

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

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

UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA  
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA TERRE ET DE  
L'UNIVERS  
DEPARTEMENT : ECOLOGIE ET GENIE DE L'ENVIRONNEMENT



### Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

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

**Filière :** Science Agronomie

**Spécialité:** phytopathologie et phytopharmacie

**Thème : L'efficacité d'un fongicide « Prosaro » nouvellement introduit en Algérie sur le contrôle des maladies fongiques du blé dur (*Triticum durum Desf.*), variété « Vitron » dans la région de Guelma**

**Présenté par :**

✓ TALBI Mehdi

✓ CHAOUI Rima

**Membres de jury :**

Melle DERBAL N. : M.C.B. Université de Guelma

Melle AZOUZ F. : M.A.A. Université de Guelma

Mr ZITOUNI A. : M.C.B Université de Guelma

Mr BOUDJAADJA F. : Chef de service d'agrotechnie (ITGC de Guelma)

**Président**

**Examineur**

**Encadreur**

**Membre invité**

2014/2015

## **Résumé:**

Des essais ont été réalisés au niveau de l'ITGC de Guelma dans le but d'évaluer l'efficacité d'un fongicide « PROSARO » nouvellement introduit en Algérie sur une culture de blé dur *Triticum durum désf.* Variété « VITRON » en comparaison avec d'autres fongicides homologués.

Suite à la saison exceptionnelle de l'année 2015 marquée par une sécheresse remarquable, qui a minimisé l'apparition des maladies cryptogamiques répandues dans la région, les résultats obtenus indiquent une efficacité relative de ce fongicide, en particulier pour le contrôle l'oïdium.

**Mots clés ;** maladies cryptogamiques, fongicide PROSARO, blé dur, variété « VITRON » et région de Guelma.

## **ملخص:**

أجريت التجارب بالمعهد التقني للمحاصيل الكبرى بقالة لغرض تقييم فعالية مبيد فطري لا يزال في إطار التجارب على القمح الصلب (*Triticum durum désf*) صنف (VITRON) لغرض ترخيصه بالمقارنة مع مبيدات فطرية أخرى مرخصة نتيجة للموسم الاستثنائي لسنة 2015 المتميز بالجفاف الملحوظ, الذي أدى الى تقليل ظهور الامراض الفطرية المشهورة بالمنطقة, النتائج المتحصل عليها تؤشر الى فعالية نسبية لهذا المبيد الفطري و ذلك خاصة على البياض الدقيقي.

**الكلمات المفتاحية:** الامراض الفطرية, المبيد الفطري PROSARO, القمح الصلب, صنف VITRON, منطقة قالة.

## *Remerciement*

Nous remercions tout d'abord et du plus profond de notre cœur, Dieu « Le Tout Puissant » pour tout ce qui nous a donné, afin que nous puissions terminer ce travail.

Nous remercions très vivement notre encadreur **M<sup>r</sup> Zitouni Ali**, d'avoir proposé et dirigé ce thème, Nous remercions pour ses conseils, son orientation et sa patience pour la réalisation de ce mémoire.

Nous remercions également **Melle Derbal. Noura** d'avoir accepté de présider le jury.

Nous remercions aussi **Melle Azouz. Farida**, d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Nous n'oublions pas de remercier Mr Boudjaadja Fayçal Chef de service d'agrotechnie (ITGC de Guelma).

En remercions tout ceux et celles qui ont apporté l'aide ou soutien, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

## Liste des tableaux

<b>Tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>page</b>
01	Les pays producteurs du blé dur dans le monde	04
02	La pluviométrie et l'humidité dans la région de Guelma durant la campagne 2014-2015	36
03	Températures moyennes mensuelle de la région de Guelma campagne 2014-2015	37
04	Caractéristiques pédologiques du site d'essai	37
05	Caractéristiques de la variété de blé dur (VITRON)	38
06	Stratégies de traitements par Falcon	41
07	Dispositif expérimental	46
08	Dates repères des différents stades phénologiques de la culture	47
09	Notation de la sévérité et l'incidence de l'oïdium	60

## Liste des figures

Figure	Titre	Page
01	Origines génétiques des différentes espèces de blés.	06
02	Morphologie de blé dur.	07
03	Les phases de cycle végétal du blé.	09
04	Feuille de blé infectée par la septoriose ( <i>S tritici</i> ).	11
05	Feuille de blé infectée par la septoriose( <i>S. nodorum</i> ).	12
06	Cycle biologique des septorioses du blé.	13
07	Symptômes de la rouille brune due à ( <i>Puccinia triticina</i> ).	14
08	Feuille de blé infectée par la rouille jaune ( <i>Puccinia striiformis</i> ).	15
09	Tige du blé infectée par la rouille noire ( <i>Puccinia graminis</i> f.sp. <i>tritici</i> )	16
10	Oïdium sur épi et feuille de blé.	17
11	Feuille du blé infectée par la tache auréolée( <i>Pyrenophora tritici-repentis</i> ).	19
12	Charbon nu du blé ( <i>Ustilago tritici</i> ).	20
13	épi du blé carié.	21
14	Action systémique du fongicide.	31
15	Action du fongicide par contact.	32
16	Action du fongicide par pénétration.	32
17	le siège de l'ITGC de Guelma.	35
18	le site de la parcelle d'essai.	36
19	Présentation commerciale du produit fongicide FALCON.	39
20	Présentation commerciale du produit fongicide PROSARO 250 (EC)	42
21	Notre essai. (I T G C) Guelma.	44
22	Nombre de plants par m <sup>2</sup> pour les différents traitements.	51
23	Nombre de talles par plante pour les différents traitements	52

24	Nombre d'épis par m <sup>2</sup> pour les différents traitements fongicides.	53
25	Hauteur des plantes pour les différents traitements fongicides.	54
26	Nombre d'épillets par épi pour les différents traitements fongicides.	55
27	Nombre de grains par épi pour les différents traitements fongicides.	56
28	Poids de mille grains pour les différents traitements.	57
29	Rendement par hectare pour les différents traitements fongicides.	58
30	les maladies observées au niveau de la parcelle d'essai : a)- Oïdium, b)- septoriose, c)-tache auréolée, d) la rouille brune.	59

## Liste des abréviations

**(A J C):** Avant jésus christ.

**(DMI):** inhibiteur de la méthylation

**(EC):** Concentré émulsionnable

**(EO):** Emulsion de type huileux.

**(EW):** Emulsion de type aqueux.

**(IBE):** inhibant la biosynthèse des ergostérols.

**(IBS):** inhibant la biosynthèse des stérols.

**(I T G C):** Institut Technique des Grandes cultures.

**(Nbr):** Nombre.

**(PMG):** Poids de mille grains.

**R:** répétition.

**(SG):** Granulés solubles dans l'eau.

**(SP):** Poudre soluble dans l'eau.

**T:** traitement.

**(WG):** Granulés à disperser dans l'eau.

**(WP):** Poudre mouillable.

Résumé.....	I
Remerciements.....	II
Liste des tableaux.....	III
Liste des figures.....	IV

## TABLE DES MATIERES

<b>Introduction .....</b>	<b>01</b>
---------------------------	-----------

### **Chapitre 01 : Généralité sur le blé et les maladies cryptogamiques qui affectent cette culture.**

1-1 Importance économique et origine géographique de blé.....	03
1-1-1 Origine géographique.....	03
1-1-2 Le blé dans le monde.....	03
1-1-3 La culture de blé en Algérie .....	04
1-2 Caractéristique du blé .....	05
1-1-4 Classification botanique.....	05
1-1-5 Origine génétique.....	05
1-1-6 Caractéristiques morphologique.....	06
1-1-7 Cycle physiologique de blé.....	07
1-1-8 Exigences de blé .....	09
1-3 Les principales maladies cryptogamiques des blés.....	10
1-3-1 Les maladie causant des symptômes sur le feuillage.....	11
1-3-1-1 Les septoriose du blé. ....	11
1-3-1-2 Les rouilles.....	13
1-3-1-3 L'oïdium du blé.....	16
1-3-1-4 La tache auréolée du blé.....	18
1-3-2 Les maladies causant des symptômes sur les épis.....	19
1-3-2-1 Le charbon nu de blé.....	19

1-3-2-2 La carie commune du blé.....	20
--------------------------------------	----

## **Chapitre02: Modalités de lutte contre les champignons phytophagènes.**

2-1 La lutte biologique.....	22
2-2 La lutte culturale.....	22
2-3 La lutte physique.....	33
2-4 La lutte chimique.....	24
2-4-1 Les fongicides.....	24
2-4-2 Caractères généraux des fongicides.....	24
2-4-2-1 Qualité requises.....	25
2-4-2-2 Conditions d'application des fongicides.....	25
2-4-2-3Présentation commerciale.....	26
2-4-3 Différents types des fongicides.....	27
2-4-3-1 Le groupes chimique.....	27
2-4-3-2 Le mode d'action .....	27
2-4-3-2-1 Le mode d'action biologique.....	28
2-4-3-2-2 Le mode d'action biochimique.....	29
2-4-3-3 Utilisation et mobilité des produits.....	30
2-4-3-4 Redistribution d'un fongicide au niveau de la plante.....	33
2-4-5 Phénomène de résistance des champignons aux fongicides. ....	33

## **Chapitre03 : matériel et méthodes**

3-1 Objectif de l'étude.....	35
3-2 Caractéristique du site d'essai .....	35
3-2-1 Localisation.....	35
3-2-1-1Caractéristiques climatiques.....	36
3-2-1-1-1 Pluviométrie.....	36

3-2-1-1-2	Température.....	37
3-2-1-2	Caractéristiques pédologiques.....	37
3-3	Matériel végétale .....	38
3-4	Fongicides utilisés.....	39
3-4-1	provenance et caractéristiques des fongicides utilisés.....	39
3-4-1-1	FALCON.....	39
3-4-1-3	PROSARO 250 (EC) .....	41
3-4-1-2	OPUS .....	43
3-5	Installation et conduite de l'essai .....	44
3-5-1	Préparation de la parcelle.....	44
3-5-2	Mise en place de l'essai.....	44
3-5-3	Conduite de l'essai.....	45
3-5-4	Traitements fongicides.....	47
3-6-	Paramètres étudiés .....	47
3-6-1	Notation des maladies.....	47
3-6-1-1	Les principales maladies observées dans la parcelle d'essai.....	47
3-6-1-2	La sévérité des maladies.....	48
3-6-1-3	l'incidence des maladies.....	49
3-6-2	Paramètres morphologiques .....	49
3-6-2-1	La hauteur des plantes .....	49
3-6-2-2	Nombres de plants/m <sup>2</sup> .....	49
3-6-2-3	Nombre de talles par mètre carré.....	49
3-6-3	Paramètres agronomiques .....	50
3-6-3-1	Nombre d'épis par plant.....	50
3-6-3-2	Nombre d'épillets par épi.....	50

3-6-3-3 Nombre de grains par épi.....	50
3-6-3-4 Poids de mille grains.....	50
3-6-3-5 Rendement par hectare (estimé) .....	50

3-7 Analyse statistiques des résultats:

## **Chapitre 04 : Résultats et discussion.**

4 Résultats et discussion.....	51.
4-1 Résultats.....	51
4-1-1 Paramètres de production.....	51
4-1-1-1 Nombre de plants par mètre carré .....	51
4-1-1-2 Nombre de talles par plante.....	52
4-1-1-3 Nombre d'épis par mètre carré.....	53
4-1-1-4 Hauteur des plantes.....	54
4-1-1-5 Nombre d'épillets par épi.....	55
4-1-1-6 Nombre de grains par épi.....	56
4-1-1-7 Poids de mille grains (PMG).....	57
4-1-1-8 Rendement par hectare.....	58
4-1-2 Notation des maladies.....	59
4-1-2-1 Les principales maladies observées dans la parcelle d'essai.....	59
4-1-2-2 Estimation des maladies au champ.....	60
4-2 Discussion.....	62
<b>Conclusion.....</b>	<b>64</b>

Références bibliographiques

Annexes

### **Introduction:**

Le blé dur (*Triticum durum Desf.*) représente environ 8% des superficies de blé. Il est cultivé approximativement sur 17 millions d'hectares dans le monde (**Bohorova et al. 2001**).

Le blé est l'une des principales ressources alimentaires de l'humanité, on estime que la demande s'élèvera à 1 milliard de tonnes en 2020 (**Ait kaki, 2008**).

En Algérie, les céréales constituent l'alimentation de base de la population. Elles couvrent environ 60% des terres cultivées

Le blé peut subir de nombreuses maladies à différents stades de son développement. Ces dernières peuvent occasionner des pertes importantes lorsque les variétés utilisées sont sensibles et les conditions de l'environnement sont favorables à l'expansion de la maladie (**Hannouni, 2012**)

La protection des cultures peut être anticipée dès le semis par le choix de variétés moins sensibles et parfois avant le semis en agissant sur le choix des espèces dans la rotation culturale, pour une conduite de culture intensive où l'utilisation des traitements fongicides est une des composantes importantes (**Hannouni, 2012**)

Les maladies cryptogamiques (causées par les champignons) représentent 80% des maladies qui affectent les céréales (**Lepoivre, 2003**)

Pour lutter contre les maladies fongiques du blé, il est nécessaire de faire appel à la phytopharmacie pour protéger les cultures, des parasites et de différents types de ravageurs, afin d'améliorer la production et la préservation des produits récoltés. Plusieurs produits fongicides peuvent être utilisés pour lutter contre les maladies fongique du blé dur, cependant l'efficacité du produits reste dépendante de certains facteurs notamment la nature de la matière active. (**Stiti, 2013**)

Cette étude a pour but d'étudier l'efficacité de trois produits fongicides commercialisés en Algérie (Prosaro, Falcon et Opus) destinés à lutter contre les maladies cryptogamiques du blé.

Deux axes d'investigation sont pris en considération :

- L'efficacité des produits contre les maladies cryptogamiques.

- L'effet du traitement sur le développement et le rendement de la culture du blé (blé dur).  
**(Sahli, 2009)**

## 1-1 Importance économique et origine géographique du blé

### 1-1-1 Origine géographique:

L'origine géographique des blés sauvages se situe au Moyen-Orient dans le croissant fertile de Mésopotamie (l'Irak et l'Iran d'aujourd'hui) la culture du blé a été diffusée partout dans le monde, en cultivant cette espèce l'homme a toujours amélioré et sélectionné de nouvelles variétés. La première trace du blé dur (*Triticum durum*) a été découverte dans une pyramide égyptienne construite trois siècles A-J-C. (Anonyme 2012).

Les blés sauvages tétraploïdes sont largement répandus au Proche-Orient, où les humains ont commencé à les récolter dans la nature (Bozzini, 1988). Comparativement aux blés diploïdes, leurs grands épis et leurs gros grains les rendaient beaucoup plus intéressants pour la domestication. On croit que le blé dur provient des territoires actuels de la Turquie, de la Syrie, de l'Iraq et de l'Iran. (Feldman, 2001).

### 1-1-2 Le blé dans le monde

Pour la consommation humaine le blé est la céréale la plus cultivée et la plus consommée aujourd'hui en Europe et dans Les quatre pays de l'Afrique du nord, soit l'Algérie, le Maroc, la Tunisie et la Libye et dans le monde après le riz. (Hamel, 2010).

Domestiqué au Proche-Orient à partir d'une graminée sauvage il y a environ 10.000 ans, il compte actuellement quelque 30.000 formes cultivées. La production mondiale, en progression constante, et les échanges qui se multiplient entre les régions du monde font de cette céréale l'un des principaux acteurs de l'économie mondiale. (Ait kaki, 2008).

Les principales régions productrices de blé dur dans le monde, sont le Moyen-Orient, l'Amérique du Sud (Argentine) et surtout l'Amérique du Nord (près de 2 millions d'hectares et près de 3400 000 t en 1969 dont 1400 000 ha et 2 600 000 t aux USA) En Europe les deux principaux producteurs sont l'Italie et la France. (Mesnil, 1972).

Le blé dur est principalement cultivé par les pays situés autour du bassin méditerranéen et sur le continent Américain (Amérique du sud et Etats-Unis) (Encarta, 1998)

**Tableaux 01 : Les pays producteurs du blé dur dans le monde (Encarta, 1998)**

Pays producteurs	Production en 1995 (million de tonnes)
Production mondiale	538
Chine	103
Ensemble de pays de l'US	88
Inde	65
Ensemble de pays l'URSS	60
Etats-Unis	59
France	31
Russie	29
Canada	24
Allemagne	18
Espagne	3 (1996)
Italie	0,8 (1996)

### **1-1-3 La culture de blé en Algérie :**

La culture des céréales est fort ancienne en Algérie; le blé tien une place de premier ordre parmi les plantes cultivées. Environ 59 variétés de blé (blé dur, blé tendre et blé épeautre) ont été recensées. Par contre l'orge n'était représentée que par un petit nombre de variétés (06 variétés). **(Anonyme, 2006)**

Les céréales jouent un rôle important dans l'agriculture nationale puisqu'elle occupe plus de 90% des terres cultivées en Algérie du fait des habitudes alimentaires, les céréales d'hivers constituent la base de l'alimentation quotidienne ainsi que l'alimentation du bétail. **(Ait kaki, 2008).**

Le blé dur a la particularité d'offrir un débouché uniquement pour l'alimentation. Les grains transformés en semoule servent à la fabrication de pain, de galettes, de couscous et surtout de pâtes alimentaires. **(Anonyme, 2012,).**

## 1-2 Caractéristique du blé dur:

### 1-2-1 classification botanique:

Le blé dur est classé d'après le nombre de ses chromosomes au groupe de tétraploïdes

$2n=28$  chromosomes la position systématique du blé selon (Chadefaud et Emberger, 1960).

Embranchement: *Phanérogames.*

Sous embranchement: *Angiospermes.*

Phylum : *Liliiflores.*

Ordre: *Germinales.*

Famille: *Graminacées.*

Sous famille : *Festucoïdees.*

Genre : *triticum.*

Espèce : *triticum durum.*

### 1-2-2 origine génétique:

Le blé est une monocotylédone appartenant au genre *Triticum*, trois groupes de *Triticum* sont connus, répartis selon le nombre de leurs chromosomes.

\*Le groupe diploïde ( $2x7$  chromosomes) comprend *Triticum monococcum* (engrain) et *T.Spontaneum* qui font partie des formes les plus anciennement cultivées caractérisées par des épis grêles ou les grains restant enveloppés par les glumelles.

\*Le groupe tétraploïde ( $4x7$  chromosomes) comprend *T.dicoccoïdes* (amidonnier sauvages), *T. dicoccum* (amidonnier), *T.turgidum* et *T.durum* (blé dur) à épis denses dont les grains riches en gluten servent à fabriquer les pâtes alimentaires.

\*Le groupe hexaploïde ( $6x7$  chromosomes) représenté par *T.vulgare* ou *T.aestivum* (blé tendre) et *T.spelta* (épeautre), comprend la majorité des blés à épis assez larges et aux graines riches en amidon nécessaires à la fabrication du pain. (Lesage, 2011)

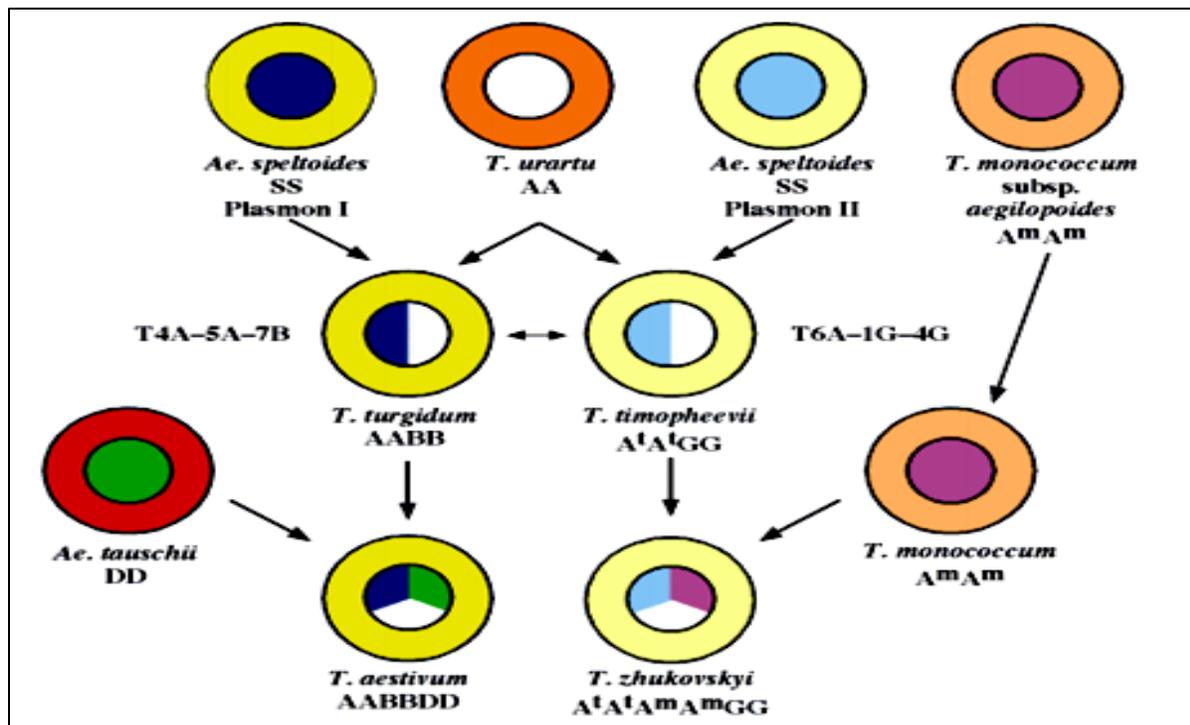


Figure 01: Origines génétiques des différentes espèces de blés (Felahi, et al, 2010).

### 1-2-3 Caractéristiques morphologiques :

- **Le grain** : Le fruit des graminées est un caryopse ; fruit sec indéhiscents à maturité. (Morsli, 2010).
- **Appareil végétatif** : Le système aérien de la plante se développe en produisant un certain nombre de talles, qui se développent en tiges cylindriques formées par des nœuds séparés par des entre-nœuds. Chaque tige porte à son extrémité une inflorescence en épi composé.

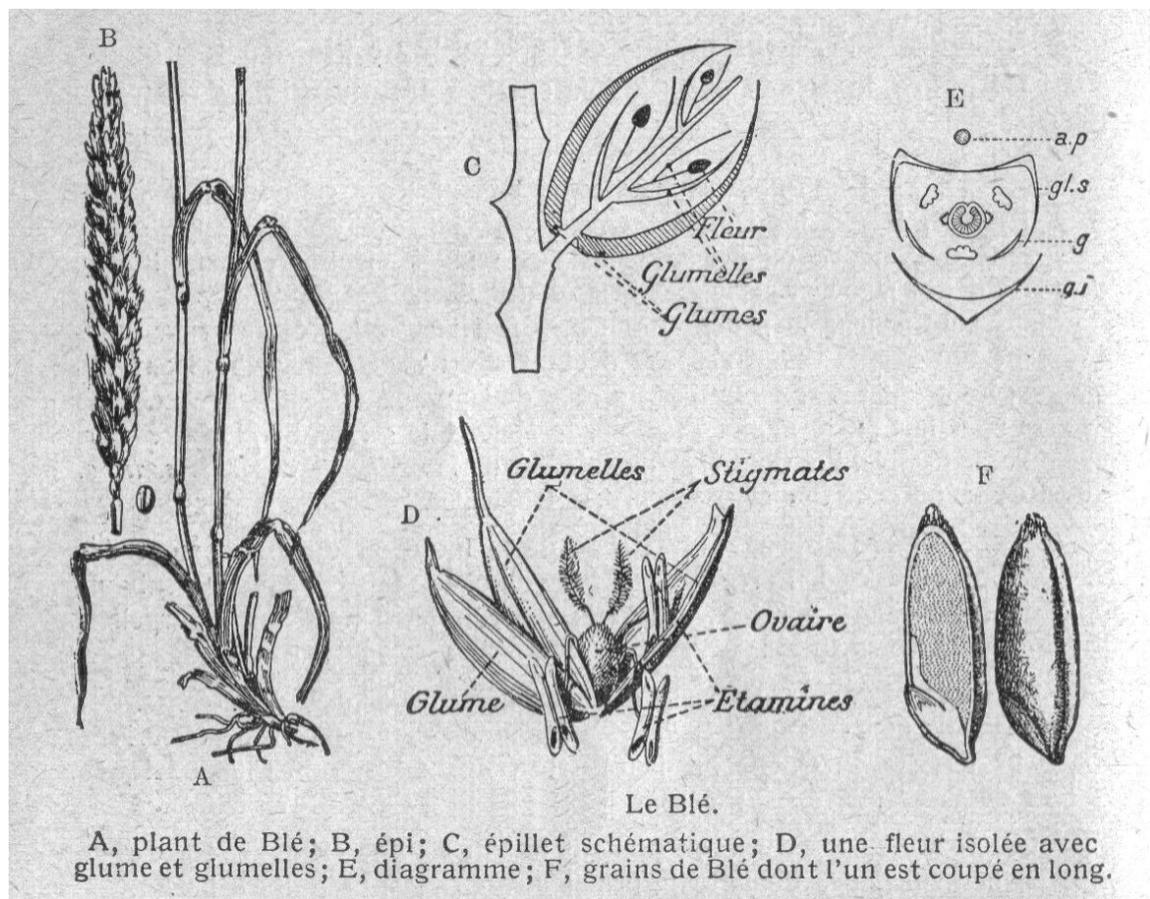
Deux systèmes racinaires se forment au cours de développement :

-**Un système primaire** : se sont des racines séminales qui fonctionnent de la germination au tallage.

-**Un système secondaire** : de type fasciculé, les racines partent des nœuds les plus bas et

Sont presque toutes au même niveau. (Lesage, 2011)

- **Appareil reproducteur** : Les fleurs sont groupées en inflorescence de type « épi composé », chacune est composée d'unités morphologiques de base ; les épillets. Le blé dur, le blé tendre et l'orge sont des plantes autogames ou à autofécondation. (Morsli, 2010)



**Figure 02: Morphologie de blé dur [03].**

### 1-2-4 Cycle physiologique de blé:

Selon Robert (1993), le cycle de la céréale comporte les stades suivants (Fig 03)

- **Semis-levée** : pendant cette période, la plante forme des ébauches des futures feuilles.  
**Levée** : apparition de la première feuille qui traverse la coléoptile (qui est une gaine

enveloppant la première feuille)

- **2 a 3 feuilles** : ce stade est caractérisé par le nombre de feuilles de la plantule.

- **Le tallage** : Le tallage commence à la fin de l'hiver et se poursuit jusqu'à la reprise du printemps, on peut distinguer pendant cette période relativement longue deux stades

-**Stade début tallage** : lorsque la plante possède quatre feuilles, une nouvelle tige (la talle primaire) apparaît à l'aisselle de la feuille la plus âgée. C'est le stade appelé également (double ride) dans lequel le bourgeon végétatif évolue en bourgeon floral.

-**Stade plein tallage** : les talles apparaissent successivement, talles primaires des deuxièmes et troisièmes feuilles et puis talles secondaires à l'aisselle des feuilles des talles primaires.

- **La montaison** : Premier stade de développement des tiges florifères d'une plante, c'est le stade qui précède la floraison, la plante a déjà développé une touffe de feuilles au stade tallage et elle sera marquée par l'allongement des entre-nœuds. (**Mazoyer, 2002**)

-**Stade 1 cm** : c'est la fin du tallage herbacé, marqué par l'élongation des entre-nœuds de la tige principale.

-**Stade 1 à 2 nœuds** : le premier, puis le second entre-nœud de la tige principale s'allonge.

-**Stade méiose mâle** : à ce stade, l'épi se gonfle et la gaine de la dernière feuille ainsi que les grains de pollen se différencient dans les anthères.

- **L'épiaison**

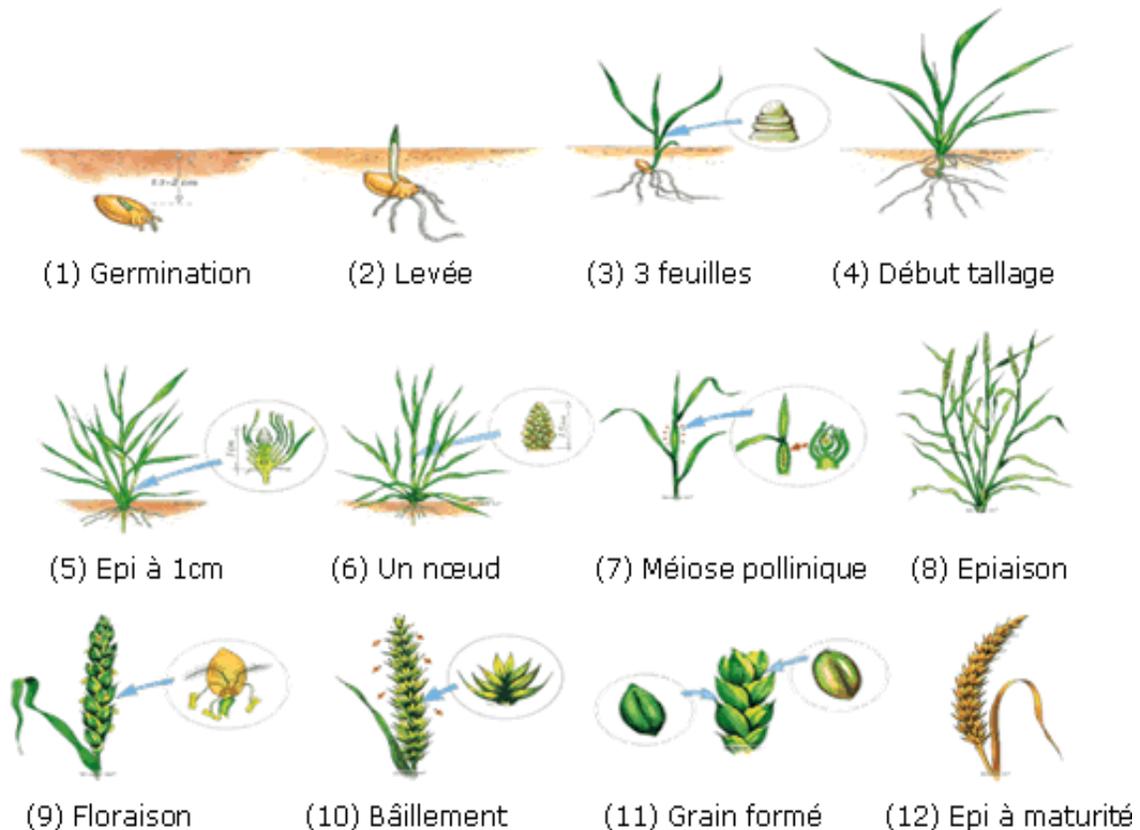
Ce stade recouvre la période des épis, depuis l'apparition des premiers épis jusqu'à la sortie complète de tous les épis hors de la gaine de la dernière feuille.

- **La floraison**

C'est l'apparition des étamines hors des épillets, à ce stade la croissance des tiges est terminée, la fécondation a déjà eu lieu et le nombre de grains maximum est donc fixé.

- **Le remplissage du grain** :

Comporte trois stades : Stade grain laiteux, Stade grain pâteux et Grain mûr.



**Figure 03: Les phases de cycle végétal du blé.**

### 1-2-5 exigences de blé :

- **Le sol:** le sol doit être profond (au moins 40 cm), bien ameubli et de bonne structure pour conserver l'humidité en fin de cycle. il doit être bien pourvu en calcium et riche en matière organique (**Ouanzar, 2012**).
- **La lumière :** Selon Clément et Parts (1970), le blé est une plante de pleine lumière. l'éclaircissement soit d'environ 12 heures pour que l'épi commence à monter dans la tige, éviter l'ombrage et les cultures trop denses qui vont favoriser l'apparition de maladies cryptogamiques.
- **L'eau:** l'eau a une grande importance dans la croissance de la plante. Le blé consomme en moyenne 500 litres d'eau part kilogramme de matière sèche Elaborée

(Soltner, 1990). la pluviométrie doit être comprise entre 400 et 600 mm par an. (Anonyme a, 2011).

- **La température** : la température idéale pour le développement du blé est de 22 à 25°C. (Clément, 1981).

### **1-3 les principales maladies cryptogamiques des blés :**

Les blés peuvent être attaqués par de multiples maladies durant leur cycle de développement, et subir des pertes de rendement importantes, surtout lorsque la variété utilisée est sensible et que les conditions de l'environnement sont favorables au développement des agents pathogènes notamment les agents cryptogamiques, les insectes, et les adventices qui causent des dégâts importants. (Anonyme b, 2011).

Selon Lafton *et al.* (1985), les maladies des céréales se différencient selon deux critères de base :

- **Le site d'infection** : c'est-à-dire la partie de la plante qui est directement attaquée et qui par la suite entrainera indirectement des dommages sur toutes les autres parties.
- **Le mode de transmission** : qui pourra s'accomplir par l'air, le sol, ou mêmes par les semences.

En fonction de ces critères, les maladies des blés peuvent être classées en plusieurs groupes :

#### **1-3-1 maladies causant des symptômes localisés sur le feuillage.**

##### **1-3-1-1 les septorioses du blé**

- **Agent causal *Septoria tritici* :**
- **Description de la maladie :**

Une maladie qui touche essentiellement le blé, et occasionnellement le seigle, le triticales et certaines espèces de graminées. [4]La septoriose du blé est causée par deux champignons imparfaits, *Septoria tritici* Rob. Ex Desm., forme parfaite *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) Schroeter) et *Stagonospora nodorum* (Berk.) Castellani & E.G. Germano (forme parfaite

*Phaeosphaerianodorum*(E.Müll.) Hedjar.), qui diffèrent par les symptômes et la biologie (EYAL *et al.*1987Cité in Hennoui, 2012).

Cette maladie cryptogamique foliaire rencontrée dans toutes les régions de production du blé participe à la destruction d'environ 2 % du blé mondial et cause des pertes de millions de tonnes de grains et des billions de dollars de pertes chaque année (SHIPTON *et al*, 197; WEISE, 1977, EYAL, 1999 Cité in Hennoui , 2012 ).Il est peut être provoquée principalement par deux champignons *Septoriatritici* et *Septorianodorum*. (Anonyme, 2009)

➤ **Tache septorienne**

➤ **Agent causal : *Septoriatritici*/*Mycosphaerellagraminicola*:**

Selon Anonyme (2013), La tache septorienne ou septoriose des feuilles (Fig. 04) est l'une des maladies cryptogamiques les plus répandues sur le blé. L'agent causal de cette maladie *Septoria tritici*/*Mycosphaerella graminicola*, est un champignon ascomycète ; les symptômes commencent par de petites taches de couleur brun rougeâtre irrégulières sur les feuilles inférieures et en particulier sur celles en contact du sol. Les taches sont d'abord délimitées par les nervures pour ensuite s'étendre longitudinalement et prendre une couleur gris clair. Après l'apparition des nécroses sur le feuillage, on observe des punctuations noires appelées pycnides.



**Figure.04 : Feuille de blé infectée par la septoriose (*S tritici*) [5].**

➤ **Septoriose des feuilles et de l'épi :**

Les symptômes se manifestent sur le feuillage et sur les glumes, la gaine des feuilles et les nœuds. Sur les feuilles on peut observer des taches ovales ou lenticulaires brunes, elles peuvent être entourées d'une chlorose ou d'un jaunissement périphérique. (Fig.05).

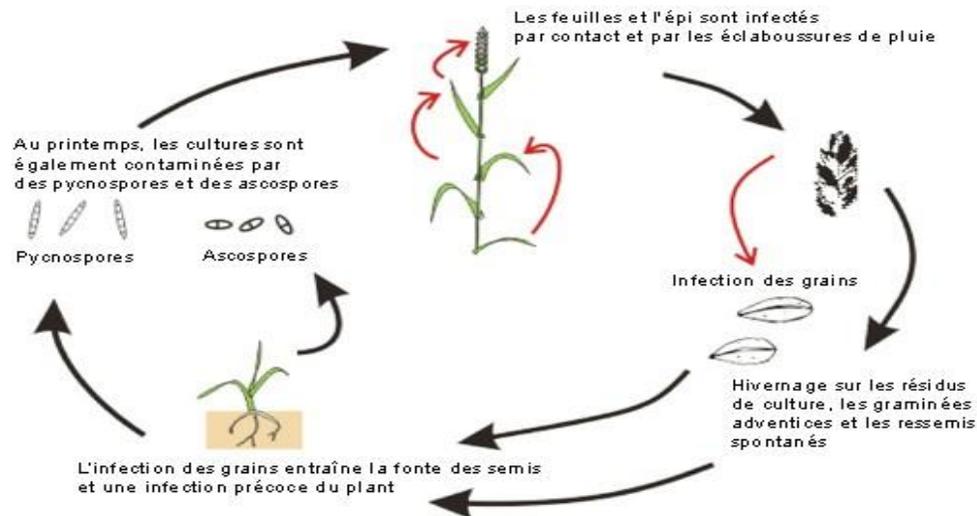
L'agent causal, *Septoria nodorum* est un champignon ascomycète ; les attaques sont surtout observées dans les zones humides et la maladie peut être transmise par la semence.



**Figure 05 : Feuille de blé infectée par la septoriose (*S. nodorum*) [6].**

• **Cycle biologique des septorioses du blé :**

Les infections primaires sont causées par les ascospores, libérées dans l'air à l'automne à partir des périthèces formées sur les résidus de culture (Shaw et Royle, 1989). Au printemps, plusieurs cycles à pycnides (appareil fructifère sous forme de bouteille produisant des spores asexuées) ont lieu sur les feuilles d'une plante de blé. Les pycnidiospores sont adaptées à la dissémination à courte distance, typiquement d'une feuille âgée en bas de la plante vers une feuille jeune du haut de la même plante ou d'une plante voisine. La maladie progresse ainsi par infections successives jusqu'à la feuille étendard, d'où la qualification de la septoriose comme maladie à gradient, et de maladie polycyclique. Les pycnidiospores libérées en présence d'humidité constituent donc le moteur de l'épidémie.



**Figure 6: Cycle biologique des septorioses du blé [7].**

### 1-3-1-2 les rouilles :

- **Description :**

Selon Anonyme (2013), trois espèces de rouilles s'attaquent au blé :

➤ **Rouille brune :**

La rouille brune peut donc surprendre et causé des dégâts importants. L'agent causal est *Puccinia recondita*. Les symptômes sous forme de petites pustules circulaires ou ovales, de couleur orange ou brune (urédospores), apparaissent sur la face supérieure et parfois sur la face inférieure des feuilles (Fig. 07). En fin de saison ces pustules prennent une couleur noire (téleutospores), ces spores constituent les spores de conservation du champignon, qui en absence du blé (hôte principal) se conservent sur des plantes vivaces (*Anchusaitalica*: Bouglosse d'Italie ou fausse bourrache), qui jouent le rôle d'hôte alternatif lui permettant d'accomplir son cycle végétatif.



**Figure.07 : Symptômes de la rouille brune due à *Puccinia triticina* [8]**

➤ **Rouille jaune :**

L'agent causal de la rouille jaune du blé, *Puccinia striiformis* est un champignon basidiomycète. Observer des symptômes de rouille jaune sur les repousses n'est pas chose facile. (Anonyme, 2009). On observe Les symptômes apparaissent sous forme de pustules globuleuses, de couleur jaune ou orange, disposées en stries le long des nervures des feuilles d'où le nom de l'espèce (Fig. 08). Elles peuvent aussi se développer sur la face inférieure des feuilles et sur les épis et les grains (Anonyme, 2013).



**Figure 08: Feuille de blé infectée par la rouille jaune *Puccinia striiformis*. [9]**

➤ **Rouille noire ou rouille des tiges :**

L'agent causal est *Puccinia graminis* f.sp. *tritici*, cette maladie du blé a pour symptômes des pustules sporulées de couleur brune qui apparaissent sous forme de rayures sur les feuilles et les tiges. Plus tard dans la saison, des pustules allongées de couleur noire contenant les téléospores se développent, essentiellement sur les tiges.



**Figure 9 : Tige du blé infectée par la rouille noire  
*Puccinia graminis*f.sp.*tritici* [10]**

- **Cycle de développement des agents de rouilles :**

Les contaminations primaires sont dues à des urédospores, spores émises à proximité de la parcelle par des repousses de céréales ou des graminées sauvages. Les pustules sur les feuilles contiennent des urédospores, qui sont disséminées par le vent sont à l'origine de nouvelles contaminations. La germination des urédospores est optimale entre 15°et 20°, en présence d'eau libre. Au-delà de 30°, la maladie ne se développe plus. En fin de cycle, les téléutospores (pustules noires) apparaissent. Ces organes contiennent des spores et constituent une forme de conservation du champignon. En fonction des conditions climatiques, les cycles de champignon se succèdent plus ou moins rapidement. (Anonyme, 2012).

### **1-3-1-3 l'oïdium du blé :**

- **Description et préjudice :**

Les souches d'oïdium qui attaquent le blé ne sont pas les mêmes que celles s'installant sur d'autres cultures. La nuisibilité à l'oïdium est beaucoup plus faible que celle de la septoriose et aux

rouilles, et les pertes engendrées sont de l'ordre de 0 à 10 quintaux/ha en blé. L'oïdium est une maladie non transmissible par la semence. (Anonyme, 2009).

L'agent causal de l'oïdium, *Erysiphe graminis* sp. *tritici* est un champignon ascomycète. Les premiers symptômes apparaissent sous forme d'un duvet blanchâtre ou gris pâle sur les limbes des feuilles basales, puis se développent sur les feuilles des étages supérieurs (Fig. 10). Les cléistothèces constituent la forme de conservation de l'agent pathogène. En cas d'attaque sévère les taches apparaissent aussi sur les gaines des feuilles et les glumes des épis. (Anonyme, 2013).

- **Cycle biologique :**

L'agent pathogène se conserve sous forme de cléistothèce (ascocarpe sphérique de couleur noire), qui libèrent des ascospores assurant l'infection primaire. Le développement se fait à la surface de l'hôte et entraîne la formation d'un duvet blanc caractéristique de l'oïdium. Sur la plante contaminée, la spore germée donne naissance à un mycélium et aux conidiphores qui donneront les conidies; ils sont à l'origine des pustules cotonneuses blanches présentes sur les parties aériennes de la plante. La dissémination d'une plante à une autre est assurée par les conidies qui sont transportées par le vent. (Anonyme, 2009).



**Figure 10: oïdium sur épi et feuille de blé [11]**

### 1-3-1-4 La tache auréolée du blé :

- **Description et préjudice :**

La maladie n'avait qu'une faible importance jusqu'à présente. L'augmentation du semis direct et du travail du sol sans charrue créent des conditions favorables à la diffusion de la maladie.

Cette maladie est causée par *Pyrenophora tritici-repentis*. Ce sont des taches brunes de formes ovales entourées d'une auréole jaune. Un point brun foncé est souvent présent au centre de la tache. Avec le développement de la maladie, elles coalescent pour former des étendues nécrotiques sur les feuilles.) (Sutton, 1990)

- **Cycle de développement :**

Le champignon se conserve sur les chaumes. En automne, lorsque les conditions de température et d'humidité sont favorables, des spores (ascospores), sont éjectées et vont infecter les plantules du blé. A partir de cette infection, des symptômes se développent en produisant d'autre spores (conidies) qui à leur tour vont infecter d'autres feuilles et d'autres plantes. Ainsi la maladie se propage en plusieurs cycles pendant la saison. Les conditions optimales de température de développement de la maladie se situent entre 10 et 25°C et une humidité relative de 70° à 100%. Elle est stoppée par des températures supérieures à 28°C (Lacroix, 2008).



**Figure 11 : Feuille du blé infectée par la tache auréolée  
*Pyrenophora tritici-repentis* [12]**

### **1-3-2- Maladies causant des symptômes sur les épis :**

#### **1-3-2-1- Le charbon nu du blé :**

- **Description et préjudices :**

Cette maladie est causée par le champignon *Ustilago tritici*, qui sévit partout où l'on cultive du blé, Les symptômes de la maladie ne se manifestent que chez l'épi; les autres parties de la plante malade conservent une apparence normale. L'émergence des épis malades n'accuse aucun retard sur le des épis sains et la masse pulvérulente de spores brun foncé remplace la totalité de leurs parties, à l'exception de la tige centrale.

Comme les spores sont disséminées par le vent ou transportées par l'eau de pluie, il ne subsiste, à la maturité de la plante, que la tige dénudée. On peut encore observer les restes de spores noires sur la tige, les agents pathogènes ne s'accumulent pas dans les graines. Par conséquent, la maladie ne nuit pas à la qualité des céréales destinées à l'alimentation humaine et animale, et n'entraîne pas une dépréciation du produit comme s'il s'agissait de la carie (**Anonyme, 1984**).



**Figure 12 : charbon nu du blé *Ustilago tritici*. [13]**

- **Cycle biologique :**

L'origine de l'infliction de blé par le charbon se trouve dans la semence. En effet, le champignon responsable du charbon nu se conserve dans l'embryon du grain sous forme de mycélium dormant. L'agent pathogène infecte la jeune plantule du blé et poursuit son développement au niveau de l'apex. Les spores produites sont libérées et infectent les fleurs des plantes voisines. Le mycélium issu des spores va infecter le jeune embryon du grain. Les conditions favorables à l'infection correspondent à un temps doux (16\_22°C). (Anonyme ,2001)

### **1-3-2-2 La carie commune du blé.**

- **Description et préjudices :**

L'agent pathogène responsable de cette maladie *Tilletia caries*. Les symptômes apparaissent au stade de remplissage du grain, le contenu de celui-ci est transformé en une masse poudreuse noire Parmi les signes indiquant la présence d'épis cariés au

niveau d'un champ au moment de remplissage du grain on cite : la couleur vert foncé des glumes et des glumelles, l'écartement des épillets du rachis, les plants infestés sont souvent plus courts que les plants sains et de couleur plus foncée (Fig.13). La carie est une maladie transmise par la semence. (Anonyme, 2009).



**Figure 13: épi du blé carié [15]**

- **Cycle biologique:**

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

## **Introduction :**

Les champignons phytopathogènes font la majeure partie des organismes ravageurs des cultures, ce sont des espèces parasites qui provoquent des maladies cryptogamiques aux plantes, se traduit par une baisse considérable du rendement, pourrait être catastrophique, L'histoire nous rappelle de la famine irlandaise au XIX<sup>e</sup> siècle dû à l'épidémie de la pomme de terre par l'oïdium.

Depuis l'antiquité l'homme a conçu de nombreux moyens de lutter contre les ravageurs de cultures, ces méthodes ont évolué et multiplié avec le progrès scientifique et technique. Actuellement il existe plusieurs moyens de lutte.

### **2-1 La lutte biologique:**

Ensemble des méthodes de lutte contre les prédateurs ou les parasites des cultures utilisant leurs ennemis naturels (virus, bactéries, insectes, acariens, champignons...) ou des pièges. Le principe de la lutte biologique, qui consiste aussi à favoriser des antagonismes entre espèces tels qu'on peut les observer dans la nature (**Mazoyer, 2002**).

Selon « OILB » l'organisation internationale de lutte biologique, la lutte biologique consiste à utiliser des organismes pour prévenir ou réduire les dégâts par des ravageurs et agents phytopathogènes (insectes, phanérogames, champignons et bactéries.). (**Lepoivre 2003**)

Pour certains, la lutte biologique peut être élargie pour inclure la résistance génétique de la plante-hôte constitue une méthode non chimique de lutte qui ne relève pas spécifiquement des méthodes de lutte biologique au sens strict, alors pour que d'autres, cette résistance génétique doit être considérée comme un, dans le même contexte l'utilisation des biopesticides « dérivés de matériels naturels tels que les animaux, les plantes, les bactéries... » Pourraient être considérés comme un moyen de lutte biologique comme le définit l'agence de la protection environnementale des États-Unis en 1998. (**Lepoivre 2003**)

### **2-2 La lutte culturale:**

La lutte culturale peut être définie comme un ensemble des moyens propres à protéger les cultures en employant des méthodes agricoles appropriées : rotation des cultures, variétés résistantes (**Deguine, 2008**), ainsi toutes les méthodes basées sur la modification de la plante à protéger (variétés résistantes, ou tolérantes) ou de son

environnement pour le rendre défavorable à ses ennemis, peu être considéré comme des luttés culturales.

Une protection réussie de la culture du blé se base sur l'utilisation de semences saines, un sol propre et le choix de variétés résistantes. La résistance variétale quand elle existe, reste la méthode de lutte la plus économique et la plus pratique contre les maladies foliaires du blé (**Ezzahiri, 2001**).

Certaines techniques culturales peuvent parfois limiter le développement des rouilles. Le semis tardif par exemple peut empêcher des contaminations, par contre une forte densité de semis peut créer un microclimat humide favorisant les maladies, de même les épandages tardifs de fumure azotée augmentent la susceptibilité des plantes aux maladies notamment les rouilles (**Rapilly et al., 1971**)

### **2-3 La lutte physique:**

Méthode de lutte utilisant des moyens physiques (barrières filet pièges) (**Collectif, 2010**), pour lutter contre les maladies de plante, notamment les maladies cryptogamiques, Il faut ;

-Empêcher la conservation des agents phytophagènes dans l'environnement ; Les débris de plantes malades, sont susceptibles de produire un inoculum capable d'attaquer les plantes cultivées saines placées dans un substrat sain, en vue de limiter ces 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.

-S'il y a par exemple une présence accrocheuse de carie dans le champ de blé on évite de utiliser comme sources de semence, il est nécessaire d'éliminer le lot de semence

-Labour profond, selon champion et raynal, (1993) du sol contaminé par la carie jusqu'à une profondeur supérieure, à la profondeur de semis pour la culture réduit l'apparition de la maladie.

On peut ajouter à ce type de moyens de lutte les différents types de moyens physiques tels que traitement du sol à la chaleur, l'électricité, les radiations et les ultrasons sont des méthodes de lutte physique contre les nématodes (**Wiersema, 1987**)

## **2-4 La lutte chimique:**

Plusieurs stratégies chimiques permettent de lutter contre l'invasion d'une plante par un champignon de façon directe ou indirecte

La lutte chimique contre les maladies des plantes a commencé en 1865 avec l'utilisation de la bouille bordelaise contre l'oïdium et le mildiou de la vigne. L'emploi d'insecticides (les acides benzoïques, le parathion) et herbicides (2,4.D ; acide dichloro-2,4 phénoxyacétique, le MCPA ; chlorométhyl-2-phénoxyacétique) n'a eu lieu qu'à la fin de la seconde guerre mondiale. Avec ces produits débute une ère nouvelle ; celle des produits de l'agrochimie, phytosanitaire ou encore appelés pesticides c'est l'ère de la phytopharmacie. **(Richard et al, 1985).**

Les études concernant la lutte chimique contre les rouilles du blé sont très récentes, bien qu'elles aient donné de bons résultats. Elle demeure la plus coûteuse de la céréaliculture **(Dickson, 1959)**

### **2-4-1 Les fongicides:**

Les fongicides représentent l'ensemble des substances actives contre les champignons, certains chercheurs classent également dans cette catégorie, les produits ayant une action contre les bactéries, virus ou mycoplasme, c'est le groupe de pesticide le moins utilisé de part par le monde **(Rocher, 2004).**

Les fongicides sont des substances chimiques ou biologiques qui tuent ou neutralisent les champignons pathogènes, sont appelés aussi mycocides ou produits antifongiques, qui peuvent être de nature abiotique (produits chimiques) ou biotique (bactérie, champignon), les fongicides chimiques sont de loin les plus utilisés et sont le plus souvent de nature synthétique. Selon Simon et al. (1994) et Leroux (2003b),

### **2-4-2 Caractères généraux des fongicides:**

Pour être commercialisé, un produit phytosanitaire doit être homologué (autorisé) et plusieurs points doivent être pris en considération:

#### **2-4-2-1 Qualité requises :**

On exige d'un bon produit les caractéristiques suivantes **(Corbaz, 1990):**

- Une faible toxicité pour l'homme et les animaux.
- Une très haute activité contre un champignon parasite ou un groupe de parasites, la mesure de son activité est donnée par la DL50 (dose létale à laquelle 50% des organismes meurent).
- Une faible action sur l'environnement, sans incidence sur la flore et la faune.
- Une phytotoxicité très faible non préjudiciable sur la plante traitée.
- L'étiquette doit mentionner la matière active, la dose d'emplois recommandée, le champ d'application, le numéro de contrôle et la classe de toxicité.

### **2-4-2-2 Conditions d'application des fongicides :**

Pour traiter, l'agriculteur doit choisir, quand et comment le produit peut être utilisé avec le maximum d'efficacité et de sécurité. Polaris (2004), rapporte que le traitement phytosanitaire doit être effectué en prenant en considération plusieurs facteurs :

➤ **Selon la météo :**

Les conditions météorologiques doivent être favorables :

**-Température** : le traitement doit être appliqué pendant les heures les moins chaudes de la journée, tôt le matin ou en fin d'après-midi.

**-Pas de vent.**

**-Pas de pluie**

Pour avoir des précisions, il est recommandé de consulter le bulletin météorologique avant tout traitement.

➤ **Selon la dose de produit :**

Lors des préparations ou des recharges de bouillies, il faut respecter les doses calculées en mesurant avec éprouvette ou un verre doseur.

➤ **Selon la bonne application de la bouillie** :- Il faut veiller au bon fonctionnement du matériel de traitement à intervalles réguliers : matériel adapté, en bon état et bien réglé.

- Il faut respecter les conditions d'épandage trouvées lors de l'étalonnage : vitesse d'avancement et largeur.
- Il faut utiliser la bouillie dans un délai de 24 heures. Au-delà, elle est inefficace.
- **Ne pas traiter à proximité de points d'eau.**

### 2-4-2-3 Présentation commerciale:

Les produits sont mis en vente sous quatre formes principale (CORBAZ ,1990):

- **Les émulsions :<<Concentré émulsionnable(EC), Emulsion de type huileux(EO), Emulsion de type aqueux (EW)>>** La matière active est en suspension dans un liquide.
- **Les granulés :<<Granulés solubles dans l'eau (SG), Granulés à disperser dans l'eau (WG)>>** Réservés aux insecticides mais quelques fois contiennent des fongicides, ils permettent d'épandre la substance au pied des plantes et représentent donc une économie de matière active/ha.
  - Les micro-granulés : représentant une <<sous-forme>> des granulés, sont utilisés pour la désinfection des couches.
  - Les enrobages de graines ne diffèrent que légèrement de la poudre mouillable (addition de colorant et de collant).
- **Le poudrage :<<Poudre soluble dans l'eau(SP), poudre mouillable (WP)>>:**La matière sèche ne nécessitant pas l'adjonction d'eau, la grosseur des particules se situe entre 10 et 40 Um. Dans les poudre mouillables la matière actives représente 25 à 50 % du produit commerciale, alors que dans le poudrage elle représente 7,5 à 8 % seulement le reste est constitué de support (talc pour le poudrage, de collant de stabilisateur, de mouillant...).
- **Les pâtes et crèmes :** La substance fongicide est mélangée avec des produits semi liquide se dissolvant très facilement dans l'eau et dont l'application est pratique pour effectuer les traitements cicatrisants ou de protection des blessures.

### **2-4-3 Différents types des fongicides :**

Selon Moreau (2008), les fongicides peuvent être classés en fonction de plusieurs critères:

- La matière chimique (la matière active ou groupe chimique).
- Le mode d'action sur le parasite.
- L'utilisation et la mobilité des produits.

#### **2-4-3-1 Le groupe chimique :**

Selon youbi(2005), le groupe chimique caractérise des produits possédant des caractéristiques chimiques communes et partageant le même mode d'action vis-à-vis du pathogène. Les triazoles par exemple inhibent la biosynthèse des stéroïdes indispensables à une bonne intégrité membranaire. Nous pouvons distinguer les grands groupes suivants :

- Les Dithiocarbamates (Manèbe et Mancozèbe, Zinebe).
- Les composés Benzoïques (Pentachloronitrobenzène ou PCNB).
- Les Benzimidazoles (les azoles tels que : Propiconazole, Cyproconazole et Flusilazole).
- Les Dicarboximides (Iprodione, Vinclosoline).
- Les phénylamides (Metalaxyl).
- Les phtalimides (Captafol, Captane).
- Les Nitrophénols (Dinocap).
- Les Fongicides minéraux (Cuivré).

#### **2-4-3-2 Le mode d'action :**

##### **2-4-3-2-1 Le mode d'action biologique :**

- **Les fongicides à site unique (Uni sites) :**

Agissent contre un point précis et bien déterminé. C'est le site primaire, à partir de là, une réaction en chaîne peu s'enclencher entraînant de nombreuses perturbations du métabolisme. Ces fongicides sont connus sous le nom d'agent spécifique (Exp. : les triazoles, les strobilurines).

- **Les fongicides à site multiple (les multisites) :**

Il s'agit de la première classe de fongicides apparus dès le XIXe siècle, aux prémices de la lutte chimique. Ces composés inhibent simultanément plusieurs fonctions essentielles du champignon ; ils n'ont pas de cible enzymatique spécifique. De ce fait, on n'observe pas ou très peu de résistance de champignons vis-à-vis de ces molécules **(Leroux, 2003)**.

Les produits multi-sites sont utilisés soit en pulvérisation sur le feuillage des cultures, soit en traitement des semences. Ils inhibent plus particulièrement la germination des spores. Du fait de leur faible rémanence, leur application doit être régulièrement renouvelée. Plusieurs familles chimiques appartiennent à cette catégorie. **(Rocher, 2004)**

- Les substances minérales :**

Ces matières minérales, à base de cuivre (bouillie bordelaise, bouillie bourguignonne, oxychlorure de cuivre) ou de soufre, ont permis la lutte contre les mildious et les oïdiums. Les produits cupriques sont par ailleurs également utilisés contre les phyto bactérioses. Quant à l'arsénite de sodium, il a été longtemps utilisé pour lutter efficacement contre l'esca de la vigne, ceci jusqu'en 2003, date à laquelle il a été retiré de la vente. Ils sont moins spécifiques, ils agissent au niveau de plusieurs sites. Ils possèdent l'avantage de ne pas développer de phénomène de résistance, et représentent les produits les plus utilisés (un bon marché). **(Rocher, 2004)**

- Les substances organiques :**

Après la seconde guerre mondiale, l'essor de l'industrie chimique a conduit à la synthèse de nombreux fongicides organiques multi-sites. Ce sont tout d'abord les organomercuriques et les organostanniques (acétate de fentine, hydroxyde de fentine) qui ont été retirés du marché en 2003. Des phénomènes de résistance vis-à-vis de ces produits avaient été observés. Les dithiocarbamates (mancozèbe, manèbe, zinèbe, zirame, thirame...) sont des produits non phytotoxiques et même activateurs de croissance des plantes. Dotés du même mode d'action polyvalent, les chloronitriles (chlorothalonil) sont toujours commercialisés. Il en est de même pour les phtalimides (captane, folpel), les sulfamides (tolylfluanide) et les guanidines (doguadine). En revanche, une triazine, l'anilazine n'est plus commercialisée depuis janvier 2003 **(Rocher, 2004)**

### 2-4-3-2-2 Mode d'action biochimique:

Selon Youbi (2005), le mode d'action biochimique d'un fongicide relève de la manière dont il affecte et contrôle les champignons pathogènes. Cela se traduit le plus souvent par une des manifestations suivantes (Fig.17) :

#### ➤ Effets cytologiques :

- **Inhibition de la synthèse des parois :**

Il s'agit de l'inhibition de la synthèse des chitines, glucanes, etc... Selon Semal (1989), ce groupe renferme :

-Les Organophosphorés : qui empêchent le transfert des précurseurs de chitine au travers de la membrane en inhibant la synthèse de certains phospholipides membranaires.

-Les Polyoxines : qui inhibent la synthèse de la chitine en agissant comme compétiteur de la chitine synthase. Elles sont inactives sur les oomycètes qui sont dépourvus de chitine.

- **Inhibition de la synthèse des protéines :**

De nombreux antibiotiques sont actifs contre les bactéries et les champignons. Leroux (1993), signale que La résistance des champignons résulte d'une pénétration réduite de ces antibiotiques dans la cellule fongique ou provient de modifications de sites récepteurs au niveau des ribosomes.

- **Inhibition de la synthèse des lipides :**

La membrane lipoprotéique des cellules fongiques contient des stérols, divers antifongiques agissent au niveau d'une étape de la biosynthèse de l'ergostérol, et affectent la formation de l'haustorium. On distingue deux groupes de matières actives en fonction de la cible enzymatique visée dans la biosynthèse des lipides :

Groupe 1 : inhibiteurs de la synthèse des stérols au niveau de la C 14 diméthylase.

Groupe 2 : inhibiteurs de la synthèse des stérols en provoquant l'accumulation des stérols non méthylés.

- **Interférence avec la synthèse des acides ribonucléiques :**

Les hydroxypyrimidines (ethirimol, diméthirimol) sont des anti-oïdiums spécifiques qui inhibent la formation des appressoria en agissant sur l'adénosine désaminase et en inhibant corrélativement la synthèse des ARNs (Semal, 1989).

- **Composés agissant sur la synthèse des hormones de croissance :**

Certains produits fongicides perturbent la synthèse des hormones de croissance, tels que les triarimols et les fenarimols, au cours de la synthèse des gibbérellines la transformation du Kaurène en Kaurénol par oxydation d'un méthyle serait bloquée par ces produits (Hennouni, 2012).

- **Effet physiologique :**

- **inhibiteurs de la chaîne respiratoire :**

Les fongicides cis-crotonanilides essentiellement utilisés en céréales pour combattre les maladies charbonneuses présentent une activité spécifique vis-à-vis des basidiomycètes, ils interagissent chez le parasite avec une protéine mitochondriale contenant du fer et inhibe de la sorte une enzyme de la chaîne respiratoire (Mechara et Acila, 1999)

- **Effet morphologique :** Gastou (1970), signale que les fongicides provoquent des anomalies du mycélium, des malformations peuvent en résulter donnant des champignons à morphologie aberrante et entravent leur développement.

### 2-4-3-3 Utilisation et mobilité des produits :

La mobilité de la substance antifongique au niveau de la plante varie selon qu'il s'agisse de fongicides systémiques ou non systémiques (Youbi, 2005) :

- **Les fongicides systémiques :**

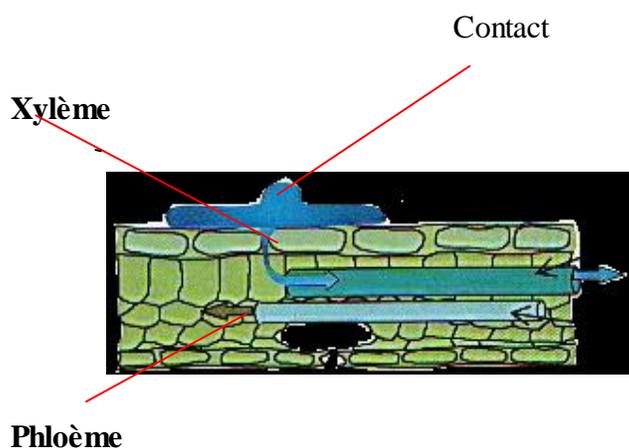
Selon Simon et al. (1994), les fongicides systémiques pénètrent dans la plante et agissent, après leur transport par la sève. Ces derniers sont classés en deux types :

-Les fongicides systémiques locaux dits trans-laminaires ; ils sont absorbés par la feuille ou

la partie racinaire sur laquelle ils ont été appliqués sans pour atteindre les autres feuilles ou organes. Les parties qui ne reçoivent pas des traitements et celles nouvellement émergées, ne sont pas protégées.

-Les fongicides systémiques typiques, sont absorbés par les feuilles, les tiges ou les racines et sont ensuite répandus au niveau de toute la plante par le biais de ses tissus conducteurs ce qui permettent la protection des parties non traitées et celles émergées après l'application du fongicide. (Hannouni ,2012) ,

Selon Corbaz (1990), les fongicides peuvent encore être classés en fonction du moment de leur application par rapport à l'infection (fig 14)



**Figure 14 : Action systémique du fongicide (Couvreur, 2002).**

- **Fongicides préventifs :**

Traitement qui consiste à intervenir avant l'apparition des symptômes de la maladie. (Stiti, 2013)

- **Fongicide curatifs ou chimio thérapeutique:**

Traitement dont le but est d'obtenir la guérison d'une culture malade, c'est-à-dire la disparition de la maladie. . (Stiti, 2013)

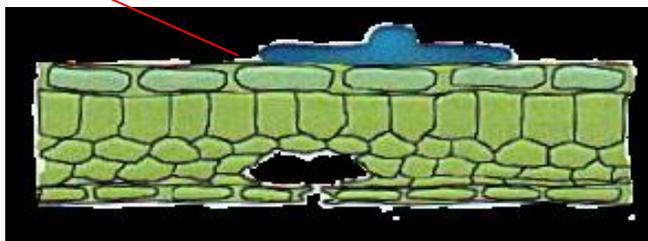
- **Les fongicide non systémique :**

- **Fongicides de contact :**

Ils assurent une protection au niveau des sites de leur application (Fig.15) ; il semble que les

champignons seraient inhibés dans les premières phases de germination des spores et de développement mycélien ; mais la plupart des fongicides de contact ou de surface sont fortement liposolubles, de telle sorte que les molécules sont retenues au niveau de la cuticule et ne peuvent migrer à l'intérieur de la plante (Simon et al., 1994).

contact



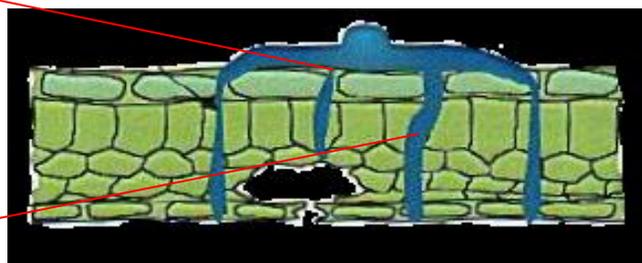
**Figure 15 : Action du fongicide par contact (Couvreur, 2002)**

- **Fongicides pénétrants :**

Ne sont pas transportés dans la plante, ils ont une action localisée aux organes traités (Sahli 2009)

Ils tuent une infection installée au niveau du site d'application grâce à une action au niveau des assises cellulaires (Fig.16), sous-jacentes aux surfaces traitées.

Pénétration



Translaminaire

**Figure 16 : Action du fongicide par pénétration (Couvreur, 2002)**

#### **2-4-4 Redistribution d'un fongicide au niveau de la plante :**

La redistribution des produits après son application est un des facteurs importants de l'efficacité des fongicides. Elle permet de contrôler le pathogène au-delà du point d'application, sur les parties

du végétal non exposées à la pulvérisation, sur la nouvelle pousse ou encore à l'intérieur du tissu. Elle peut se faire à l'intérieur et l'extérieur de la plante (**Couvreur, 2002**)

- **Redistribution à l'intérieur des plantes :**

Lorsque un fongicide est pulvérisé sur une feuille, il se trouve au contact de la cuticule qui est un revêtement protecteur lipidique des végétaux supérieurs. Le transport de la matière active via les vaisseaux conducteurs de la sève brute (xylème) et plus rarement par les vaisseaux conducteurs de la sève élaborée (phloème).

- **Redistribution à l'extérieur des plantes :**

Elle se fait par l'intermédiaire de la pluie, de la rosée et également par voie gazeuse (ou voie vapeur)

## **2-4-5 Phénomènes de résistance des champignons aux fongicides :**

La lutte chimique basée sur la toxicité directe à l'égard des agents pathogènes des végétaux est confrontée à plusieurs problèmes majeurs. Actuellement dès qu'un traitement fongicide n'apporte pas l'efficacité escomptée, on pense être en présence d'un phénomène de résistance (**Semal, 1989**).

La résistance à un fongicide correspond à une modification génétique d'un pathogène qui devient moins sensible à une substance active donnée (**Leroux, 1981**).

Selon Leroux (1993), la plupart des fongicides performants sont ou risquent d'être touchés par ce phénomène. Le même auteur, relève que : la résistance des champignons phytopathogènes aux toxiques est déterminée par des gènes chromosomiques : un seul gène (déterminisme monogénique) ou peut être conférée à la présence simultanée de plusieurs gènes (déterminisme polygénique).

Leroux (1981), signale qu'une modification génétique affectant un seul processus biochimique, essentiel à l'expression de l'effet toxique chez le parasite est susceptible de donner naissance à une souche résistante qui peut avoir :

**\*Une résistance croisée positive :** si cette même souche de champignon résiste simultanément à deux fongicides, et les mêmes gènes sont impliqués dans ce phénomène.

**\*Une résistance double :** si des gènes différents sont concernés.

**\*Une résistance croisée négative :**

Parmi les facteurs favorisant un développement rapide de la résistance, certains sont liés au parasite et aux conditions de son développement alors que d'autres dépendent du fongicide et des modalités de son utilisation ; ainsi, la résistance apparaît plus rapidement chez un parasite ayant plusieurs cycles annuels et susceptible de produire un grand nombre de spores facilement disséminables que chez celui n'ayant qu'un cycle par saison. Par ailleurs, des conditions climatiques ou culturales favorables aux maladies fongiques (fumures déséquilibrées, choix de variétés végétales très productives mais sensibles, rotation simplifiée), favorisent le développement de la résistance (**Hennoui, 2012**).

### 3-1 Objectif de l'étude :

Le but de cette étude est d'évaluer un fongicide nouvellement introduit en comparaison avec deux fongicides commercialisés en Algérie, utilisés pour le traitement foliaire contre les différentes maladies fongiques du blé. Les produits faisant l'objet de cette étude appartiennent au groupe des fongicides systémiques (PROSARO 250 EC, OPUS et FALCON).

### 3-2 Caractéristique du site d'essai :

#### 3-2-1 Localisation:

L'étude a été réalisée durant la campagne 2013-2014 au niveau de la station expérimentale de l'ITGC de Guelma qui se situe au Sud-ouest de la ville, à une altitude de 292 m<sup>2</sup>, Guelma fait partie de l'Atlas Téléen avec des coordonnées géographiques correspondant :(L'attitude nord 36°27' et de Longitude 7°26'), la station s'étale sur une superficie de 34 ha, dont 30 ha réservée à la multiplication de semences et 4 ha pour les essais d'expérimentation (fig17)et (fig18), notre parcelle d'essai se situe au milieu des parcelles réservées aux céréales , sur une superficie de 259.518,4 m<sup>2</sup>.

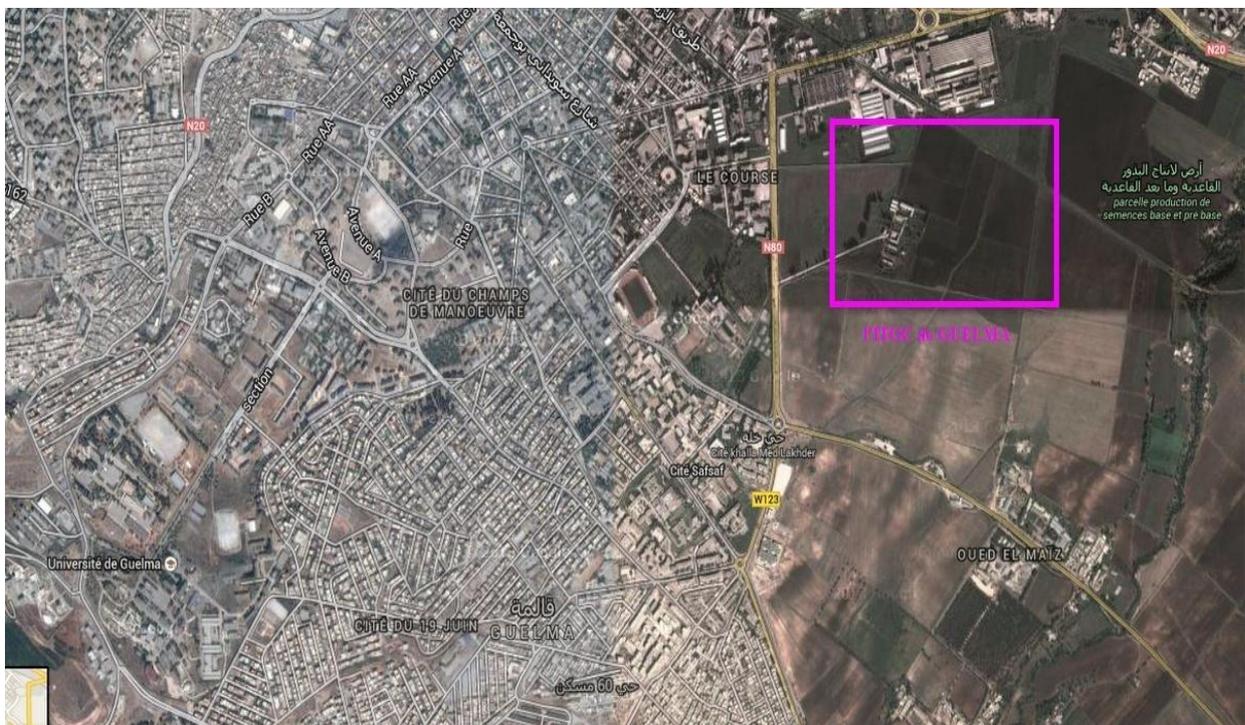


Figure (17): le siège de l'ITGC de Guelma. [14]



**Figure (18): le site de la parcelle d'essai.[15]**

### 3-2-1-1 Caractéristiques climatiques :

Le territoire de la wilaya de Guelma se caractérise par un climat subhumide au centre et au nord et semi-aride vers le sud, la wilaya caractérisé par deux longues saisons, un été sec et chaud et un hiver froid et pluvieux.

#### 3-2-1-1-1 Pluviométrie:

En Algérie la production céréalière est étroitement liée aux quantités de pluies et à leur répartition dans le temps. Dès la germination l'eau se comporte en tant qu'un facteur limitant de la croissance, les besoins en eau durant le cycle de développement sont en fonction du stade végétatif et des conditions climatiques. Ce paramètre est déterminé par la quantité de pluie mensuelle accumulé). (Tableau 02).

**Tableau02: la pluviométrie et l'humidité dans la région de Guelma durant la campagne 2014-2015 (Données de la station météorologique de belkhir).**

Mois	Précipitation (mm)	Humidité (H%)
Janvier	511,7	77,2
Février	131 ,1	74,4
Mars	152,0	75,9
Avril	94,9	73,3
Mai	3,7	71,8

D'après le (**tableau 02**), on constate que la répartition pluviométrique est irrégulière, concentré pendant les saisons d'hiver (511,7-131,1mm) et faible au printemps (152-3,7mm).

### 3-2-1-1-2 Température :

**Tableau 03 : températures moyennes mensuelle de la région de Guelma campagne 2014-2015(Données de la station météo de Belkhir).**

Mois	Température (C <sup>0</sup> )		
	Minimum	Maximum	Moyenne
Janvier	11,5	26,4	18,5
Février	5,1	16,2	10,1
Mars	5,1	13,8	9,2
Avril	6,9	19	12,7
Mai	7,5	24,3	15,5

D'après le (tableau 03), les températures moyennes d'hiver (18,5-10,1 C<sup>0</sup>) et du printemps (9,2-15,5 C<sup>0</sup>) sont saisonnières.

### 3-2-1-2 Caractéristiques pédologiques :

Le sol constitue le milieu de vie des plantes, en grande partie de nourriture minérale, c'est sa composition et ses caractéristiques qui détermineront la qualité de récoltes. Les caractéristiques du sol de la station sont résumées dans le tableau 04:

**Tableau 04 : caractéristiques pédologiques du site d'essai (I.T.G.C.)**

Texture du sol	Argilo- limoneuse.
Taux de la matière organique	2.20%
Teneur en carbonates	3.78%
PH	7.1
Conductivité électrique	37.8µs/cm.
Taux des sels solubles	18.5mg/l.

### 3-3 Matériel végétale :

Le matériel végétal est représenté par une seule variété de blé dur (VITRON) fourni par l'ITGC de Guelma, la semence utilisée pour l'essai est une récolte de la campagne précédente (2013-2014). Ses caractéristiques sont indiquées dans le tableau 05

**Tableau 05 : Caractéristiques de la variété de blé dur (VITRON)**

Origine	Obtention du CIMMYT et introduite en Algérie à partir de l'Espagne en 1986. Sélection à la ferme expérimentale I.T.G.C. de tiaret.
Caractère culturaux	Variété semi précoce. Adaptée dans toutes les zones céréalières où la pluviométrie annuelle moyenne est supérieure à 400 mm.
Aptitudes Agronomiques	Tallage : moyen. Productivité : bonne (60qx/ha). P.M.G. : élevé. Fertilité de l'épi 50 à 60 grains/épi. Peu sensible à l'helminthosporiose et modérément tolérante aux rouilles.
Caractères morphologique	_L'épi blanc, compact et barbes brune à noire, présente sur tout l'épi. Paille demi pleine et courte (90 à 100 cm). Grains roux et moyen.
Période de semis	_Mi-novembre jusqu'à la fin de décembre.
Densité de semis	De 120 à 150 Kg/ha.
Mode et profondeur de semis	En ligne à la profondeur de 4 cm.
Fertilisation	Azotée : 50 à 0 unités /ha. Phosphatée : 90 unités /ha. Potassique : 46 unités /ha.

### 3-4 Fongicides utilisés :

#### 3-4-1 provenance et caractéristiques des fongicides utilisés :

##### 3-4-1-1 FALCON:

Ce produit est fourni par la société Bayer Cropscience, vendu dans des emballages de cinq litres du produit en suspension (**Fig. 19**).



**Figure 19: Présentation commerciale du produit fongicide FALCON. [13]**

Selon le fournisseur(2013) **Falcon** est un fongicide systémique qui possède un large spectre d'action et un meilleur contrôle des maladies des feuilles et des épis les préjudiciables sur les céréales telles que les Rouilles (jaune et brune), l'Oïdiums, les Septorioses, les Fusarioses et la tache auréolée. Ces maladies peuvent causer des dommages préjudiciables aux cultures tant sur le plan quantitatif (baisse de rendement) que qualitatif (valeur boulangère).

Les caractéristiques de ce produit selon **Bayer Cropscience(2013)** sont résumées comme suit:

- **Formulation** : Concentré émulsionnable (EC).
- **Matières actives** : Falcon appartient à la famille des Triazoles et associant l'effet de trois substances actives :
- ✓ **Spiroxamine** : 250 g/l.

✓ **Tébuconazole : 167 g/l.**

✓ **TriadiménoL : 43 g/l.**

➤ **Mode d'action : Falcon** agit d'une manière préventive et curative en inhibant la biosynthèse des stérols (IBS) sur différents sites du champignon pathogène. Ce mode d'action unique, multi sites, fait de Falcon un excellent allié dans la stratégie anti résistance. Chaque composant de ce fongicide possède une action précise.

- **Spiroxamine** : une Triazole du groupe chimique des IBS (inhibiteurs de la biosynthèse des stérols) avec un mode d'action systémique, la Spiroxamine dispose d'un effet à la fois préventif, curatif et éradiquant contre la plupart des maladies des céréales.

En effet, cette substance a montré une excellente efficacité contre l'oïdium et un très bon contrôle des rouilles, de la septoriose et de la fusariose des céréales.

- **Tébuconazole** : une Triazole systémique à large spectre d'action avec un effet à la fois préventif et curatif. Il agit comme inhibiteur de la méthylation (DMI).

Le Tebuconazole est absorbé au niveau des parties végétatives et il est transporté dans la plante d'une manière acropète via le xylème. Cette substance est dotée d'une excellente efficacité contre les rouilles avec un très bon contrôle de toutes les autres maladies des céréales.

-**TriadiménoL** : une Triazole systémique qui est transportée rapidement d'une façon acropète dans les tissus néoformés via le xylème. Il dispose d'un pouvoir de contrôle à la fois curatif et préventif contre la plupart des maladies foliaires des céréales aussi bien avant qu'après l'infection.

➤ **Mode d'emploi et dose d'utilisation :**

L'action combinée des trois substances actives du Falcon lui offre une longue persistance d'action de six à huit semaines, un large spectre d'action est une excellente efficacité sur les principales maladies. Les résultats d'essai démontrent la haute efficacité du Falcon appliqué à la dose de 0.8 l/ha, le volume d'eau conseillé est de 400 l/ha. Deux stratégies de traitements sont possibles (**tableau 06**).

Tableau 06: Stratégies de traitements par Falcon (Bayer Cropscience, 2013)

<b>Programme à un traitement</b>	<b>Condition :</b> Maladies foliaires uniquement Pression faible à moyenne.	<b>Traitement :</b> Sortie de la dernière feuille Jusqu'au stade feuille étalée.
<b>Programme à deux traitements</b>	<b>Condition :</b> Maladies foliaires uniquement. Pression forte à très forte.	<b>Traitement 1 :</b> Stade 2 nœuds
		<b>Traitement 2 :</b> Dernière feuille étalée jusqu'à début épiaison
	<b>Condition :</b> Maladies foliaires et des épis. Toutes pressions.	<b>Traitement 1 :</b> Sortie de la dernière feuille au stade dernière feuille étalée
		<b>Traitement 2 :</b> Début floraison.

**3-4-1-2 PROSARO 250 (EC) :**

Prosaro 250 (EC) (Fig. 20) est une fongicide systémique, à large spectre pour la suppression ou la répression des maladies indiquées dans le blé et l'orge.



Figure 20 Présentation commerciale du produit fongicide PROSARO 250 (EC) [15].

Les caractéristiques de ce produit selon Bayer Cropscience(2010) sont comme suit :

- **Formulation** : la formulation est en concentré émulsionnable fourni par la société.
- **Matière active** : ce produit appartient à la famille des Triazoles et associant l'effet de deux substances actives :

-Prothioconazole : 125 g/l.

-Tébuconazole : 125 g/l.

- **Mode d'action** : ce produit est systémique avec un mode d'action particulier pour un Triazole (deux sites d'action distincts sur la biosynthèse des stérols).

Il se caractérise par sa haute performance d'efficacité, sa polyvalence et sa persistance sur de nombreuses maladies des céréales, des crucifères oléagineuses, des pois protéagineux et des féveroles.

- **Mode d'emploi et dose d'utilisation** : la dose utilisée est de l'ordre de 0.8 l/ha.

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

Le fongicide est un produit systémique utilisé pour le contrôle des maladies fongiques des céréales. Il présente une grande polyvalence, il offre un bon rendement dans la catégorie des Triazoles. Opus est fourni par la société BASF.

- Il est utilisable sur céréales à paille (blés, orges, avoine, seigle et triticales).
- 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** : **Epoxiconazole 125 g/l**, c'est une Triazole qui inhibe la biosynthèse des stérols, éléments vitaux pour le champignon.
- **Mode d'action** : l'epoxiconazole 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.

L'epoxiconazole inhibe la biosynthèse de l'ergostérol, un des constituants de la membrane cellulaire, de 2 manières :

- ✓ **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 pyréthrinoides en premier et laisser un délai de 24 heures minimum entre les deux applications.

### 3-5 Installation et conduite de l'essai :

#### 3-5-1 Préparation de la parcelle :

Les travaux du sol et le suivi de la culture ainsi que les différentes opérations effectuées sont comme suit :

- ✓ Labour profond à la fin du mois d'octobre à l'aide d'une charrue à socs.
- ✓ Un passage du cultivateur avant le semis pour la préparation du lit de semences (Recroisement à la 3ème semaine de décembre à l'aide de la herse).
- ✓ Apport d'engrais de fond MAP (monoammonium phosphate) avant semis à la dose 1.77 Q/ha.

#### 3-5-2 Mise en place de l'essai :

L'essai a été installé sur une superficie de 524.6 m<sup>2</sup> selon un dispositif en blocs aléatoires représenté dans la figure 21.



**Figure 21: Notre essai. (I T G C) Guelma**

Chaque répétition comprend six micro-parcelles de 12 m<sup>2</sup> (10 m × 12 m), une micro-parcelle témoin, et cinq micro-parcelles comportant les différents produits fongicides.

Chaque micro-parcelle comprend six lignes de 10 m, avec 20 cm d'interligne ; la distance entre les micro-parcelles étant de 1m.

Le semis a eu lieu le 11 janvier 2015 selon la dose estimée (140 kg/ha), à l'aide d'un semoir expérimentale (semis en ligne). Le précédent cultural étant une pomme de terre.

### **3-5-3 Conduite de l'essai :**

Un apport d'engrais de couverture azoté (Urée 46%) est effectué pendant la période végétative (plein tallage) selon la dose recommandée pour la région.

En plus d'un traitement de toute la parcelle d'essai contre les mauvaises herbes par herbicide «Zoom» à la dose de 120g/ha effectué le 12 mars 2015.

Les dates repères des différents stades phénologiques de la culture sont indiquées dans le tableau 07 :

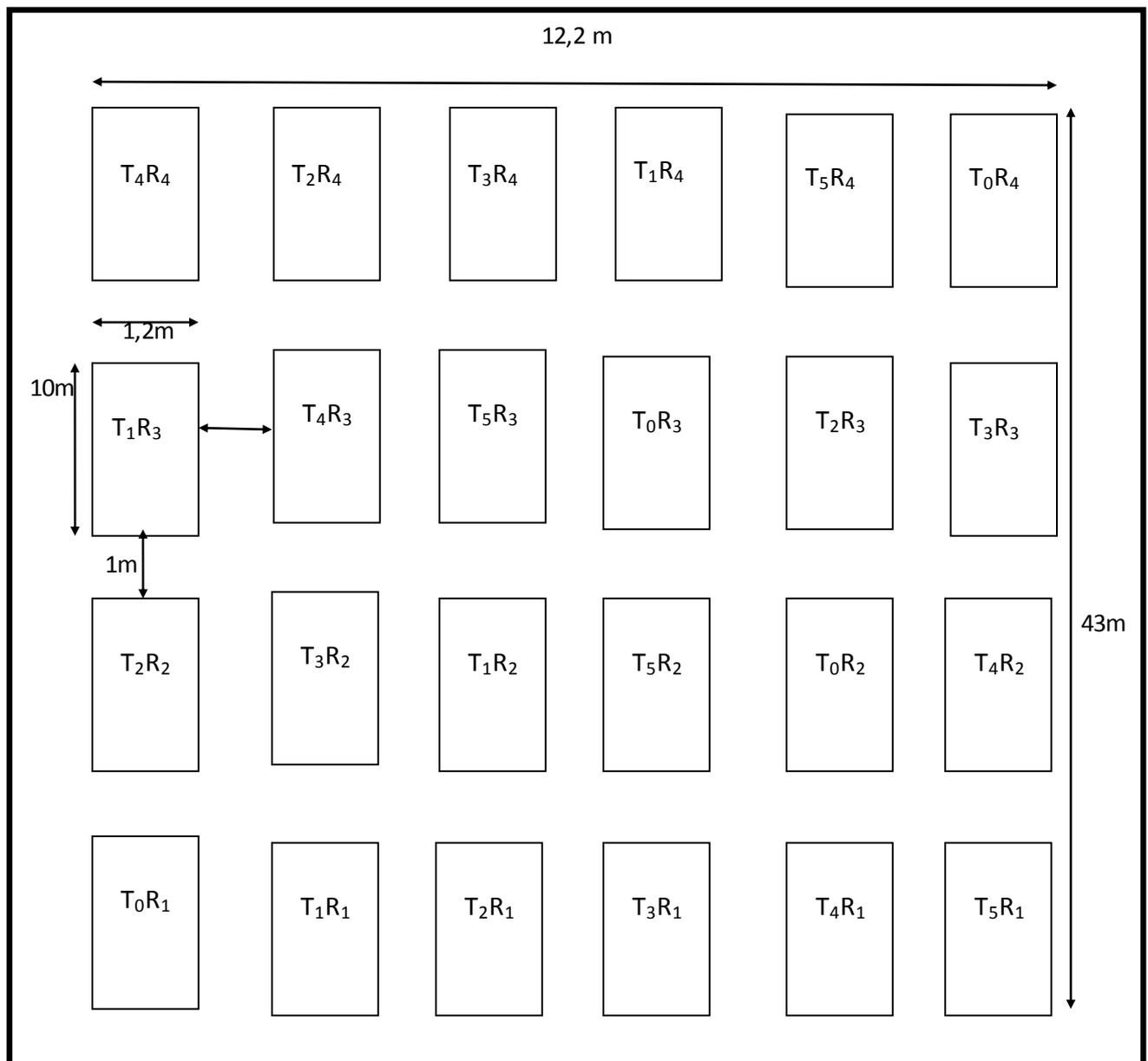


Figure 07 : Dispositif expérimental

T0 : Témoin (Non traité).

T1 : Falcon.

T2 : Prosaro.

T3 : Opus.

T4 : Falcon+ Prosaro.

T5 : Falcon+ Opus.

R1, R2, R3 et R4 : Répétitions.

**Tableau 08: dates repères des différents stades phénologiques de la culture.**

<b>Dates</b>	<b>Stades phénologiques</b>
11/01/2015	Semis
25/01/2015	Levée
12/03/2015	Tallage
02/04/2015	Montaison
15/04/2015	Gonflement
26/04/2015	Epiaison
03/05/2015	Floraison
10/05/2015	Stade laiteux
25/05/2015	Stade pâteux
04/06/2015	Maturité

### 3-5-4 Traitements fongicides :

Les traitements fongicides des différentes micro-parcelles ont été effectués dès l'apparition des premiers symptômes des maladies foliaires, au stade gonflement (15/04/2015), et au stade mi-épiaison (28/04/2015), selon la dose conforme pour chaque produit :

- **Falcon +Falcon:** la dose de 0.8 l/ha + la dose 0.8 l/ha.
- **Prosaro+Prosaro :** la dose de 0.8 l/ha + la dose 0.8 l/ha.
- **Opus+Opus :** la dose de 0.8 l/ha + la dose 0.8 l/ha.
- **Falcon+ Prosaro :** la dose de 0.8 l/ha + la dose de 0.8 l/ha.
- **Falcon+opus :** la dose de 0.8 l/ha + la dose de 0.8 l/ha.

### 3-6- Paramètres étudiés :

#### 3-6-1 Notation des maladies :

##### 3-6-1-1 Les principales maladies observées dans la parcelle d'essai :

Des prospections sur terrain ont été entreprises pour le recensement des différentes maladies rencontrées au niveau de la parcelle d'essai.

La notation des maladies au niveau des différentes micro-parcelles a été effectuée avant le premier traitement, 15 jours, puis 30 jours, après le premier traitement et 15 jours après le deuxième traitement.

### 3-6-1-2 La sévérité des maladies :

Elle est représentée par l'importance des symptômes sur les différentes parties de la plante où se développe le pathogène.

Selon **Kamel (1994)**, l'intensité d'attaque de la maladie sur la plante détermine la gravité de l'infection. Parmi ces maladies figurent, les septorioses, les oïdiums et la tache auréolée des feuilles les quelles affectent le blé, dans ces cas on utilise l'échelle graduée de zéro à neuf, conçue par **Saari et Prescott**. (in Boukensous, 2014). Cette échelle se présente comme suit :

**[0]** : Il n'existe aucune infection visible.

**[0E]** : On observe aucune infection ; or ceci n'est probablement pas dû à la résistance de la plante ; mais au fait que celle-ci échappe à la maladie.

**[1 Résistante]** : Taches peu nombreuses et dispersées sur les feuilles basales seulement.

**[2 Résistante]** : Taches éparses sur les feuilles de second rang, mais celle de premier rang sont gravement atteintes.

**[3 Résistante]** : peu de taches sur le tiers basal de la plante, et les feuilles de la base sont moyennement atteintes.

**[4 Moyennement résistante]** : Lésions éparses atteignant presque la moitié de la plante : l'infection des feuilles basales est moyenne, mais celle des feuilles supérieures reste légère et ne produit que des taches éloignées les unes des autres.

**[5 Moyennement sensible]** : Lésions intenses sur les feuilles de la base et moyennes à faibles sur celles qui vont jusqu'à la limite de la moitié inférieure de la plante, sans la dépasser.

**[6 Moyennement sensible]** : Lésions intenses sur la tiers basal de la plante, moyenne sur les feuilles du milieu et éparses sur celle de la partie supérieure.

**[7 Sensible]** : Lésions intenses sur le tiers basal de la plante et sur les feuilles du milieu, mais très légères sur la feuille étendard.

[8] **Sensible** : Lésions intenses sur les feuilles de la base et du milieu, et moyennes à intenses sur le tiers supérieur de la plante, la feuille étendard étant atteinte aussi.

[9] **Très sensible** : Toutes les feuilles sont gravement atteintes, même les épis peuvent être infectés.

[N] : Ce signe représente une impossibilité de lecture à cause du dessèchement des feuilles déjà atteintes d'une autre maladie.

### **3-6-1-3 l'incidence des maladies :**

Elle est représentée par le pourcentage d'attaque ou d'infection. L'incidence d'une maladie dans une parcelle est déterminée par la mise d'un cadran d'un mètre carré au hasard dans chaque micro-parcelle de l'essai, le nombre des plantes infectées est recensé et l'incidence sera calculée par rapport au nombre total puis une moyenne est calculée en utilisant les résultats obtenus pour toutes les micro-parcelles.

$$\text{Incidence d'attaque (\%)} = \frac{\text{Nombre de plantes malades}}{\text{Nombre total de plantes}} \times 100$$

### **3-6-2 Paramètres morphologiques :**

#### **3-6-2-1 La hauteur des plantes :**

La hauteur des plantes a été mesurée à l'aide d'une règle graduée, dans les différentes micro-parcelles expérimentales (10 échantillons/unité).

#### **3-6-2-2 Nombres de plants/m<sup>2</sup> :**

Le nombre de plants/m<sup>2</sup> a été déterminé au stade levée à l'aide d'un cadran d'un « mètre-carré » et ce pour chaque micro-parcelles élémentaire.

#### **3-6-2-3 Nombre de talles par mètre carré:**

Le nombre de talle par plante pour les différents traitements (micro parcelles) a été déterminé au «stade tallage» dans un échantillon d'un mètre carré pour chaque micro parcelle.

### **3-6-3 Paramètres agronomiques**

#### **3-6-3-1 Nombre d'épis par plant:**

Au stade épiaison, le nombre d'épis par plant a été estimé pour les différents traitements.

#### **3-6-3-2 Nombre d'épillets par épi:**

Le nombre d'épillets par épi a été estimé après la récolte, ce paramètre a été mesuré au cours du stade de grain pâteux, sur la base d'un échantillon de vingt épis par parcelle élémentaire.

#### **3-6-3-3 Nombre de grains par épi:**

Au stade de maturation physiologique nous avons procédé au comptage des grains par épi sur la base d'un échantillon de vingt épis par unité expérimentale ; en vue de déterminer le degré de fertilité des épillets.

#### **3-6-3-4 Poids de mille grains:**

Les grains récoltés pour mesurer le précédent paramètre sont pesés en échantillons de mille grains, ainsi on mesure un échantillon pour chaque micro-parcelle.

#### **3-6-3-5 Rendement par hectare (estimé) :**

En raison de contraintes de temps on n'a pas pu attendre la maturité agronomique pour calculer le rendement, qui sera probablement pendant la fin du moins de juin donc on a estimé le rendement par hectare, par le calcul en rapport avec le nombre d'épis par mètre carré, le nombre de grains par épi et le poids de mille grains selon la formule suivante :

**(Rendement (Q/H)= peuplement épis/ m<sup>2</sup> x nombre de grains /épi x poids du mille grain (g))**

### **3-7 Analyse statistiques des résultats:**

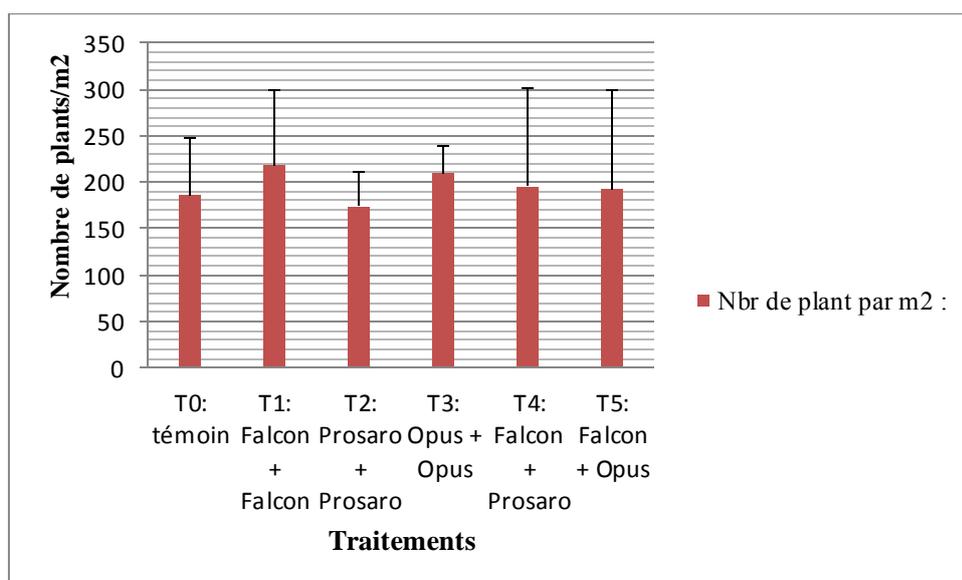
Une analyse de la variance en utilisant le logiciel « Minitab 17 » et conduite avec les résultats pour les différents traitements, en plus d'une comparaison des moyennes en utilisant le test de FISCHER (comparaison du témoin avec les différents produits).

## 4 Résultats et discussion :

### 4-1 Résultats

#### 4-1-1 Paramètres de production

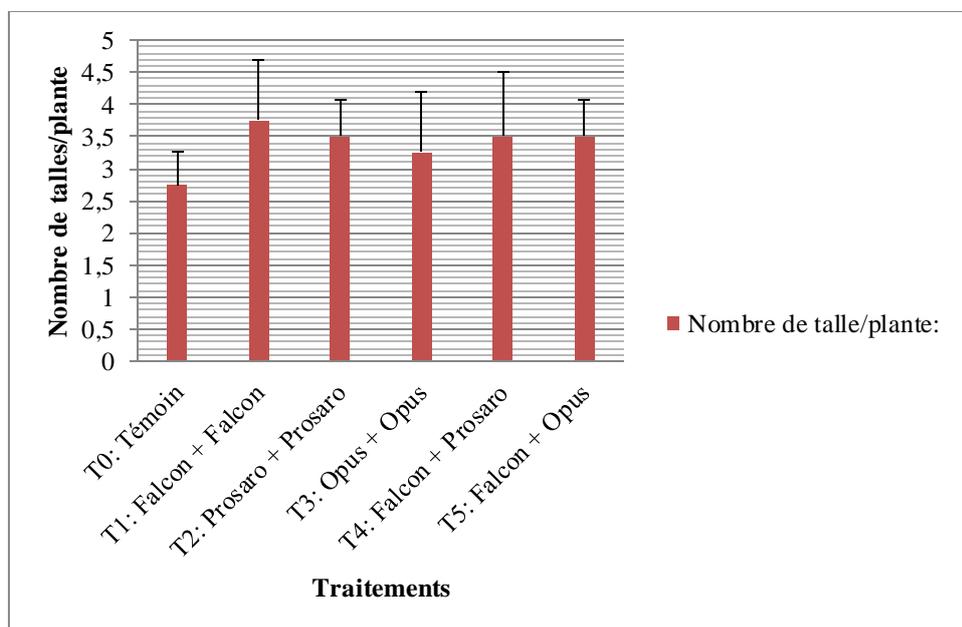
##### 4-1-1-1 Nombre de plants par mètre carré :



**Figure 22 : Nombre de plants par m<sup>2</sup> pour les différents traitements**

L'analyse statistique (Annexe 01) des résultats a montré des différences non significatives entre le témoin et les différents traitements, et le nombre de plants par m<sup>2</sup> comme le montre la figure 22 est de l'ordre de 173 à 218 plants par mètre carré dans toutes les micro-parcelles de l'essai.

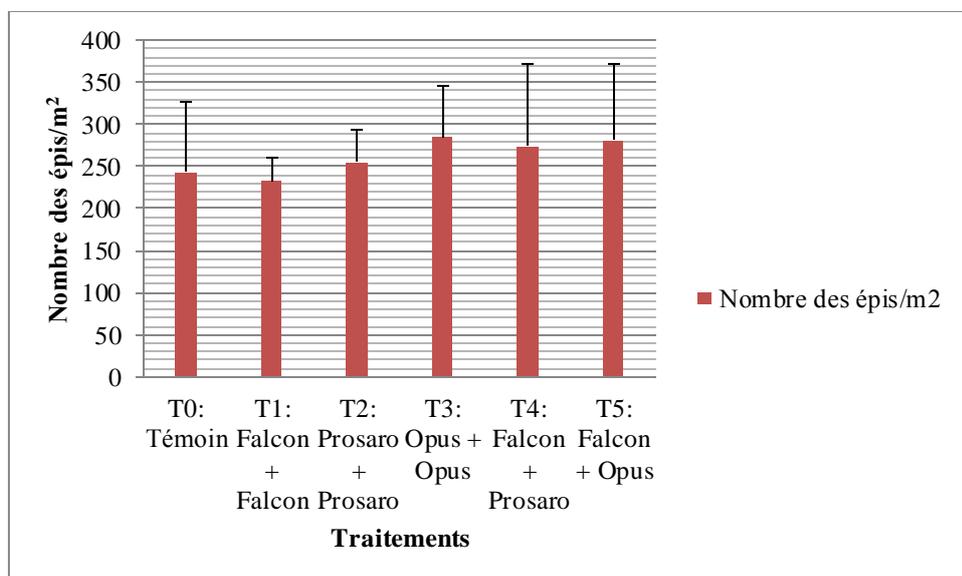
#### 4-1-1-2 Nombre de talles par plante:



**Figure 23: Nombre de talles par plante pour les différents traitements**

Le test d'analyse de la variance a montré des différences non significatives entre les différents traitements (Annexe 02), et la (figure 23), pourtant le nombre de talles des plantes témoins est de l'ordre de 2,75 talles par plant apparaît inférieur à celui des parcelles traitées aux différents fongicides qui affichent un nombre de talles varie de 3,25 à 3,75.

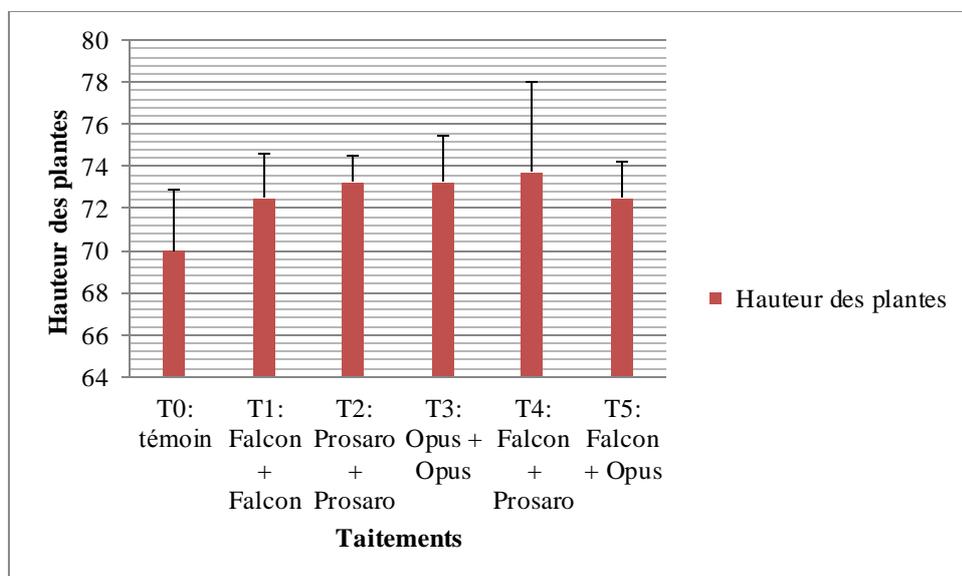
### 4-1-1-3 Nombre d'épis par mètre carré :



**Figure 24: Nombre d'épis par m<sup>2</sup> pour les différents traitements fongicides.**

L'analyse de la variance a montré des différences non significatives entre les parcelles traitées par les différents fongicides (Annexe 03), ainsi le nombre d'épis par mètre carré est de l'ordre de 232,75 – 285,25 épis par mètre carré.

#### 4-1-1-4 Hauteur des plantes:

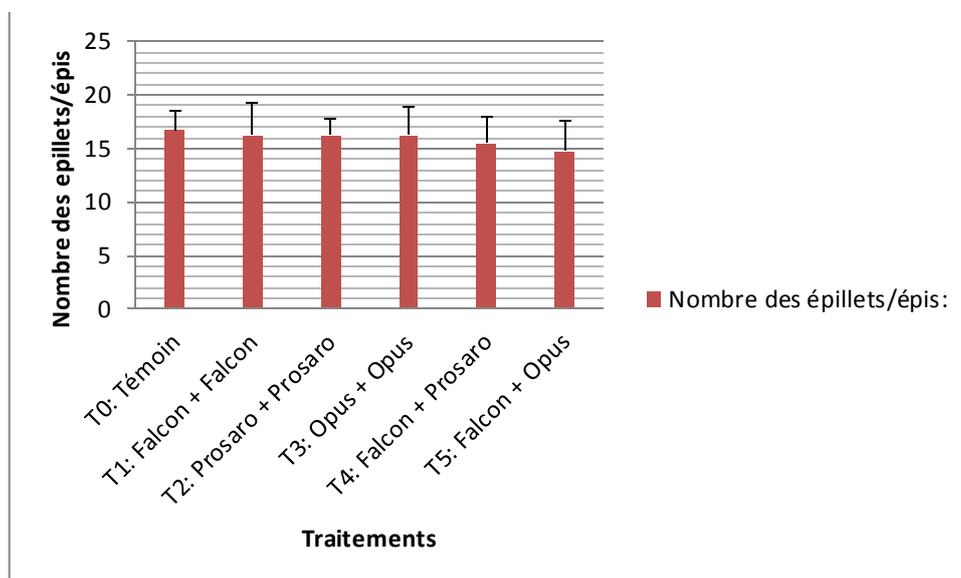


**Figure 25: Hauteur des plantes pour les différents traitements fongicides**

Les résultats relatifs à ce paramètre (figure 25) révèlent une légère augmentation de la hauteur des plantes traitées par les différents fongicides qui affichent une hauteur aux alentours de 73 cm, par rapport au témoin qui a enregistré une hauteur qui ne dépasse pas les 70 cm.

Néanmoins l'analyse statistique des résultats (Annexe 04) a affiché des différences non significatives entre la hauteur des plantes de toutes les parcelles d'essai, et également entre le témoin et les différents fongicides.

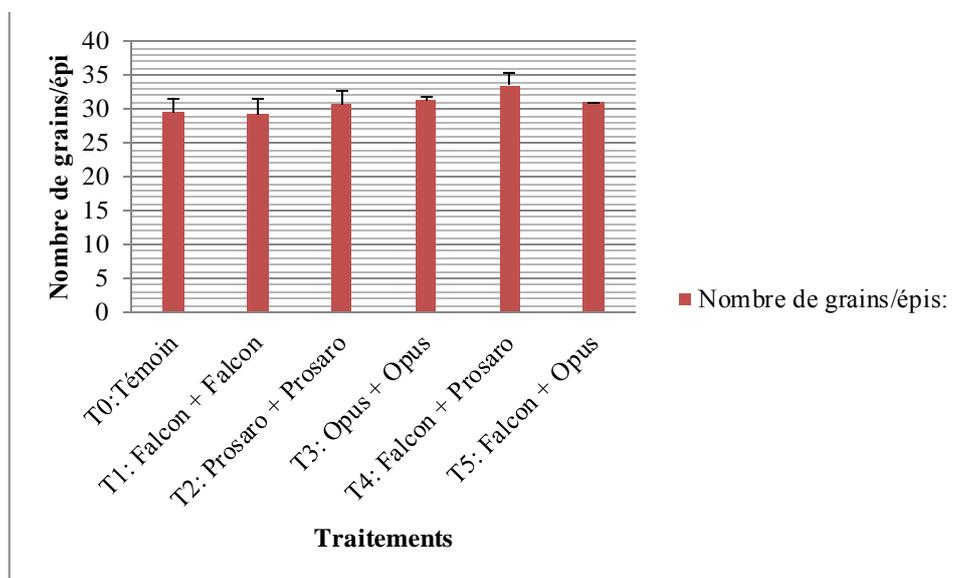
#### 4-1-1-5 Nombre d'épillets par épi :



**Figure 26: Nombre d'épillets par épi pour les différents traitements fongicides.**

Le traitement statistique des résultats a montré des différences non significatives entre les différents traitements fongicides (Annexe5), les résultats affichés sont aux alentours de 16 épillets par épi.

#### 4-1-1-6 Nombre de grains par épi:

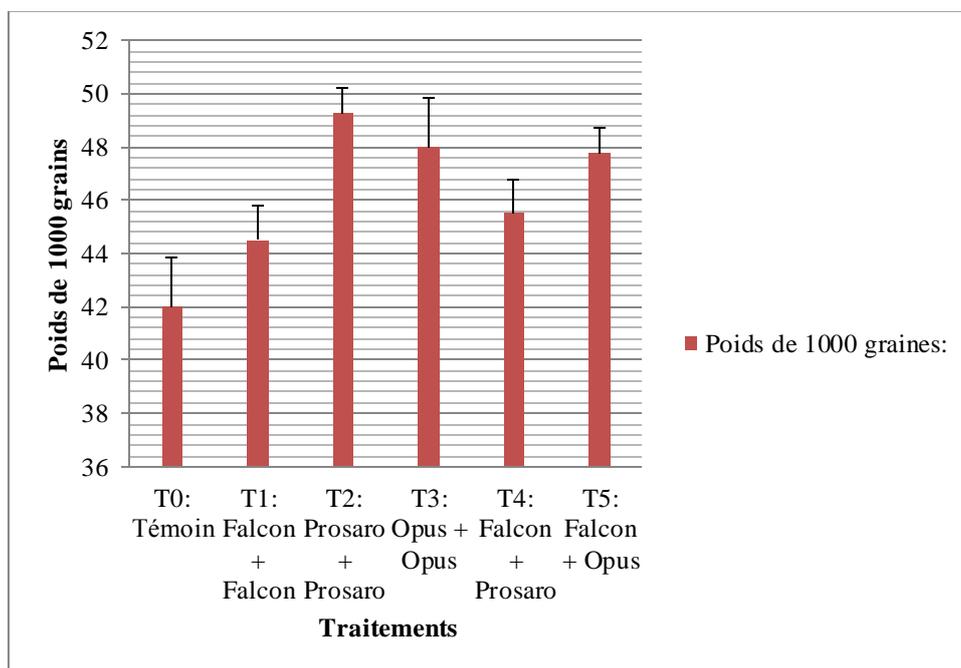


**Figure 27: Nombre de grains par épi pour les différents traitements fongicides.**

L'examen des résultats relatifs à ce paramètre (figure 27) montrent que le nombre de grains par épi à enregistré une augmentation dans certaines parcelles traitées, en particulier celles traitées par Falcon + Prosaro et par Opus + Opus.

Cependant l'analyse de la variance (Annexe 06) a montré des différences non significatives entre les différents traitements.

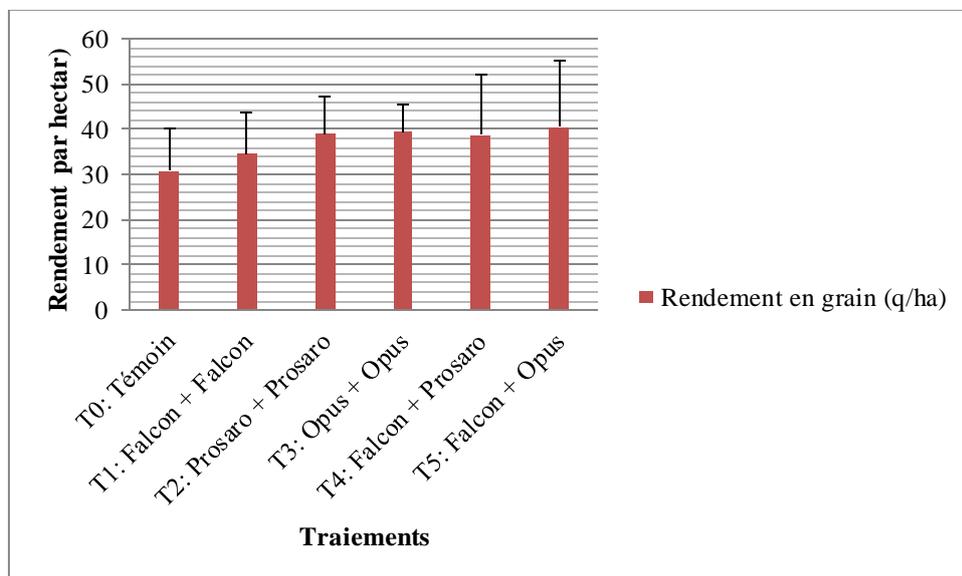
#### 4-1-1-7 Poids de mille grains (PMG):



**Figure 28: Poids de mille grains pour les différents traitements.**

Le résultat de l'analyse de la variance a donné des différences significatives, est la comparaison des moyennes (tableau en annexe 07) montre une répartition en trois groupes, les valeurs les plus élevées concernant ce paramètre sont aperçus dans les parcelles (T2, T3 et T5) traitées par (Prosaro + Prosaro, Opus + Opus et Falcon + Opus) consécutivement, suivi par les parcelles (T4 et T1) traitées par (Falcon + Prosaro et Falcon + Falcon) et enfin les parcelles témoin qui ont donné les résultats les plus faibles en poids de mille grains.

#### 4-1-1-8 Rendement par hectare :



**Figure 29: Rendement par hectare pour les différents traitements fongicides.**

La figure 29 montre un rendement nettement élevé allant de 38 à 40 Qx/ha chez les parcelles traitées (T2, T3, T4 et T5) en comparaison avec le témoin qui a donné un rendement qui n'a pas dépassé 31 Qx/ha.

En revanche l'analyse de la variance à un facteur a montré des différences non significatives concernant ce paramètre (tableaux en annexe 08)

#### 4-1-2 Notation des maladies :

##### 4-1-2-1 Les principales maladies observées dans la parcelle d'essai :

Les maladies fongiques du blé dur qu'on a pu recenser dans notre parcelle d'essais sont :

La rouille brune, l'oïdium, la septoriose et la tache auréolée.

Les figures ci-après présentent les symptômes des maladies observées au niveau de notre parcelle d'essai.



(a)



(b)



(c)

**Figure 30 : Les maladies observées au niveau de la parcelle d'essai**

**a)- Oïdium, b) tache auréolée, c) la rouille brune.**

### 4-1-2-2 Estimation des maladies au champ :

Au cours de notre prospection on a remarqué que la rouille brune, l'oïdium, la septoriose et la tache auréolée sont les maladies fongiques du blé dur les plus fréquentes dans notre parcelle d'essai, ces maladies ont été noté avec une graduation de gravité, pour la rouille brune, la septoriose et la tache auréolée ont été rencontré qu'à l'état de trace, (la septoriose a été observée dans la parcelle T4 « Falcon+Prosaro » au répétition 1, la rouille brune dans la micro parcelle T1 « Falcon+Falcon » au répétition 4, la micro parcelle T2 (Prosaro+PROSARO) au répétition 4 et la micro parcelle T3(OPUS+OPUS) au répétition 4, et la tache auréolée dans la micro parcelle T2 « PROSARO+ PROSARO » au répétition 3 et la microparcelle T1 « Falcon+ Falcon», au répétition 4, cette incidence minime nous a mené a se limiter pour l'estimation de ce paramètre, et de ne pas calculer la sévérité de ces maladies.

Cependant la tache auréolée et l'oïdium on été plus fréquentes au niveau presque toutes les micro- parcelle, pour évaluer l'efficacité des fongicides objets de notre étude on a opté pour déterminer la sévérité et l'incidence de ces deux maladies

**Tableau 09: Notation de la sévérité et l'incidence de l'oïdium**

Traitements	Evaluation des maladies avant traitement le 14/04/2015		Evolution des maladies après application des fongicides, 2 semaines le 27/04/2015		Evolution de la sévérité des maladies après application des fongicides, 2 semaines le 12/05/2015	
	Oïdium		Oïdium		Oïdium	Tache auréolée
	Incidence (%)	Sévérité (1-9)	Incidence (%)	Sévérité (1-9)	Jaunissement et dessèchement des feuilles inférieures ou sont arrêtez les maladies	
T0: non traité	12%	1-2	22%	1-2		
T1: Falcon + Falcon	11%	1	20%	1		
T2: Prosaro + Prosaro	11%	1	19%	1		
T3: Opus + Opus	9%	1	11%	1		
T4: Falcon + Prosaro	8%	1	14%	1		
T5: Falcon + Opus	10%	1	17%	1		

Le tableau 09 montre que la sévérité de l'oïdium sur toutes les parcelles d'essai n'a pas dépassé la note 2 de l'échelle de Saari et Prescott conçu en neuf paliers, donc on a opté pour se limiter aux valeurs de l'incidence pour déterminer la gravité de la maladie.

L'incidence de la maladie a été élevée au niveau des parcelles (T0, T1, T2) par rapport aux autres parcelles. Cette incidence a augmenté pendant la deuxième période, cependant toutes les maladies cryptogamiques n'ont pas été proclamées pendant la troisième période.

## 4-2 Discussion

Les deux paramètres ; nombre de plants par mètre carré et le nombre de talles par plante semble similaire pour toutes les parcelles, du fait que ces derniers paramètres sont évalués le 12 mars 2015 et le 2 avril 2015, à ce stade les maladies cryptogamiques ne sont pas encore manifestées, les plantes pendant cette période ont une taille très courte n'excédant un centimètre, sachant que la semence a été trop retardée (11 janvier 2015) suite à la sécheresse exceptionnelle qui a régné durant cette saison.

La hauteur des plantes, Le nombre d'épi par mètre carré, et le nombre d'épillets par épi et le nombre de grain par épi sont évalués tardivement, après les traitements antifongiques, néanmoins les résultats obtenus sont non significatifs, ce qui signifie que les maladies n'ont pas présenté un effet nuisible pour ces deux paramètres, on pense que les températures relativement élevée accompagnées par une humidité et précipitation faibles, en particulier pendant la période de montaison, ces conditions ont abouti à une réduction remarquable pour l'apparition des maladies courantes qu'on les rencontre habituellement dans la région telles que la tache auréolée et la septoriose ( Stiti, 2013 ), la tache auréolée (Boukensous, 2014).

Le poids de mille grains au niveau des parcelles (T2(PROSARO+ PROSARO ), T3(OPUS+OPUS), T5(Falcon+Opus)) a enregistré un taux élevé par rapport aux (T4( Falcon+Prosaro ), T1 (Falcon+Falcon)) en comparaison avec la parcelle témoin, ceci peut être en relation avec les paramètres morphologiques notamment le nombre de talles par plantes et la hauteur des plantes relativement faibles chez les parcelles témoins, ces paramètres ont abouti à l'apparition de plantes faibles et fragiles qui a mené à l'obtention de petits grains qui se traduit par l'amenuisement du poids de mille grains.

L'effet néfaste des maladies cryptogamiques a été minime durant cette année exceptionnellement sèche, c'est la raison pour laquelle le rendement en quintaux par hectare est apparu similaire pour toutes les parcelles, qui est en concordance avec le calcul statistique qui a affiché des résultats non significatifs, néanmoins on remarque qu'au niveau des parcelles (T2(PROSARO+PROSARO ), T3(OPUS+OPUS), T4( Falcon+Prosaro ), T5(Falcon+Opus)) le poids de mille grains est élevé qui se traduit par une légère augmentation en rendement au niveau des mêmes parcelles qui n'a pas été révélé par le calcul statistique.

Les conditions météorologiques notamment l'humidité qui est en relation avec les précipitations est le facteur principal qui contrôle l'effet épidémiologique des maladies

cryptogamique, la sécheresse qui a régné pendant la période critique de la culture du blé cette saison, en particulier pendant les mois de mars et avril a minimisé l'apparition des maladies, cependant l'oïdium peut survenir lorsque l'humidité est faible (Grubben et Denton 2004), cette maladie était présente dans presque toutes les parcelles d'essai avec une incidence remarquablement élevée au niveau des parcelles témoins et celles traitées avec les combinaisons suivantes (Falcon + Falcon, Prosaro + Prosaro, Falcon + Opus) alors que les deux combinaisons (Opus + Opus et Falcon + Prosaro) ont présenté un contrôle marquant pour cette maladie.

Toutefois les symptômes de l'oïdium qui sont restés confinés aux feuilles inférieures leurs effets n'ont pas été significatifs sur le rendement, plusieurs auteurs ont signalé l'importance de la sainteté des trois dernières feuilles sur le rendement du blé (Anonyme, 2013)

Le rendement final des cultures du blé atteint par l'oïdium pourrait être affecté de plus de (17%) sur cultivars susceptibles si les conditions météorologiques sont favorables (LEATH & BOWEN, 1989 cité par EL JARROUDI, 2005).

## *Conclusion*

Dans le but de contrôler les maladies cryptogamiques du blé dur on a essayé de tester plusieurs combinaisons de fongicides dans le but de trouver un meilleur programme qui sera recommandé, pour avoir un meilleur rendement, notre étude a porté sur une variété du blé dur VITRON, et qui présente une bonne adaptation au climat de notre région, pour augmenter la valeur de ces qualités, à cet effet on a testé un fongicide nouvellement introduit en Algérie «PROSARO » en le combinant avec deux autres fongicides homologués en Algérie «OPUS, FALCON ».

La lutte chimique contre les maladies fongiques est un moyen adéquat pour la protection des cultures; cependant l'efficacité du produit est strictement dépendante de la nature de ses matières actives et sa persistance d'action.

L'oïdium, la tache auréolée, et la rouille brune sont les maladies fongiques du blé dur qu'on a signalé dans notre parcelle d'essai ces maladies ont été noté avec un taux de gravité variable, pour la tache auréolée, la rouille brune et la septoriose, ont été rencontré qu' à l'état de traces, toutefois l'oïdium est fréquentes au niveau des de toutes les parcelles et ne dépassant pas la notation 2 sur l'échelle de **Saari et Prescott, 1975 cité par Ginkel, et Krupinsky, 1999** suite à la saison exceptionnellement sèche pendant dans cette année, le facteur limitant du développement des maladies cryptogamiques.

Le résultat des indices de la sévérité et de l'incidence ont été remarquablement faibles au niveau des parcelles traitées par la combinaison T4 (Opus, Prosaro) en particulier après le premier traitement, en outre on a enregistré un rendement relativement élevé pour ces mêmes parcelles, cette indication nous permet d'apprécier un pouvoir significatif du contrôle des maladies fongiques pour ce fongicide.

On peut conclure de ce travail que la protection des cultures du blé dur nous oblige à envisager des études plus approfondies sur l'impactes du fongicide (Prosaro) sur plusieurs années en le comparant avec de différents produits commercialisés en Algérie, pour établir un programme antifongique efficace contre les souches pathogène présentes dans notre région, pour cela d'autre travaux seraient souhaitables pour confirmer l'efficacité de ce produit antifongique.



## Référence bibliographique:

1. **Anonyme;(2001)**: les maladies du blé : identification, facteur de développement et méthode de lutte, Edition : P.N.T.T. (Programme de Transfert de Technologie en Agriculture).N<sup>0</sup>=77 : 4p.
2. **Anonyme a, (2011)**: La culture intensive du blé. Direction de la formation de la recherche et de la vulgarisation. Edition : I.T.G.C. : 31 p.
3. **Anonyme b, (2011)**. Recueil des principales maladies fongiques des céréales en Algérie : symptômes, développement et moyens de lutte, Edition : I.T.G.C. : 56 p.
4. **Anonyme, (1984)** : les charbons du blé, de l'orge, de l'avoine et du seigle : 12P
5. **Anonyme, (2009)**: Guide des maladies des céréales. Chambre de l'agriculture, pays de la Loire : 25 p
6. **Anonyme, (2012)**: Bulletin des grandes cultures : Bonnes prévisions de la récolte 2011-2012. Edition : I.T.G.C. N<sup>o</sup>=03 : 5 p.
7. **Anonyme. (2012)**:[WWW.semencema.g.fr](http://WWW.semencema.g.fr)
8. **Anonyme; (2013)**: Recueil des principales maladies fongiques des céréales en Algérie : symptômes, développement et moyens de lutte, Edition : I.T.G.C. : 56 p
9. **Ait Kaki, S, (2008).** : Evaluation de la qualité d'un germoplasme de blé dur (*Triticum durum* Desf) : appréciation de l'aptitude technologique et biochimique. Université : Badji Mokhtar Annaba. Mémoire : de magistère. Spécialité : biologie. Option : amélioration des plantes : 123 p.
10. **Ben mohamed L, et al (2000)** : effet du génotype, de la date de semis, de la fertilisation séminaires Méditerranéens, n.402000, p 349-356
11. **Boukensous, W, (2014)**.Etude de l'efficacité de quelques fongicides sur le contrôle des maladies foliaires du blé et impact du traitement sur le développement et le rendement de la culture. Mémoire de Master : 72p. Université 8 mai 1945 de Guelma.
12. **Bozzini A. (1988)**. « Origine, distribution, and production of durum wheat in the world. » Dans **Fabriani G.** et C. Lintas (éd). *Durum: Chemistry and Technology*. AACC (Minnesota), États-Unis. p. 1-16.

13. **Chadefaud M. et Emberger L. (1960)** : Traité de Botanique: Systématique : Tome II : Les végétaux vasculaires, Fascicule 2 Masson, Paris, 1960, 1540p
14. **Clément, J.M., (1981)**. Larousse agricole. Edition : S.P.A.D.E.M. et A.D.A.G.P. Paris. N°=1032 : 177 p.
15. **Corbaz, R, (1990)**. Principe de phytopathologie et de lutte contre les maladies des plantes. Première édition Schuler S.A :172p.
16. **Couvreur, F., (2002)**. Fongicides des céréales et protéagineux. Ed. ITCF avec la participation de l'ANDA .France : 216 p.
17. **El Jaroudi, M, (2005)**. Evaluation des paramètres épidémiologique des principales maladies cryptogamiques affectant les feuilles du blé d'hiver au Grand-Duché de -- Luxembourg : calibration et validation d'un modèle de prévision. Mémoire : Doctorat. Université : liège. Spécialité : biologie : 249p
18. **Ezzahiri, B., (2001)**. : Les maladies du blé : identification, facteurs de développement et méthodes de lutte. Programme National de Transfert de Technologie en Agriculture (PNTTA) : 4 p.
19. **Lesage V, (2011)**, contribution fonctionnelle du gène majeur controlant la dureté, tendreté de l'albumen du grain de blé par l'étude de lignées d'auvergne (France).
20. **Feldman, M. (2001)**. Origin of Cultivated Wheat. Dans Bonjean A.P. et W.J. Angus (éd.) The World Wheat Book: a history of wheat breeding. Intercept Limited, Andover, Angleterre, p 3-58
21. **Fellahi, ZA, A.Hannachi, H, chennafi, M, Makhlouf, H, et Bouzerzour, S. (2010)**. Effet des résidus et du travail du sol sur la cinétique de l'accumulation de la biomasse, le rendement et l'utilisation de l'eau du blé dur (*Triticum durum Desf*) Variété MBB sous condition climatique des hautes plaines sétifiennes. Université de Chlef. Mémoire d'ingénieur. Option : Science et Technologie. 120p.
22. **Gubben, G.J.H et Denton, O.A (Editeurs), (2004)** Ressources végétales de l'Afrique tropicale 2. légumes [Traduction de: plant resources of tropicale Africa 2. Vegetables. 2004] fondation PROTA, Wageningen, Pays-Bas/ Backhuys Publishers, leiden, Pays-Bas/ CTA, Wageningen, Pays-Bas. 737pp
23. **Gastou, M., (1970)**. Les fongicides et leur utilisation. Centre d'étude et de modernisation agricole. UR PAN : p 204-253.

- 25. Hamal L (2010)**, Appréciation de la variabilité génétique des blés durs et blés apparente par les marqueurs biochimiques avancées des végétaux: 102 P, université Mentouri Constantine Algérie .
- 26. Hanouni, N, (2012)**. Evaluation du métabolisme respiratoire et enzymatique des racines de blé dur (*Triticum durum Desf*) issue de plantes infectée par les maladies cryptogamique et des plantes traité avec un fongicides (ARTEA EC 330).Université : Badji Mokhtar Annaba. Thèse : Doctorat. Spécialité : biologie. Option : toxicologie cellulaire : 142p
- 27. Kamel, A.H., (1994)**. Principaux ravageurs du blé et de l'orge : Guide d'identification au champ/trad. Par G. Misri. Edition : ICARDA. Alep, Syrie : 90 p.
- 28. Lacroix, M., (2008)**. Maladies des céréales et de la luzerne, agronome phytopathologiste, Maladies des grandes cultures. La société Canadienne de phytopathologie, Guide agronomique des grandes cultures. MAAARO. N0= 811F : 47p.
- 29. Laffont, J.M., Senellari, J., Sylvestre, M. et Thomas, M., (1985)**. Les maladies des céréales et du maïs. Nathan international. Edition de la nouvelle libraire : 96 p.
- 30. Lepoivre, p., (2003)**:phytopathologie: bases moléculaires et biologiques des pathosystèmes et fondement des stratégies de lutte. Edition: les presses agronomiques de GEMBLOUX:291-292
- 31. Leroux, P., (1981)**.la défense des végétaux. Edition : INRA. N0= 207 : 83 p.
- 32. Leroux, P., (1993)**. Fongicides et doses réduites, faut il y résister pour vaincre les résistances. Perspectives agricoles. Edition : I.N.R.A. N0=190 : 130 p
- 33. Mazoyer M. (2002)**: Larousse agricole ([4e éd.], édition LAROUSSE
- 34. Moreau, J.M, (2008)**. Livre blanc « céréale » F.U.S.A. et CRA-W Gembloux : lutte contre les maladies.Département de phytopharmacai. France. N=0 : 39p
- 35. Morsli L, (2010)**.Adaptation du blé dur (*triticum durum desf*) dans les conditions des hautes plaines Constantinoise doctorat université Constantine Algérie.
- 36. Mezsni,I (1972)** Les céréales, imprimerie pirmin-didot, paris édition 415 France 360P
- 37. Mechara, R., Acila, S., (1999)**. Etude de l'efficacité de quelque fongicides sur la carie du blé (*Tilletia caries*). Université : de Tbessa. Thèse d'ingénieur. Option : amélioration des plantes : 155 p.
- 38. Ouazar, S., (2012)**. Etude comparative de l'effet du semis direct et du labour conventionnel sur le comportement du blé dur (*Triticum durum Desf.*). Université : Ferhat

Abbas Sétif. Mémoire : de Magister. Option : Production Végétale et Agriculture de Conservation : 70 p.

**39. Rapilly, E, Lemoire, J.M et cassin, R.(1971).**les maldies des céréals : les rouilles.INRA-I.T.C.F :p 30-54

**40. Rocher, F, (2004) :** lutte chimique contre les champignons pathogènes des plantes : Evaluation du systémier pholoèmienne de nouvelle molécules à effet fongique et d'activateurs de réaction de défense. Université de Poitiers. Thèse de doctorat. Faculté de Sciences fondamentales et appliquées. Ecole doctorale : ingénierie chimique, biologie et géologie, 163p.

**41. Robert D, Gate P et François C –(1993) :** Les stades du blé – Brochure de l'ITCF.

**42. Sahli, I, (2009) .**Etude de l'efficacité d'une fongicide systémique nouvellement introduit en Algérie (FALCON) contre les maladies cryptogamiques du blé. Université : 8 Mais 1945 de Guelma. Mémoire : d'ingénieur. Spécialité : biologie. Option : Biotechnologie végétale : 52p

**43. Stiti H, (2013) :** Evaluation de plusieurs combinaisons de traitements antiongiques sur une culture de blé dur «*Triticum durum Desf*» dans la région de Guelma Mémoire : Master. Spécialité : biologie. Option : phytopathologie phytopharmacies : 74p. Université :8 mais 1945 de Guelma.

**44. Sutton, J.C., (1990).** Maladies des feuilles du blé d'automne. Université de Guelph; L.A. Hunt .fiche technique .Imprimeur de la Rein pour l'Ontario

**45. Shipton, W.A., Boyd, W.R.J., Rosielle, A.A.et Shearer, B.I, (1971):** The common Septoria diseases of wheat. *Bot. Rev.*, 37(2) : 231-262.

**46 Weise, M.V., (1977):** Compendium of wheat diseases. St Paul, Minn: *Am. Phytopathol. Soc.* 42-45.

**47. Youbi, M., (2005).**effet de deux fongicides ARTEA et PUNCH nouvellement introduits en Algérie sur la physiologie et le métabolisme respiratoire du blé dur (*Triticum durum Desf.* Université d'Annaba. Thèse de magistère. Option : biologie végétal : 64 p.

## Sites Internet :

### [1] Morphologie de blé dur:

<http://environnement.ecole.free.fr/2bgal/img/Botanique/Image%20%2852%29%20-%20Blé%20-%20Plant,%20epi,%20epillet,%20fleur,%20diagramme,%20grains.jpg>

(consulter le: 22/04/2015)

### [3] Les phases de cycle végétal du blé:

[http://www.unctad.info/upload/Infocomm/Images/wheat/FR\\_Ble-stades-developpement.gif](http://www.unctad.info/upload/Infocomm/Images/wheat/FR_Ble-stades-developpement.gif) (Consulter le: 22/04/2015)

### [4] Agent

causal

Septoriatritici

[http://www.agro.basf.fr/agroportal/fr/fr/cultures/les\\_cereales/la\\_protection\\_phyto\\_du\\_ble/les\\_maladies\\_ravageurs\\_et\\_adventices/les\\_maladies/Oidium\\_1.html](http://www.agro.basf.fr/agroportal/fr/fr/cultures/les_cereales/la_protection_phyto_du_ble/les_maladies_ravageurs_et_adventices/les_maladies/Oidium_1.html)

### [5] Feuille de blé infectée par la septoriose (*S tritici*):

[http://www.agro.basf.fr/agroportal/fr/media/productcatalogue/pests/septoriose-septoria-tritici-ble\\_2.jpg](http://www.agro.basf.fr/agroportal/fr/media/productcatalogue/pests/septoriose-septoria-tritici-ble_2.jpg) (Consulter le: 25/05/2015).

### [6] Feuille de blé infectée par la septoriose (*S. nodorum*):

<http://www.google.fr/url?source=imglending&ct=img&q=http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/9c/Septoria-tritici.jpg/280px-Septoria-tritici.jpg&sa=X&ei=SB9vVZvbI4jSU5WwgNgD&ved=0CAkQ8wc&usg=AFQjCNH8Urc1kIAaHitOJapz62tp4X7OjQ> (Consulter le: 25/05/2015).

### [7] Cycle biologique des septorioses du blé:

[http://www.google.fr/url?source=imglending&ct=img&q=http://www.agro.basf.fr/agroportal/fr/media/migrated/fr/images\\_2/530x350/maladies\\_6/SEPTORIOSE\\_BRULURE\\_DES\\_SEMIS\\_schema\\_picture\\_530x350px.jpg&sa=X&ei=yClvVcWtBImv7AbYpwI&ved=0CAkQ8wc&usg=AFQjCNEkznYseYIdm6XWWtnvTbqI42pTDw](http://www.google.fr/url?source=imglending&ct=img&q=http://www.agro.basf.fr/agroportal/fr/media/migrated/fr/images_2/530x350/maladies_6/SEPTORIOSE_BRULURE_DES_SEMIS_schema_picture_530x350px.jpg&sa=X&ei=yClvVcWtBImv7AbYpwI&ved=0CAkQ8wc&usg=AFQjCNEkznYseYIdm6XWWtnvTbqI42pTDw) (Consulter le: 25/05/2015).

### [8] Symptômes de la rouille brune due à *Pucciniatriticina*:

<http://www.google.fr/url?source=imglending&ct=img&q=http://presse.basf-agro.fr/galerie/images/cereales/2013/septoriose-rouille-brune-sur-ble->

[1.jpg&sa=X&ei=a59wVeyUH8L6UIq7gMgN&ved=0CAkQ8wc&usg=AFQjCNGLcxB-N89M-LJukanT1kB9d6W4WA](#) (Consulter le: 25/05/2015).

[9] Feuille de blé infectée par la rouille jaune *Puccinia striiformis*:

<http://www.google.fr/url?source=imglanding&ct=img&q=http://www3.syngenta.com/country/fr/SiteCollectionImages/Parasites/Datapro/rouille-jaune-2.jpg&sa=X&ei=C6BwVayKCYetU6GNg8AE&ved=0CAkQ8wc&usg=AFQjCNG4oJQVrKeJYR5hIyDOnG7UsFJnhQ> (Consulter le: 25/05/2015)

[10] Tige du blé infectée par la rouille noire *Puccinia graminis*f.sp.*tritici* :

[http://www.google.fr/url?source=imglanding&ct=img&q=http://www.consostatic.com/wp-content/uploads/2011/06/ug99-pathogene-ble.jpg&sa=X&ei=fKBwVa\\_hFYG2UKKLgLAD&ved=0CAkQ8wc&usg=AFQjCNE-zmQFShXurSLGTDHQZekrHvG8CQ](http://www.google.fr/url?source=imglanding&ct=img&q=http://www.consostatic.com/wp-content/uploads/2011/06/ug99-pathogene-ble.jpg&sa=X&ei=fKBwVa_hFYG2UKKLgLAD&ved=0CAkQ8wc&usg=AFQjCNE-zmQFShXurSLGTDHQZekrHvG8CQ) (Consulter le: 25/05/2015).

[11] oïdium sur épi et feuille de blé:

<http://www.google.fr/url?source=imglanding&ct=img&q=http://www.agroforever.com/wp-content/uploads/2014/08/maladies-du-ble.jpg&sa=X&ei=76BwVfi-CYGtU5OmgdAC&ved=0CAkQ8wc4EQ&usg=AFQjCNFSfBTyQvdeA4VodjVa3oxJkDw5A> (Consulter le: 25/05/2015).

[12] Feuille du blé infectée par la tache auréolée-*Pyrenophora tritici-repentis*:

[http://www.dirceugassen.com/images/fotos/sgrd/drechslera%20tritici-repentis\\_04.jpg](http://www.dirceugassen.com/images/fotos/sgrd/drechslera%20tritici-repentis_04.jpg).  
(Consulter le: 25/05/2015).

[13] charbon nu du blé *Ustilago tritici*:

<http://pim.bayercropscience.ch/pathogen.image?image=728&folder=784x784&type=pathogen&lang=de&subFolder=272> (Consulter le: 25/05/2015).

[14] épi du blé carié:

[http://www.google.fr/url?source=imglanding&ct=img&q=http://www.bayer-agri.fr/fileadmin/\\_migrated/pics/carie-epi-ble.jpg&sa=X&ei=7aJwVaXmHoP2UqH7gKAI&ved=0CAkQ8wc&usg=AFQjCNGvgFLKS Db7Pi8VWdrXapDb3h0kmQ](http://www.google.fr/url?source=imglanding&ct=img&q=http://www.bayer-agri.fr/fileadmin/_migrated/pics/carie-epi-ble.jpg&sa=X&ei=7aJwVaXmHoP2UqH7gKAI&ved=0CAkQ8wc&usg=AFQjCNGvgFLKS Db7Pi8VWdrXapDb3h0kmQ) (Consulter le: 25/05/2015).

[15] : le site de la parcelle d'essai Google Maps

## Annexe 01

Nombre de plants par m<sup>2</sup> :

Nombre de plants par mètre carré :

Tableau 01: Nombre de plants par mètre carré pour les différents traitements .

Traitements	T0 (Témoin)	T <sub>1</sub> (Falcon +Falcon)	T <sub>2</sub> (Prosaro+ Prosaro)	T <sub>3</sub> (Opus+ Opus)	T <sub>4</sub> (Falcon+ Prosaro)	T <sub>5</sub> (Falcon +Opus)
X ± Ω	186,25 ± 60,884453	218,25± 79,818022	173,5 ± 38,205584	209,75± 29,803523	195± 106,69271	191,75± 106,7938

**ANOVA à un facteur contrôlé : Nombre des plante /m2 en fonction de  
Traitement**

### Analyse de variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur de p.....N.S
Traitement	5	5216	1043	0,18	0,967
Erreur	18	105642	5869		
Total	23	110859			

### Comparaisons deux à deux de Fisher

Informations de groupement avec la méthode de la plus petite différence significative (LSD)  
de Fisher et un niveau de confiance de 95 %

Traitement	N	Moyenne	Groupement
1	4	218,3	A
3	4	209,8	A
4	4	195,0	A
5	4	191,8	A
0	4	186,3	A
2	4	173,5	A

Les moyennes ne partageant aucune lettre sont significativement différentes.

## Annexe 02

### Nombre de talles par plante:

Tableau 02 : Nombre des talles par plante pour les différents traitements fongicides.

Traitements	T0 (Témoin)	T1 (Falcon+ Falcon)	T2 (Prosaro+ Prosaro)	T3 (Opus+Opus)	T4 (Falcon+Prosaro)	T5 (Falcon+ Opus)
$\bar{X} \pm \square$	2,75 $\pm$ 0,5	3,75 $\pm$ 0,957	3,5 $\pm$ 0,577	3,25 $\pm$ 0,957	3,5 $\pm$ 1	3,5 $\pm$ 0,577

### ANOVA à un facteur contrôlé : Nombre des talles/plante en fonction de traitement

#### Analyse de variance

Source	DL	SomCar ajust	Valeur CM ajust	Valeur F	de p	N.S.
Traitement	5	2,375	0,4750	0,76	0,590	
Erreur	18	11,250	0,6250			
Total	23	13,625				

#### Comparaisons deux à deux de Fisher

Informations de groupement avec la méthode de la plus petite différence significative (LSD)  
De Fisher et un niveau de confiance de 95 %

Traitement	N	Moyenne	Groupement
1	4	3,750	A
5	4	3,500	A
4	4	3,500	A
2	4	3,500	A
3	4	3,250	A
0	4	2,750	A

Les moyennes ne partageant aucune lettre sont significativement différentes.

+++

## Annexe 03

### Nombre d'épis par mètre carré :

**Tableau 03: Nombre d'épis par m<sup>2</sup> pour les différents traitements fongicides.**

Traitements	T0 (Témoin)	T1 (Falcon+ Falcon)	T2 (Prosaro+ Prosaro)	T3 (Opus+ Opus)	T4 (Falcon+Prosaro)	T5 (Falcon+Opus)
$\bar{X} \pm \square$	243,5 ± 84,279	232,75 ± 26,88	255,5 ± 37,819	285,25 ± 59,974	274 ± 97,795	281 ± 90,818

### ANOVA à un facteur contrôlé : Nombre des épis/m<sup>2</sup> : en fonction de Traitements

#### Analyse de variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur de p.....	N S
Traitements	5	9143	1829	0,36	0,870	
Erreur	18	91964	5109			
Total	23	101106				

#### Comparaisons deux à deux de Fisher

Informations de groupement avec la méthode de la plus petite différence significative (LSD) de Fisher et un niveau de confiance de 95 %

Traitements	N	Moyenne	Groupement
3	4	285,3	A
5	4	281,0	A
4	4	274,0	A
2	4	255,5	A
0	4	243,5	A
1	4	232,8	A

Les moyennes ne partageant aucune lettre sont significativement différentes.

## Annexe 04

### La hauteur des plantes(Cm):

**Tableau 04: Hauteur des plantes pour les différents traitements fongicides.**

Traitement s	T0 (Témoin)	T <sub>1</sub> (Falcon (Falcon+Falcon))	T <sub>2</sub> (Prosaro+Prosaro)	T <sub>3</sub> (Opus+Opus)	T <sub>4</sub> (Falcon+Prosaro)	T <sub>5</sub> (Falcon+Opus)
X ± Ω	70+ 2,943920 3	72,5+ 2,081666	73,25+ 1,258305 7	73,25+ 2,2173558	73,75+ 4,272001 9	72,5+ 1,732050 8

### ANOVA à un facteur contrôlé : La hauteur des épis en fonction de Traitement

#### Analyse de variance

Source	DL	SomCar ajust	Valeur CM ajust	Valeur F	de p.....N S
Traitement	5	35,71	7,142	1,05	0,419
Erreur	18	122,25	6,792		
Total	23	157,96			

#### Comparaisons deux à deux de Fisher

Informations de groupement avec la méthode de la plus petite différence significative (LSD) de Fisher et un niveau de confiance de 95 %

Traitement	N	Moyenne	Groupement
4	4	73,75	A
3	4	73,25	A
2	4	73,250	A
5	4	72,500	A
1	4	72,50	A
0	4	70,00	A

Les moyennes ne partageant aucune lettre sont significativement différentes.

## Annexe 05

### Nombre d'épillets par épi :

**Tableau 05 : Nombre d'épillets par épi pour les différents traitements fongicides.**

Traitements	T0 (Témoin)	T1 (Falcon+ Falcon)	T2 (Prosaro+ Prosaro)	T3 (Opus+ Opus)	T4 (Falcon+Prosaro)	T5 (Falcon+Opus)
$\bar{X} \pm \square$	16,75 ± 1,707	16,25 ± 2,986	16,25 ± 1,5	16,25 ± 2,629	15,5 ± 2,380	14,75 ± 2,872

### ANOVA à un facteur contrôlé : Nombre des épillets/épis en fonction de traitement

#### Analyse de variance

Source	DL	SomCar ajust	Valeur CM ajust	Valeur F	de p.....N S
traitement	5	10,21	2,042	0,35	0,875
Erreur	18	104,75	5,819		
Total	23	114,96			

#### Comparaisons deux à deux de Fisher

Informations de groupement avec la méthode de la plus petite différence significative (LSD) de Fisher et un niveau de confiance de 95 %

Traitement	N	Moyenne	Groupement
0	4	16,750	A
3	4	16,25	A
2	4	16,250	A
1	4	16,25	A
4	4	15,50	A
5	4	14,75	A

Les moyennes ne partageant aucune lettre sont significativement différentes.

## Annexe 06

### Nombre de grains par épi:

Tableau 06 : Nombre de grains par épi pour les différents traitements fongicides.

Traitements	T0 (Témoin)	T1 (Falcon+Falcon)	T2 (Prosaro+ Prosaro)	T3 (Opus+Opus)	T4 (Falcon+ Prosaro)	T5 (Falcon+ Opus)
$\bar{X} \pm \square$	29,5 ± 2,081	29,25 ± 2,362	30,75 ± 2,061	31,25 ± 0,5	33,5 ± 1,732	31 ± 0

### ANOVA à un facteur contrôlé : Nombre de grains/épis en fonction de traitement

#### Analyse de variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur de p.....	N	S
traitement	5	45,71	9,142	1,45	0,254		
Erreur	18	113,25	6,292				
Total	23	158,96					

#### Comparaisons deux à deux de Fisher

Informations de groupement avec la méthode de la plus petite différence significative (LSD) de Fisher et un niveau de confiance de 95 %

traitement	N	Moyenne	Groupement
4	4	33,500	A
0	4	31,00	A B
2	4	30,75	A B
3	4	30,00	A B
5	4	29,75	B
1	4	29,25	B

Les moyennes ne partageant aucune lettre sont significativement différentes

## Annexe 07

### Poids de 1000 grains (g):

**Tableau 07 : Poids de mille (1000) grains pour les différents traitements fongicides (g).**

Traitements	T0 (Témoin)	T1 (Falcon+ Falcon)	T2 (Prosaro+Prosaro)	T3 (Opus+ Opus)	T4 (Falcon+ Prosaro)	T5 (Falcon+Opus)
$\bar{X} \pm \square$	42 ± 1,825	44,5 ± 1,290	49,25 ± 0,957	48 ± 1,825	45,5 ± 1,290	47,75 ± 0,957

### ANOVA à un facteur contrôlé : Poids de 1000 graines en fonction de Traitements

#### Analyse de variance

Source	SomCar	Valeur	F	de p.....S très hautement
Traitements	5 143,83	28,767	14,59	0,000
Erreur	18 35,50	1,972		
Total	23 179,33			

#### Comparaisons deux à deux de Fisher

Informations de groupement avec la méthode de la plus petite différence significative (LSD) de Fisher et un niveau de confiance de 95 %

Traitements	N	Moyenne	Groupement
2	4	49,250	A
3	4	48,000	A
5	4	47,750	A
4	4	45,500	B
1	4	44,500	B
0	4	42,000	C

Les moyennes ne partageant aucune lettre sont significativement différentes

## Annexe 08

### Rendement par hectare :

**Tableau 08 : Rendement par hectare pour les différents traitements fongicides.**

Traitements	T0 (Témoin)	T1 (Falcon+Falcon)	T2 (Prosaro+ Prosaro)	T3 (Opus+ Opus)	T4 (Falcon+ Prosaro)	T5 (Falcon+Opus)
$\bar{X} \pm \square$	30,887 ± 9,136	34,631 ± 9,288	38,959 ± 8,250	39,455 ± 6,177	38,717 ± 13,221	40,532 ± 14,762

### ANOVA à un facteur contrôlé : Rendement en grain (q/ha) en fonction de Traitements

Analyse de variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur de p.....N S
Traitements	5	272,1	54,43	0,49	0,781
Erreur	18	2006,2	111,45		
Total	23	2278,3			

### Comparaisons deux à deux de Fisher

Informations de groupement avec la méthode de la plus petite différence significative (LSD) De Fisher et un niveau de confiance de 95 %

Traitements	N	Moyenne	Groupement
5	4	40,53	A
3	4	39,46	A
2	4	38,96	A
4	4	38,72	A
1	4	34,63	A
0	4	30,89	A

Les moyennes ne partageant aucune lettre sont significativement différentes