CORPORATION ».

Le but du présent travail est de confirmer la possibilité de remplacer le fongicide OPUS retiré du marché par son homologue Epoxiconazol, les résultats obtenus et en particulier la réponse des plantes infectées par les champignons vis-à-vis de l'effet curatif des fongicides, ainsi que les résultats liés aux paramètres du rendement (le nombre de grains par épi, le poids de mille grains et le rendement total) confirment que les deux fongicides ont un effet comparatif.

Par conséquent nous pouvons déclarer que les expérimentations issues de cette étude sur la variété de blé tendre (MAWNA) ont abouti à conclure l'effet analogue de ces deux fongicides, et affirme la possibilité d'utiliser l'Epoxiconazol comme fongicide alternatif.

Au terme de ce travail nous sommes dans l'obligation de déclarer que les fongicides de la famille SDHI sont dangereux sur la santé humaine, et ils peuvent poser de graves problèmes sur la bonne santé de l'environnement. Ainsi nous souhaitons dans l'avenir :

- de retirer définitivement tous les produits à base d'Epoxiconazole fournis par les différentes firmes et sociétés dans le monde.
- de renforcer les contrôles de l'importation, de la commercialisation, et de l'utilisation des produits phytosanitaires.
- D'instaurer un système de vigilance pour la déclaration obligatoire de tous les cas d'intoxications par les produits chimiques.

## Résumé :

Des essais ont été réalisés au niveau de la station de ( FDPS ) de l'ITGC de Guelma Algérie, dans le but de comparer l'effet curatif de deux fongicides de la famille des Azoles (Opus retiré du marché et Epoxiconazol encore commercialisé) ayant la même molécule active, et appartenant un groupe de fongicides dits SDHI, sur une variété de blé dur « MAWNA », les résultats basés sur la réponse des plantes infectées aux fongicides, et sur les paramètres de rendement (le nombre de grains par épi, le poids de mille grains et le rendement total) montre que les deux fongicides ont la même efficacité, et que l'Epoxiconazol a la possibilité de remplacer le fongicide Opus.

## Abstract:

Experiments were carried out at the (FDPS) station of the ITGC of Guelma Algeria, with the aim of comparing the curative effect of two fungicides of the Azoles family (Opus withdrawn from the market and Epoxiconazol still marketed) having the same active molecule, and belonging to a group of fungicides called SDHI, on a variety of durum wheat « MAWNA », the results based on the response of infected plants to fungicides, and on the yield parameters (number of kernels per ear, thousand kernel weight and total yield) shows that the two fungicides have the same efficacy, and that Epoxiconazol has the potential to replace Opus fungicide.

## الملخص

اجريت تجارب على مستوى محطة (FDPS) التابعة للمعهد التقني للمحاصيل الكبرى بقالة "الجزائر"، بهدف مقارنة التأثير العلاجي لمبيدات فطرية من عائلة Azoles ( Opus ) الذي تم سحبه من السوق و Epoxiconazol الذي لا يزال يسوق ) لهما نفس المجموعة الفعالة ، وينتميان إلى مجموعة من مبيدات الفطريات تسمى SDHI ، اجريت التجارب على صنف من القمح الصلب "ماونة" ، تستند النتائج إلى استجابة النباتات المصابة لمبيدات الفطريات ، وعلى معايير المحصول (وزن ألف حبة ، عدد الحبات في السنبله والانتاج الكلي) أن مبيدي الفطريات لهما نفس الفعالية ، وأن الإيبوكسيكونازول لديه القدرة على استبدال مبيد الفطريات . Opus.

## Références bibliographiques :

- 1- Abdelguerfi A. Laour M. 2000. Les ressources génétiques de blé en Algérie : passé, présent et avenir. In « Blé 2000. Enjeux et stratégie », Actes du 1<sup>er</sup> Symposium International sur la filière blé, OAIC, Alger, 7-9/02/2000. P.133-148
- 2- Abdelkader Djermoun. 2009. La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques. Université de Hassiba Benbouali de Chlef, Département d'Agronomie, Revue Nature et Technologie. n° 01/Juin 2009. P 45 à 53.
- 3- Alexandre Gourlez. 1982. Etude de produits de remplacement du mercure en traitement de semences de céréales. Mémoire docteur ingénieur (mention : Biologie du Développement). Par Université de science et technique en Lille. 157p.
- 4- Alix Vidal. 2007. Relation entre la carie du blé (*Tilletia* spp.) et son environnement, et propositions de recherches futures pour des agriculteurs en mode de production biologique. 2012, 123 p.
- 5- Amara A., 2013 : Évaluation de la toxicité de pesticides sur quatre niveaux trophiques marins : microalgues, échinoderme, bivalves et poisson. Sciences agricoles. Université de Bretagne occidentale - Brest, 2012. Français.
- 6- Anonyme. 1984. Bulletin du CIPEA No 17. Centre International Pour l'Élevage en Afrique.
- 7- Aubertot Jean-Noel, Barbier Jean-Marc, Carpentier Alain, Gril Jean-joel, Guichard Laurence, Lucas Philippe, Savary Serge, Voltz Marc. 2011. Pesticides, agriculture et environnement- Réduire l'utilisation des pesticides et en limiter les impacts environnementaux. Edition Quae. Versailles Cedex. France.
- 8- Baba Sidi Kaci S. 2010. Effet de stress salin sur quelque paramètre phénologique (biométrie, anatomie) et nutritionnels de l'Atriplex en vue d'une valorisation agronomique, Université Kasdi Merbah, Ourgla. Mémoire magister : 5-13p.
- 9- Benit P, Kahn A, Chretien D, Bortoli S, Huc L, Schiff M, et al. (2019): Evolutionarily conserved susceptibility of the mitochondrial respiratory chain to SDHI pesticides and its consequence on the impact of SDHIs on human cultured cells. PLoS ONE 14(11): e0224132. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224132>
- 10- Ben Mbarek K et Boubaker M. 2017. Manuel de grandes cultures- les céréales. Saarbrücken : Edition universitaire européennes, 230p.
- 11- Benjama Abdelhadi. 1997. Les maladies bactériennes des céréales au Maroc. Cahier d'agriculture 1997 ; 6 : 10- 605.
- 12- Benkaddour M. 2014. Modification physiologique chez des plantes de blé (*Triticum durum* Desf) exposées à un stress salin. Université Badji Mokhtar, Annaba. Thèse de doctorat : 23-80-81p.

- 13-** Bensghir Islam. 2013. Evaluation de la réceptivité aux maladies fongiques de nouveaux génotypes de blé dur introduits à l'ITGC (Alger). Mémoire de master académique en biologie des interactions plantes-microorganisme, Université SAAD DAHLEB Blida, 106p.
- 14-** Bettiche F. et Bouzekri W. 2000. Effet de la rouille brune de blé *Puccinia recondita F. Sp tritici* sur quelque paramètre physiologique et biochimique de blé dur *Triticum durum*. Option phytotechnique. Faculté El –Taref : P 13.
- 15-** Bombin L. M., 1983: Legislation phytosanitaire, De Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- 16-** Bouzid Nasraoui. 2008. Principales Maladies Fongiques des Céréales et des Légumineuses en Tunisie. Centre de Publication Tunisie, 114p.
- 17-** Champion. R. et Raynal. G. 1993. La carie commune de blé ; une revenante, *Phytoma-la défense des végétaux –N°450* : p 16-20.
- 18-** CIRAD (Organization): 2006 : Mémento de l'agronome, Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le développement, Groupe de recherche et d'échanges technologiques(Gret) ; Editions Quae, 2006 - 1691 pages.
- 19-** Comment bien utiliser ses fongicides – systémiques, translaminaires et cie – dans l'oignon Carisse O., 2008 : Agriculture et Agroalimentaire Canada 430, Boul. Gouin St-Jean-sur-Richelieu, (Québec) J3B 3E6, Organisation : Les journées horticoles 2008 Date de publication : 29 janvier 2009.
- 20-** Corbaz R.,1990 : Principes de phytopathologie et de lutte contre les maladies des plantes, PPUR presses polytechniques et universitaire romandes.
- 21-** Culture intensif du blé tendre, (ITGC, 2011).
- 22-** Dajoz R. 1985. Précis d'écologie. 5<sup>ème</sup> Ed. Dunod, Paris. 505p.
- 23-** Deguine J.P., Ferron P., Russel D., 2008. Protection des cultures. De l'agrochimie à l'agroécologie. Editions Quae.
- 24-** Duveiller. E. Singh P.K. Mezzalama M. Singh R.P. Dababat A.A., 2012. Wheat Diseases and Pests a guide for field identification (2nd Edition), book of CMMYT, The International Maize and Wheat Improvement Center. 2-19p.
- 25-** El aissaoui Abdellah. 2015. les bases de l'application rationnelle des produits phytosanitaires, guide pratique pour les opérateurs agricoles. Institut nationale de la recherche agronomique, P.28.
- Farimani Nafiseh Parvarandeh. 2014. Evaluation du contenu en mycotoxines de différents hybrides de maïs- Grain cultivés au Québec. Biologie végétale. Université Laval Canada, 126p.
- 26-** François Rocher. 2004. Lutte chimique contre les champignons pathogènes des plantes : Evaluation de la systémie phloémienne de nouvelles molécules à effet fongicide et d'activateurs de réactions de défense. Thèse doctorat en sciences fondamentales et appliquées, Université de Poitiers France, 20p.
- 27-** Ghanai Rafika. 2004. Variabilité morphologique et physio chimique de quelque variété de blé dur (*Triticum durum*) cultivées en Algérie : relation avec la qualité technologique et le rendement. Mémoire de magister en Eco biologie et amélioration végétale : Université Houari Boumediene, 113p.

- 28-** Hamadache A. 2001. Manuel illustré des grandes Cultures à l'usage des vulgarisateurs et techniciens de l'agriculture : Stade et variétés de blé, Edition : ITGC, 12P.
- 29-** Hamzoune T. 2000. Erosion des variétés de blé dur cultivées en Algérie : perspectives. In: Royo C. (ed.), Nachit M. (ed.), Difonzo N. (ed.), Araus J.L. (ed.). Durum wheat improvement in the Mediterranean region: New challenges. Zaragoza: CIHEAM, 2000. P.291-294 (options méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens ; n.40 International Maize and Wheat Improvement Center.
- 30-** Hassan-Abdi R., Brenet A., and Soussi-Yanicostas N. 2020: Bixafen, a succinate dehydrogenase inhibitor fungicide, causes microcephaly and 2 motor neuron axon defects during development, bioRxiv preprint 16 Oct 2020 doi: <https://doi.org/10.1101/2020.08.15.252254>.
- 31-** Jean paul Latge. 2012. détermination de la forme cellulaire : Evolution convergente de la paroi chez les bactéries, champignons et plantes, séance publique commune Académie des sciences et Académie d'agriculture de France, 6p.
- 32-** Jean-Louis Bounnemain.2002.Mode d'action des produits phytosanitaires sur les organismes pathogènes des plantes. C.R.Biologie, 326(2003), P.9-21.
- 33-** Jean-Louis Rivière.2001.Ecotoxicologie et toxicologie des produits phytosanitaires. INRA.Structure scientifique mixte, P.1-8.
- 34-** Jeanne Mager Stellman j. M., 2000 : Encyclopédie de sécurité et de santé au travail, 3<sup>ème</sup> édition française, traduction de la 4<sup>ème</sup> édition anglaise, - Volume 3 - Page 64-74. Bureau du travail Genève.
- 35-** Jeroen B. Irene K. Jan O. Joep V. 2004. Les pesticides: composition, utilisation et risques. Première édition. Wageningen : Jeroen Boland. Irene Koomen, 2004, 124p.
- 36-** Kouassi M., 2001 « Les possibilités de la lutte microbiologique », *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 2 Numéro 2 | octobre 2001
- 37-** Laaziz B. Ouarraqui M. Zid E. 2007. Impact du Na cl sur la croissance et la nutrition de la variété de blé dur Massa cultivée en milieu hydroponique ; Acta Botanica Gallica, 154 :1 ; 101-116.
- 38-** Labidi Aya. 2017. La salinisation des sols : une vraie menace. [www.agrimaroc.ma](http://www.agrimaroc.ma).
- 39-** Lamrani Nadia. Fadma El Abdellaoui. Ouarzani Touhami Amina. Benkirane Rachid. Badoc Alain. Douira Allal. 2012. Effet in vitro et in vivo du tricyclazole sur trois pathogènes du riz. Bull. Soc. Pharm. Bourdeaux, 151(1-4), p.85-104.
- 40-** Lepoivre. P. 2003. Phytopathologie : bases moléculaires et biologiques des pathosystèmes et fondements des stratégies de lutte. Edition de Boeck, Université Bruxelles. P289.
- 41-** Leroux P. et Gredt M. 1983. Etude sur les inhibiteurs de la biosynthèse des stérols fongiques : I. fongicides provoquant l'accumulation de de desméthylatéro. Agronomie, EDP, 1983, 3(2), p.123-130.
- 42-** Leroux P. et Gredt M. 1988. Caractérisation des souches de pseudocercospora herpotrichoides : agent de piétin-verse des céréales résistantes à des substances antimétabolites et à des inhibiteurs de la biosynthèse des stérols. Agronomie, EDP Sciences, 8(8), p.719-729.

- 43-** Louis Malassis. 2006. Ils vous nourriront tout, les paysans du monde, si...., les aliments de monde ; Nathalie Colin, dossier pédagogique, Agropolis-Museum, 2002 ; L'aliment : du produit de base au produit alimentaire, juin 2000. Edition Quae.
- 44-** Margaux Beretta. 2017. Synthèse d'analogie de gougé tine à visée antifongique. Chimie organique. Université Paris-Saclay, 241p.
- 45-** Mathias de Kouassi. 2001. Les possibilités de la lutte microbiologique, Emphase sur le champignon entomopathogène *B. bassiana*, *Vertigo : la revue électronique en sciences de l'environnement*.
- 46-** Mazoyer M. et al., 2002 : Larousse agricole, Edition 2002, Larousse
- 47-** Mekhlouf Abdelhamid. 2009. Etude de la variabilité génétique du blé dur (*Triticum durum*, Desf) pour la tolérance de froid. Thèse de doctorat de science en agronomie. Option physiologie et amélioration des plantes, Bouzerzour H. UFAS Sétif ; 81p.
- 48-** Mosango M. 1983. Influence des plantes adventices sur les plantes de culture : quelque résultats in Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée, 30<sup>e</sup> année, bulletin N°1 ; Janvier-Mars 1983. P 35-48.
- 49-** Moule C. 1971. Céréales. La maison rustique. Paris. 235p.
- 50-** Namouchi N. Kallel S. B'chir M M. 2009. Incidence d'Heterodeva Venae sur le blé dur *Triticum durum* sous les conditions naturelles tunisiennes. Nematol. Medit (2009), 37 ; p. 3-10.
- 51-** Olide Carisse. Réjean Bacon. 2009. Gestion raisonnée des principales maladies de la vigne au Québec.
- 52-** Pesson P. et Louveaux, J. 1984. Pollinisation et productions végétales INRA, Paris, 1984.
- 53-** Prescott J M. Burnett. P A. Saari. E E. Ranson. J. Bowman J. Milliano W. Singh R P. Bekele G. 1987. Maladies et ravageurs de blé – Guide d'identification au champ.
- 54-** Qian L., Zhang J., Chen X., Qi S., Wu P., Wang C., Wang C., 2019 : Corrigendum to "Toxic effects of boscalid in adult zebrafish (*Danio rerio*) on carbohydrate and lipid metabolism" [Environ. Pollut. 247 (2019) 775–782] Environmental Pollution, Volume 257, February 2020, Pages 113746
- 55-** Richard C. Dary. J. L. et Laffont. J. M. 1985. Produits phytosanitaires, recherche, développement, homologation. Edition de la nouvelle librairie. Paris : p 5-8.
- 56-** Righi A. Righi K. Boungab K. Mokabil A. 2019. Etude d'infestation des céréales par les nématodes à kystes « Heterodera spp » et distribution des espèces en cause dans l'Ouest de l'Algérie. Cah. Agric. 2019, 28, 17.
- 57-** Roger Catherine-Regnault. 2014. Produits de protection des plantes : Innovation et sécurité pour une agriculture durable. Paris : Mélanie Kucharczyk, 2014, 341p.
- 58-** Samuel Soubeyssand. Ivan Sache. Michael Hoble. Leonard Held. Un modèle spatiotemporal pour analyser le commencement d'une épidémie, application aux rouilles de blé. Colloque Emergences, 2006, Paris. France, p. 89.
- 59-** Séguin. B. 1995. Les maladies transmises par les semences perceptives agricoles N°203 : p 35-42.
- 60-** Semal J., 1989 : Traité de pathologie végétale Les Presses Agronomiques de Gembloux, 1989 - 621 pages

- 61-** Siyu W., Lili L., Men; Mengting L., Yang S., Shibo L., Dan L., Huahong S., Kathleen M.R.S., Defu H., 2018 : Single and mixture toxicity of strobilurin and SDHI fungicides to *Xenopus tropicalis* embryos , *Ecotoxicology and Environmental Safety*, Volume 153, 30 May 2018, Pages 8-15
- 62-** Stiti Hajer. 2013. Evaluation de plusieurs combinaisons de traitement antifongique sur une culture de blé dur « *Triticum durum Desf* » dans la région de Guelma. Mémoire de master en biologie. Option phytopathologie et phytopharmacie, Université de Guelma Algérie, 111p.
- 63-** Suty L., 2010. La lutte biologique: Vers de nouveaux équilibres écologiques, éditions Quae
- 64-** Taibi R, Document technique de blé dur.
- 65-** Turner Michael. 2013. Les semences. Quae, CTA. Presses agronomiques de Gembloux Belgique, 2013.
- 66-** Ulrich Schaller. Bruno Patrian. Astrid Bachli. Ursula Streit. Marianne Balmer. 2013. Contrôle sur le marché – la qualité des produits phytosanitaires. Recherche agronomique Suisse 4 (9), p.400.
- 67-** Valantin-Morison M. Guichard L. Jeuffroy M H. Comment maîtriser la flore adventice des grandes cultures à travers les éléments de l’itinéraire technique, Innovation agronomique (2003) 3 ; p 27-41.
- 68-** Van Ginkel M., (1987): The Septoria Diseases of Wheat: Concepts and Methods of Disease, Management, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
- 69-** Vidal A., 2020 : Relation entre la carie du blé (*Tilletia* spp.) et son environnement, et propositions de recherches futures pour des agriculteurs en mode de production biologique. 2012, 123 p
- 70-** Vincent, C., B. Panneton & F. Fleurat-Lessard (Eds.) 2000. La lutte physique en phytoprotection, INRA Editions, Paris, 347 p.
- 71-** Zahri Samir. Farih Ali. Douira Allal. 2014. Status des principales maladies cryptogamiques foliaires du blé au Maroc 2013. *Journal of Applied Biosciences*, 77, p.6543-6549.
- 72-** Zitouni Zahida. 2006. Cinétique de quelque paramètre physiologique de blé dur *Triticum durum* (V. vitron) sous contrainte hydrique dans la plaine de la Mitidja. Institut national- Agronomique- El harrach Alger, 177p.
- 73-** Chaubet Bernard, Hullé Morice, Turpeau-Ait Ighil, Dedryver Charles-Antoine. 2011. Les pucerons des grandes cultures Cycle biologique et activités de vol. Edition Quae. Paris.
- 74-** Ibrahima Cissé, Abdoul Aziz Tandia, Safiétou Touré Fall, El Hadji Salif Diop. 2003. Usage incontrôlé des pesticides en agriculture périurbaine : cas de la zone des Niayes au Sénégal. *Revue Cirad Cahiers d’Agriculture*. P.12.

**Sites internet :**

- 1- [www.madrp.gov.dz](http://www.madrp.gov.dz)
- 2- [www.terre-net.fr](http://www.terre-net.fr)
- 3- [www.francetvinfo.fr](http://www.francetvinfo.fr)
- 4- [www.agro.basf.fr](http://www.agro.basf.fr)
- 5- [www.Larousse.fr](http://www.Larousse.fr)
- 6- [www.yara.fr](http://www.yara.fr)
- 7- [www.fao.org](http://www.fao.org)
- 8- [www.algerie-eco.com](http://www.algerie-eco.com)
- 9- [www.onfaa.inraa.dz](http://www.onfaa.inraa.dz)
- 10- [www.iriisphytoprotection](http://www.iriisphytoprotection)
- 11- [www.futura-sciences.com](http://www.futura-sciences.com)
- 12- [www.aida.ineris.fr](http://www.aida.ineris.fr)
- 13- [www.raaf.grand-est.agriculture.gouv.fr](http://www.raaf.grand-est.agriculture.gouv.fr)
- 14- [www.infoclimat.fr](http://www.infoclimat.fr)
- 15- [www.inpv.edu.dz](http://www.inpv.edu.dz)
- 16- [www.dcwguelma.dz/](http://www.dcwguelma.dz/)

## Annexe

### ANOVA 1 à un facteur contrôlé : Sévérité avant le traitement en fonction de Fongicides

Analyse de variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	valeur de p
Fongicides	2	0,1667	0,08333	0,17	0,849 / N.S.
Erreur	9	4,5000	0,50000		
Total	11	4,6667			

Non significatif  $P \geq 0,05$

### ANOVA 2 à un facteur contrôlé : Sévérité après 7jr en fonction de Fongicides

Analyse de variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur P
Fongicides	2	2,000	1,0000	1,44	0,287 N.S.
Erreur	9	6,250	0,6944		
Total	11	8,250			

Non significatif  $p \geq 0,05$

### ANOVA 3 à un facteur contrôlé : Sévérité après 15jr en fonction de Fongicides

Analyse de variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	valeur P
Fongicides	2	25,167	12,5833	25,17	0,000
Erreur	9	4,500	0,5000		
Total	11	29,667			

Significatif  $P \leq 0,05$

### ANOVA 4 à un facteur contrôlé : Nombre de plants/m carré en fonction de Fongicides

Analyse de variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur P
Fongicides	2	4,167	2,083	0,08	0,921 N.S.
Erreur	9	226,500	25,167		
Total	11	230,667			

Non significatif  $p \geq 0,05$

## ANOVA 5 à un facteur contrôlé : Nombre de talles par épi en fonction de Fongicides

Analyse de variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur P
Fongicides	2	1,167	0,5833	2,10	0,178 N.S.
Erreur	9	2,500	0,2778		
Total	11	3,667			

Non significatif  $p \geq 0,05$

## ANOVA 6 à un facteur contrôlé : Nombre d'épis par m carré en fonction de Fongicides

Analyse de variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur P
Fongicides	2	975,2	487,6	0,41	0,678 N.S.
Erreur	9	10817,7	1202,0		
Total	11	11792,9			

Non significatif  $P \geq 0,05$

## ANOVA 7 à un facteur contrôlé : Hauteur de plant en fonction de Fongicides

Analyse de variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur P
Fongicides	2	116,7	58,33	2,33	0,153 N.S.
Erreur	9	225,0	25,00		
Total	11	341,7			

Non significatif  $p \geq 0,05$

## ANOVA 8 à un facteur contrôlé : Nombre de grains/épi en fonction de Fongicides

Analyse de variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur P
Fongicides	2	4530,7	2265,33	82,79	0,000
Erreur	9	246,2	27,36		
Total	11	4776,9			

Significatif  $p \leq 0,05$

## Comparaisons multiples de Dunnett avec un contrôle

Informations de groupement avec la méthode de Dunnett et un niveau de confiance de 95 %

Fongicides	N	Moyenne	Groupement
1 (contrôle)	4	38,25	A
3	4	85,25	
2	4	55,25	

Les moyennes non étiquetées avec la lettre A sont significativement différentes de la moyenne du niveau de contrôle.

## ANOVA 9 à un facteur contrôlé : PMG en fonction de Fongicides

Analyse de variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur P
Fongicides	2	978,5	489,25	32,92	0,000
Erreur	9	133,8	14,86		
Total	11	1112,3			

Significatif  $P \leq 0,05$

### Comparaisons multiples de Dunnett avec un contrôle

Informations de groupement avec la méthode de Dunnett et un niveau de confiance de 95%

Fongicides	N	Moyenne	Groupement
1 (contrôle)	4	41,500	A
3	4	63,00	
2	4	47,750	A

Les moyennes non étiquetées avec la lettre A sont significativement différentes de la moyenne du niveau de contrôle.

## ANOVA 10 à un facteur contrôlé : Rendement en fonction de Fongicides

Analyse de variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur p
Fongicides	2	298,17	149,083	16,67	0,001
Erreur	9	80,50	8,944		
Total	11	378,67			

Significatif  $p \leq 0,05$

### Comparaisons multiples de Dunnett avec un contrôle

Informations de groupement avec la méthode de Dunnett et un niveau de confiance de 95%

Fongicides	N	Moyenne	Groupement
1 (contrôle)	4	47,750	A
3	4	59,50	
2	4	50,75	A

Les moyennes non étiquetées avec la lettre A sont significativement différentes de la moyennedu niveau de contrôle.

### Corrélation : Rendement; Nombre de grains/épi

Corrélation de Pearson de Rendement et Nbre de grains/épi = 0,933  
Valeur de p = 0,000

### Corrélation : Rendement; PMG

Corrélation de Pearson de Rendement et PMG = 0,968  
Valeur de p = 0,000