



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج

Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

قسم العلوم الفلاحية

Département des Sciences Agronomiques



# Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine des Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences agronomiques

Spécialité : Protection des végétaux

**Effet du biostimulant Eurofit Max sur la tolérance du blé dur (variété Bousselam) aux stress biotiques (maladies fongiques) sous condition semi-aride.**

Présenté par :

**AMOUR Nouha  
BENNIA Anfal**

Soutenu le 4 juillet 2022, Devant le jury :

	Nom & prénom	Grade	Affiliation / Institution
<b>Président :</b>	M. TIAIBA Mohammed	MCB	Faculté SNV-STU, Univ. de B.B.A.
<b>Encadrant :</b>	M. OULD KIAR Redha	MCB	Faculté SNV-STU, Univ. de B.B.A.
<b>Co-encadrant :</b>	M. MOUTASSEM Dahou	MCA	Faculté SNV-STU, Univ. de B.B.A.
<b>Examineur :</b>	M. FORTAS Bilal	MAA	Faculté SNV-STU, Univ. de B.B.A.
<b>Invité :</b>	M. RAGOUB Abdelbasset		TIMAC AGRO Algérie

Année universitaire : 2021/2022

# Tables de matières

Dédicaces

Remerciements

Listes des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

## INTRODUCTION

### PARTIE I : MATERIEL ET METHODES

#### Chapitre I: Etude phytotechnique

I .1. Présentation du site expérimental.....	04
I .2. Conditions climatiques .....	05
I .3. Conditions édaphiques .....	06
I .4. Protocole expérimental .....	07
I .5. Itinéraires techniques appliqués .....	07
I .6. Application du biostimulant.....	08
I .7. Méthodologie de prélèvement et mesures effectuées .....	08
I.8. Paramètres morfo physiologiques .....	08
I.8.1. Surface foliaire ( <i>SF</i> ) .....	08
I.8.2. Hauteur des plantes ( <i>HP</i> ) .....	09
I.8.3. Diamètre de la tige ( <i>DT</i> ) et du col de l'épi ( <i>DC</i> ).....	09
I.8.4. Longueur de l'épi( <i>LongEpi</i> ) .....	09
I.8.5. Nombre d'épis par mètre carré ( <i>NbEpis</i> ) .....	09
I .8.6. Nombre total d'épillets par épi ( <i>NbEpill</i> ) .....	09
I.8.7. Nombre de grains par épi ( <i>NbGr</i> ) .....	09
I.8.8. Poids de mille grains ( <i>PMG</i> ) .....	09
.....	09
I.8.9. Rendement théorique .....	10
I.8.10. Rendement réel .....	10
9. Paramètres physiologique sur la température de la couverture végétale.....	10
10. Analyses des corrélations .....	10
11. Traitement des données .....	10

#### Chapitre II: Etude phytosanitaire

1. Evaluation de l'effet des traitements sur les maladies des céréales.....	11
1.1.Inoculum.....	11
1.2.1. Prospections.....	11
1.2.2. Isolement, Purification et identification des pathogènes.....	13
1.2.2.1. Prélèvements des échantillons et méthodes d'isolement.....	13
1.2.2.1. Identification morphologique et pathogénique des isolats obtenus.....	13

### PARTIE 2 : RESULTATES ET DISCUSSION

1. Analyse descriptive des données.....	14
2. Paramètres agro-morphologique.....	14
2.1. Longueur épi ( <i>Long Epi</i> ).....	14
2.2. Hauteur finale ( <i>Haut F</i> ).....	16
2.3. Nombre de grains par épi( <i>NbGr</i> ) .....	17
2.4. Longueur d'entre-nœud ( <i>Long Nd</i> ).....	18
2.5. Diamètre du col de l'épis ( <i>Diam Col</i> ).....	18
2.6. Nombre d'épillets par épi( <i>NbEpill</i> ).....	19
2.7. Poids de mille grains ( <i>PMG</i> ) .....	20
2.8. Rendement théorique .....	20
2.9. Rendement réel.....	21
3. Corrélations.....	22
4. Présentation des maladies.....	23
4.1. Symptômes de l'oïdium.....	23
4.2. Evaluation de la maladie.....	24
4.2.1. Symptômes de la fusariose.....	24
4.3. Evaluation de la maladie.....	26
4.3.1. Symptômes de piétin échaudages.....	26
5. Résultats des isollements effectué sur les plantules malade.....	29

### **Conclusion**

### **Liste des références bibliographique**

### **Résumé**

### **Annexes**

## Liste des figures

<b>Figure 1.</b> Localisation des sites expérimentaux.....	<b>04</b>
<b>Figure 2.</b> Diagramme ombro-thermique .....	<b>05</b>
<b>Figure 3.</b> Aperçu du dispositif expérimental .....	<b>07</b>
<b>Figure 4.</b> Exemples des clés d'évaluation pour estimer la sévérité de la maladie .....	<b>12</b>
<b>Figure 5.</b> Diagramme des moyennes de la longueur de l'épi.....	<b>15</b>
<b>Figure 6.</b> Diagramme des moyennes de la hauteur finale des plantes .....	<b>16</b>
<b>Figure 7.</b> Diagramme des moyennes du nombre de grains par épi .....	<b>17</b>
<b>Figure 8.</b> Diagramme des moyennes de la longueur d'enre-nœud .....	<b>18</b>
<b>Figure 9.</b> Diagramme des moyennes du diamètre du col de l'épi .....	<b>19</b>
<b>Figure 10.</b> Diagramme des moyennes d'épillets par épi .....	<b>20</b>
<b>Figure11.</b> Symptômes de l'oïdium sur les plantules de blé traitées apparemment très sévère.....	<b>23</b>
<b>Figure12.</b> Résultats de l'évaluation de la maladie de l'oidium.....	<b>24</b>
<b>Figure13.</b> Symptômes de la fusariose de l'épi observés sur les plantules de blé témoin et traitées.	<b>26</b>
<b>Figure14.</b> Résultats de l'évaluation de la maladie d la fusariose de l'épi .....	<b>26</b>
<b>Figure15.</b> Symptômes de piétin échaudage sur les plantules de blé traitées et non traité.....	<b>28</b>
<b>Figure16.</b> Résultats de l'évaluation de la maladie d la fusariose de l'épi .....	<b>28</b>

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1.</b> Répartition mensuelle des pluies de la période de 1990 à 2019.....	<b>04</b>
<b>Tableau 2.</b> Moyennes des précipitations mensuelles et des températures durant la campagne 2021/2022.....	<b>05</b>
<b>Tableau 3.</b> Résultats physico-chimiques des analyses du sol de la couche arable.....	<b>06</b>
<b>Tableau 4.</b> Pratique culturale appliqué sur les deux sites.....	<b>08</b>
<b>Tableau 5.</b> Composition chimique de l'Eurofit Max.....	<b>08</b>
<b>Tableau 6.</b> Analyse descriptive des données agro-morphologiques de notre étude.....	<b>10</b>

## Liste des abréviations

**ANOVA** : Analysis de la variance  
**CE** : Conductivité électrique  
**CV** : Coefficient de variation  
**DDL** : Degré de liberté  
**DiamCol** : Diamètre du col de l'épi  
**DS** : Dose de semis  
**ET** : Ecart type  
**F** : Test de Fisher  
**FAO** : Food and Agricultural Organisation  
**HautF** : Hauteur finale de la plante  
**ITGC** : Institut technique des grandes cultures  
**LongEp** : Longueur de l'épi  
**Meq** : Milliéquivalents  
**MO** : Matière organique  
**Moy** : Moyenne  
**NbEpiM<sup>2</sup>** : Nombre d'épis par mètre carré  
**NGE** : Nombre de grains par épi  
**NGM** : Nombre de grains par mètre carré  
**NS** : Non significative  
**NTE** : Nombre total des épillets  
**ONM** : Office national de la météorologie  
**P** : Phosphore  
**pH** : Potentiel Hydrogène  
**PMG** : Poids de mille grains  
**Ppm** : Partie par million  
**PROBA** : Probabilité  
**r** : Coefficient de corrélation  
**Rdt** : Rendement  
**RdtR** : Rendement réel  
**RT** : Rendement calculé (théorique)  
**S** : Significative  
**SCE** : Sommes carrés des écarts  
**SF** : Surface foliaire  
**TCV** : Température du couvert végétale

## *Remerciements*

Tout d'abord, louange à « ALLAH » qui, nous a donné la force, la santé, la patience, les moyens et l'aide afin que nous puissions accomplir ce modeste travail. "El Hamd Wa Chokr Li ALLAH"

Nous remercions les membres de jury **M. TIAIBA Mohammed** et **M. FORTAS Bilal** qui ont bien voulu accepter, lourde et exaltante responsabilité à l'évaluation de ce modeste travail.

Avec beaucoup de gratitude et de reconnaissance, nous adressons nos remerciements les plus sincères à Mr **Ould kiar Redha** de nous avoir encadré et pour sa patience, son implication personnelle, mais aussi pour la liberté d'action qu'il nous a laissé.

Nos vifs remerciements vont également à Mr **DAHOU Moutassem** d'avoir bien voulu nous Co encadrer et pour sa disponibilité et tout le temps qu'il nous a consacré malgré ses nombreuses occupations, son soutien qui le caractérisent, à Mr **RAGOUB Abdelbasset** pour son aide précieuse, ces critiques et ces conseils, et à Mr **LABACHI Bachir** Qu'il trouve ici l'expression de toute notre reconnaissance, de notre profonde admiration et de notre respectueuse considération.

Mr **Mouhamed Belagguoun** le propriétaire de **Djenen lkhir** qui nous accompagné au long de notre mémoire merci pour votre soutien, et sans oublier **Madjda** .

Nous tenons à remercier également toute l'équipe pédagogique, les professeurs de l'université de Mohammed el Bachir el Ibrahim et tous les intervenants professionnels responsables de notre formation

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribué à notre succès et qui nous ont aidé avant et lors de la rédaction de ce mémoire, nos collègues et nos amis.

Enfin, à tous ceux dont le nom nous échappe à cet instant et que nous regrettons de n'avoir pas cité, tous nos remerciements.

# *Dédicace*

Je remercie dieu de m'avoir donné le courage pour accomplir ce modeste travail  
que je dédie :

A mes très chers parents qui sont la bougie qui illumine ma vie **Tahar** et **Rebeh**  
pour leur soutien et encouragement qui m'ont prodigué tout au long de ma  
scolarité et mon parcours universitaire.

A mes chères sœurs : **Asma, Imen, Ihssen, Hadjer**, source d'amour.

A mes loulous : **Thaoueb, Anes, Moudjib, Mounib, Djinan, Razan, Layan**.

A toute ma grande famille, source d'espoir et de motivation.

A celles qui je considère comme sœur : **Amel, Djihad, Ichrek, Chiraz, Dounia**,  
source de joie et de bonheur.

A mes chères copin(e)s : **Samira, Khadidja, Saphir, Aimen, Chaima, Oussama**,  
source d'espoir qui m'ont toujours poussé et motivé dans mes études.

A ma chère binôme **Nouha** au bon moment que nous avons passé et à toute sa  
famille.

A tous mes collègues de spécialité protection des végétaux et amélioration des  
plantes.

Anfel

# *Dédicace*

Avec l'aide d'Allah le tout puissant, j'ai pu achever ce travail que Je dédie à :  
Mes chers parents (**Meriem, Zouhir**), que nulle dédicace ne peut exprimer mes Sincères  
sentiments, pour leur patience illimitée, leur  
Encouragement contenu, leur aide, en témoignage de mon profond amour et respect

Pour ses grands sacrifices.

Ma grande mère **Djamila**

Mes chers sœurs (**Iman, Hadjer**) pour leur grand  
Amour et leur soutien qu'ils trouvent ici l'expression de ma haute gratitude.

Mes chers frères (**Abed samed, Mohamed**) qui sans leur encouragement ce  
Travail

Mes princesses (**Balkis, Sidra, Arwa**)

A ma chère binôme **Anfel** au bon moment que nous avons passé ensemble, et à toute sa  
famille.

Mes amies (**Akila, Bisma, Houda, Khdidja, Meriem, Nadjat, Rima, Rofia, Samira,**  
**Foufa**).

Et à toute ma famille **AMOUR & BAHMED** et à tous ceux que j'aime.

A mon deuxième père **Moutassem Dahou**

A tous mes collègues de spécialité protection des végétaux et amélioration des plantes.

A mes collègues **Aymen.A, Aymen.B, Saphir, Oussama, Youness,**

**Nouha**

# *Introduction*

## **Introduction**

Le blé est un terme générique qui désigne plusieurs céréales appartenant au genre *Triticum*. Ce sont des plantes annuelles de la famille des graminées, cultivées dans de très nombreux pays. Le blé fait partie des trois grandes céréales avec le maïs et le riz. Deux espèces de blé (blé dur et blé tendre) ont une importance économique réelle à l'heure actuelle. Le blé dur (*Triticum durum*) est à la base de la fabrication des semoules ainsi que des pâtes alimentaires (Somai, 2015).

Selon un rapport diffusé par la FAO en 2012, l'agriculture mondiale doit relever plusieurs défis : augmenter la production alimentaire de 70% pour nourrir 2,3 milliards de personnes d'ici 2050, intensifier la lutte contre la pauvreté et la faim, utiliser plus efficacement les ressources naturelles en vue de mieux s'adapter avec le changement climatique. La production céréalière annuelle devra s'accroître de près d'un milliard de tonnes pour répondre à la demande pour l'alimentation humaine et animale mondiale. Néanmoins, la production du blé peut être limitée par des contraintes biotiques et abiotiques.

Les céréales d'hiver en Algérie se concentrent sur des zones diverses. Suite à des contraintes écologiques sévères, les rendements restent relativement bas par rapport aux potentialités de ces milieux, il y a lieu par conséquent de mettre en œuvre des procédés d'intensification de la production agricole sur des zones potentielles pour améliorer les rendements. Généralement nos sols sont pauvres en éléments nutritifs, la fertilisation raisonnée reste à l'heure actuelle le moyen le plus efficace pour l'obtention d'une productivité optimale (Mihoub, 2008).

Dans l'agriculture, avec les fongicides, les herbicides et les insecticides, divers produits considérés comme des stimulants pour la croissance des plantes. Dans les cultures céréalières modernes, les technologies de culture devient de plus en plus important par l'utilisation des bio-stimulateurs et des régulateurs de croissance. Ce groupe relativement nouveau de produits est utilisé pour maximiser le rendement et la qualité des cultures (Du Jardin, 2015).

Laurent *et al.* (2020) ont défini les biostimulants comme « un produit formulé d'origine biologique qui améliore la productivité des plantes en raison des propriétés nouvelles ou émergentes du complexe de constituants. Les biostimulants sont capable d'augmenter

l'efficacité d'utilisation des nutriments des plantes et la tolérance aux stress abiotiques et biotiques.

Ces produits sont également sûrs pour l'environnement et contribuent à des productions agricoles durables et à forte production. Un type de biostimulants sont des préparations à base d'acides aminés (**Nardi et al., 2016**). Les acides aminés pour la production de biostimulants sont obtenus par synthèse chimique, protéines végétales (p. ex., algues, maïs et soja), ainsi que des protéines animales par des produits chimiques ou hydrolysable (**Ragoub et Aissi, 2020**).

Selon **Bendif (1994)** et **Sayoud et al. (1999)**, les principales maladies du blé sont : la septoriose (*Septoria tritici*), les rouilles (la rouille brune : *Puccinia triticina*, la rouille noire : (*Puccinia graminis* f sp *tritici*) et l'helminthosporiose (*Helminthosporiose tritici-repentis*). Les deux principales méthodes de lutte contre les rouilles du blé sont la résistance variétale et la lutte chimique. La lutte contre la septoriose du blé repose sur l'utilisation des variétés résistantes, l'adoption de pratiques culturales appropriées et le recours éventuel aux fongicides (**Ragoub, 2013**).

Pour pouvoir maîtriser la maladie, l'utilisation des fongicides chimiques est le moyen le plus connu. En fait, nul ne peut nier que les pesticides, au sens large du terme, ont largement contribué à optimiser les ressources agricoles et ont résolu le problème d'attaques de pathogènes. Mais, il n'en reste pas moins vrai que de nombreux problèmes sensibilisent actuellement le secteur agricole. Ainsi, l'accumulation de résidus toxiques dans les différents organismes de la chaîne alimentaire et la résistance accrue de nombreux agents pathogènes aux doses couramment employées ; autant de difficultés qui ont favorisé l'émergence de nouvelles stratégies ayant pour objectifs principaux la fiabilité, l'efficacité et le respect de l'environnement. Parmi les approches offrant de grandes promesses d'avenir, il paraît clair de citer la lutte biologique (**Benhamou et Picard, 2000**). Plusieurs S. D. Ps abiotiques ont été testés sur blé et ont révélé une bonne efficacité pour contrôler différentes maladies telles que l'oïdium, la rouille et la septoriose (**Rémus-Borel et al., 2005**).

Les travaux effectués durant notre étude ont pour objectif principal d'évaluer l'efficacité des nouveaux Stimulateur de Défense des Plantes à protéger le blé contre les maladies, au niveau de la commune d'El-Hamadia, Wilaya de Bordj Bou Arreridj, afin d'apprécier leur

impact sur la tolérance et le rendement du blé d'hiver. D'analyser leur mode d'action sur une parcelle de blé dur, à savoir la variété Bousselam.

Ce travail est structuré en trois parties :

-La première partie est consacrée à une introduction mettant l'accent sur notre thème.

-La deuxième partie illustre le matériel et les méthodes utilisés ainsi que les objectifs recherchés par cette étude et qui sont :

-L'effet de l'application de biostimulant eurofit-max (engrais foliaire) sur la tolérance des céréales aux stress biotique (maladies fongiques)

Ainsi qu'une troisième partie qui montre les résultats obtenus dans les différentes expériences effectuées.

# *Partie 1*

## *Matériel et méthodes*

## Chapitre I. Etude phytotechnique

### I.1. Présentation du site expérimental

Notre essai a été réalisé au niveau de la commune d'El-Hamadia, Willaya de Bordj Bou Arreridj dans étage bioclimatique semi-aride, chez l'exploitation agricole LABACHI. Cette étude a été réalisée durant la campagne agricole 2021/2022. Les coordonnées du site choisi : altitude 856m, latitude 35°58'16''N et longitude 4°46'46''E (Figure 1).



Figure 1. Localisation du site expérimental.

### I.2. Conditions climatiques

La caractérisation du climat de la zone d'étude, a été réalisée sur la base des données météorologiques de la station d'O.N.M. Boumergued - Bordj Bou Arreridj.

#### I.2.1. Pluviométrie

Les précipitations mensuelles présentent des valeurs relativement appréciables dans la région de Bordj Bou Arreridj. La moyenne annuelle de la période 1990-2019 est de l'ordre de 342.41mm (Tableau 1).

Tableau 1. Répartition mensuelle des pluies de la période de 1990 à 2019.

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	Ao	S	O	N	D	Total
Pluie (mm)	36.56	28.53	31.74	39.41	25.54	9.56	15.24	15.14	43.81	29.23	32.11	35.53	342.41

(Source : Ragoub et Aissi, 2020)

La somme des précipitations enregistrées durant la campagne agricole 2021/2022 est de 331.9mm (Tableau 2). Les pluies ont été concentrées le plus durant les mois de Novembre et Avril (ONM, 2022).

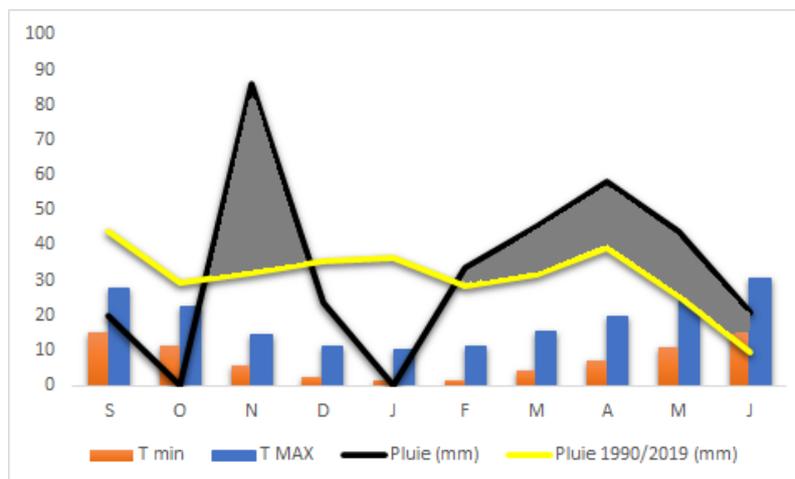
### I.2.2. Température

Les températures moyennes enregistrées durant la campagne (Tableau 2) varient de 4°C pour le mois de février comme le mois le plus froid et une moyenne mensuelle de 21.9°C pour le mois de septembre comme le mois le plus chaud de la campagne agricole 2021/2022.

**Tableau 2.** Moyennes des précipitations et des températures mensuelles durant la campagne 2021/2022 (ONM, 2022).

	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin
Précipitations (mm)	20	00	86	23.8	00	33.6	45.5	58	44	21
Moy Temp °C	21	16.6	9.9	6	5.4	6	9.6	13.2	17.4	22.8
Moy Temp Min °C	15.3	11.5	5.8	2.4	1.3	1.3	4.2	7.2	10.9	15.4
Moy Temp Max °C	27.5	22.4	14.7	11	10.3	11.2	15.5	19.5	24.2	30.3

Le diagramme cité ci-dessous (Figure 2) illustre la durée des périodes sèche et humide de la campagne agricole 2021/2022. Le diagramme ombro-thermique fait intervenir les pluies et les températures moyennes mensuelles. Pour la campagne étudiée le diagramme révèle 4 périodes : deux périodes sèches, et entre ces périodes s'intercale une grande phase humide qui s'étale de mi-janvier jusqu'au mois de juin.



**Figure 2.** Diagramme ombro-thermique

### I.3. Conditions édaphiques

L'analyse de la granulométrie a donné une texture limono-argilo-calcaire avec un taux satisfaisant en matière organique mais des valeurs élevées en calcaire, un pH alcalin et des valeurs élevées en phosphore et en oligo-éléments mais ces derniers sont bloqués par le pH alcalin (Tableau 3).

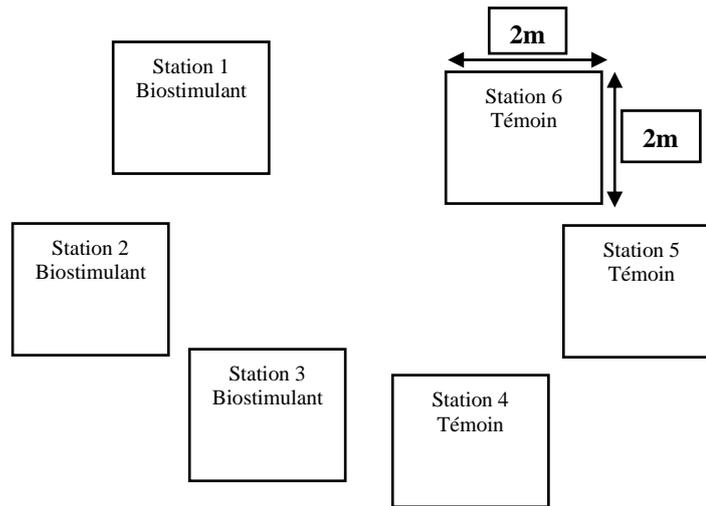
**Tableau 3.** Résultats physico-chimiques des analyses du sol de la couche arable chez l'exploitation agricole Labachi (Ragoub et Aissi, 2020).

		Caractéristiques du sol		Résultats d'analyse
<b>Caractères physiques du sol</b>	Texture			Limon Argileux Calcaire
	Matière organique	MO (%)		2.8
		C (%)		1.634
		C/N		8.6
	Calcaire	Calcaire total (%)		80.2
Calcaire active (%)		32.9		
<b>Caractères chimiques du sol</b>	Acidité - alcalinité	pH eau		8.6
		pH Kcl		8
	Capacité d'échange	CEC (meq/100 g)		16.5
<b>Éléments majeurs</b>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	JORET-HEBERT	895	
		OLSEN	263	
	K <sub>2</sub> O (ppm)		976	
	N totale (%)		0.19	
	MgO (ppm)		1491	
	Na <sub>2</sub> O (ppm)		232	
<b>Oligo-éléments</b>	Zn (ppm)		5.3	
	Mn (ppm)		10.1	
	Cu (ppm)		1.6	
	Fe (ppm)		10	
	B (ppm)		1.0	

Selon les résultats obtenus, le sol du site choisi est caractérisé par un taux élevé en calcaire (Baizize, 1988). Le pH du sol (pH eau) est légèrement alcalin. La conductivité électrique du sol est évaluée à 16.5 meq/100g, ce qui implique que notre sol n'est pas salin (Calvet et Viellemin, 1986). Quant au phosphore, le sol est riche en cet élément. Le taux de la matière organique est moyen. La teneur en azote du sol est très faible selon les normes citées par Calvet et Villemin (1986). Le rapport C/N supérieur à 8.6 est acceptable.

#### I.4. Protocole expérimental

Le dispositif expérimental adopté est la randomisation totale, avec un seul facteur (traitement biostimulant). Nous avons choisi des stations (trois stations pour le témoin et trois autres stations pour le traitement en biostimulant « Eurofit Max » dont le nombre de répétitions par chaque station est de 09 (Figure 3)). Les dimensions des stations choisies sont: 2m de longueur sur 2m de largeur, ce qui donne une surface de 4m<sup>2</sup>.



**Figure 3.** Aperçu du dispositif expérimental.

#### I.5. Itinéraire technique

Le labour du sol du site choisi a été effectué le mois de Septembre à l'aide d'une charrue à socs. Un recroisement doublé à l'aide du Cover-crop a été appliqué pour ameublir le sol. Un hersage est réalisé pour préparer le lit de semences. Un apport d'engrais de fond (MAP).

La préparation du sol doit permettre d'obtenir un lit de semences avec peu de grosses mottes pour s'assurer d'une bonne levée.

**Tableau 4.** Pratique culturale appliqué sur le site.

		<b>Opération</b>
<b>Précédent culturel</b>		Jachère travaillé.
<b>Travail du sol</b>	<b>Labour</b>	Labour à l'aide d'une charrue à disque d'une profondeur de 30 à 35cm effectué le 15/04/2021.
	<b>Recroisement</b>	Deux recroisements à l'aide du cover-crop.
	<b>Lit de semences</b>	Passage d'une herse à une profondeur de 3 à 5cm le 15/10/2021.
<b>Semis</b>		A été effectué le 03/11/2021 à une densité de 300 graines/m <sup>2</sup> .
<b>Fertilisation</b>	<b>Engrais de fond</b>	FOSFACTYL apporté au moment de la préparation du lit de semences à raison de 01 quintal par hectare.
	<b>Engrais de couverture</b>	A été apportée le 10/03/2022 sous forme d'Urée 46% avec une dose de 100 Kilogrammes par hectare au stade plein tallage.
	<b>Bioestimulants sur les parcelles traitées</b>	Eurofit Max a été apportée le 04/04/2022 au stade gonflement avec une dose de 05 litres par hectare.
<b>Désherbage</b>		Un désherbage chimique a été réalisé avec une matière active double action, effectué le 27/02/2022.
<b>Irrigation</b>		L'essai a été mené sous régime pluviale à irrigation d'appoint selon la nécessité.
<b>Récolte</b>		Mardi 14/06/2022.

## I.6. Application du bioestimulant

Le produit « Eurofit Max » a été appliqué sur le site à l'aide d'un pulvérisateur bien nettoyé. Le produit a été versé dans le bac moitié rempli d'eau, puis l'agitation et en fin l'ajustement et agitation jusqu'à la fin du traitement (Tableau 5, Annexe 1).

**Tableau 5.** Composition chimique de l'Eurofit Max.

<b>Nom commercial</b>	<b>Composition chimique</b>	<b>Dose/ha</b>	<b>Dilution</b>
Eurofit Max	N : 3%, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : 35%, Fe : 0.2%. Mn : 0.1%. Zn : 2.8 %.	2 à 5 L/ha	300 L d'eau/ha

## I.7. Méthodologie de prélèvement

Nous avons prélevé aléatoirement neuf répétitions dans chaque station.

## I.8. Paramètres agro-morphologique

### I.8.1. Longueur feuille (*LongF*), largeur feuille (*LargF*) et surface foliaire (*SF*)

La longueur et la largeur feuille ont été mesuré à l'aide d'une règle graduée. La surface foliaire exprimée en cm<sup>2</sup> est déduite par la formule :

$$\boxed{SF \text{ (cm}^2\text{)} = \text{Longueur} \times \text{Largeur} \times 0.704} \text{ (Spagnoletti-Zeuli et Qualset, 1990).}$$

**I.8.2. Hauteur finale plante (*HautF*)**

La hauteur finale plante a été déterminée par la mesure, à l'aide d'une règle graduée, de la distance à partir du collet (niveau du sol) jusqu'à l'extrémité supérieure de l'épi sans barbe.

**I.8.3. Diamètre de la tige (*DT*) et du col de l'épi (*DiamCol*)**

Le diamètre de la tige a été mesuré à 5cm environ en dessus du niveau du sol, entre les deux premiers nœuds. Le diamètre du col de l'épi a été mesuré à 1 cm en dessous de l'épi à l'aide d'un pied à coulisse électronique.

**I.8.4. Longueur de l'épi (*LongEp*)**

La longueur de l'épi a été déterminée sur les mêmes tiges. Elle est mesurée depuis la base de l'épi jusqu'à l'extrémité supérieure (les barbes ne sont pas mesurées).

**I.8.5. Nombre d'épis par mètre carré (*NbEpis*)**

Après délimitation d'un mètre carré à l'aide d'un carré en bois, nous avons tout simplement dénombré les épis dedans.

**I.8.6. Nombre total d'épillets par épi (*NbEpill*)**

Sur les 09 échantillons de chaque station ayant servi à déterminer les caractères morphologiques sur le site expérimental, nous avons évalué le nombre total des épillets par chaque épi.

**I.8.7. Nombre de grains par épi (*NbGr*)**

Il a été déterminé par le comptage du nombre de grains qui se trouvent au niveau de chaque épi sur 09 échantillons pour chaque station.

**I.8.8. Poids de mille grains (*PMG*)**

Après la récolte par la moissonneuse batteuse, des prélèvements ont été effectués sur des endroits traités par le biostimulant Eurofit Max et d'autres endroits non traités. Ces échantillons (d'environ 300 grammes) ont été utilisés pour estimer le poids de mille grains, ces grains ont été ensuite pesés avec une balance de précision.

### **I.8.9. Rendement théorique**

Le rendement théorique a été déduit par la formule suivante :

$$\text{RdtTh} = (\text{NbEp}/\text{M}^2 \times \text{NbGr}/\text{Ep} \times \text{PMG}) / 1000$$

### **I.8.10. Rendement réel**

La zone traitée par le biostimulant a été récolté par la moissonneuse batteuse en premier. Une estimation du rendement réel a été faite en se basant sur des calculs de la superficie traitée en fonction du rendement obtenu. Ensuite, d'autres passages par la moissonneuse batteuse ont été effectués pour récolter le reste de la parcelle tout en mesurant la superficie non traité (témoin) par le biostimulant.

## **9. Paramètre physiologique sur la température du couvert végétal**

Ce sont des mesures effectuées un appareil thermique semblable à celui du coronavirus, capable de mesurer la température sur le feuillage et la tige de la plante généralement le bon matin.

## **10. Analyses des corrélations**

Les corrélations phénotypiques entre les différentes variables sont calculées, selon la méthode décrite par Snedecor et Cochran (1981). Ces corrélations donnent une idée sur les caractères susceptibles d'être utilisés comme critères de sélection.

## **11. Traitement des données**

Nos données ont été analysées statistiquement par un programme statistique, STATISTICA version 8. Nous avons commencé le traitement des données par une analyse descriptive, ensuite l'analyse de la variance ANOVA à un facteur (traitement) suivie par le test POST-HOC de Tukey pour constituer des groupes homogènes à 5% comme seuil de signification.

Le logiciel Microsoft Office Excel a été utilisé pour réaliser des diagrammes représentatifs des résultats obtenus.

## Chapitre II. Etude phytosanitaire

### 1. Evaluation de l'effet du traitement sur les maladies de céréales

#### 1.1. Inoculum

Il s'agit d'une contamination naturelle basée sur l'inoculum présent dans le sol et comme il est apporté par des prospections effectuées l'année précédente que les deux parcelles désignées pour l'essai sont infectées par différentes maladies en particulier l'oïdium, la fusariose vasculaire et le piétine échaudage.

#### 1.2. Estimation des maladies et analyse des résultats

##### 1.2.1. Prospections

Lors des prospections, des observations ont été effectuées dans chaque parcelle visitée. Les symptômes des différentes maladies constatés dans le dernier stade de développement de la plante ont été décrits.

Cinq lignes de 4 m<sup>2</sup>, ont été choisies arbitrairement et les plantes de chaque parcelle ont été examinées pour leurs présentations de symptômes des maladies. Le taux d'incidence a été estimé à partir du rapport entre le nombre de plantes malades et le nombre total des plantes selon la formule suivante :

$$DI = \frac{NPM}{NTP} \times 100$$

Pour l'évaluation de la sévérité des symptômes provoqués par la maladie nous avons adoptés l'échelle de **Trapero-Casas et Jiménez-Díaz (1985)** pour la fusariose vasculaire et le : 0 : pas des symptômes ; 1 : Jaunissement au flétrissement du 1/3 de la plante ; 2 : Jaunissement au flétrissement du 2/3 de la plante ; 3 : Symptômes identiques affectant la plante entière et 4 : Plante morte.

L'un des plus utiles pour évaluer l'intensité (gravité et maladie verticale progression) des maladies foliaires (hors rouilles) du blé, du triticales et de l'orge est l'échelle de Saari-Prescott 0-9 (**Saari et Prescott, 1975**) (Figure 2.8).

Cependant, l'indice de la sévérité moyenne (*ISM*) a été calculé pour chaque parcelle à l'aide de l'équation suivante :  $ISM = \frac{\sum n_j \times x_i}{\sum n_j}$

Où  $n_j$  est le nombre de plantes caractérisées par l'indice  $i_j$  est  $i_j$  l'indice de gravité de la maladie attribuée aux plantes.

Pour le calcul de l'index de la sévérité DII, l'incidence I et la sévérité S sont utilisées selon la formule suivante :  $DII = \frac{(ISM \times DI)}{4}$

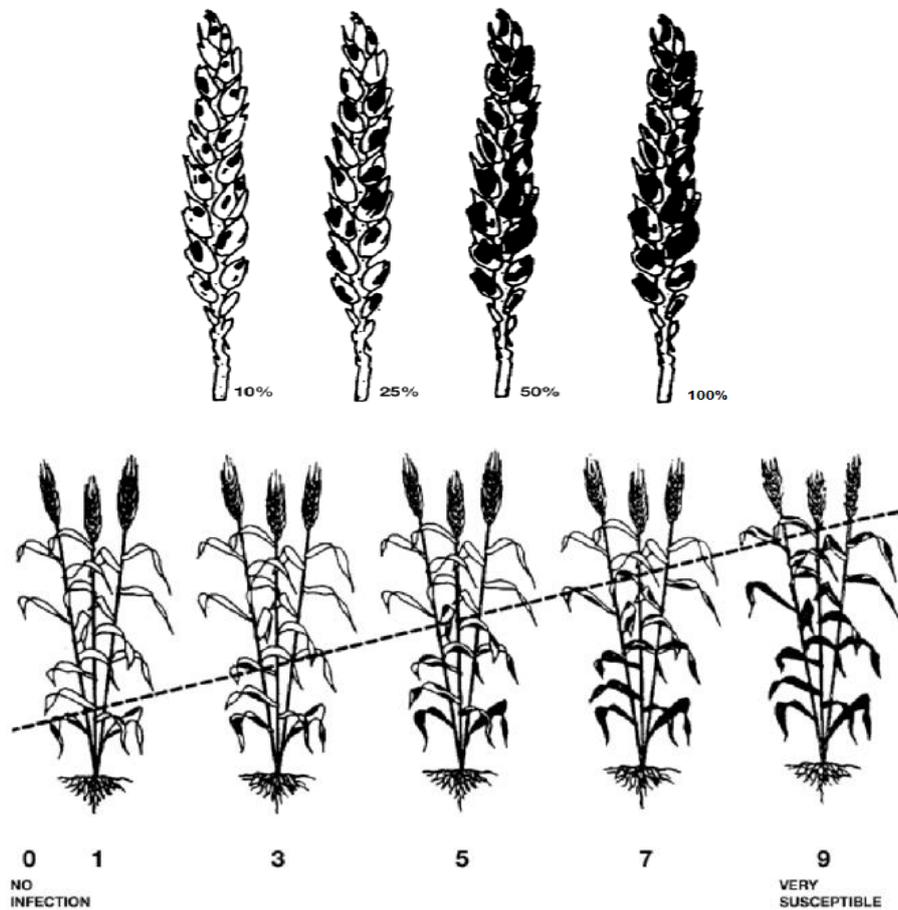


Figure 4 Exemples des clés d'évaluation pour estimer la sévérité de la maladie (James, 1971) (Fusariose et échaudage, B) Oïdium).

#### - Etablir la corrélation symptômes-rendement

Pour établir une corrélation entre la maladie et les dégâts occasionnés, une comparaison du poids des graines issues des plantes malades issues des parcelles traitées et avec des plantes issues des parcelles non traitées.

## 1.2.2. Isolement, purification et identification des pathogènes

### 1.2.2.1. Prélèvement des échantillons et méthode d'isolement

Au niveau de chaque parcelle visitée, après l'évaluation de l'incidence et la sévérité de la maladie, un prélèvement des échantillons à partir de chaque bloc a été effectué. Huit à dix plantes, prises au hasard, sont testées au laboratoire.

#### a. Isolement à partir de la tige

La méthode d'isolement utilisée est celle décrite par **Moutassem *et al*, (2018)**. L'isolement est réalisé à partir de la partie inférieure de la tige d'une plante qui présente les symptômes de flétrissement. Cette partie de la tige est découpée en 8 segments d'un cm de longueur. Ils sont, ensuite, placés dans une boîte de Pétri contenant le milieu PDA.

Les boîtes de Pétri contenant les organes a analysés sont incubées à 25°C pendant 3-15 jours. Après l'incubation, et selon le développement de champignons, une purification de champignons est effectuée. Des repiquages sont réalisés par le prélèvement des disques, puis l'emplacement de ces disques dans des boîtes de Pétri contenant un milieu de culture PDA. Ces boîtes sont incubées entre 22 et 25°C pendant 7 à 10 jours.

#### a. Isolement à partir de la tige

L'espèce *F. oxysporum* a été identifiée sur la base de l'observation microscopique et avec l'utilisation de deux clés d'identification : **Messiaen et Cassini, (1968)** et **Joffe, (1973)**.

# *Partie 2*

## *Résulta et discussions*

Notre étude consiste à étudier l'effet du biostimulant Eurofit-Max sur la résistance du blé dur variété Bousselam chez l'exploitation agricole Labachi à Oued Lakhdar El Hammadia. Cette étude consiste à suivre la présence et la sévérité des maladies fongiques en présence et en absence du biostimulant en question. Des échantillons ont été pris au fur et à mesure de la culture du champ, des isollements, des repiquages et des identifications de certaines souches de champignons rencontrés sur le site de notre étude.

### 1. Analyse descriptive des données

C'est une analyse vague qui résume un aperçu global sur nos données brutes (Tableau 6). Ce type d'analyse vise essentiellement à décrire les caractéristiques d'un échantillon et à répondre aux questions de la recherche (Fortin et Gagnon, 2017).

**Tableau 6.** Analyse descriptive des données agro-morphologiques de notre étude.

	N	Moyenne	Minimum	Maximum	C.V	Erreur standard
<b>LongEp</b>	54	7,81	5,90	10,80	11,19	0,12
<b>HautF</b>	54	105,84	88,80	117,80	7,90	1,14
<b>NbGr</b>	54	47,63	21,00	68,00	23,61	1,53
<b>LongNd</b>	54	42,43	35,40	55,50	8,39	0,48
<b>DiamCol</b>	54	1,95	1,48	2,56	10,40	0,03
<b>NbEpill</b>	54	19,26	15,00	23,00	9,58	0,25

### 2. Paramètres agro-morphologique

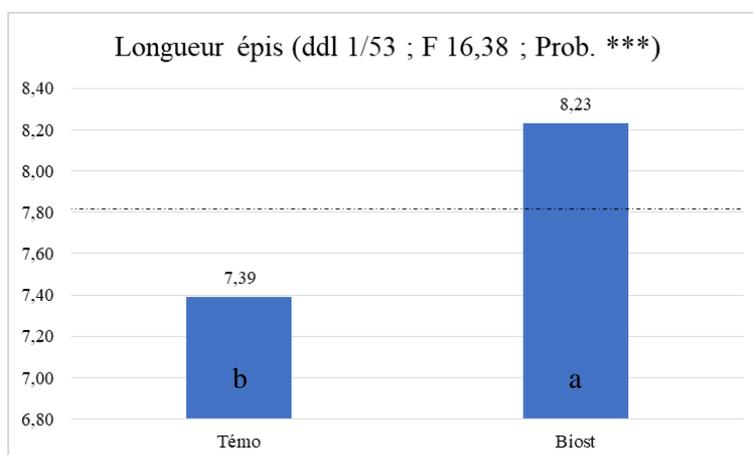
Les sélectionneurs du blé dur mettent l'accent sur l'amélioration simultanée du comportement agronomique, de la résistance aux maladies et des caractères qualitatifs. Les caractères agronomiques sont représentés par les paramètres de la hauteur de la plante, la biomasse aérienne produite à l'épiaison et à maturité, le rendement et ses composantes, etc. La résistance aux maladies porte sur les rouilles (*Puccinia tritici*) la septoriose (*Septoria tritici*) et la tache bronzée - Helminthosporiose (*Exseohilum turcicum*) (Saraoui, 2011). En climats variables, les caractères morphologiques peuvent jouer des rôles assez importants (Gallais et Bannerot, 1992).

#### 2.1. Longueur épi (*LongEp*)

L'analyse de la variance de la longueur de l'épi a montré des différences statistiques très hautement significatives avec un coefficient de variation de 11,19 % (Tableau 6). Les

plantes exposées au biostimulant Eurofit Max ont donné la meilleure longueur avec plus de 8cm contrairement au témoin qui n'a pas dépassé 7,39cm (Figure 4).

Le test Post-hoc de Tukey a révélé l'existence de deux groupes homogènes distincts (a, b).



**Figure 5.** Diagramme des moyennes de la longueur de l'épi.

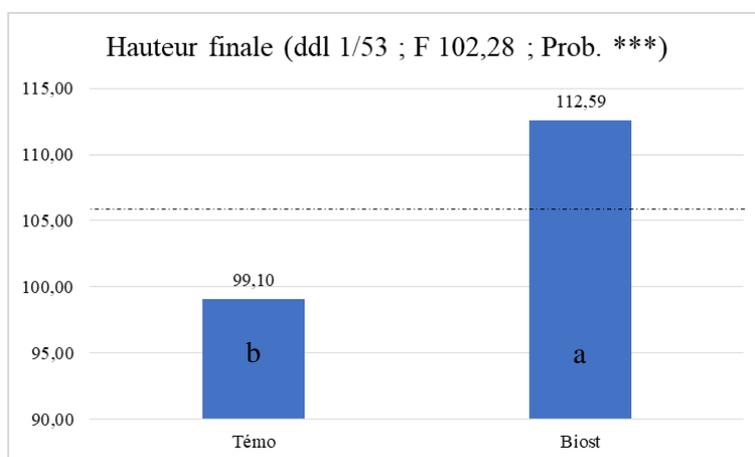
Les biostimulants peuvent agir par différents mécanismes en stimulant la physiologie de la plante, en modulant des activités enzymatiques ou des voies hormonales, en induisant la production de métabolites (Faessel *et al.*, 2014).

Selon Jonard (1964), la longueur de l'épi est une caractéristique variétale peu influencé par la variation du milieu, mais elle peut être influencée par la quantité d'eau réservée durant le cycle végétatif. Le biostimulant a probablement influencé sur le volume racinaire en augmentant l'approvisionnement en eau. Le déficit hydrique précoce, au cours de la montaison, réduit le nombre d'épis et le nombre de fleurs fertiles par épillet et par conséquence le nombre de grains par épi (Abbassenne *et al.*, 1997 ; Benbelkacem et Kellou, 2000). La profondeur des racines est un indicateur d'aptitude de la céréale à extraire de l'eau du sol surtout en zones sèches où elle manifeste un dynamisme dans la croissance (Richards et Passiora, 1981).

## 2.2. Hauteur finale (*HautF*)

Les valeurs moyennes de la hauteur finale plante et l'interprétation statistique des résultats sont présentées dans la figure 5. L'analyse de la variance a montré un effet statistique très hautement significatif pour le facteur traitement étudié. Le coefficient de variation enregistré est de 7,9%. Les individus traités par le biostimulant présentent la moyenne la plus élevée (112,59cm), contrairement au témoin qui n'a pas dépassé 99,10cm en hauteur finale.

Le classement des moyennes par le test Post-hoc de Tukey nous a révélé deux groupes homogènes distincts.



**Figure 6.** Diagramme des moyennes de la hauteur finale des plantes.

Une taille élevée des chaumes est souvent associée à un système racinaire profond et donc à une meilleure aptitude à extraire du sol l'eau et les éléments nutritifs (**Hannifi, 1999**). Une hauteur de paille importante est une caractéristique désirable en zone semi-aride, suite à ses effets bénéfiques lors des années sèches. Ces effets sont attribués à la capacité de stockage et de transfert des substrats glucidiques pour la finition du grain (**Bahlouli et al., 2005**).

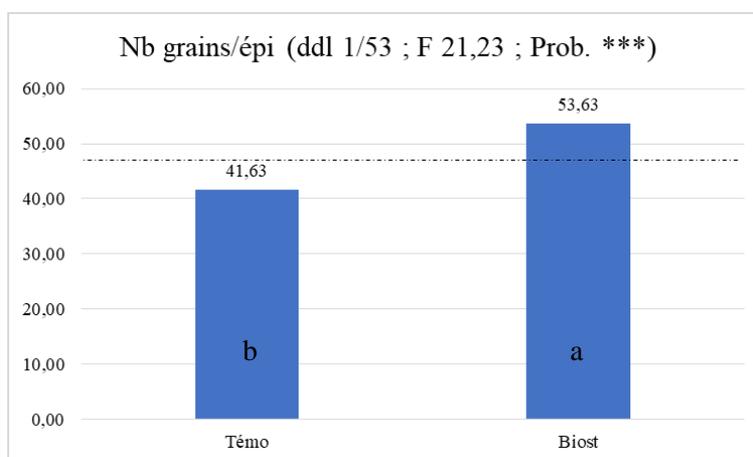
Le biostimulant Eurofit Max pourra être la source de cette différence enregistrée, suite à la présence des acides humiques et fulviques dans sa composition. Certaines études montrent que l'acide humique peut être utilisé comme un régulateur de croissance, il améliore la croissance des plantes et renforce la tolérance au stress (**Ragoub et Aissi, 2020**). L'acide Fulviques joue un rôle important dans l'amélioration de la tolérance des plantes au stress, il montre divers effets biochimiques tels que

l'augmentation de la perméabilité des membranes, l'absorption de potassium et de phosphate, la photosynthèse et la fréquence respiratoire, synthèse des protéines et des hormones, l'élongation des cellules racinaires (Nardi *et al.*, 2002). Toutes ces suggestions montrent l'influence du biostimulant sur la hauteur finale de la plante. Les solutés responsables de la régulation osmotique sont essentiellement des acides organiques, des acides aminés (proline, glycine-bétaine), des sucres solubles et certains constituants inorganiques (Richards *et al.*, 1997).

### 2.3. Nombre de grains par épi (NbGr)

L'analyse statistique de la variance a montré une différence très hautement significative pour le facteur biostimulant étudié avec un coefficient de variation de 23,61%. Il est à noter que les plantes exposées au biostimulant ont enregistré la moyenne la plus élevée avec 53,63 grains par épi, contrairement au témoin qui n'a donné que 41 grains par épi (Figure 6).

Le test Post-hoc de Tukey nous a donné deux groupes homogènes distincts pour le facteur biostimulant étudié.



**Figure 7.** Diagramme des moyennes du nombre de grains par épi.

Quant le nombre de grains par épis est élevé (le cas des plantes traitées par le biostimulant Eurofit Max), les rendements s'améliorent automatiquement. C'est ce qui explique la différence statistique significative entre les pieds sans biostimulants et les autres pieds traités. Le nombre de grains par épi a la même importance que le nombre d'épis au m<sup>2</sup> en tant que composante du rendement en grains.

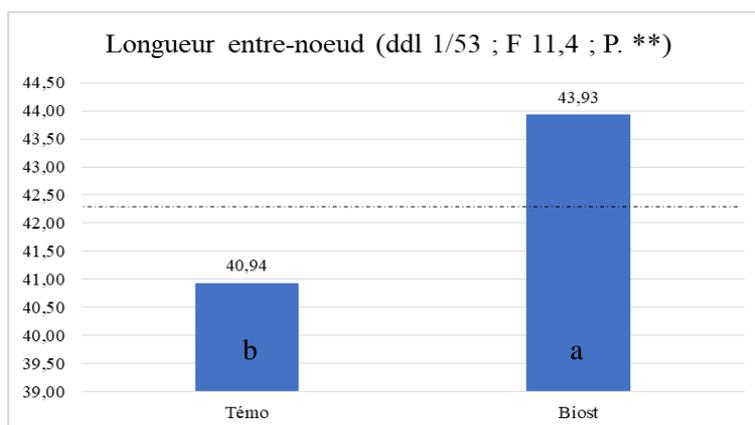
Parmi les constituants du biostimulant utilisé dans notre expérimentation des acides humiques qui peuvent probablement libérer de l'azote. Selon Taureau (1987) et Gate

(1995), la carence en azote aux alentours de la période de la fécondation réduit le nombre de grains par épi en augmentant le nombre de fleurs avortées. Quant aux exportations en eau, et si nous acceptons que le biostimulant ait augmenté le volume du chevelu racinaire, l'effet du manque d'eau sur les composantes du rendement se manifeste surtout sur le nombre de grains formés (Zair, 1991). Une paille haute s'accompagne souvent d'un système racinaire profond, ce qui donne à la plante une capacité supérieure de s'approvisionner en eau (Bagga et al., 1970).

#### 2.4. Longueur d'entre-nœud (*LongNd*)

L'analyse statistique de la variance ANOVA a révélé des effets hautement significatifs pour le facteur biostimulant étudié avec un coefficient de variation de 8.39% pour le paramètre longueur d'entre-nœud. Il est à noter que les plantes exposées au traitement ont enregistré la moyenne la plus élevée avec 43.93 cm, contrairement au témoin qui n'a donné que 40.94cm (Figure 7).

Le test Post-hoc de Tukey nous a révélé deux groupes homogènes distincts.



**Figure 8.** Diagramme des moyennes de la longueur d'entre-nœud.

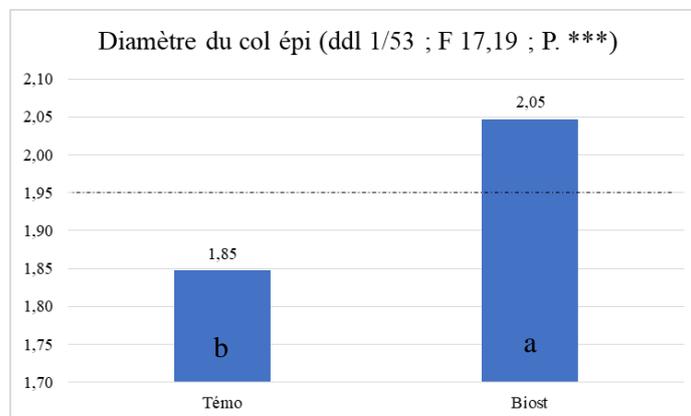
La hauteur du chaume avec les substrats stockés au niveau du dernier entre nœud et du col de l'épi minimise la baisse du rendement en grain sous stress (Blum, 1988). La glycine bétaïne et la proline, qui ont des activités anti-oxydantes et osmo-protectante, permettent une protection contre les stress abiotiques (Faessel et al., 2014).

#### 2.5. Diamètre du col de l'épi (*DiamCol*)

L'analyse de la variance du paramètre diamètre du col de l'épi a montré des différences statistiques très hautement significatives avec un coefficient de variation de 10,40% (Tableau 1). Les plantes exposées au biostimulant Eurofit-Max ont donné le meilleur

diamètre avec plus de 2mm contrairement aux plantes non traitées qui n'ont pas dépassé 1,85mm (Figure 8).

Le test Post-hoc de Tukey nous a donné deux groupes homogènes distincts.



**Figure 9.** Diagramme des moyennes du diamètre du col de l'épi.

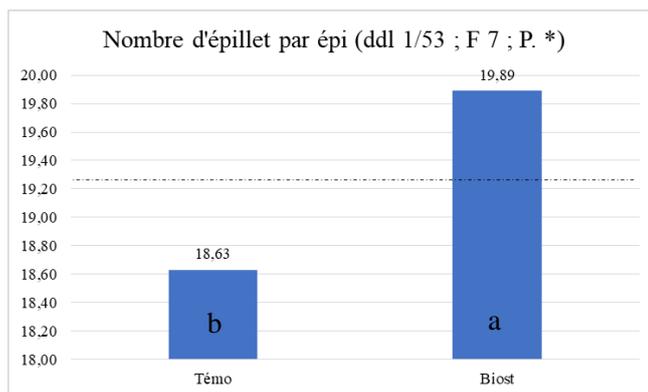
Le col de l'épi a été proposé comme un critère de sélection des génotypes tolérants au stress hydrique (Fischer et Maurer, 1978 ; Ehdaie *et al.*, 2006). Les biostimulants apporter une meilleure résistance aux stress abiotiques comme les variations climatiques, les carences en minéraux, une salinité excessive, la sécheresse ou encore l'excès d'eau (C.D.A., 2021).

## 2.6. Nombre d'épillets par épi (*NbEpill*)

L'analyse statistique de la variance du paramètre nombre d'épillets par épi a montré des différences statistiques hautement significatives avec un coefficient de variation de 9,58% (Tableau 1). Les plantes exposées au biostimulant ont donné les meilleures valeurs avec 19,89 épillets, contrairement au témoin qui n'a pas dépassé la moyenne de 18,63 épillets (Figure 9).

Le test Post-hoc de Tukey nous a donné deux groupes homogènes distincts pour le facteur biostimulant étudié.

Les biostimulants stimulent le métabolisme primaire et les mécanismes de défense des plantes, ayant pour effet d'augmenter leur croissance, leur efficacité nutritionnelle et leur tolérance aux stress (Du Jardin, 2015 ; Paradiković *et coll.*, 2019).



**Figure 10.** Diagramme des moyennes d'épillets par épi.

### 2.7. Poids mille grains (PMG)

Les résultats obtenus du poids de mille grains sont évalués à :

Biostimulant = 43,17 g

Témoin = 35,32 g

D'après ces résultats, nous pouvons conclure que l'application du biostimulant assure un bon remplissage des graines (PMG = 43,17g), ce qui explique un poids de mille grains plus élevés sur le champ traité par Eurofit-Max, contrairement au témoin qui n'a donnée que 35g de poids pour mille grains.

Les acides aminés proviennent de la migration des réserves azotées accumulées dans les parties végétatives (feuilles, tiges, épis) constituent les protéines du grain (Gate *et al.*, 2003). C'est probablement le rôle qui a été fait par le biostimulant Eurofit-Max.

### 2.7. Rendement théorique (RdtTh)

Nous avons trouvé au stade fructification, 755 épis par M<sup>2</sup> pour le biostimulant et 542 épis par M<sup>2</sup> pour le témoin. Cette différence est expliquée sans doute par l'application du traitement Eurofit Max.

Le rendement théorique calculé nous a montré des rendements élevés pour le biostimulant, en suivant la formule  $RdtTh = (NbEp/M^2 \times NbGr/Ep \times PMG) / 1000$  :

$$RdtTh_{biost} = (755 \times 53,63 \times 43,17) / 1000$$

$$= 1747,98g$$

$$RdtTh_{témoin} = (542 \times 41,63 \times 35,32) / 1000$$

$$= 796,94$$

Le rendement en grains est associé à une grande quantité d'assimilats stockés et transférés des tiges pour le remplissage des grains (**Bahlouli et al., 2008**). La tige exerce alors un rôle de relais pour l'alimentation de la graine (**Gate, 1995**).

## 2.8. Rendement réel

Le meilleur moyen pour estimer l'effet du biostimulant sur la culture du blé dur est de s'orienter vers le rendement réel qui représente le paramètre le plus influencé par les maladies, les carences, les problèmes liés au sol et au climat, etc. Cependant, les rendements réels enregistrés chez l'exploitation LABACHI sont comme suit :

Rendement réel pour le biostimulant = 97 qx/ha.

Rendement réel pour le témoin = 46,51 qx/ha.

Les extraits agissent comme biostimulants en améliorant la germination et le remplissage des graines, améliorant la croissance des plantes, la nouaison, le rendement et la production de fruits, augmentant la résistance aux stress biotiques et abiotiques et améliorant la durée de conservation après la récolte (**Khan et coll., 2009 ; Craigie, 2011 ; Calvo, 2014**).

**Sadouki et Boutouchent (2018)** confirment que la hauteur finale associée à une meilleure répartition de la matière sèche produite conduisant le plus souvent à l'amélioration du nombre de grains produits/m<sup>2</sup> et du rendement. **Benmahammed (2005)**, trouve une liaison positive et significative entre le rendement et la hauteur de la paille.

L'épi qui représente une composante du rendement, assure une activité photosynthétique importante au cours du remplissage de grain (**Fabrero, 1990**). Cependant, les épis traités par le biostimulant ont marqué des moyennes de longueur épi meilleures que le témoin (Figure 4). Idem pour le nombre de grains par épi (Figure 6).

En conditions favorables, l'épi assure au minimum 13% de la photosynthèse (Monneveux et This, 1995).

Il est à signaler que les paramètres *LongF*, *LargF*, *SF*, *DiamT* et *TempF* n'ont pas montré des différences statistiques significatives.

### 3. Corrélations

L'analyse des corrélations assurent la comparaison entre les paramètres deux à deux. Le point le plus important lors de cette analyse c'est d'arriver à minimiser le nombre de paramètres à suivre lors des futurs travaux de recherche.

Les résultats d'analyse nous montrent 13 corrélations significatives entre les 11 paramètres étudiés dont trois paramètres ont donné des coefficients de corrélations ( $r$ ) négatifs (Tableau 7).

La surface foliaire est fortement corrélée avec la longueur ( $r = 0,90$ ) et la largeur feuille ( $r = 0,74$ ). Cette corrélation logique car la surface foliaire est calculée sur la base de ces deux paramètres ( $SF = LongF \times LargF \times 0,704$ ).

**Tableau 7.** Corrélations entre les paramètres mesurés.

	<i>LongEp</i>	<i>HautF</i>	<i>NbGr</i>	<i>LongNd</i>	<i>DiamCol</i>	<i>NbEpill</i>	<i>LongF</i>	<i>LargF</i>	<i>SF</i>	<i>DimT</i>
<i>HautF</i>	<b>0,66</b>									
<i>NbGr</i>	<b>0,61</b>	0,32								
<i>LongNd</i>	<b>0,52</b>	<b>0,71</b>	0,29							
<i>DiamCol</i>	<b>0,51</b>	0,37	<b>0,59</b>	0,466						
<i>NbEpill</i>	0,33	0,22	0,30	0,01	<b>0,51</b>					
<i>LongF</i>	-0,21	-0,32	-0,32	-0,45	-0,10	-0,06				
<i>LargF</i>	0,06	-0,27	0,02	-0,34	0,20	0,30	0,39			
<i>SF</i>	-0,13	-0,36	-0,22	<b>-0,51</b>	0,01	0,10	<b>0,90</b>	<b>0,74</b>		
<i>DimT</i>	0,34	0,37	-0,06	0,32	<b>0,47</b>	0,05	0,03	0,15	0,08	
<i>TempF</i>	-0,37	-0,38	0,07	-0,32	<b>-0,48</b>	-0,08	-0,21	-0,07	-0,16	<b>-0,81</b>

Les valeurs en gras colorées en rouge représentent les coefficients de corrélations significatifs.

Le nombre de grain par épi est fortement corrélé avec la longueur de l'épi avec un coefficient de corrélation de 0,61. Cette corrélation est acceptable car un épi long présente automatiquement un nombre important d'épillets et des grains. La même remarque observée pour la corrélation entre la longueur d'entre-nœud et la hauteur final de la plante ( $r = 0,71$ ). Une hauteur importante de la paille est une caractéristique désirable en zone semi-aride, suite à ses effets bénéfiques lors des années sèches (**Bahlouli et al., 2008**).

La corrélation entre la température foliaire et le diamètre du col et de la tige, donne un coefficient de corrélation négative ( $r = -0,48$  et  $r = -0,81$  respectivement). L'élévation de la température au-delà des 25°C oblige la plante à utiliser une partie des substrats carbonés stockés dans le col de l'épi et la dernière feuille (**Wardlaw et Moncur, 1995**). Le diamètre du col montre une corrélation significative positive avec la longueur de l'épi ( $r = 0,51$ ) et le nombre de grain par épi ( $r = 0,59$ ) et le nombre d'épillets par épi ( $r = 0,51$ ). Les travaux de **Fellah et al. (2002)** démontre que le col de l'épi, par sa photosynthèse courante et le stockage des substrats carbonés, contribuent à un meilleur remplissage du grain chez le blé dur.

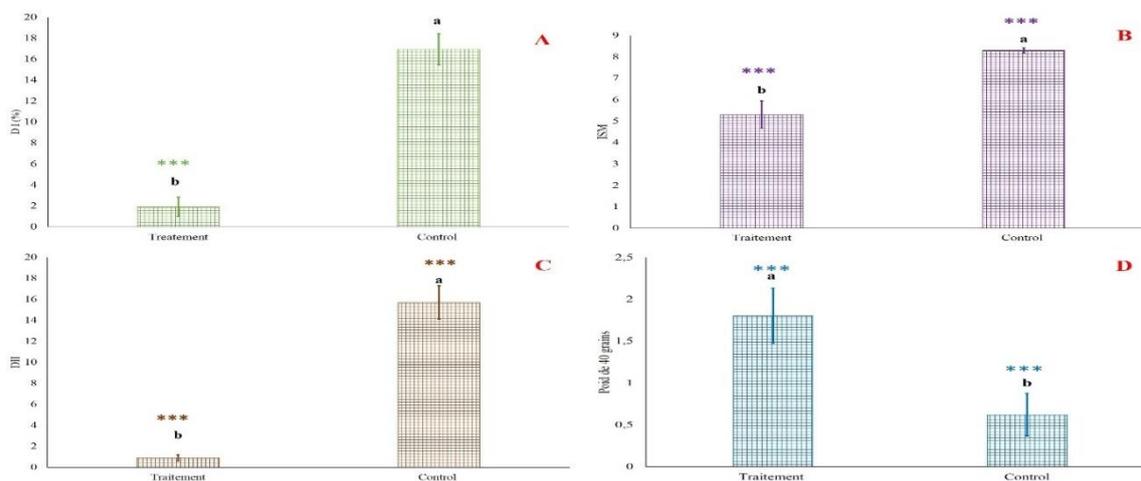
## 2. Présentation des maladies inventoriées sur la parcelle traitée et non traitée

### 2.1. Symptômes de l'oïdium

L'observation des symptômes montrent l'apparition de l'oïdium de blé dans la parcelle traitée et non traitée mais avec des degrés variables plus sévère dans la parcelle non traitée en comparaison avec celle traitées.



**Figure 11.** Symptômes de l'oïdium sur les plantules de blé traitées apparemment très sévères (a, b) et non traitées effectivement très sévères (c, d).



**Figure 12.** Résultats de l'évaluation de la maladie de l'oïdium : a) incidence b) sévérité de la maladie, c) gravité de la maladie et d) comparaison entre poids de 40 grains chez les plantules traitées et non traitées. Les valeurs représentent la moyennes de quatre répétitions  $\pm$  l'erreur standard. Les lettres a, b et...représentent le niveau de signification au seul 5%.

Les symptômes de l'oïdium ont été observés sur les feuilles, les tiges et même les épis, dont les feuilles représentent la masse des symptômes la plus importante. Généralement, des boutons blancs se développent, et produisent une masse de spores ayant une apparence poudreuse. Dans quelques cas, les pustules blanches d'oïdium deviennent foncées et prennent une couleur grise ou brune, sont des organes contenant des spores noires (les cleistothèces) sont retrouvés incorporés dans les pustules de l'oïdium, généralement vers la fin de la saison.

### **2.1. Evaluation de la maladie dans la parcelle traitée et non traitées**

L'analyse statistique ANOVA par GLM montre un effet très hautement significatif de traitement biologique sur la fréquence ( $F=73,17$   $P=,000^*$ ), la sévérité ( $F=21,19$   $P=,000^*$ ), et l'index de gravité ( $F=73,17$   $P=,000^*$ ). L'analyse des données mentionnées sur la figure montre des valeurs de l'incidence, la sévérité et l'index de gravité dans l'ordre de 1.90 ; 5.3 et 0.90 représentent une diminution significative de l'ordre de 99.86, 36.14 et 94.23%, respectivement.

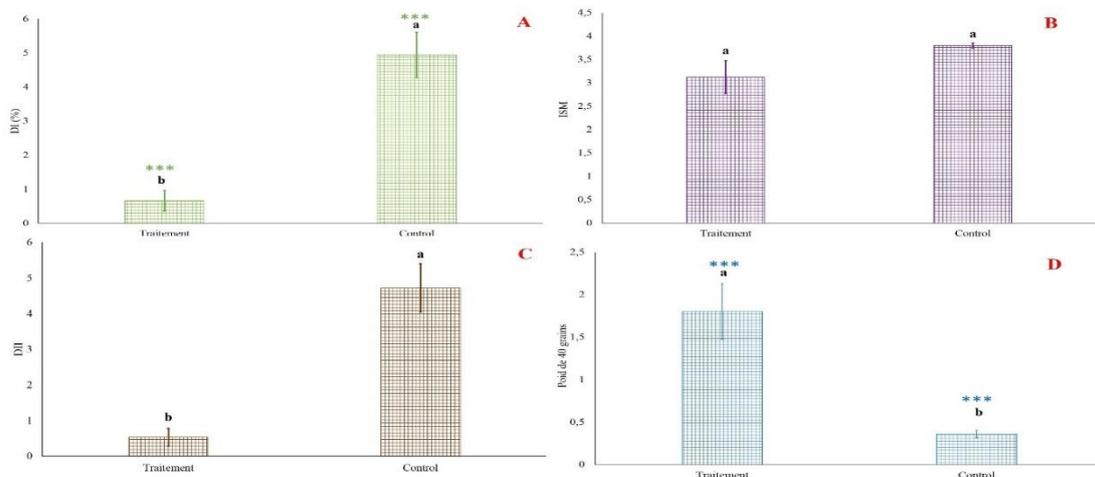
La figure D représente la relation entre les symptômes de la maladie de l'oïdium et le rendement en 40 grains. A cet effet, l'ANOVA effectuée par GLM explique un effet très hautement significatif du traitement sur le poids de 40 grains. Ce dernier issu des plantes du témoin non traités sont de l'ordre de 1.8g expliquant une augmentation de l'ordre de 66.66% en comparaison avec la parcelle traitée.

#### **1.1. Symptômes de la fusariose**

Lors des prospections effectuées pour l'évaluation de l'effet de produits biologique Europhyt Max contre les maladies de blé, des symptômes de la fusariose vasculaire ont été constatés avec des fréquences variables chez la parcelle traitée en comparaison avec celle non traité (Figure 3). Les symptômes observés correspondent un dépérissement total représente un flétrissement total ou partiel de la plante de blé avec des épis soit vide soit contiennent un nombre faible de grains. Les symptômes observés sur grains sont très divers ; ils sont plus petits et présentent une coloration blanche ou rose, correspondant au développement mycélien, un aspect rugueux, ridé, galeux ; des taches noires sont également remarquables autour de l'embryon.



**Figure13.** Symptômes de la fusariose de l'épi observés sur les plantules de blé témoin non traitées (a, b) et sur plantes traitées (c et d).



**Figure14.** Résultats de l'évaluation de la maladie de la fusariose de l'épi : a) incidence b) sévérité de la maladie, c) gravité de la maladie et d) comparaison entre poids de 40 grains chez les plantules traitées et non traitées. Les valeurs représentent les moyennes de quatre répétitions  $\pm$  l'erreur standard. Les lettres a, b et...représentent le niveau de signification au seul 5%.

### Evaluation de la maladie dans la parcelle traitée et non traitées

L'analyse statistique des données expose un effet très hautement significatif de traitement biologique sur la fréquence et l'index de gravité, par contre, le traitement n'a aucun effet significatif sur la sévérité. Les valeurs de l'incidence de la sévérité et l'index de gravité enregistrées sont de l'ordre de 0,66 ; 3,12 et 0,53 indiquent des diminutions significatives avec environ 86,6, 17,6 et 88,77%, respectivement (Figure).

La figure D représente la relation entre les symptômes de la fusariose et le rendement en grain. A cet effet, l'ANOVA effectuée par GLM explique un effet très hautement significatif du traitement sur le poids de 40 grains. Une augmentation de l'ordre de 83,33% chez les plantes traitées en comparaison avec le témoin non traité, dont la valeur notée chez ce dernier est de 1,8g.

### **Symptômes de piétin échaudage**

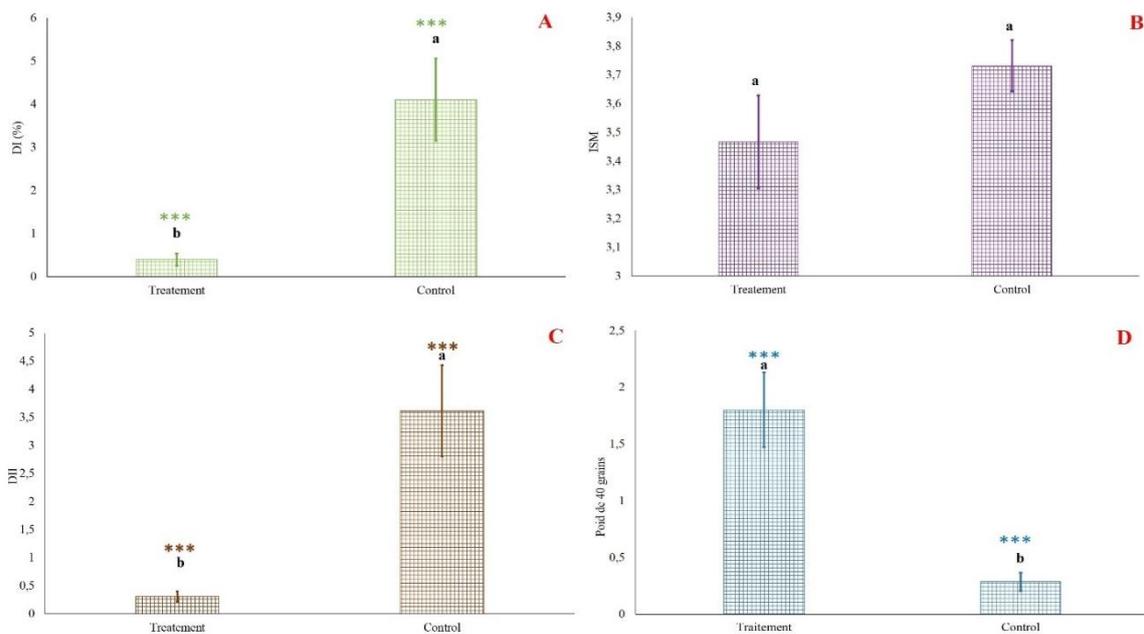
Les prospections effectuées ont montré la présence de piétin échaudage avec des fréquences variables. L'observation de la distribution de la maladie montre la présence des foyers d'échaudage de forme circulaire dans les parcelles non traitées, ce qui est absent chez les parcelles traitées qui présente une distribution aléatoire. Les symptômes du piétin échaudage s'observent sur les andains de paille. Les plantes ont une faible croissance et un faible tallage, avec des pointes jaunes. Les racines des plantules malades noircies. À l'épiaison, les plantes malades présentent un aspect desséché, avec des nécroses visibles sur tige.

L'évaluation de la maladie a suivi la même tendance que la fusariose vasculaire. Les résultats sont affichés sur la figure. En effet, l'ANOVA a montré un effet très hautement significatif de traitement biologique sur la fréquence et l'index de gravité, et non significatif sur la sévérité. L'analyse de données affichées sur la figure montre des valeurs de l'incidence de la sévérité et l'index de gravité dans l'ordre de 0,39 ; 3,46 et 0,31, traduisant une diminution significative avec des taux de 90,48, 7,23 et 91,41%, respectivement.

La figure D explique la relation entre les symptômes de la maladie et le rendement en grain. A cet effet, l'ANOVA par GLM explique un effet hautement significatif du traitement sur le poids de 40 grains. Les plantes du témoin ont dénudé un poids de l'ordre de 1,8g expliquant une diminution de l'ordre de 84,44% en comparaison avec les plantes de la parcelle traitée.



**Figure15.** Symptômes de piétin échaudage sur les plantules de blé traitées apparemment très sévères (a, b) et non traitées effectivement très sévères (c, d).



**Figure15.** Résultats de l'évaluation de la maladie de la fusariose de l'épi : a) incidence b) sévérité de la maladie, c) gravité de la maladie et d) comparaison entre poids de 40 grains chez les plantules traitées et non traitées. Les valeurs représentent la moyenne de quatre répétitions  $\pm$  l'erreur standard. Les lettres a, b et...représentent le niveau de signification au seuil 5%.

### Résultats des isollements effectués sur les plantules malades

A propos les isollements des agents pathogènes responsables des symptômes observés au niveau du champ, nous constaté l'apparition d'une multitude des champignons avec des caractéristiques morphotypiques et microscopiques appartenant à trois espèces différentes.

La première espèce isolée correspond à *Fusarium* sp avec une apparence morphotypique dense cotonneuse rose. L'aspect microscopique est un mycélium septé et stérile. La fréquence d'isolement est très élevée la totalité des tiges testées ont exprimé la présence de l'agent pathogène.

L'observation microscopique des échantillons de feutre blanc de l'oïdium issu des plantes malade indique un aspect d'*Erysiphe* sp avec des organes contenant des spores noires sont les cleistothèces.

### Discussion

Dans le présent travail, l'activité fongicide d'un biostimulant, constitue une étude préliminaire sur la recherche des nouvelles molécules bioactives à intérêt pesticide. Les résultats des expériences sur le pouvoir fongicide sont très encourageants du fait qu'ils constituent une initiative sur les biostimulants à intérêt agronomique.

D'un point de vue pratique, de nombreux facteurs restent à définir pour que les biostimulants puissent atteindre une efficacité et une durée équivoque à celles des produits chimiques. Ces paramètres incluent une détermination précise des doses optimales de substances actives à utiliser et une meilleure connaissance des moments d'application, lesquels dépendent du stade physiologique de la plante, du délai de la réponse, de la durée des effets de la résistance induite et, enfin, des critères épidémiologiques du parasite (Benhamou et Rey, 2012).

Dans notre étude, le traitement par le biostimulant naturel indique un effet très négatif sur le développement épidémique de trois maladies à savoir l'oïdium, la fusariose et le piétin échaudage. L'évolution de la maladie sous l'effet de différents traitements montre que ces substances révèlent le meilleur effet fongicide. Ce constat, conduit à l'hypothèse que ces bio-fongicides influençant indirectement sur les populations pathogènes en diminuant sa quantité et dépréciant sa qualité. Par ailleurs, ces formulations peuvent affecter les

mécanismes physiologiques de la plante hôte en surmontant les mécanismes des défenses de la plante contre les bioagresseurs.

Dans ce contexte les résultats obtenus par **Faessel *et al* (2014)** témoignent que l'utilisation d'éliciteurs formulés en tant que produits de type SDP (substances ou micro-organismes) dans les stratégies de protection des plantes après une utilisation préventive visant à réduire les applications de produits chimique. Ces substances assistant la plante indirectement de se défendre elle-même plutôt que de combattre directement l'agresseur. Dans ce même contexte Selon l'utilisation des biostimulants à base d'extrait d'algues, des hydrolysats protéiques, ainsi que certains acides aminés spécifiques, a montré une meilleure résistance face aux stress abiotiques (**Faessel *et al.*, 2014**).

De leur part **Benhamou et Patrice (2012)** déclarent que les SDN confèrent aux plantes une résistance systémique et durable.

Selon **Benhamou et Rey (2012)**, un SDN est une molécule biologique capable de déclencher les événements moléculaires, biochimiques et cytologiques menant à l'expression la résistance chez une plante. Il s'agit donc d'une sorte de « vaccin » susceptible d'activer le « système immunitaire » de la plante de telle sorte qu'une plante initialement sensible à un agent pathogène devienne résistante.

# Conclusion

## Conclusion

Les céréales et leurs dérivées constituent l'alimentation de base dans beaucoup de pays en développement, particulièrement dans les pays maghrébins. En Algérie, l'espèce blé dur est devenue de plus en plus intéressante, car elle assure une bonne partie des besoins du marché.

Cette culture est toujours exposée à des contraintes du type biotique et abiotique, diminuant sa quantité et déperissant sa qualité. L'utilisation des intrants chimiques pour augmenter la production et les pesticides chimiques est avérée nocive pour la santé humaine, animale et environnementale. Ceci nécessite la recherche des méthodes de fertilisation et de lutte biologique prometteuse et respectueuse pour l'environnement. C'est dans cette optique que rentrent nos objectifs de ce travail.

Cette étude a été conduite dans le but d'évaluer l'effet d'un produit biologique « Eurofit max » sur la production du blé (paramètres agro-morphologiques) d'une part et de tester son effet sur les maladies fongiques (paramètres phytosanitaires) de la même culture d'autre part.

Nous avons remarqué une augmentation importante des rendements sur la parcelle traitée par le biostimulant (97qx/ha) en comparaison avec la parcelle non traitée (46,51qx/ha). Parmi les paramètres liés au rendement, le nombre d'épis par  $M^2$  qui a donné 755 épis/ $M^2$  pour le biostimulant, contre 542 épis/ $M^2$  pour le non traité. Le nombre de grains/épi qui a donné une moyenne de 53,63 grains chez le biostimulant contre 41,63 grains chez le témoin. Le PMG aussi a présenté une augmentation de 43,17g chez le biostimulant contre 35,32g chez le témoin.

Les résultats sur les maladies des plantes indiquent une apparition de trois pathosystème oïdium, piétin échaudage et la fusariose vasculaire. L'évaluation effectuée sur les trois maladies de la parcelle traitée et l'autre non traitée indique une diminution très importante des facteurs quantitatif et qualitatif représentés par l'incidence et la sévérité de la maladie. Dans ce cadre, les taux de diminution sont variables respectivement.

L'établissement d'une relation entre les symptômes et les dégâts montrent une augmentation de la production avec des taux supérieur à 50%.

Le biostimulant « Eurofit Max » est une solution prometteuse pour une production appropriée, et en même temps c'est un produit très efficace pour lutter contre les stress biotiques en particulier les maladies fongiques tout en minimisant l'utilisation des pesticides.

L'utilisation des biostimulants a donné des résultats encourageants qui méritent d'être poursuivi dans des futurs projets.

Une autre étude sur l'inoculation des agents pathogènes sur des plantes pour voir l'effet du traitement sur la tolérance envers les maladies d'une part et les rendements d'autre part.

Nous recommandons de poursuivre ce genre d'études combinées entre la phytotechnie et le volet phytopathologique.

# **Références bibliographiques**

## Références bibliographiques

<p><b>Abbassenne F., Bouzerzour H. &amp; Hachemi L. (1997).</b> Phénologie et production du blé dur en zone semi-aride d'altitude. <i>Annales INA - El Harrach</i> <b>18</b>, 24-36.</p>
<p><b>Baize D. (1988).</b> Guide des analyses courantes en pédologie. INRA, Paris, 172p.</p>
<p><b>Bagga A. K., Rowali N. K. &amp; Asana R. D. (1970).</b> Comparaison of reponse of some Indian and semi dwarf Mexican wheat to unirrigat cultivation. <i>Agr sc.</i> <b>40</b>, 421-427.</p>
<p><b>Bahlouli F., Bouzerzour H. &amp; Benmahammed A. (2008).</b> Effets de la vitesse et de la durée du remplissage du grain ainsi que de l'accumulation des assimilats de la tige dans l'élaboration du rendement du blé dur (<i>Triticum durum</i> Desf.) dans les conditions de culture des hautes plaines orientales d'Algérie. Ed. Biotechnol. Belgique. <i>Agron. Soc. Environ.</i> <b>12</b>, 31-39.</p>
<p><b>Baldy C. (1993).</b> Progrès récents concernant l'étude du système racinaire du blé (<i>Triticum</i> sp.). <i>Ann. Agron.</i> pp 241-276.</p>
<p><b>Benbelkacem A. &amp; Kellou K. (2000).</b> Évaluation du progrès génétique chez quelques variétés de blé dur (<i>Triticum turgidum</i> L. var. <i>durum</i>) cultivées en Algérie. Durum wheat improvement in the Mediterranean region: new challenges. CIHEAM-IAMZ, Zaragoza, Spain, pp 5-110.</p>
<p><b>Bendif N. (1994).</b> Situation actuelle des maladies des céréales en Algérie. Résultats d'enquête. <i>Céréaliculture.</i> <b>27</b>, 8-12.</p>
<p><b>Benhamou N. &amp; Picard K. (1999).</b> La résistance induite : une nouvelle stratégie de défense des plantes contre les agents pathogènes. <i>Phytoprotection</i> <b>80</b>(3), 137-168.</p>
<p><b>Benhamou N. &amp; Rey P. (2012).</b> Stimulateurs des défenses naturelles des plantes : une nouvelle stratégie phytosanitaire dans un contexte d'éco production durable. II. Intérêt des SDN en protection des cultures. <i>Phytoprotection</i> <b>92</b>(1), 24-35.</p>
<p><b>Benmahamed A. (2005).</b> Hétérosis, transgressions et efficacité de la sélection précoce et retardée de la biomasse, du nombre d'épis et utilisation des indices chez l'orge (<i>Hordeum vulgar L.</i>). <i>Univ. constantine 1.</i></p>
<p><b>Blum A. (1988).</b> Plant Breeding for Stress Environment. CRC. Press (Ed), Boca Raton, Florida, USA; 123p.</p>
<p><b>Boukhobza N. &amp; Ghalem Djender Z. (2006).</b> Identification des contraintes de la variabilité et de la faiblesse des rendements de céréales. <i>Céréaliculture</i> <b>46</b>, 59-63.</p>
<p><b>Bouzerzour H. &amp; Hafsi M. (1993).</b> Diagnostic du comportement variétal du blé dur dans les hautes plaines sétifiennes. In : Tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne. Diversité génétique et amélioration variétale. Montpellier, France. Ed. INRA, Paris, <b>64</b>, 205-215.</p>

<b>C.D.A. (2021).</b> Centre de Développement de l'Agroécologie. <a href="https://centre-developpement-agroecologie.fr/agriculteurs/">https://centre-developpement-agroecologie.fr/agriculteurs/</a> (consultée le 17/05/2022).
<b>Calvet G. &amp; Villemin P. (1986).</b> Interprétation des analyses de la terre. Tome I. Ed. Centre de la recherche SCPA. Aspach le bas. 25 p.
<b>Calvo P. Nelson L. &amp; Kloepper J.W. (2014).</b> Agricultural uses of plant Biostimulants. <i>Plant Soil</i> 383, 3-41.
<b>Craigie, J. (2011).</b> Seaweed Extract Stimuli in Plant Science and Agriculture. <i>Journal of Applied Phycology</i> , 23, 371-393.
<b>Du Jardin P. (2015).</b> Plant Biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. <i>Scientia Horti culturae</i> .
<b>Ehdaie B., Alloush G. A., Madore M. A. &amp; Waines J. G. (2006).</b> Genotypic variation for stem reserves and mobilization in wheat: I. post anthesis changes in internode dry matter. <i>Crop Science</i> 46, 735-746.
<b>E.N.I.T.A. (2000).</b> École nationale d'ingénieur Agronomie de BORDEAUX des bases aux nouvelles orientations. Edition synthèse agricole, France. 337p.
<b>F.A.O. (2012).</b> Statistical database of the food and Agriculture Organization of the United Nations. <a href="http://www.fao.org">http://www.fao.org</a>
<b>Faessel L., Gomy C., Nassr N., Tostivint C., Hipper C. &amp; Dechanteloup A. (2014).</b> Produits de stimulation en agriculture visant à améliorer les fonctionnalités biologiques des sols et des plantes. Étude des connaissances disponibles et recommandations stratégiques, rapport d'étude au ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt, Bio by Deloitte et RITTMO Agroenvironnement, 148 p.
<b>Febrero A., Bort J., Brow R. H. &amp; Araus J. L. (1990).</b> The role of durum wheat ear as photosynthetic organ during grain filling. Advance trends in photosynthesis. Mallorca, Spain, Pp 23-245.
<b>Fellah A., Bouzerzour H., Benmahammed A. &amp; Djerkou A. (2002).</b> Sélection pour améliorer la tolérance aux stress abiotiques chez le blé dur ( <i>Triticum durum</i> Desf.). Maroc. <i>Actes Inst. Agron. Vet.</i> 22(3), 161-168.
<b>Fellahi Z., Hannachi A., Bouzerzour H. &amp; Boutekrabort A. (2013).</b> Study of inter-relationships among yield and yield related attributes by using various statistical methods in bread wheat ( <i>Triticum aestivum</i> L. emhell.). <i>International journal of Agronomy and Plant Production</i> 4(6), 1256-1266.
<b>Fisher R.A. &amp; Maurer R. (1978).</b> Drought resistance in spring wheat cultivar. Grain yield responses. <i>Aus J. Agr. Res</i> 29, 697-912.

<p><b>Fortin M. F. &amp; Gagnon J. (2017).</b> Fondements et étapes du processus de recherche. Méthodes quantitatives et qualitatives (3e éd.). Montréal, QC : <i>Chenelière Éducation</i> <b>43</b>(1), 264-265.</p>
<p><b>Gallais A. &amp; Bannerot H. (1992).</b> Amélioration des espèces végétales cultivées : objectifs et critères de sélection. Éd. INRA. 759 p.</p>
<p><b>Gate P. (1995).</b> Ecophysiologie du blé. Ed. ITCF. Technique et Documentation. Lavoisier, Paris, France. 419 p.</p>
<p><b>Hanafi S. (1999).</b> Etude des paramètres morpho-physiologiques et de rendement de quelques variétés de blé dur (<i>Triticum durum</i> Desf.) et blé tendre (<i>Triticuma estivum</i> L.) susceptible d'être utilisées en milieu saharien. Thèse Magistère. Agr., El-Harrach, pp 55-56.</p>
<p><b>I.T.A. (1977).</b> Guide céréale E.D. <i>J Plant. Eco.</i> 49p.</p>
<p><b>James W. C. (1971).</b> An illustrated series of assessment keys for plant diseases, their preparation and usage. <i>Canadian Plant Disease Survey</i> <b>51</b>, 39-65.</p>
<p><b>Jonard P. (1964).</b> Étude comparative de la croissance de deux variétés de blé tendre. <i>Ann Amé Plantes</i> <b>14</b>(2), 101-130.</p>
<p><b>Khan Z. H., Qadir I., Yaqoob S., Khan R. A. &amp; Khan M. A. (2009).</b> Response of range grasses to salinity levels at germination and seedling stage. <i>J. Agric. Res. (Lahore)</i> <b>47</b>(2), 179-184.</p>
<p><b>Laurent E. A., Ahmed N., Durieu C., Grieu P. &amp; Lamaze T. (2020).</b> Marine and fungal biostimulants improve grain yield, nitrogen absorption and allocation in durum wheat plants. <i>The Journal of Agricultural Science</i> <b>158</b>, 279-287.</p>
<p><b>Messiaen C. M. &amp; Cassini R. (1968).</b> Recherches sur les Fusarioses. IV. La systématique des Fusarium. <i>Ann. Epiphyties</i> <b>19</b>, 387-454.</p>
<p><b>Mihoub A. (2008).</b> Effet de la fertilisation phosphatée sur la nutrition azotée et la productivité d'une culture de blé dur (<i>Triticum durum</i> L. var. carioca) (dans la région d'El-Goléa-Ghardaia). Mémoire ingénieria en sciences agronomiques. Université de Kasdi Merbah Ouargla - Algérie. P 85.</p>
<p><b>Monneveux P. &amp; Depigby-This D. (1995).</b> Intégration des apports physiologiques, génétiques et moléculaires pour l'amélioration de la tolérance à la sécheresse chez les céréales. Quel avenir pour l'amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides. Ed AUPELF-UREF. John Libbey Euro text. Pp 165-186.</p>
<p><b>Moutassem D., Belabid L., Bellik Y., Rouag N., Ziouche S. &amp; Baali F. (2018).</b> Effect of soil nutrient and biota dynamics on wilt disease severity in chickpea. <i>Pakistan journal of phytopathology</i> <b>31</b>(02), 121-133.</p>

<b>Nardi S., Pizzeghello D., Muscolo A. &amp; Vianello A. (2002).</b> Physiological effects of humic substances on higher plants. <i>Soil Biology and Bio Chemistry</i> 34(11), 1527-1536.
<b>O.N.M. (2022).</b> Office National de la Météorologie, station de Bordj Bou Arreridj.
<b>Paradičković N., Teklić T., Zeljković S., Lisjak M. &amp; Špoljarević M. (2019).</b> Biostimulants research in some horticultural plant species-A review. <i>Food Energy Secure</i> 8(2), 1-17.
<b>Ragoub A. (2013).</b> Etude comparative de comportement de plusieurs géotypes de blé dur ( <i>Triticum durum</i> Desf.) en zone semi-aride. Cas de la région de Sétif, Université de M'sila, 110p.
<b>Ragoub A. &amp; Aissi A. (2020).</b> Effet des biostimulants foliaires et les correcteurs de carence sur le comportement de quelques variétés de blé dur ( <i>Triticum durum</i> Desf). Mémoire de Master, Univ. BBA Algérie, 54 p.
<b>Rémus-Borel W., Menzies J. G. &amp; Bélanger R. R. (2005).</b> Silicon induces antifungal compounds in powdery mildew-infected wheat. <i>Physiological and Molecular Plant Pathology</i> 66, 108-115.
<b>Richards R.A. &amp; Passioura J.B. (1981)</b> – Seminal root morphology and water use wheat. II genetic variation. <i>Crop. Sci.</i> 21, 253-255.
<b>Richards, S., Hekmat-Safe, D., Hillman, T. &amp; Carlson, J. (1997).</b> Cloning and analysis of pushover, a gene affecting neuronal excitability and male fertility. <i>Doe, Hall</i> , 157p.
<b>Saari E. E. &amp; Prescott J. M. (1975).</b> A scale for appraising the foliar intensity of wheat diseases. <i>Plant Disease Reporter</i> 59, 377-380.
<b>Sadouki M. &amp; Boutouchent Y. (2018).</b> Etude de la variabilité morpho-physiologique du blé dur ( <i>Triticum durum</i> Desf) dans les conditions climatiques du Haut Chéouf. Master Bioclimatologie. Univ. Djilali Bounaama Khemis Miliana. 73p.
<b>Saraoui T. (2011).</b> Etude de la variabilité morphologique de population F2 de blé dur ( <i>Triticum durum</i> Desf.) : Utilisation d'un indice de sélection. Mémoire de magister. Univ. Batna Algérie. 75p.
<b>Sayoud R., Zerrari B. &amp; Bouznad Z. (1999)</b> - Les maladies des céréales et des légumineuses alimentaires au Maghreb. Ed. ITGC. Algérie. 59p.
<b>Snedecor G. W. &amp; Cochran W. G. (1981).</b> Statistical methods, seventh ed. Iowa State University Press, Iowa, USA, pp 233-236.
<b>Soumai L. (2015).</b> Stimulateurs des défenses naturelles du blé dur en Tunisie et du blé tendre en France contre la septoriose causée par <i>Zymoseptoria tritici</i> . Institut national agronomique de Tunisie. 196p.

**Spagnoletti-Zeuli T. L. & Qualset P. O. (1990).** Flag leaf variation and the analysis of diversity in durum wheat. *Plant Breeding* **105**, 189-202.

**Taureau J.C. (1987).** Variabilité de réponse du blé aux doses croissantes d'azote dans les the mariais. *Pers agri.* **114**, 17-36.

**Wardlaw, I.F. & Moncur, L. (1995).** The Response of Wheat to High Temperature Following Anthesis: The Rate and Duration of Grain Filling. *Australian Journal of Plant Physiology*, **22**, 391-397.

**Zair M. (1991).** Contribution à l'étude de l'influence du déficit hydrique sur le développement du blé en zones semi-arides. *Céréaliculture*, **24**,17p.

# **Annexes**

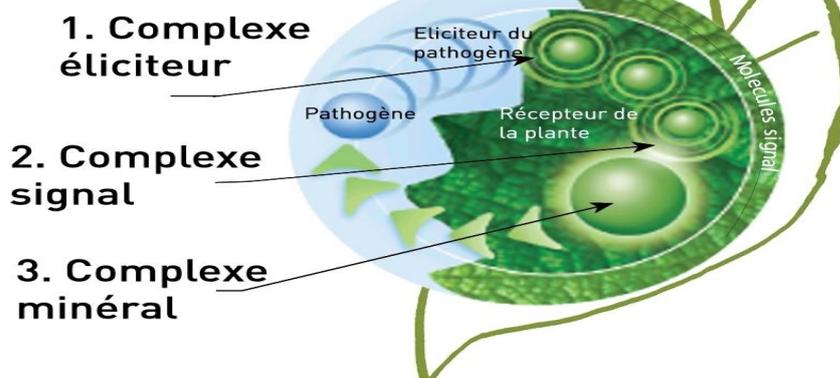
## Annexes

### Annexe 1. Fiches techniques du biostimulant Eurofit Max.



# EUROFIT® MAX

L'engrais qui en fait plus



COMPOSITION			
Liquide foliaire	Macro-éléments	Méso-éléments	Micro-éléments
EUROFIT MAX	%3 N + %35 P	/	%0,2 Fe + %2,8 Zn + %0,1 Mn

RECOMMANDATIONS						
Étape du cycle végétatif	Mise en place de la culture		Développement végétatif		Finition	
	Germination	Levée	Croissance	Floraison	Grossissement	Maturation
EUROFIT MAX		✓	✓			

**Dilution** : Après nettoyage du pulvérisateur, le remplir à moitié, puis verser Eurofit Max tout en agitant. Diluer 2,5 à 3 litres d'Eurofit Max dans l'eau à raison de 1000l/ha.

**Compatibilité** : Pour voir la compatibilité d'Eurofit Max avec les produits phytosanitaires, nécessité de réaliser un test préalable. Notre responsabilité est limitée à la garantie de qualité du produit dans son emballage d'origine.

**Annexe 2.** Tableaux d'analyse de la variance ANOVA des paramètres étudiés (statistiquement significatif).

<i>LongEp</i>	DDL	ET	CM	F	Prob.
Intercept	1	3296,289	3296,289	5540,247	0,000000
Trait	1	9,542	9,542	<b>16,038</b>	<b>0,000198</b>
Error	52	30,939	0,595		THS
Total	53	40,481			

<i>HautF</i>	DDL	ET	CM	F	Prob.
Intercept	1	604964,5	604964,5	25189,77	0,000000
Trait	1	2456,3	2456,3	<b>102,28</b>	<b>0,000000</b>
Error	52	1248,8	24,0		THS
Total	53	3705,2			

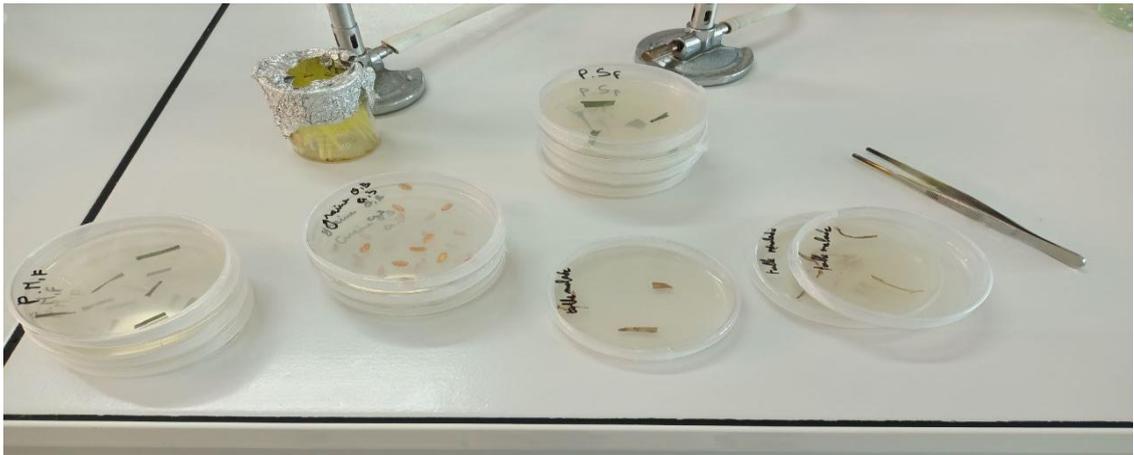
<i>NbGr</i>	DDL	ET	CM	F	Prob.
Intercept	1	122503,4	122503,4	1338,106	0,000000
Trait	1	1944,0	1944,0	<b>21,234</b>	<b>0,000027</b>
Error	52	4760,6	91,5		THS
Total	53	6704,6			

<i>LongNd</i>	DDL	ET	CM	F	Prob.
Intercept	1	97227,50	97227,50	9183,324	0,000000
Trait	1	120,75	120,75	<b>11,405</b>	<b>0,001393</b>
Error	52	550,54	10,59		HS
Total	53	671,30			

<i>DiamCol</i>	DDL	ET	CM	F	Prob.
Intercept	1	204,7115	204,7115	6518,971	0,000000
Trait	1	0,5400	0,5400	<b>17,196</b>	<b>0,000125</b>
Error	52	1,6329	0,0314		THS
Total	53	2,1729			

<i>NbEpill</i>	DDL	ET	CM	F	Prob.
Intercept	1	20029,63	20029,63	6552,097	0,000000
Trait	1	21,41	21,41	<b>7,003</b>	<b>0,010742</b>
Error	52	158,96	3,06		S
Total	53	180,37			

**Annexe 3.** Techniques d'isolement de quelques champignons recensés durant notre expérimentation.



## « Effet du biostimulant Eurofit Max sur la tolérance de blé dur (variété Bousselam) aux stress biotiques (maladies fongiques) sous climat semi-aride »

### Résumé

Les biostimulants en agriculture représentent une solution prometteuse pour lutter efficacement contre les stress biotiques et abiotiques tout en minimisant l'utilisation des pesticides. L'objectif de cette étude est de déterminer si ce traitement à base d'algues répond à notre problématique de tolérance aux maladies fongiques. Le biostimulant « Eurofit Max » utilisé durant notre étude avec une dose de 2 litres par hectare sur l'aspect agro-morphologique est un stimulateur de croissance et de défense naturel des plantes (SDN). Il ne provoque pas la phytotoxicité et la verse des plantes. L'analyse statistique des données confirme l'importance de ce traitement suite aux bons résultats enregistrés. Parmi les paramètres agro-morphologiques étudiés, les plantes exposées aux biostimulants ont donné une moyenne de 112.59cm de la hauteur finale des plantes contre 99.1cm pour le témoin, un nombre de grains par épi de 53.63 pour le biostimulant contre 41.63 grains par épis pour le témoin, le PMG des plantes traitées est de 43.17g contre 35.32g pour le témoin. Cependant, le rendement sur le champ traité est de 97qx/ha contre 46.51qx/ha. D'une manière générale, l'utilisation des biostimulants dans la région de Bordj Bou Arreridj est jugée satisfaisante quand ils sont utilisés dans le cadre de la protection des végétaux contre les maladies fongiques, car les résultats ont montré une réduction remarquable de la propagation de l'oïdium avec un pourcentage de 99.86%.

**Mots clés :** Biostimulant, Blé dur, Stress biotique, Semi-aride.

"تأثير المحفز الحيوي أوروبفيت ماكس على تحمل القمح الصلب (صنف بوسلام) للضغوط الحيوية (الأمراض الفطرية) في ظل الظروف المناخية القاحلة"

### ملخص

تعتبر المحفزات الحيوية في الزراعة حلاً واعدًا لمكافحة الاجهاد الحيوي واللاحيوي بشكل فعال مع تقليل استخدام المبيدات. الهدف من هذه الدراسة هو تحديد ما إذا كان هذا المحفز القائم على الطحالب يستجيب لمشكلتنا في تحمل الأمراض الفطرية من طرف القمح الصلب. المحفز الحيوي "Eurofit Max" الذي استخدمناه أثناء دراستنا الزراعية المورفولوجية بجرعة 2 لتر في الهكتار، هو محفز طبيعي لنمو النبات والدفاع ضد الأمراض الفطرية (SDN). لا يسبب سُمية نباتية وتمابل النباتات. يؤكد التحليل الإحصائي للبيانات أهمية هذا العلاج بعد النتائج الجيدة التي لوحظت. من بين المعلومات المورفولوجية الزراعية التي تمت دراستها، أعطت النباتات المعرضة للمحفز متوسط 112.59 سم للطول النهائي للنبات مقابل 99.1 سم للنبات الشاهد، وعدد الحبوب في كل سنبل 53.63 للمحفز الحيوي، مقابل 41.63 حبة لكل سنبل بالنسبة للنباتات الغير مُحفزة. وزن ألف حبة قمح للنباتات المحفزة 43.14 غ مقابل 35.32 غ للشاهد. ومع ذلك، فإن المنتج في الحقل المحفز يقدر بـ 97 قنطار في الهكتار مقابل 46.51 قنطار في الهكتار بالنسبة للشاهد. بشكل عام، يعتبر استعمال المحفزات الحيوية في منطقة برج بوعريريج مرضيًا عند استخدامها في سياق وقاية النبات من الأمراض الفطرية، حيث أظهرت النتائج انخفاضًا ملحوظًا في انتشار البياض الدقيقي بنسبة 99.86 بالمائة.

**الكلمات المفتاحية:** المحفزات الحيوية، الإجهاد الحيوي، القمح الصلب، البياض الدقيقي.

## « Effect of the Eurofit Max biostimulant on the tolerance of durum wheat (Bousselam variety) to biotic stresses (fungal diseases) under semi-arid conditions »

### Abstract

Biostimulants in agriculture are a promising solution to fight effectively against biotic and abiotic stresses while minimizing the use of pesticides. The objective of this study is to determine if this biostimulant algae-based treatment responds to our problem of tolerance to fungal diseases. The biostimulant "Eurofit Max" used during our study with a dose of 2 liters per hectare on agro-morphology is a natural plant growth and defense stimulator (SDN). It does not cause phytotoxicity and lodging of plants. The statistical analysis of the data confirms the importance of this treatment following the good results observed. Among the agro-morphological parameters studied, the plants exposed to the biostimulant gave an average of 112.59cm of the final height of the plants against 99.1cm for the control, a number of grains per ear of 53.63 for the biostimulant against 41.63 grains per ear for the control, the PMG of the treated plants is 43.17g against 35.32g for the control. However, the yield on the treated field is 97qx/ha against 46.51qx/ha. In general, the use of biostimulants in the region of Bordj Bou Arreridj is considered satisfactory when used in the framework of plant protection against fungal diseases, as the results showed a remarkable reduction in the spread of powdery mildew with a percentage of 99.86%.

**Key words:** Biostimulant, Durum wheat, Biotic stress, Semi-arid.