

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 Mohammed 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 : Amélioration des plantes

Intitulé :

Étude comparative entre 12 génotypes de blé dur (*Triticum durum Desf.*)
sous conditions pluviales de la région semi-aride.

Présenté par :

Khababa Aya & Mebarkia Aya

Soutenu le 11 /06/ 2025, Devant le Jury :

	Nom & Prénom	Grade	Affiliation / institution
Président :	M. BELGUERRI Hamza	MCA.	Faculté SNV-STU, Univ. de B.B.A.
Encadrant :	M. FORTAS Bilal	MCB	Faculté SNV-STU, Univ. de B.B.A.
Examineur :	M. BAHLOULI Fayçal	Pr	Faculté SNV-STU, Univ. de B.B.A.

Année Universitaire 2024/2025

Remerciement

قال تعالى: " وقليل من عبادي الشكور "

فاللهم لك الحمد حمدا لا ينفذ أوله ولا ينقطع آخره

الحمد لله الذي بارك لنا في سعينا، وأعاننا على إتمام هذا العمل.

اللهم إن ما وصلنا إليه من نجاح فهذا من فضلك وتوفيقك فلك الحمد والشكر على نعمتك وتوفيقك.

من لا يشكر القليل لا يشكر الكثير، ومن لا يشكر الناس لا يشكر الله "

الشكر للدكتور المشرف فرطاس بلال الذي كان لنا خير العون والسند عند الاحتياج ووجهنا وأعاننا على إتمام هذا العمل وأسدى لنا معروفا قيما.

كما نتقدم بالشكر لجميع أساتذتنا على عطائهم خلال مسيرتنا الدراسية وعلى وجه الخصوص الدكتور بلقري حمزة،
والدكتور بهلولي فيصل.

كل الشكر لمن وقف معنا بحرف أو موقف أو دعاء، والشكر لمن ساعدنا وأعاننا على تذليل الصعوبات من قريب أو من بعيد

قد يكون الدعاء أجمل ما يمكن تقديمه لمن قدم لنا معروفا، فاللهم كن عوننا لهم كما أعانونا.

شكر وتقدير

اشكر نفسي على ما بذلته من سعي واجتهاد لأصل لما انا عليه اليوم

الشكر الواصل لوالدي الكريمين على دعمهما المادي والمعنوي

اشكر عائلتي فردا فردا على دعمهم الدائم لي واخص بالذكر اختي الصغرى

اشكر زميلتي في العمل اية، خ

الشكر لزميلتي الدراسة خولة، ج وخولة، خ

"مباركية آية"

إلى قوتي وسندي وبطلاي " إلى أبي الغالي "

إلى التي أنارت دربي وكانت لي سنداً ورفيقة " إلى أمي الغالية"

إلى أمي الثانية ورفيقتي وحبيبتي الغالية "إلى خالتي الغالية "

إلى الأيدي التي تمد لي العون " إلى إخوتي "

إلى من كان لي سنداً ورفيقاً ومشجعاً "إلى نضال "

إلى رفيقتي في البحث "آية، م " وكل صديقاتي اللاتي كن معي " هيام"

"خبابة آية "

Table des matières

Remerciement.....	2
Liste des tableaux	7
Liste des figures	8
Liste des abréviations	9
1. Introduction.....	1
2. Matériels et Méthodes.....	3
2.1. Présentation du site expérimental :.....	3
2.1.1. Conditions climatiques :.....	3
Type du sol :.....	3
Type de climat :	3
2.2. Données climatiques :	3
2.3. Le Protocole expérimental.....	4
2.4. Le matériel végétal :	5
2.5. Itinéraire technique appliquée :	5
2.5.1. Précédent cultural :	5
2.5.2. Préparation Agro écologique :	5
2.5.3. Fertilisation :	5
2.5.4. Le semis :	6
2.5.5. Irrigation :	6
2.6. Les paramètres étudiés :	7
2.6.1. Le nombre de plants par mètre linière:	7
2.6.2. Le nombre de talles par mètre linière :	7
2.6.3. La surface foliaire :	8
2.6.4. La hauteur de la plante :.....	9
2.6.5. La chlorophylle :	10
2.7. Analyse statistique des données :	11
2.7.1. ANALYSE DE LA VARIANCE (ANOVA) :	11
2.1.2. Corrélations entre paires caractères étudiées :	12
3. Résultats et Discussions :.....	14
3.1. Le nombre de plantes :.....	14
3.2. Le nombre de talles :	15
3.3. La surface foliaire :.....	17

3.4. La hauteur de la plante.....	19
3.5. La chlorophylle :.....	20
.4 Conclusion	25
5. Référence	27
ملخص.....	27
Abstract	27
Résumé.....	28

Liste des tableaux

Tableau 1: Squelette de l'analyse de la variance.....	11
Tableau 2: Analyse de la variance pour le nombre de plantes levées/l.....	14
Tableau 3: Étude des valeurs moyennes de la variable "Nombre de plantes levées/l"	15
Tableau 4: Analyse de la variance pour le nombre de talles/L	16
Tableau 5: Étude des valeurs moyennes de la variable "Nombre de talles"	16
Tableau 6: Analyse de la variance de la variable surface foliaire.....	18
Tableau 7: Étude des valeurs moyennes de la variable surface foliaire.....	18
Tableau 8: Analyse de la variance de la variable Hauteur des plantes	19
Tableau 9: Étude des valeurs moyennes de la variable Hauteur des plantes	20
Tableau 10: Analyse de la variance pour la variable « Chlorophylle ».....	21
Tableau 11: Étude des valeurs moyennes de la variable Chlorophylle.....	21
Tableau 12: Matrice des corrélations	22

Liste des figures

Figure 1: précipitations et température de la wilaya de Sétif (Tutiempo , 2024 /2025).....	4
Figure 2: vue générale de l'essai installé par l'ITGC de Sétif durant la campagne	5
Figure 3: biostimulant Clinofine (photo originale)	6
Figure 4: Opération de semis de blé dur.....	6
Figure 5: irrigation par système d'aspersion.	7
Figure 6: Mesure de nombre de plantes et talles.	8
Figure 7: Mesure de la surface foliaire a été réalisée par une règle.	9
Figure 8: Mesure de la hauteur de la plante de blé dur.	10
Figure 9: Mesure de la teneur en chlorophylle des feuilles de blé dur a été réalisée à l'aide de l'appareil SPAD.	11

Liste des abréviations

ITGC : Institut Technique des Grandes Cultures

PP : Précipitations

TM : Températures Maximales mensuelles moyennes

Tm : Températures Minimales mensuelles moyennes

T : Température Moyenne Générale

MBB : Mohamed Ben Bachir

NPK : Azote _ Phosphate _Potassium

LAI : Leaf Area Index

SPAD : Soil Plant Analysis

SAS : Statistical Analysis System

ANOVA : Analyse de la variance

Ddl : Degrés de liberté

Sce : Somme des carrés des Ecart

CM : Carré Moyen

F : Test de Fisher

Sig(5 %,1 %) : Significativité à 5 % ou 1 %

CV (%) : Coefficient de Variation

LSD : Least Significant Difference

CMr : Carré Moyen résiduel

n1 , n2 : Taille d'échantillon de chaque groupe

r .y : Coefficient de corrélation entre deux caractères

cov (x,y) : Covariance entre x et y

$\delta^2(x)$, $\delta^2(\gamma)$: Variance des variables x et y

df : Degrees of Freedom

SS : Sum of Squares

Ms : Mean square

F : F-statistic

P : P-value

Ns : Non significatif

DW24-XX : Nom de génotype

n : nombre d'échantillons

a, ab, abc, bc,c... : Lettres indiquant les groupes statistiques

CCL : Chlorophyll Content Index

P : probabilité

NPL : Nombre de plantes levées

NT : Nombre de talles

HT : hauteur des plantes

SF : Surface Foliaire

CHL : Chlorophylle

N : nombre d'observations

Introduction

Introduction

1. Introduction

Le blé dur (*Triticum durum*) représente l'une des principales céréales cultivées en Algérie, notamment en raison de son importance dans l'alimentation de base, notamment pour la fabrication de semoule, de couscous et de pâtes. Cette culture occupe une place stratégique dans les zones semi-arides du pays, bien qu'elle soit confrontée à de nombreuses contraintes, notamment climatiques et édaphiques. Malgré son potentiel, le rendement moyen reste faible, ce qui nécessite la mise en œuvre de pratiques agricoles améliorées pour valoriser cette spéculation (**Kherch et Bouchafaa, 2012; Mihoub, 2008**).

Le blé dur est exposé à plusieurs types de stress abiotiques et biotiques qui compromettent sa croissance et sa productivité. Parmi ceux-ci figurent le stress thermique, la salinité du sol, la faible fertilité, ainsi que les maladies et les ravageurs (Passioura, 2007; Farooq et al, 2011).

Face à ces contraintes, l'intérêt pour des techniques agricoles innovantes et durables s'est intensifié ces dernières années. Parmi ces approches figurent les biostimulants, définis comme des substances ou micro-organismes non nutritifs capables d'améliorer l'absorption des éléments minéraux, de stimuler la croissance végétale et de renforcer la tolérance des plantes aux stress abiotiques, sans remplacer les engrais ni les produits phytosanitaires (**Du Jardin, 2015**) ;

Les biostimulants regroupent une diversité de substances d'origine naturelle qui agissent principalement sur le métabolisme des plantes afin d'en améliorer la performance globale. Outre les extraits d'algues et les acides humiques, on distingue également les hydrolysats de protéines, riches en peptides bioactifs, qui favorisent la croissance racinaire et la résistance aux conditions défavorables (**Colla et al., 2015**). Les micro-organismes bénéfiques, tels que les bactéries promotrices de croissance (PGPR) et les champignons mycorhiziens, jouent un rôle clé dans la stimulation des défenses naturelles des plantes et dans l'amélioration de l'absorption des nutriments du sol (**Rouphael et Colla, 2020**) ; D'autres biostimulants émergents comprennent des composés à base de polysaccharides, des extraits végétaux spécifiques ou encore des substances signal qui agissent à très faibles concentrations pour réponses physiologie cher des blés (**Bulgari et al., 2019**).

Leur utilisation s'inscrit dans une démarche d'agriculture durable et respectueuse de l'environnement (**Du Jardin, 2015; Rouphael et Colla, 2020**).

Introduction

Cependant, malgré les avancées dans le domaine de l'agronomie, le recours aux biostimulants demeure encore limité dans certaines régions, notamment en Algérie, en raison d'un manque de données scientifiques locales sur leur efficacité dans les conditions climatiques et édaphiques spécifiques du pays. Cette situation soulève une problématique centrale : comment les biostimulants peuvent-ils contribuer à améliorer la croissance et le rendement du blé dur (*Triticum durum*) en conditions pluviales, tout en renforçant sa tolérance aux stress abiotiques ?

Dans ce travail nous avons basé sur l'utilisation d'un biostimulant, sans effet nocif sur l'environnement, afin de comparer et d'évaluer la réponse de 12 géotypes de blé dur (*Triticum durum*) sous l'effet d'un biostimulant naturel sous des conditions naturelles au niveau I.T.G.C. durant la campagne agricole 2024/2025.

Ce mémoire comporte une partie expérimentale qui se divise en 2 parties :

- ✓ Matériels et Méthode : englobe la description des conditions pédoclimatiques de la région d'étude et de matériels végétale étudiés.
- ✓ Résultats et discussion : traitement des données et interprétation des résultats obtenus et leur discussion.
- ✓ Et finalement une conclusion et perspective suivi par une liste de références

Bibliographique.

Matériels et Méthodes

2. Matériels et Méthodes

2.1. Présentation du site expérimental :

L'expérimentation a été conduite durant la campagne agricole 2024/2025 au niveau de la station expérimentale de l'institut technique des grandes cultures (ITGC) Sétif. L'institut est situé à une altitude de 962m et aux coordonnées géographiques 36° 08' N, 5° 20' E (Chennafi et al., 2006). Le site est situé à 4 km au Sud-Ouest du chef-lieu de la wilaya de Sétif.

2.1.1. Conditions climatiques :

Type du sol :

Texture limono argileuse, à faible teneur en matière (1,54%), riche en calcaire et à pH alcalin (8,58) (Kerouguli et Aït Ouali, 2010).

Type de climat :

C'est un climat de l'étage bioclimatique semi arides, la région de Sétif se caractérise par : un hiver froid, un été chaud et sec, une pluviométrie irrégulière, et des gelées printanières très fréquentes (Chennafi et al. 2006)

Notre essai a été conduit au cours de la campagne 2024/2025 qui s'est distinguée par des conditions climatiques particulières.

2.2. Données climatiques :

Le document représente un graphique illustrant l'évolution des températures et des précipitations (PP) dans la wilaya de Sétif pendant la période allant de septembre à mars (année 2024/2025), selon les données du site Tutiempo. (Figure 1)

Le graphique comprend quatre variables climatiques principales, à savoir :

TM: représente les températures maximales mensuelles moyennes, indiquées en rouge.

Tm: les températures minimales mensuelles moyennes, en vert.

T: la température moyenne générale, en bleu.

PP: les précipitations en millimètres, représentées en mauve.

Le climat présente un caractère continental semi-aride, marqué par des températures modérées et des précipitations relativement abondantes en automne (41,91 mm en septembre),

Matériels et Méthodes

suivies d'une baisse notable des températures durant l'hiver, atteignant 11,5°C comme température maximale et 1,7°C comme minimale en janvier, avec un pic de précipitations dans le même mois (39,35 mm). En mars, on observe une remontée progressive des températures ($T_m = 10,7^\circ\text{C}$), tandis que les précipitations restent modérées (27,43 mm). Ces conditions climatiques peuvent influencer directement les cultures, notamment les céréales d'hiver, ce qui impose l'adoption de pratiques agricoles adaptées, telles que l'ajustement du calendrier des semis ou l'utilisation de biostimulants pour renforcer la tolérance des plantes au froid et aux stress hydriques.

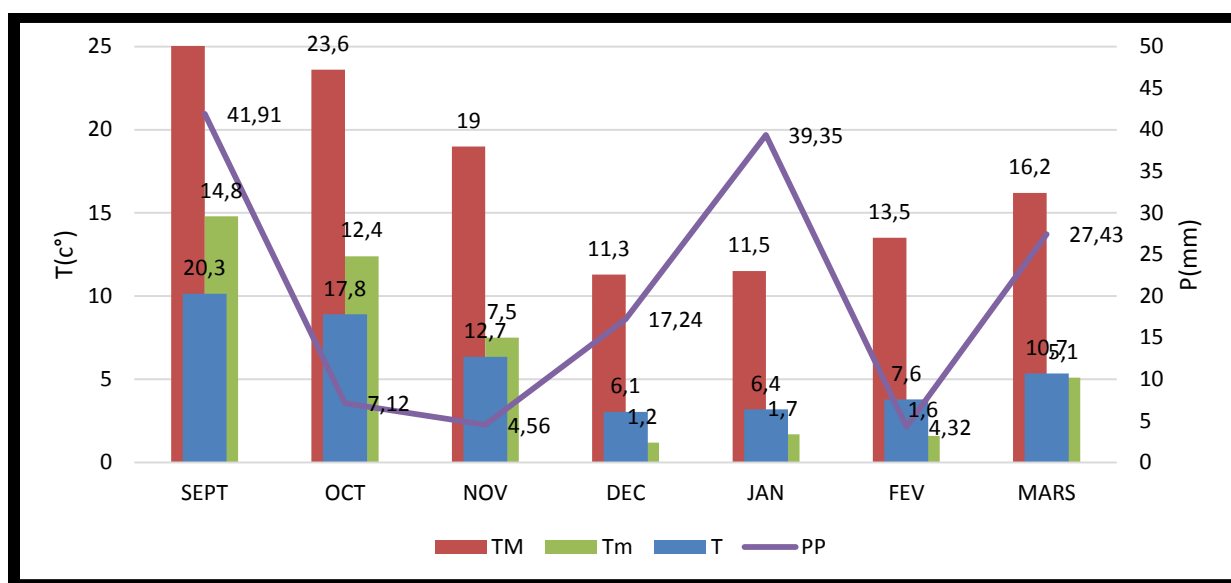


Figure 1: La précipitations et température de la wilaya de Sétif (Tutiempo , 2024 /2025).

2.3. Le Protocole expérimental

L'essai est installé selon un dispositif en blocs (un gradient d'hétérogénéité). On a appliqué le biostimulant sur toutes les micro parcelles, Le facteur étudiés c'est variétés de blé dur avec 12 modalités (génotypes.)

L'essai comporte au total trente-six (36) micro-parcelles. Les dimensions de la parcelle élémentaire sont : 06 m longueur sur 1.2 m de largeur. Le dispositif a été installé sur un terrain présentant un gradient d'hétérogénéité, afin d'évaluer la réponse de 12 génotypes (02 témoins locaux à savoir : MBB et Bousselam et 10 pédigrées) sous l'effet du biostimulant dans des conditions pluviales. (**Figure 2**)

Matériels et Méthodes



*Figure 2: vue générale de l'essai installé par l'ITGC de Sétif durant la campagne
(26-02-2025/7-05-2025)*

2.4. Le matériel végétal :

Le matériel végétal utilisé est composé de 12 génotypes du blé dur (*Triticum durum* Desf.) à savoir 02 témoins locaux (MBB et Bousselam) et 10 pédigrées.

2.5. Itinéraire technique appliquée :

2.5.1. Précédent cultural :

L'instituté expérimentale pratique une rotation biennale céréale/ jachère travaillée.

2.5.2. Préparation Agro écologique :

Cette opération a effectué sur les (trois) 3 blocs, Le premier faux semis, un passage a été réalisé le 8/11/2024 a l'aide d'un cover-Crop suivi par un hersage, cette opération a été réalisée 25 jours avant semi le 23/11/2024.

2.5.3. Fertilisation :

Engrais de fond : un épandage d'engrais azote de fond composte sous forme NPK (4×3) et de 63% de la matière organique a été effectué le 12/12/2024 (phase d'amendement) avec une dose 5Qx/ha et une application du biostimulant (Clinofine) : a été réalisé le 25/03/2025

(Figure 3)

Matériels et Méthodes



Figure 3: biostimulant Clinofine (photo originale)

2.5.4. Le semis :

Le semis a été réalisé le 05/12/2024 à l'aide d'un semoir expérimentale à une densité de 300 graines par m², avec un taux de germination de 92% à 93% (Figure 4)



Figure 4: Opération de semis de blé dur.

2.5.5. Irrigation :

L'essai a été mené sous régime d'irrigation par aspersion :

- La 1ère irrigation le 9/03/2025

- La 2^{ème} irrigation le 7/05/2025 (Figure 5)

Matériels et Méthodes



Figure 5: irrigation par système d'aspersion.

2.6. Les paramètres étudiés :

2.6.1. Le nombre de plants par mètre linière:

Le nombre de plante fait référence au nombre de plantes individuelles cultivées dans une unité de surface donnée (par exemple, par mètre linière). Ce paramètre est essentiel pour évaluer la densité végétale dans les champs de blé dur, influençant directement la concurrence entre les plantes, l'efficacité de l'utilisation des ressources et le rendement final de la culture (Slafer et Rawson, 1994) ; (Figure 6)

2.6.2. Le nombre de talles par mètre linière :

Le nombre de talles chez le blé dur désigne le nombre de pousses secondaires émergeant de la base de la plante, en plus de la tige principale. Il s'agit d'un paramètre agronomique clé influencé par la génétique, les pratiques culturales et les conditions environnementales, jouant un rôle majeur dans la détermination du rendement final (Oury et Brancourt-Hulmel, 1999) ;

(Figure 6)

Afin de recenser le nombre de plantes ainsi que le nombre de talles, un mètre linéaire a été choisi comme unité de mesure, à l'aide d'un outil approprié. Après la délimitation de ce mètre,

Matériels et Méthodes

le comptage des plantes et des talles a été effectué à l'intérieur de cette distance (Benbelkacem et al., 2013).



Figure 6: Mesure de nombre de plantes et talles.

2.6.3. La surface foliaire :

Chez le blé dur, la surface foliaire est un paramètre morphologique déterminant qui reflète le potentiel de croissance de la plante. Elle est fortement corrélée à l'indice foliaire (LAI), qui permet d'évaluer l'état sanitaire de la culture et sa réponse aux conditions agro climatiques. Une surface foliaire optimale favorise l'efficacité de la photosynthèse, surtout durant les stades critiques comme la montaison et la floraison. En conditions de stress thermique ou hydrique, la réduction de la surface foliaire est une stratégie d'adaptation fréquente chez le blé dur pour limiter la perte en eau par transpiration (Loss et Siddique, 1994) ;

La surface foliaire du blé dur a été mesurée à l'aide d'un outil de mesure approprié, en déterminant la longueur et la largeur de la feuille (Watson, 1947) ;

Mode de calcul :

La surface foliaire est estimée à partir d'un échantillon de 03 feuilles, dont on mesure la

Longueur totale et la largeur moyenne. La surface foliaire est déduite par la formule :

Matériels et Méthodes

$SF (cm^2) = 0.606(L \times l)$ où L = Longueur totale des 03 feuilles, l = largeur moyenne des 03 feuilles et 0.606 = coefficient de régression reliant la surface des feuilles photocopiées sur papier grammage sur celle déduite par le produit $L \times l$ (Mefti et al., 2008). (Figure 7)



Figure 7: Mesure de la surface foliaire a été réalisée par une règle.

2.6.4. La hauteur de la plante :

La hauteur de la plante de blé est un indicateur morphologique important reflétant l'interaction entre le génotype de la plante et les conditions environnementales. Elle est mesurée de la surface du sol jusqu'au sommet de l'épi (hors arête). Cet indicateur est utilisé pour évaluer la croissance végétative et la capacité de la plante à concurrencer et à se préparer à la production. (Slafer et al., 1994).

La hauteur de la plante de blé est mesurée en déterminant la distance verticale entre la surface du sol et le point le plus élevé de la plante, à l'aide d'une règle ou d'un ruban gradué (Benabdellah et al., 2020). (Figure 8)

Matériels et Méthodes



Figure 8: Mesure de la hauteur de la plante de blé dur.

2.6.5. La chlorophylle :

La chlorophylle est le principal pigment vert présent dans les tissus végétaux, y compris chez le blé dur (*Triticum durum*), jouant un rôle essentiel dans la photosynthèse. Chez le blé dur, la teneur en chlorophylle est un indicateur important de la qualité des grains, car une concentration élevée peut altérer la couleur et les propriétés technologiques de la farine (El-Gammal et al., 2014).

Pour effectuer la mesure, une feuille représentative est insérée dans le capteur de l'appareil, et plusieurs lectures sont prises pour obtenir une valeur moyenne fiable. L'appareil fournit une valeur numérique (généralement entre 0 et 60), qui représente un indice relatif de la chlorophylle (**Figure 9**). Cette valeur peut être convertie en teneur quantitative (mg/g de matière fraîche) à l'aide d'équations de calibration établies expérimentalement (Uddling et al., 2007).

Matériels et Méthodes



Figure 9: Mesure de la teneur en chlorophylle des feuilles de blé dur a été réalisée à l'aide de l'appareil SPAD.

2.7. Analyse statistique des données :

Les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide du logiciel statistique SAS (SAS, 9.4). L'analyse de la variance a été utilisée pour trouver l'effet de génotypes au seuil 5% pour caractères mesurées à la présence de biostimulant Clinofine

2.7.1. ANALYSE DE LA VARIANCE (ANOVA) :

Les différentes sources de variation, la somme des carrés des écarts, le carré moyen des écarts, le coefficient de variation et le test F de ce modèle sont indiqués au, selon le squelette suivant : (Tableau 1)

Tableau 1: Squelette de l'analyse de la variance.

Matériels et Méthodes

Sources de variations	Ddl	SCE	CM	F	Sig (5%,1%)
Blocs	B-1	SCEt	SCEt /ddlt		
Génotypes(P)	G-1	SCEp	SCEp /ddlp	CMp/CMe	
Résiduelle	(N-1) - (B+G)	SCEe	SCEe /ddle		
CV (%)	$\frac{\delta}{\bar{x}} \cdot 100$				

Ddl : degré de liberté ; SCE : somme des carrés des écarts ; CM : carré moyen ; F : valeur de Fisher calculée ; B : blocs ; CV : coefficient de variation.

$$LSD = t(\alpha, ddl) * \sqrt{CMr(1/n1 + 1/n1)}$$

Où :

$t(\alpha, ddl)$: La valeur t-critique du tableau de distribution t avec α et ddl correspond aux degrés de liberté au sein des groupes du tableau ANOVA.

CMr : les carrés moyens au sein des groupes du tableau ANOVA.

n1, n2 : Les tailles d'échantillon de chaque groupe.

2.1.2. Corrélations entre paires caractères étudiés :

Les coefficients de corrélation sont calculés par les formules suivantes :

$$r_{x,y} = \frac{cov(x, y)}{\sqrt{\delta^2(x) \cdot \delta^2(y)}}$$

Les covariances $Cov(x, y)$ sont déduites par décomposition des espérances moyennes attendues de l'analyse de la covariance de la paire des caractères analysés (WEBER & MOORTHY, 1952). La signification des coefficients de corrélations est testée par rapport aux valeurs de la table du r, avec n-2 degré de liberté au seuil de probabilité de 5%.

La régression linéaire est une méthode de modélisation permettant d'établir une relation linéaire entre une variable continue dite "variable expliquée" ou dépendante et un ensemble d'autres variables continues dites "variables explicatives" ou indépendantes. Plus spécifiquement elle propose un modèle explicatif qui permet de prédire la variable dépendante en fonction des variables indépendantes.

Matériels et Méthodes

Résultats et discussion

Résultats et Discussions

3. Résultats et Discussions :

3.1. Le nombre de plantes :

L'analyse de la variance montre que l'effet de génotypes n'est pas significatif au seuil 5% pour caractère nombre de plantes mesurée à la présence de biostimulant Clinofine ($p=0.9989$). Les différents génotypes n'ont pas répondu ou n'ont montré un changement de nombre de plantes. (Tableau 2)

Les résultats obtenus ont révélé que nombre de plantes de Bouselam (DW24-01) est 38p/l très inférieure par rapport à la valeur trouvée par **Adjeneq et Belouadeh(2022)** qui est 270.330p/m² et même chose pour les pedigrees marque une chute de nombre de plantes environ 36-46p/l ce qui présente une diminution de 85%

La variété locale de blé dur Mohamed Ben Bachir (MBB) est largement cultivée dans les régions semi-arides comme Sétif. Bien que les données précises sur le nombre de plantes par mètre carré pour cette variété soient limitées, les essais agronomiques menés sur des variétés similaires telles que Bouselam et Oued El Bared, dans les mêmes conditions pédoclimatiques, ont utilisé des densités de semis comprises entre 350 et 400 graines/m², ce qui correspond généralement à environ 250 à 320 plantes établies/m², alors qu'il diminue jusqu'à 38,33p/l.

Etude des valeurs moyennes indique une variation numérique relative, où le génotype DW24-07 a enregistré la moyenne la plus élevée (46,33 plants/l), tandis que le génotype DW24-11 a présenté la moyenne la plus faible (36,33 plants/l). Ces résultats suggèrent que tous les génotypes ont répondu de manière relativement similaire en termes de nombre de plantes levées, ce qui indique que le traitement biostimulant n'a pas provoqué d'effet différencié entre les génotypes à ce stade de développement. (df : Degrees of Freedom, SS : Sum of Squares, Ms : Mean square, F : F-statistic, P : P-value,

Ns : Non significatif

Tableau 3)

Tableau 2: Analyse de la variance pour le nombre de plantes levées/l

SOURCE	DF	TYPE III SS	MS	F	P	SIGNIF.
--------	----	----------------	----	---	---	---------

Résultats et Discussions

BLOCS	2	190,5	95,25	0.4732919	0.6291	ns
GENOTYPES	11	329	29.909091	0.1486166	0.9989	ns
ERREUR	22	4427.5	201.25<			
TOTAL	35	4947				
MODELE	13	519.5	39.961538	0.1985667	0.9979	ns

df : Degrees of Freedom,SS : Sum of Squares,Ms : Mean square ,F : F-statistic ,P : P-value,

Ns : Non significatif

Tableau 3: Étude des valeurs moyennes de la variable "Nombre de plantes levées/l"

RANG	GENOTYPE	MOYENNE	N	RANGES NON SIGNIFICATIFS
1	DW24-07	46.3333333333	3	a
2	DW24-08	45	3	a
3	DW24-10	43.3333333333	3	a
4	DW24-03	42.6666666667	3	a
5	DW24-04	40.6666666667	3	a
6	DW24-12	40	3	a
7	DW24-05	39.3333333333	3	a
8	DW24-09	38.3333333333	3	a
9	DW24-02	38.3333333333	3	a
10	DW24-01	38	3	a
11	DW24-06	37.6666666667	3	a
12	DW24-11	36.3333333333	3	a

3.2. Le nombre de talles :

L'analyse de la variance montre que l'effet de génotypes n'est pas significatif au seuil 5% pour caractère nombre de talles mesurée à la présence de biostimulant Clinofine (p=0.9901). Les différents génotypes n'ont pas répondu ou n'ont montré un changement de nombre de talles. (

Tableau 4)

Nombre de talles /l= N de talles de chaque plante ×N de plante/l

Résultats et Discussions

Le nombre moyen de talles par plante observé chez MBB est généralement compris entre 2,5 et 3 talles (**Institut Technique des Grandes Cultures - ITGC Sétif, 2022**) ;

Le nombre moyen de talles par plante observé chez Bousselam est 3

(**Adjeneg et Belouadeh, 2022**) ;

Les résultats obtenus ont révélé que nombre de talles de Bousselam (DW24-01) de 111.33t/l est très inférieure par rapport au valeur trouvé par **Adjeneg et Belouadeh(2022)** qui est 900t/m² la même chose pour nombre de talles MBB (DW24-02) est 106.66t/l très inférieure par rapport au valeur trouvé qui est 712,5-855t/m², et même les autres génotypes (pedigrees) sont très inférieure par rapport au valeur trouvé .

Etude des valeurs moyennes montre que tous les génotypes ont été classés dans le même groupe statistique (a), ce qui indique une homogénéité de performance et l'absence de différences significatives dans le nombre de talles entre les génotypes.

Bien que certaines variations numériques aient été enregistrées, comme le génotype DW24-06 qui a affiché la moyenne la plus élevée (113,67) et le génotype DW24-11 la plus faible (81,33), ces écarts ne sont pas statistiquement significatifs, ce qui reflète une variation naturelle sans impact statistique réel (Tableau 5).

Tableau 4: Analyse de la variance pour le nombre de talles/L

SOURCE	DF	TYPE III SS	MS	F	P	SIGNIF.
BLOCS	2	3480.05555	1740.0278	1.422897	0.2623	ns
		6		7		
GENOTYPE	11	3304.30555	300.39141	0.245643	0.9901	ns
S		6		3		
ERREUR	22	26903.2777	1222.8763			
		8	<			
TOTAL	35	33687.6388				
		9				

Résultats et Discussions

MODELE	13	6784.36111	521.87393	0.426759	0.9423	ns
		1		4		

df : Degrees of Freedom, SS : Sum of Squares, Ms : Mean square ,F : F-statistic ,P : P-value,

Ns : Non significatif

Tableau 5: Étude des valeurs moyennes de la variable "Nombre de talles"

RANG	GENOTYPE	MOYENNE	N	RANGES NON SIGNIFICATIFS
1	DW24-06	113.666666667	3	a
2	DW24-08	112	3	a
3	DW24-01	111.333333333	3	a
4	DW24-07	107	3	a
5	DW24-02	106.666666667	3	a
6	DW24-04	101	3	a
7	DW24-10	100.666666667	3	a
8	DW24-03	97.666666667	3	a
9	DW24-05	97	3	a
10	DW24-12	93.666666667	3	a
11	DW24-09	87.666666667	3	a
12	DW24-11	81.333333333	3	a

3.3. La surface foliaire :

L'analyse de la variance montre que l'effet de génotypes est significatif au seuil 5% pour caractère surface foliaire mesurée à la présence de biostimulant Clinofine ($p=0.0173$) Les différents génotypes n'ont pas répondu ou n'ont montré aucun changement de surface foliaire. (**Tableau 6**)

Les résultats obtenus ont révélé que la surface foliaire moyenne de Bousselam (DW24-01) est de $6,06\text{cm}^2$ est très inférieure par rapport au valeur trouvé par **Adjeneg et Belouadeh (2022)** qui est $40-48\text{cm}^2$ et la même chose pour les autres 10 autres génotypes.

Les données quantitatives précises sur la feuille étandard de la variété locale Mohamed Ben Bachir (MBB) ne soient pas disponibles dans la littérature, plusieurs études comparatives

Résultats et Discussions

montrent que cette variété présente une surface foliaire modérément élevée par rapport aux variétés modernes telles que Bousselam et Oued El Bared. Cette caractéristique confère à MBB une meilleure aptitude à capter la lumière, notamment dans les milieux semi-arides. D'après **Haddad et al., (2021)**, malgré ça les résultats obtenus ont révélé que la surface foliaire moyenne de MBB (DW24-02) est $6,04 \text{ cm}^2$ est très inférieure par rapport au valeur trouvé qui est $<40-48 \text{ cm}^2$.

Étude des valeurs moyennes montre une variation relative des moyennes enregistrées pour chaque génotype. Le génotype DW24-03 a présenté la moyenne la plus élevée de surface foliaire ($8,8274 \text{ cm}^2$), suivi par DW24-11 ($8,04364 \text{ cm}^2$). Toutefois, ce dernier ne diffère pas statistiquement des autres génotypes appartenant au même groupe statistique (lettre "a"), ce qui indique une performance similaire entre la majorité des génotypes.

Il est à noter que le génotype DW24-08 a été classé dans le groupe statistique "c", ce qui signifie qu'il a présenté une performance plus faible par rapport aux autres génotypes, et constitue le seul à avoir montré une différence statistiquement significative. Les autres génotypes ont été répartis entre des groupes statistiques intermédiaires ("ab", "abc", "c"), traduisant une variation partiellement significative. (**Tableau 7**)

Tableau 6: Analyse de la variance de la variable surface foliaire.

SOURCE	DF	TYPE III SS	MS	F	P	SIGNIF.
BLOCKS	2	9.891673263	4.9458366	2.0261488	0.1557	ns
GENOTYPE	11	39.12761243	3.5570557	1.4572103	0.0173	*
ERROR	22	53.70208161	2.4410037			
TOTAL	35	102.7213673				
MODEL	13	49.01928569	3.7707143	1.5447393	0.1783	ns

df : Degrees of Freedom, SS : Sum of Squares, Ms : Mean square ,F : F-statistic ,P : P-value,

Ns : Non significatif

Tableau 7: Étude des valeurs moyennes de la variable surface foliaire.

RANG	NOM	MOYENNE	N	RANGES NON SIGNIFICATIFS
1	DW24-03	8.8274	3	a
2	DW24-11	8.04364	3	ab
3	DW24-12	7.5346	3	abc

Résultats et Discussions

4	DW24-10	7.21072666667	3	abc
5	DW24-04	7.09828	3	abc
6	DW24-07	6.92927333333	3	abc
7	DW24-01	6.05663333333	3	bc
8	DW24-02	6.0398	3	bc
9	DW24-05	6.01825333333	3	bc
10	DW24-06	5.83039333333	3	bc
11	DW24-09	5.60819333333	3	bc
12	DW24-08	5.19005333333	3	c

3.4. La hauteur de la plante

L'analyse de la variance montre que l'effet de génotypes n'est pas significatif au seuil 5% pour le caractère hauteur mesurée à la présence de biostimulant Clinofine ($p=0.7474$). Les différents génotypes n'ont pas répondu ou n'ont montré aucun changement de la hauteur à la présence de biostimulant Clinofine (Tableau 8).

Les résultats obtenus ont révélé que la hauteur moyenne de Bousselam (DW24-01) est de 75.11 cm est diminué par rapport au valeur trouvée par **Adjeneh et Belouadeh(2022)** qui est de 110cm. et la même chose pour les 10 génotypes, la moyenne de Mohamed Ben bachir (DW24-02) est de 84.44 est aussi diminué par rapport au valeur trouvé par (Haddad et all, 2021) qui est 95-132cm.

L'étude des valeurs moyennes de la variable hauteur des plantes montre que bien qu'il existe une variation apparente des moyennes, allant de 64,22 à 84,44 cm, tous les génotypes ont été classés dans le même groupe statistique (lettre "a") qui confirme l'absence d'une réponse différenciée significative.

La hauteur moyenne la plus élevée a été observée chez le génotype DW24-02 (84,44 cm), tandis que la plus faible a été enregistrée chez le génotype DW24-06 (64,22 cm), (Tableau 9)

Tableau 8: Analyse de la variance de la variable Hauteur des plantes

SOURCE	DF	TYPE III SS	MS	F	P	SIGNIF.
BLOCKS	2	860.666658	430.33333	2.8740498	0.0778	ns
GENOTYPE	11	1110.675899	100.97054	0.6743478	0.7474	ns

Résultats et Discussions

ERROR	22	3294.074125	149.73064			
TOTAL	35	5265.416682				
MODEL	13	1971.342557	151.64174	1.0127635	0.4729	ns

df : Degrees of Freedom, SS : Sum of Squares, Ms : Mean square ,F : F-statistic ,P : P-value,

Ns : Non significatif

Tableau 9: Étude des valeurs moyennes de la variable Hauteur des plantes

RANG	NOM	MOYENNE	N	RANGE NON SIGNIFICATIFS
1	DW24-02	84.4444443333	3	a
2	DW24-03	84.111111	3	a
3	DW24-10	81.4444443333	3	a
4	DW24-09	77.3333333333	3	a
5	DW24-04	76.6666666667	3	a
6	DW24-11	76	3	a
7	DW24-01	75.111111	3	a
8	DW24-05	74.4444446667	3	a
9	DW24-07	74.3333333333	3	a
10	DW24-08	71.888889	3	a
11	DW24-12	69.6666666667	3	a
12	DW24-06	64.2222223333	3	a

3.5. La chlorophylle :

L'analyse de la variance montre que l'effet de génotypes est significatif au seuil 5% pour caractère chlorophylle mesurée à la présence de biostimulant Clinofine ($p=0.0017$), les différents génotypes ont répondu et ont montré un changement des valeurs de chlorophylle grâce à la variation génétique, ce qui confirme même le modelé ($p=0.0016$) est significative. (Tableau 10)

Les résultats obtenus ont révélé que la moyenne de Boussem (DW24-01) 49.03CCI est égale à celui de la valeur trouvé par **Adjene et Belouadeh(2022)** qui est 45-50, plusieurs études ont montré que la variété de MBB dépasse les cultivars modernes comme Waha et Boussem en termes de concentration en chlorophylle (**Haddad et al., 2021**), cependant

Résultats et Discussions

MBB (DW24-02) marque une moyenne 39.50 CCI est inférieur par rapport au valeur trouvé par(Haddad et all.,2021)qui est <45-50, les génotypes (DW24-08) (DW24-01) (DW24-10) (DW24-07) sont égale à celui de les valeur trouvé qui sont 45-49CCI.

Etude des valeurs moyennes montre que le génotype DW24-12 a enregistré la teneur en chlorophylle la plus élevée (58.58) CCI, ce qui le rend le plus performant en réponse au traitement biostimulant, et constitue un indicateur d'une bonne activité physiologique. Il est suivi du génotype DW24-03 (55.36) CCI, tous deux appartenant à un groupe statistique distinct (a, ab).

En revanche, le génotype DW24-06 a présenté la plus faible teneur en chlorophylle (28.53) CCI et a été classé dans le groupe statistique "e", ce qui indique une faible réponse, le rendant le moins performant parmi les génotypes étudiés. Il est suivi par le génotype DW24-09 avec une moyenne de 37.54, appartenant au groupe "de".

Les autres génotypes se répartissent entre des groupes statistiques intermédiaires (abc, bcd, cd), ce qui reflète une variabilité relative de performance entre les génotypes.(Tableau 11)

Tableau 10:Analyse de la variance pour la variable « Chlorophylle »

SOURCE	DF	SS	MS	F	P	SIGNI
BLOCKS	2	308.7628946	154.38145	3.3978997	0.0518	ns
GENOTYPE	11	2169.088699	197.18988	4.3401034	0.0017	**
ERROR	22	999.5562285	45.434374			
TOTAL	35	3477.407822				
MODEL	13	2477.851593	190.60397	4.195149	0.0016	**

df : Degrees of Freedom,SS : Sum of Squares,Ms : Mean square ,F : F-statistic ,P : P-value,

Ns : Non significatif

Tableau 11:Étude des valeurs moyennes de la variable Chlorophylle

RANG	GENOTYPE	MOYENNE	N	RANGE NON SIGNIFICATIFS
1	DW24-12	58.587778	3	a
2	DW24-03	55.361111	3	ab
3	DW24-08	49.948889	3	abc

Résultats et Discussions

4	DW24-01	49.0311113333	3	abc
5	DW24-10	46.7477776667	3	bcd
6	DW24-07	45.2155553333	3	bcd
7	DW24-04	42.4877776667	3	cd
8	DW24-11	42.3122223333	3	cd
9	DW24-05	40.7266666667	3	cd
10	DW24-02	39.5044443333	3	cde
11	DW24-09	37.5455556667	3	de
12	DW24-06	28.538889	3	e

3.6. Etude des corrélations entre paires caractères étudiés :

Les résultats de l'analyse de corrélation de Pearson entre les caractères (paramètres) étudiés ont révélé des relations variées en termes de direction, de force et de signification statistique. Une corrélation positive hautement significative a été observée entre le nombre des talles (NT) et le nombre de plantes levées (NPL/M), avec un coefficient de corrélation $r = 0,808^{**}$. Cela indique une relation directe et forte entre ces deux caractères. (**Tableau 12**)

Une corrélation positive, moyenne et statistiquement significative a également été enregistrée entre le nombre des talles et la hauteur des plantes ($r = 0,345^*$) ainsi qu'entre le nombre de plantes levées et la hauteur des plantes ($r = 0,460^{**}$) ce qui témoigne d'une interaction entre les caractères morphologiques liés à la croissance végétative. (**Tableau 12**)

En revanche, les autres caractères n'ont pas montré de corrélations statistiquement significatives entre eux, comme c'est le cas entre la teneur en chlorophylle (CHL) et la hauteur des plantes, avec une corrélation faible et non significative $r = -0,063$, ce qui reflète une certaine indépendance physiologique de la chlorophylle par rapport à ces variables dans les conditions expérimentales actuelles. (**Tableau 12**)

Ces résultats soulignent l'importance des caractères : nombre de plantes levées et nombre des talles comme indicateurs fiables pour l'évaluation précoce de la performance des génotypes, en particulier sous l'effet du traitement biologique, tandis que d'autres caractères physiologiques nécessitent des investigations supplémentaires à des stades de développement ultérieurs pour mieux cerner leur lien avec le rendement final. (**Tableau 12**)

Tableau 12: Matrice des corrélations

Résultats et Discussions

		HT	SF	CHL	NPL/M	NT
HT	Pearson Corrélation	1				
	Sig. (2-tailed)					
	N	36				
SF	Pearson Corrélation	.119	1			
	Sig. (2-tailed)	.489				
	N	36	36			
CHL	Pearson Corrélation	-.063-	.176	1		
	Sig. (2-tailed)	.714	.306			
	N	36	36	36		
NPL/M	Pearson Corrélation	.460**	-.109-	.214	1	
	Sig. (2-tailed)	.005	.528	.210		
	N	36	36	36	36	
NT	Pearson Corrélation	.345*	-.052-	.002	.808**	1
	Sig. (2-tailed)	.039	.764	.989	.000	
	N	36	36	36	36	36
**. CORRELATION IS SIGNIFICANT AT THE 0.01 LEVEL (2-TAILED).						
*. CORRELATION IS SIGNIFICANT AT THE 0.05 LEVEL (2-TAILED).						

Conclusion

Conclusion

4. Conclusion

La culture du blé dur constitue un indicateur essentiel pour mesurer le degré de réalisation de l'autosuffisance alimentaire dans de nombreux pays, en raison de la diversité des produits qui en sont dérivés. Par conséquent, cette culture est étroitement liée à la sécurité alimentaire.

Cependant, les changements climatiques que connaît la planète depuis les dernières décennies ont des répercussions négatives sur la production du blé à l'échelle mondiale, et plus particulièrement dans le bassin méditerranéen. Étant donné que l'Algérie fait partie des pays méditerranéens, le secteur agricole s'y trouve particulièrement affecté par ces changements, notamment dans les zones qui dépendent de l'agriculture pluviale, et en particulier la filière céréalière, dont le blé dur. Afin de réduire les pertes, le recours à l'utilisation de biostimulants est adopté dans certaines exploitations agricoles.

Dans ce travail, la réponse d'un large éventail de génotypes de blé dur au biostimulant appelé Clinofine a été évaluée. Ces génotypes ont été cultivés dans des conditions homogènes et comparés à des témoins n'ayant reçu aucun traitement.

Un ensemble d'indicateurs a été suivi, à savoir: le nombre de plantes, le nombre de talles, la surface foliaire et la hauteur des plantes et chlorophylle. Ces paramètres nous ont permis de mieux comprendre la réponse des différents génotypes face à ces intrants.

En conclusion, les résultats ont montré une variation entre les génotypes étudiés pour certaines caractéristiques physiologiques, notamment la teneur en chlorophylle et la surface foliaire, avec une performance remarquable du génotype DW24-12. En revanche, une diminution homogène observée pour des caractères comme la hauteur des plantes, le nombre de talles et le nombre de plantes levés indique une réponse similaire au traitement biostimulant. Par ailleurs, les corrélations statistiques, notamment entre le nombre de talles et le nombre de plantes levées, ont mis en évidence l'importance de ces indicateurs pour l'évaluation précoce des génotypes.

Sur la base des données obtenues, il apparaît que la réponse des plantes aux biostimulants varie en fonction de plusieurs facteurs, notamment la nature du biostimulant, les caractéristiques de l'environnement agricole, ainsi que la capacité d'adaptation des génotypes.

Conclusion

En définitive, cette étude ouvre la voie à des recherches futures qui pourraient explorer des interactions plus complexes entre les géotypes de blé dur et les biostimulants, sous différentes conditions environnementales, dans le but d'identifier les combinaisons optimales garantissant un rendement élevé et durable dans la culture du blé dur.

Référence bibliographique

5. Référence

1. **Adjeneq,S.,Belouadeh,L.(2022).**Evaluation des performances agronomiques de quelques variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) dans l'étage bioclimatique semi-aride des hautes plaines intérieures.
2. **Ashraf, M., & Harris, P. J. C. (2004).** Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *Plant Science*, 166(1), 3-16.
3. **Asseng, S., Foster, I., & Turner, N. C. (2015).** The impact of temperature variability on wheat yields. *Nature Climate Change*, 5(2), 143-147. doi:10.1038/nclimate2470
4. **Benabdellah, A., Djilani-Khouadja, F., & Merah, O. (2020).** Évaluation morphologique et agronomique de variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) dans les conditions semi-arides d'Algérie. *African Journal of Agricultural Research*, 15(4), 532-540.
5. **Benbelkacem, A., Bouzerzour, H., & Djekoun, A. (2013).** Méthodes d'expérimentation en agronomie. Université de Sétif.
6. **Bulgari, R., Franzoni, G., & Ferrante, A. (2019).** Biostimulants application in horticultural crops under abiotic stress conditions. *Agronomy*, 9(6), 306.
7. **Chennafi, H., Aïdoudi, A., Bouzerzour, H. & Saci, A.(2006).** Yield response of durum wheat (*Triticum durum*Desf.) cultivar waha to deficit irrigation under semi-arid growth condition. *Astanj. plant Sct.*, 5 :854-860.
8. **Colla, G., Rouphael, Y., Canaguier, R., Svecova, E., & Cardarelli, M. (2015).**Biostimulant action of a plant-derived protein hydrolysate produced through enzymatic hydrolysis. *Frontiers in Plant Science*, 6, 671.
9. **Chourghal, N., Lhomme, J. P., Huard, F., Aidaoui, A. (2015).** Climat change in Algeria and its impact on durum wheat. *Reg Environ change*. DOI: 10.1007/s10113-0889-8.

Référence bibliographique

10. **Du Jardin, P. (2015).** Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, 196, 3-14.
11. **El-Gammal, F., Zein El Abedin, T., & Mostafa, R. (2014).** Chlorophyll content as indicator of grain quality in durum wheat. *Journal of Crop Science*, 55(2), 133-140.
12. **Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D., & Basra, S. M. A. (2011).** Plant drought stress: effects, mechanisms and management. In *sustainable Agriculture* (pp.153-188).Springer
13. **Haddad, L., Salmi, M., Benmahammed, A., & Bouzerzour, H. (2021).** Place de la variété locale de blé dur Mohamed Ben Bachir parmi les variétés phares dans la région semi-aride de Sétif en Algérie. *FAO AGRIS*
14. **Institut Technique des Grandes Cultures (ITGC)Sétif (2022).** Effet de la date et de la densité de semis sur les performances agronomiques des variétés de blé dur en zone semi-aride (Bousselam et Oued El Bared).
15. **Kerounli, S., & Aït Ouali A. (2010).** Etude de l'effet des trois systèmes de culture et de récolte précédente sur le sol comportement et la culture du blé (*Triticum aestivum* L.) {Mémoire d'ingénieur, Département d'agronomie, UFAS Université de Sétif}.p. 79
16. **Kherch, F., & Bouchafaa, M. (2012).** Comportement agronomique de quelques variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) dans les hauts plateaux de Sétif. *Revue des Bioressources*, 2(1), 21-29.
17. **Loss, S. P., & Siddique, K. H. M. (1994).** Morphological and physiological traits associated with wheat yield in Mediterranean environments. *Advances in Agronomy*, 52, 229-276.
18. **Mihoub, A. (2008).** Effet de la fertilisation azotée sur le rendement du blé dur dans les conditions climatiques semi-arides d'Algérie { Mémoire de Magister, Institut National Agronomique, El Harrach, Algérie }.
19. **Mefti M., Bouzerzour H., Abdelguerfi A., Nouar H. (2008).** Dry matter production and agronomical characteristics of perennial grass genotypes grown under drought

Référence bibliographique

- conditions in the semi- arid climate of the Algerian high plateaus. *Pakistan Journal of agronomy*, 7: 138- 147.
20. **Oury, F.-X., & Brancourt-Hulmel, M. (1999).** Déterminisme du rendement du blé: analyse des relations entre les composantes du rendement sur une base de 120 variétés inscrites en France de 1946 à 1992. *Agronomie*, 19(5-6), 345-359.
21. P. Debaeke et al.(2016). *Agronomie et Environnement*, Éditions Tec & Doc.
22. **Passioura, J. B. (2007).** The drought environment: physical, biological and agricultural perspectives. *Journal of Experimental Botany*, 58(2), 113-117.
23. **Rouphael, Y., & Colla, G. (2020).** Biostimulants in agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 11, 40.
24. **Slafer, G. A., & Rawson, H. M. (1994).** *Wheat: Ecology and Physiology of Yield Determination*. CRC Press.
25. **Slafer, G.A., Calderini, D.F., & Miralles, D.J. (1994).** Yield components and compensation in wheat: Opportunities for further increases in yield potential. In: *Wheat breeding and genetics*, Marcel Dekker.
26. **Tutiempo. (2024).** Données climatiques de la wilaya de Sétif. Disponible sur : <https://fr.tutiempo.net/>
27. **Uddling, J., Gelang-Alfredsson, J., Piikki, K., & Pleijel, H. (2007).** Evaluating the relationship between leaf chlorophyll concentration and SPAD-502 chlorophyll meter readings. *Photosynthesis Research*, 91(1), 37-46.
28. **Watson, D. J. (1947).** Comparative physiological studies on the growth of field crops. I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. *Annals of Botany*, 11(41), 41-76.

أصبح الحاجة إلى الغذاء أكثر إلحاحاً في السنوات الأخيرة بسبب الزيادة الكبيرة في عدد السكان، وتعد محاصيل الحبوب وخاصة القمح الصلب من المحاصيل التي تلعب دوراً هاماً في تغذية السكان في معظم بلدان العالم بفضل احتوائها على عناصر غذائية متوازنة وأساسية. وتطمح الجزائر شأنها شأن باقي الدول إلى تحقيق إنتاج مستقل، وذلك بسبب طبيعة مجتمعها الذي يعد الحبوب من أكثر المواد الغذائية استهلاكاً. ولهذا الغرض، تولي الدولة أهمية كبيرة لهذه المحاصيل من خلال تخصيص مساحات شاسعة لزراعتها، وتعبئة الموارد البشرية لمراقبتها، والقيام بتجارب متعددة، من بينها استخدام المنشطات الحيوية، والتي من شأنها أن يكون لها تأثير إيجابي وتسهم في تحسين خصائص المحصول وزيادة الإنتاج.

ومع ذلك، وعلى الرغم من هذه الأهمية والجهود المبذولة، فإن بعض التجارب تسفر أحياناً عن نتائج سلبية، كما أظهرت دراستنا، وهي دراسة مقارنة أجريت خلال موسم 2025/2024 في الموقع التجريبي للمعهد التقني للزراعات الواسعة في سطيف. وتهدف هذه الدراسة إلى تقييم استجابة اثني عشر (12) نمطاً وراثياً من القمح الصلب تجاه المنشط الحيوي كلينوفين (Clinofine)، وذلك من خلال تحليل معايير زراعية ومورفولوجية.

وقد كشفت نتائج تحليل التباين (ANOVA) عن وجود فروقات معنوية بين الأنماط الوراثية المنروسة لبعض الخصائص الفسيولوجية. حيث تميز النمط الوراثي DW24-12 بأعلى محتوى من الكلوروفيل (58.58)، في حين سجل النمط

DW24 06-أدنى قيمة (28.53). كما أظهر النمط الوراثي DW24 03-أكبر مساحة ورقية متوسطة (8.83 سم²)، في حين تم تصنيف DW24 08-من بين الأنماط ذات الأداء الأضعف.

من جهة أخرى، لم تسجل أي فروقات معنوية فيما يخص عدد الأشطاء، وارتفاع النباتات، وعدد النباتات النامية، مما يدل على استجابة متجانسة لتأثير المعالجة الحيوية في هذا الجانب.

أما فيما يخص تحليل الارتباط، فقد أظهر وجود علاقة ارتباط إيجابية قوية ومعنوية جداً بين عدد النباتات النامية وعدد الأشطاء ($r = 0.808$)، وكذلك وجود ارتباطات إيجابية متوسطة مع ارتفاع النباتات، مما يعكس ترابطاً بين الخصائص البنوية المرتبطة بالنمو الخضري.

وفي المقابل، لم تظهر باقي الخصائص ارتباطات معنوية، ما يدل على وجود تباين في الاستجابة حسب الظروف التجريبية.

الكلمات المفتاحية: القمح الصلب، الجزائر، الكلينوفين، عدد النباتات النامية، عدد الأشطاء، طول النبات، المساحة الورقية، الكلوروفيل، الأنماط الوراثية

Abstract

The need for food has become more pressing in recent years due to the massive increase in population. Cereal crops, particularly durum wheat, play an important role in feeding populations in most countries around the world due to their content of balanced and essential nutrients. Algeria, like other countries and due to the nature of its society, which considers cereals as one of the most consumed staple products, aims to achieve stable production. To this end, it devotes significant attention to these crops by allocating vast areas for their cultivation, mobilizing human resources to support them, and conducting various experiments, including the use of biostimulants, which may have a positive effect and help improve crop traits and increase yield.

However, despite this importance and the efforts made, some experiments sometimes yield negative results, as shown in our study a comparative study carried out during the 2024/2025 season at the I.T.G.C experimental site in Sétif. The objective of this work was to evaluate the response of twelve durum wheat genotypes to the biostimulant Clinofine through the analysis of agro-morphological parameters.

The results of the analysis of variance (ANOVA) revealed significant differences between the studied genotypes for certain physiological traits. The genotype DW24-12 stood out with the highest chlorophyll content (58.58), while DW24-06 recorded the lowest value (28.53). Similarly, the genotype DW24-03 showed the largest average leaf area (8.83 cm²), whereas DW24-08 was ranked among the least performing genotypes.

On the other hand, no significant differences were observed for the number of tillers, plant height, and the number of emerged plants, indicating a uniform response to the biological treatment in these traits.

Pearson correlation analysis showed a strong and highly significant positive relationship between the number of emerged plants and the number of tillers ($r = 0.808$), as well as moderate positive correlations with plant height, reflecting interdependence among structural traits related to vegetative growth.

In contrast, other traits did not show significant correlations, indicating variability in response depending on the experimental conditions.

Keywords : Durum wheat, Algeria, Clinofine, Number of emerged plants, Number of tillers, Plant height, Leaf area, Chlorophyll, Genotypes .

Résumé

Le besoin en nourriture est devenu plus pressant ces dernières années en raison de l'augmentation massive de la population. Les cultures de graminées, notamment le blé dur, jouent un rôle important dans l'alimentation des populations dans la plupart des pays du monde grâce à leur contenu en éléments nutritifs équilibrés et essentiels. L'Algérie, comme les autres pays, et en raison de la nature de sa société qui considère les céréales comme l'un des produits de base les plus consommés, aspire à atteindre une production stable. À cette fin, elle accorde une place importante à ces cultures en leur consacrant de vastes superficies, en mobilisant les ressources humaines pour les accompagner, et en réalisant différentes expérimentations, parmi lesquelles l'utilisation de biostimulants, susceptibles d'avoir un effet positif et d'améliorer les caractéristiques de la culture et d'augmenter la production. Cependant, malgré toute cette importance et les efforts déployés, certaines expérimentations donnent parfois des résultats négatifs, comme l'a montré notre étude, qui est une étude comparative réalisée au cours de saison 2024/2025 dans le site expérimentale I.T.G.C de Sétif, le but de ce travail consiste à l'évaluation réponse de douze génotypes de blé dure vis-à-vis de biostimulant Clinofine par l'analyse de paramètres agro morphologique. Les résultats de l'analyse de la variance (ANOVA) ont révélé des différences significatives entre les génotypes étudiés pour certaines caractéristiques physiologiques. Le génotype DW24-12 s'est distingué par la plus forte teneur en chlorophylle (58,58), tandis que DW24-06 a enregistré la valeur la plus faible (28,53). De même, le génotype DW24-03 a présenté la plus grande surface foliaire moyenne (8,83 cm²), alors que DW24-08 a été classé parmi les génotypes les moins performants. En revanche, aucune différence significative n'a été observée pour le nombre de talles, la hauteur des plantes et le nombre de plantes levées, ce qui traduit une réponse homogène à l'effet du traitement biologique quant à L'analyse des corrélations de Pearson a montré une relation positive forte et hautement significative entre le nombre de plantes levées et le nombre des talles ($r = 0,808$), ainsi que des corrélations positives modérées avec la hauteur des plantes, reflétant une interdépendance des caractères structurels liés à la croissance végétative. En revanche, les autres caractères n'ont pas montré de corrélations significatives, indiquant une variabilité de réponse selon les conditions expérimentales.

Mots clés : Blé dur, Algérie, Clinofine, Nombre de plantes levées, Nombre de talles, Hauteur de la plante, Surface foliaire, Chlorophylle, Génotypes.

