



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 بوعريش

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 الفالحيية

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 Agronomique

Spécialité : protection des végétaux

## Intitulé :

Etudes des mauvaises herbes des céréales à paille de la  
région de Sétif : Inventaire et contrôle

## Présenté par :

MEZHOUD Latifa & SMATA Dalal

Soutenu le 12/06/2024, Devant le Jury :

	Nom & Prénom	Grade	Affiliation / institution
Président :	M. BENSOUILAH Takieddine	Pr.	Faculté SNV-STU, Univ. De B.B.A.
Encadrant :	M. BACHIR Adel	MCB	Université de Sétif.
Co-Encadrant :	M. FORTAS Billel	MAA	Université de B.B.A.
Examineur :	M. MERZOUKI Youcef	MCB	Université de B.B.A.
Invité :	M. LOUAHDI Nasreddine	DIR	ITGS Sétif

Année Universitaire 2023/2024

# Remerciements

Au nom d'ALLAH, le Clément et le Miséricordieux.

À travers ce mémoire de master, nous souhaitons exprimer notre gratitude à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail et à notre formation depuis notre tendre enfance.

Nous tenons à remercier particulièrement notre encadreur, Dr. BACHIR Adel, enseignant à l'Université Ferhat Abbas de Sétif 1, ainsi que notre co-encadreur, Dr. FORTAS Billel, pour avoir accepté de participer à ce mémoire. Nous leur sommes reconnaissants pour leurs efforts, leurs conseils avisés, leur patience et leur persévérance dans notre suivi, malgré leurs charges de travail intenses.

Nos profonds remerciements vont également aux membres du jury, M. MERZOUKI Youcef et M. BENSOUILAH Takieddine, qui nous ont fait l'honneur de participer et de juger notre mémoire.

Nous adressons également nos remerciements à l'ensemble des cadres de l'Institut Technique des Grandes Cultures (ITGC) de Sétif, en particulier à M. LOUAHD Nasreddine, directeur de l'ITGC de Sétif, pour son soutien et son aide durant la période du stage.

Enfin, merci à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

# اهداء

الحمدهل حبا و شكرا وامتنانا الذي بفضلله ها أنا اليوم أنظر إلى حلم طال انتظاره و قد أصبح واقعا أفخر به

إلى من زرعوا في قلبي بذور حب العلم والسعي نحو النجاح. والديا الغاليان

إلى من كانت تستيقظ فجرا من أجل الدعاء لي. أمي الحبيبة

إلى من كان قوتي عندما تسلل الضعف في لحظات تعبتي، إلى قلبي الداعم الأول لي. أبي الحبيب والرفيق

إلى من كان كل مسعاي يصب في سبيل رؤية نظرات الفخر بعيونهم إلى من كانوا مصدر سعادتي وبهجتي.

أمي وأبي الأعزاء، اللذان جعل لحياتي معنى أسمى وأعمق وأجمل

إلى نور عيوني وبصيرتي في هذه الحياة من أستمد من لينها ورقتها الحنان ومن قسوتها

الحكمة) أمي وما جمل كلمة أمي)

إلى مالذي ألّمن في لحظات الخوف. أمني وأماني واطمئناني (أبي العزيز)

إلى السند الذي ال ينكسر والقلب الذي ال يتهاون أخويا الأعزاء طارق وعبد الرؤوف إلى ضلعي الثابت

الذي ال يميل، إلى من شاركنتي حياتي حبيبتني وغاليتي أختي أنيسة إلى من تسعد عيني برؤية وجهها ويفرح قلبي

بسماع ضحكتها نوأم روحي خلود

إلى من جمعنتني بهم أجمل الصدف في الحياة فكانوا خير الرفقة ونعم الأصدقاء أمال منى

مباركة

إلى زميلتي ورفيقتي التي شاركنتني عقبات ومشقة طريق النجاح داللى إلى من شاركوني

ألم وألمل. النجاح والفشل. أصدقاء الجامعة عامة (وأسماء، شهيناز، فدوى،

زاكي ورابع) خاصة

إلى من أعطوني من ينابيع معرفتهم وخبرات حياتهم أساتذتي الأفاضل

**LATIFA**

## Dédicace

*Merci Allah de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire, la patience d'aller jusqu'au bout du rêve.*

*Dédie ce modeste travail :*

*A ma mère.. mon exemple d'abnégation, je la remercie pour son amour indéfectible et tous ses précieux conseils, Que DIEU la protège et l'accorde la santé et la longue vie..*

*Merci cher père, je te voue toute mon affection... Chers parents, je suis fière de vous offrir cette réussite, c'est à vous que je la dois...*

*A mon frère , Kheir el dine*

*A mes sœurs, Aziza , Hanane, Khawla*

*A ma tendre TouTa ♡Tasnim ♡*

*soutenu durant mes études, je les dis que leur présence au côté de moi est important, que « Allah » vous protège et leurs offre la chance et le bonheur...*

*A toute ma famille, à ma chère grand-mère, À mes oncles et tantes.*

*A mes amies, 《nour el houda, Manel , Isra □ loubna 》 .*

*A mes compagnons de route , {Chahinaz,Asma ,Nada ,Fatima,Fadoua,Nesrin,Ihsen, Rayen, Nesrin, chaima , Zakaria , rabeH , samir,}*

*A celle qui m'a accompagné, m'a supporté tout le long du travail mon amie et binôme latifa .*

*A tous mes collègues de la promo " Protection des végétaux 2022- 2024".je vous remercie d'être avec moi en tout temps...*

*Enfin, je dédie ce projet de fin d'études à tous ceux qui m'ont souhaité le succès et ont partagé ma joie, et à tous ceux qui m'ont encouragé ...*



Dalal

## ملخص

زراعة الحبوب في الجزائر غالبًا ما تتقيد بالعوامل المناخية غير المنتظمة ووجود الأعشاب الضارة، وخاصة في الهضاب العليا لسطيف. تقارن هذه الدراسة سلوك أصناف مختلفة من القمح الصلب في نظامين زراعيين: النظام التقليدي والنظام الزراعي البيئي. كشف جرد الأعشاب الضارة عن تنوع الأنواع الموزعة عبر سبع عائلات نباتية، مع سيادة النباتات ذات الفلقتين. أظهرت النتائج أن النظام الزراعي البيئي يعزز عددًا أكبر من الأفرع العشبية، ويمدد قليلاً فترة النمو، ويؤدي إلى زيادة محتوى الكلوروفيل، مما يشير إلى صحة نباتية أفضل. على الرغم من أن النظام التقليدي يعرض كثافة أعلى من السنابل في المدى القصير، إلا أن النظام الزراعي البيئي يفضل عددًا أكبر قليلاً من الحبوب لكل سنبل. تشير هذه النتائج إلى أن الممارسات الزراعية البيئية تقدم مزايا كبيرة من حيث التنوع البيولوجي، وإدارة الموارد، والمرونة البيئية، مع الحفاظ على مستويات إنتاج تنافسية.

**الكلمات المفتاحية:** زراعة الحبوب، القمح الصلب، الزراعة التقليدية، الزراعة البيئية، الأعشاب الضارة، النباتات ذات الفلقتين..

## Résumé :

La céréaliculture en Algérie est souvent limitée par des facteurs climatiques irréguliers et la présence d'adventices, notamment dans les hauts plateaux de Sétif. Cette étude compare le comportement de différentes variétés de blé dur dans deux systèmes de culture : conventionnel et agroécologique. L'inventaire de la flore adventice a révélé une diversité d'espèces réparties dans sept familles botaniques, avec une prédominance des dicotylédones. Les résultats montrent que le système agroécologique favorise un nombre plus élevé de talles herbacées, prolonge légèrement la période d'épiaison, et entraîne une teneur en chlorophylle plus élevée, indiquant une meilleure santé des plantes. Bien que le système conventionnel présente une densité d'épis plus élevée à court terme, le système agroécologique favorise un nombre légèrement plus élevé de grains par épi. Ces résultats suggèrent que les pratiques agroécologiques offrent des avantages significatifs en termes de biodiversité, de gestion des ressources et de résilience écologique, tout en maintenant des niveaux de production compétitifs.

**Mots-clés** : culture des céréales, blé dur, agriculture conventionnelle, agriculture agroécologique, flore adventice.

## **Abstract:**

Cereal cultivation in Algeria is often limited by irregular climatic factors and the presence of weeds, particularly in the high plateaus of Sétif. This study compares the behavior of different durum wheat varieties in two farming systems: conventional and agroecological. The inventory of weed flora revealed a diversity of species distributed across seven botanical families, with a predominance of dicotyledons. The results show that the agroecological system promotes a higher number of herbaceous tillers, slightly prolongs the heading period, and leads to higher chlorophyll content, indicating better plant health. Although the conventional system presents a higher density of spikes in the short term, the agroecological system favors a slightly higher number of grains per spike. These results suggest that agroecological practices offer significant advantages in terms of biodiversity, resource management, and ecological resilience, while maintaining competitive production levels.

**Keywords:** cereal cultivation, durum wheat, conventional farming, agroecological farming, weed flora, dicotyledons.

## Liste des abréviations

ANOVA : Analyse of variance

CE : Le col de l'épi.

Chl : La teneur en chlorophylle

CM : Carré moyen

CV : Coefficient de variation

FAO : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

HT : La hauteur des plantes.

ICARDA: International Center for Agricultural Research in the Dry Areas

ITGC : Institut technique des grandes cultures.

JLE : La date d'épiaison.

LE : Longueur de l'épi

MA : Matière active.

MADRP : Ministère de l'agriculture et du développement rural et de la pêche

NE : Nombre d'épi

NE/m<sup>2</sup> : Le peuplement épis.

NGE : Nombre de grain par épi

NGM<sup>2</sup> : Nombre de grain au mètre carré

NT/m<sup>2</sup> : Le nombre de talles herbacées.

PHT : La hauteur de la plante

PMG : Le poids de mille grains.

Rdt : Le rendement épis.

SAU : Surface agricole utile.

SC : Somme des carrés

SF : Surface de la feuille étendard

## Table de matière

ملخص

Résumé

Abstract

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction.....	1
I. Matériel Et Méthodes .....	3
I.1 Site Expérimental .....	3
I.1.1. Localisation .....	3
I.2 Les Conditions Pédoclimatiques .....	4
I.2.1. Le Sol.....	4
I.2.2. Le Climat .....	4
I.3. Le Matériel Végétal.....	5
I.4. Mise En Place De L'essai.....	6
I.4.1. Protocole Expérimental.....	6
I.5. La Conduite De La Culture.....	6
I.5.1 La Préparation Du Sol .....	6
I.5.3. Le Semis .....	6
I.6. Entretien Des Cultures.....	9
I.6.1. La Fertilisation .....	9
I.6.2. Le Désherbage.....	9
I.7. Mesures Et Notations Effectuées Sur La Culture .....	9
I.7.1. Etude De La Végétation Adventice .....	9
I.7.1.1 Détermination Des Espèces .....	9
I.7.1.2 Abondance Et Fréquence Des Espèces.....	10
I.8. Étude Du Comportement Des Variétés De Blé Dur Dans Les Systèmes De Culture Conventionnel Et Agroécologique .....	10
I.8.1. Paramètres Morphologiques.....	10
I.8.1.1. Le Nombre De Talles Herbacées (Nt/M2).....	10

I.8.1.2. Le Couvert Végétal (%) (Canopeo).....	10
I.8.1.3. La Date D'épiaison (Jle).....	11
I.8.1.4. La Température De La Canopée (Tc).....	12
I.8.1.5. La Teneur En Chlorophylle.....	12
I.8.1.6. La Hauteur Des Plantes (Ht) .....	13
I.8.1.7. Le Col De L'épi (Ce) .....	13
I.8.1.8. La Longueur D'épi .....	13
I.8.1.9. La Surface Foliaire .....	13
I.8.2. Mesure Sur Le Rendement Et Ses Composantes .....	13
I.8.2.1. Le Peuplement Epis (Ne/M2).....	13
I.8.2.2. Le Nombre De Grains Epi (Nge).....	14
I.9. Analyses Des Données .....	14
Ii.1 Etude De La Flore Adventice .....	15
Ii.1.1 Caractérisation Des Adventices .....	15
Ii.1.2 Flore Adventice De La Parcelle N5 De L'itgc De Sétif .....	15
Ii.2 Étude Du Comportement Des Variétés De Blé Dur Dans Les Systèmes De Culture Conventionnel Et Agroécologique .....	18
Ii.2.1 Nombre De Talles Herbacées .....	18
Ii.2.2 Couvert Végétale.....	20
Ii.2. 3 Epiaison .....	22
Ii.2.4. La Température De La Canopée (Tc).....	25
Ii.2.5. La Teneur En Chlorophylle.....	27
Ii.2.6. La Hauteur Des Plantes (Ht).....	29
Ii .2.7. Surface Foliaire .....	31
Ii.2.8. Le Col De L'épi (Ce) .....	33
Ii.2.9. La Longueur D'épi .....	35
Ii.2.10 Le Nombre D'épis Par Mètre Carré.....	37
Ii.2.11. Le Nombre De Grains Par Epi .....	39
Discussion.....	42
Conclusion .....	45
Références Bibliographiques	

## Liste des figures

<b>Figure 01</b> : Localisation du site expérimental.....	3
<b>Figure 02</b> : Schéma du dispositif expérimental.....	7
<b>Figure 03</b> : Aperçu du dispositif expérimental.....	8
<b>Figure 04</b> : Analyse de couvrir végétale par l'application Canopeo (Patrignani et al 2015).	11
<b>Figure 05</b> : Photos représentatifs de la mesure de la température à l'infra-rouge.....	12
<b>Figure 06</b> : Les principales mauvaises herbes rencontrées dans le site expérimental.....	17
<b>Figure 07</b> : les valeurs moyenne de nombre de talles herbacées chez les systèmes.....	19
<b>Figure 08</b> : les valeurs moyenne de nombre de talles herbacées.....	20
<b>Figure 09</b> : les valeurs moyenne en % de couvert végétale chez les systèmes .....	21
<b>Figure 10</b> : les valeurs moyenne de couvert végétale.....	22
<b>Figure 12</b> : les valeurs moyenne du nombre de jours jusqu'à l'épiaison.....	25
<b>Figure 13</b> : les valeurs moyenne de la température de la canopée chez les systèmes .....	26
<b>Figure 14</b> : les valeurs moyenne de couvert végétale.....	27
<b>Figure 15</b> : les valeurs moyenne de teneur moyenne en chlorophylle chez les systèmes.....	28
<b>Figure 16</b> : les valeurs moyenne de teneur moyenne en chlorophylle.....	29
<b>Figure 17</b> : les valeurs moyenne de La hauteur des plantes chez les systèmes .....	30
<b>Figure 18</b> : les valeurs moyenne de La hauteur des plantes.....	31
Figure 19 : les valeurs moyenne de La surface foliaire chez les systèmes.....	32
<b>Figure 20</b> : les valeurs moyenne de La surface foliaire.....	33
<b>Figure 21</b> : les valeurs moyenne de la longueur moyenne du col de l'épi chez les deux systèmes.....	34
<b>Figure 22</b> : les valeurs moyenne de la longueur moyenne du col de l'épi.....	35
<b>Figure 23</b> : les valeurs moyenne de la longueur moyenne de l'épi chez les deux systèmes... ..	36

<b>Figure 24</b> : les valeurs moyenne de la longueur moyenne de l'épi.....	37
<b>Figure 25</b> : les valeurs moyenne de nombre d'épis par mètre carré chez les deux systèmes.	38
<b>Figure 26</b> : les valeurs moyenne de nombre d'épis par mètre carré .....	39
<b>Figure 27</b> : les valeurs moyenne Le nombre de grains par épi chez les deux systèmes.....	41
<b>Figure 28</b> : les valeurs moyenne de nombre de grains par épi.....	41

## Liste des tableaux

<b>Tableau 01</b> : liste des variétés testes.....	5
<b>Tableau 02</b> : Recensement et abondance des adventices.....	16
<b>Tableau 03</b> : Analyse de variance de Nombre de talles herbacées.....	18
<b>Tableau 04</b> : Analyse de variance du couvert végétale .....	20
<b>Tableau 06</b> : Analyse de variance de le nombre de jours de l'épiaison .....	23
<b>Tableau 06</b> : Analyse de variance de la température de la canopée (Tc) .....	25
<b>Tableau 07</b> : Analyse de variance de la teneur en chlorophylle.....	27
<b>Tableau 08</b> : Analyse de variance de la hauteur des plantes.....	29
<b>Tableau 09</b> : Analyse de variance de la surface foliaire .....	31
<b>Tableau 10</b> : Analyse de variance de col de l'épi (CE).....	33
<b>Tableau 11</b> : Analyse de variance de la longueur d'épi .....	35
<b>Tableau 12</b> : Analyse de variance de nombre d'épis par mètre carré.....	37
<b>Tableau 13</b> : Analyse de variance de nombre de grains par épi.....	40

# ***INTRODUCTION***

*INTRODUCTION*

## INTRODUCTION

En Algérie, la céréaliculture demeure le pivot de l'agriculture, c'est une filière stratégique et représente un poids considérable dans l'économie agricole, et dans la sécurité alimentaire du pays. Les produits céréaliers jouent un rôle stratégique tant dans le système alimentaire que dans l'économie nationale. En effet, la production des céréales, y compris les jachères, occupe environ 80% de la superficie agricole utile (SAU) du pays. Chaque année, la superficie emblavée en céréales varie entre 3 et 3,5 millions d'hectares, dont près de 70% est dédiée à la culture du blé et de l'orge, tandis que l'avoine occupe une proportion moindre (**MADRP, 2019**). Cependant, la présence d'adventices constitue un défi majeur pour ces cultures, entraînant des pertes significatives de rendement. Les mauvaises herbes concurrencent les cultures pour les ressources essentielles telles que la lumière, l'eau et les nutriments, affectant ainsi leur croissance et leur qualité. Les pertes dues aux mauvaises herbes dans le monde sont respectivement de 20 à 30% du rendement potentiel pour les cultures de blé et de maïs, alors qu'en Algérie 20 à 50% des pertes de rendement sont dues uniquement aux mauvaises herbes (**Hamadache 2013**).

L'agroécologie en céréaliculture englobe un ensemble de pratiques agricoles qui visent à cultiver des céréales de manière durable en harmonie avec l'environnement. Cette approche met l'accent sur la réduction de l'utilisation des intrants chimiques, la promotion de la biodiversité et la préservation des sols tout en intégrant les dimensions économiques et sociales (**Altieri, 2002**). Sur le plan économique, les pratiques agroécologiques peuvent améliorer la rentabilité à long terme des exploitations agricoles en réduisant les coûts d'intrants et en augmentant la résilience face aux chocs environnementaux. Elles favorisent également la stabilité économique en offrant des alternatives aux prix volatils des intrants (**Badgley et al. 2007**). Sur le plan environnemental, elles contribuent à la réduction de l'empreinte carbone, à la conservation des ressources naturelles et à la résilience des cultures face aux changements climatiques (**Wezel et al. 2007**).

Dans ce contexte, l'adoption de pratiques agroécologiques offre une alternative prometteuse pour gérer ces adventices de manière durable, tout en préservant la productivité des cultures céréalières et en minimisant leur impact sur l'environnement. Alors que l'agriculture conventionnelle se concentre souvent sur le travail intensif du sol et l'utilisation

d'herbicides pour contrôler les adventices, les approches agroécologiques privilégient la diversification des cultures, la couverture du sol, la gestion intégrée des adventices et la promotion de la biodiversité pour maintenir un équilibre écologique dans les champs de céréales (**Wilson et Hoag 2013**).

En examinant de près ces deux systèmes, nous chercherons à mieux comprendre comment les pratiques agroécologiques peuvent contribuer à une agriculture plus durable et résiliente tout en répondant aux besoins alimentaires et économiques de l'Algérie. Cette étude cherche à analyser la flore adventice de la Parcelle N5 de l'ITGC de Sétif, puis à évaluer et comparer l'efficacité des systèmes agroécologique et conventionnel de culture dans la gestion de ces adventices dans les cultures céréalières. L'objectif est également d'examiner comment ces différents systèmes affectent le rendement des cultures. De plus, l'étude vise à étudier le comportement de différentes variétés de blé dur dans ces deux types de systèmes de culture, offrant ainsi un aperçu détaillé de leur performance sous des conditions agricoles variables. En combinant ces aspects, l'étude contribuera à une meilleure compréhension des pratiques de gestion des mauvaises herbes, de l'efficacité des systèmes de culture et de l'adaptation des variétés de blé dur, ce qui pourrait conduire à des recommandations pour une agriculture plus durable et efficace.

L'étude s'inscrit dans le cadre du projet PRIMA, intitulé « Empowering women associations as drivers for agroecological transformation to generate income for Mountain farming communities » (MountainHER). L'objectif principal du projet **MountainHER** est de renforcer les associations de femmes rurales en tant que moteurs de la transformation agroécologique, dans le but de créer des sources de revenus durables pour les communautés agricoles des zones de montagne. En encourageant la participation active des femmes rurales, le projet vise à favoriser le développement agricole et rural des territoires montagneux, tout en renforçant le rôle des femmes dans ce processus.

*Matériel*

*et*

*méthodes*

## I. Matériel et méthodes

### I.1 Site expérimental

#### I.1.1. Localisation

L'expérimentation a été menée pendant la campagne agricole 2023/2024 sur la parcelle numéro 05 de l'Institut Technique des Grandes Cultures (ITGC) de Sétif, située à environ 4 km au Nord-Ouest de la ville de Sétif et à une distance de 55 km à vol d'oiseau de la mer. Cette parcelle se trouve à une altitude moyenne de 963 mètres, avec une latitude de 36°09' Nord et une longitude de 5°22' Est.

La densité apparente du sol du site expérimental est de 1,34 g/cm<sup>3</sup>. Le sol utilisé à une texture argilo-limoneuse, modérément neutre. Les trois horizons qui délimitent les 60 premiers cm des couches (0-20, 20-40 et 40-60 cm) ont une texture limono-argileuse pour le premier et argileuse à argilo-limoneuse pour le deuxième et le troisième. Ces horizons sont faiblement umifères avec un taux de matière organique est relativement faible de 1.5%, et sa teneur en azote est relativement appréciable. Le calcaire total est de 24% et non salé.



**Figure 01** : Localisation du site expérimental (source : image satellitaire GoogleEarth 2024).

## **I.2 Les conditions pédoclimatiques**

### **I.2 .1. Le sol**

Selon Baldy (1974), les zones semi-arides d'altitude se caractérisent par des sols peu profonds et peu fertiles suite à l'absence de restitution de la matière organique. Le sol est de type argilo-limoneux, de pH alcalin (8,2), d'une teneur en calcaire actif de 18,4% et d'une teneur en matière organique de 2,6% (Kribaa et al, 2001). La parcelle d'étude se caractérise par un relief aplati et ouvert. Selon Saoudi 1994, le profil cultural pour les premiers horizons montre les résultats suivants :

- 0-30 cm : la texture limino-argileuse de couleur marron jaunâtre à marron foncée avec des encroûtements calcaires.
- 30-40 cm : la texture limino-argileuse de couleur marron foncé de différentes couches, cet horizon provoque une effervescence au contact de l'HCl.
- 40-50 cm : la texture limino-argileuse de couleur marron jaunâtre foncée à horizon poreux.

### **I.2.2. Le climat**

Le site expérimental est essentiellement influencé par le climat des hauts plateaux, ce qui se traduit par des conditions climatiques spécifiques. Les hivers sont généralement froids, avec des températures souvent basses, pouvant entraîner des gelées. La pluviométrie dans cette région est connue pour son caractère irrégulier, avec des variations saisonnières marquées. Les précipitations peuvent être peu fréquentes et parfois insuffisantes pour répondre aux besoins des cultures (Perrier et Soyer, 1970). De plus, les gelées printanières sont un phénomène courant, ce qui peut représenter un risque pour les cultures en développement à cette période cruciale. Enfin, en fin de cycle, les cultures sont souvent exposées à des vents chauds et desséchants, ce qui peut affecter leur développement et leur rendement. Cette combinaison de facteurs climatiques présente des défis pour la production agricole dans la région, nécessitant des stratégies adaptées pour la gestion des cultures, notamment en ce qui concerne la sélection des variétés, la planification des dates de semis et la mise en place de pratiques culturales résilientes.

### I.3. Le matériel végétal :

Le matériel végétal utilisé comprend dix variétés de blé dur obtenues auprès du Centre International de Recherche Agricole dans les Zones Arides (ICARDA), ainsi que deux variétés témoins locales (MBB et Bousselem). Ces variétés ont été sélectionnées pour leur diversité et leurs caractéristiques agro-morphologiques remarquables, telles que la précocité à l'épiaison, la biomasse aérienne, ainsi que le rendement et ses composantes. Les principales caractéristiques des variétés sont les suivantes (tableau 01) :

**Tableau 01** : liste des variétés testes

N°	Code	Variété
1	V1	Bousselem
2	V2	MBB
3	V3	Sebates/7/Dssl1/515/5/Bidra1/4/BezaizSHF//S019539/Waha/3/5t/harti3/6/calihant
4	V4	Shaba//Geromtel/leasyr1
5	V5	Amedakul/TriticumdicoccoidesbyriancollectionLoukos
6	V6	Kornfla/AegspeltoidesSyr//Mrtis
7	V7	Icasyr3/3/Gox//S/Mrb3
8	V8	F41315/3/ARTHUR71/LAHN//BLK2/LAHN/4/QUARMAL
9	V9	Ghzael/caginten
10	V10	180500 87
11	V11	Kenzera//3Aig0724/Qures
12	V12	Farkassem/Sissem

## **I.4. Mise en place de l'essai :**

### **I.4.1. Protocole expérimental :**

Le dispositif expérimental adopté est un plan factoriel en blocs complètement randomisés (split plot) à deux facteurs : (1) le système de culture, soit conventionnel ou agroécologique ; et (2) les génotypes de blé dur, comprenant 12 variétés différentes. L'essai s'étend sur une superficie totale de 1296 m<sup>2</sup>, avec un espacement de 1,5 mètre entre chaque bloc. Chaque bloc comprend 12 parcelles élémentaires, et chaque parcelle a une superficie de 12 m<sup>2</sup>. L'espace entre les parcelles est de 20 cm. Chaque parcelle est composée de 6 lignes de culture, espacées de 20 cm chacune (Figure 02).

## **I.5. La conduite de la culture**

### **I.5.1 La préparation du sol :**

L'essai a été conduit sur une parcelle ayant précédemment servi de jachère travaillée. Le travail du sol a été effectué en avril 2023 par un labour profond atteignant 35 cm, bénéficiant de conditions d'humidité favorables, à l'aide d'une charrue à soc. Après ce labour, le sol a été refermé à l'aide d'un cover-crop, avec un recroisement réalisé en 15 décembre 2023. Cette opération vise à éviter la perte d'eau par évaporation pendant les périodes de sécheresse et à limiter la prolifération des mauvaises herbes. Le 25 décembre 2023, un hersage a été effectué dans le but de détruire les adventices tout en enfouissant l'engrais de fond (MAP : 12N, 52P, 0K) à une dose de 70 kg/ha. En revanche, dans le système agroécologique, cette opération a été remplacée par l'apport de compost (04N, 4P, 0K) à raison de 10 quintaux/ha.

### **I.5.3. Le semis**

Le semis a été effectué le 26 décembre 2023 à l'aide d'un semoir expérimental, avec une densité de semis de 300 grains par mètre carré. Les semences utilisées sont issues de la récolte de la campagne précédente et appartiennent aux variétés testées dans le cadre de l'étude. (Figure 03).

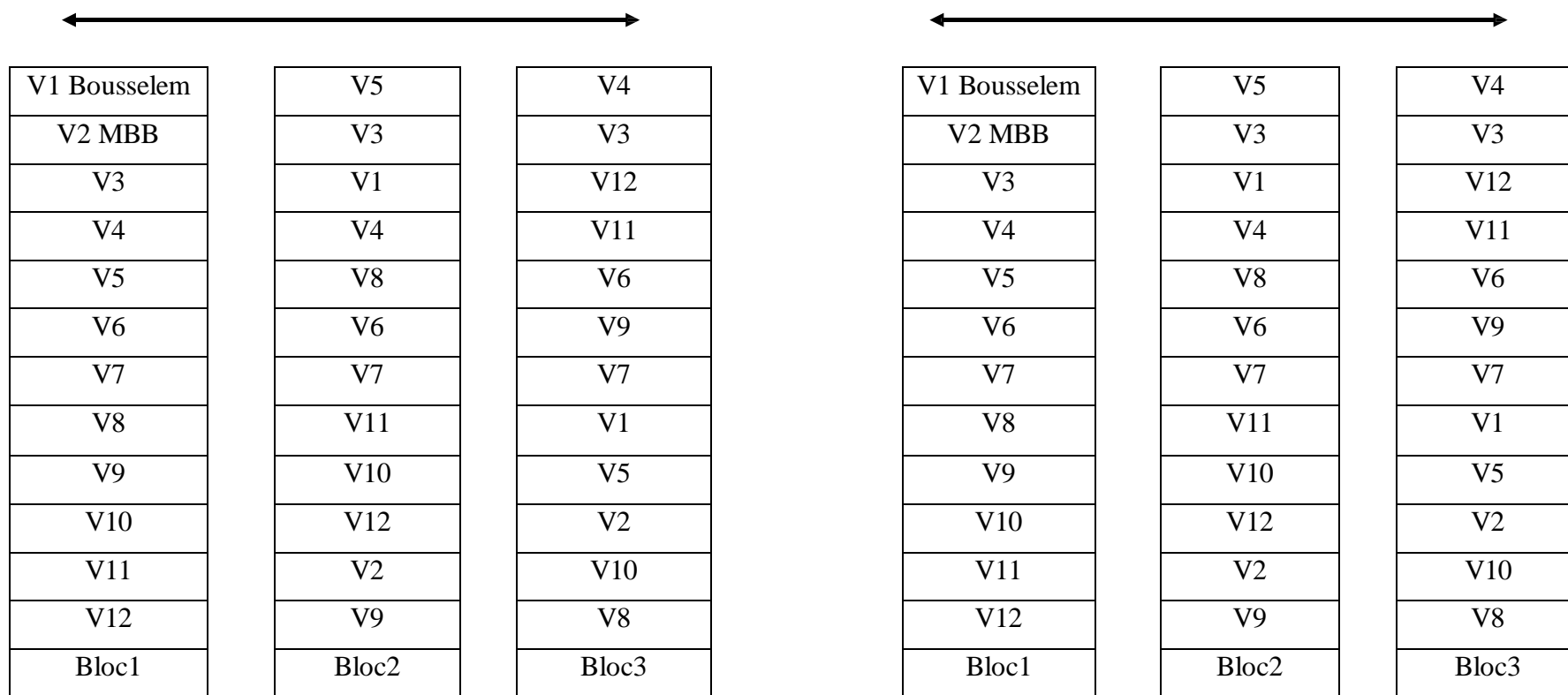


Figure 02 : Schéma du dispositif expérimental.



**Figure 03** : Aperçu du dispositif expérimental.

## **I.6. Entretien des cultures**

### **I.6.1. La fertilisation**

Pour la fertilisation dans le système conventionnel, un apport d'engrais azoté sous forme d'urée à 46% est réalisé au début du stade de tallage, avec une quantité de 100 kg/ha. En revanche, dans le système agroécologique, la fertilisation est assurée par l'épandage d'un engrais liquide biologique, le vermicompost, à une dose de 25 litres par hectare. Cette différence de pratique de fertilisation entre les deux systèmes illustre l'approche spécifique de chaque méthode, où le système conventionnel opte pour un engrais chimique, tandis que le système agroécologique privilégie une source organique, favorisant ainsi la santé du sol et la durabilité de la culture.

### **I.6.2. Le désherbage**

Le désherbage a été effectué le 21 mars 2024, au stade de tallage, à l'aide d'un pulvérisateur. Les conditions météorologiques ce jour-là étaient ensoleillées, avec une température moyenne de 19°C, une vitesse de vent ne dépassant pas les 15,5 km/h et un taux d'humidité de 17%. Les doses d'application des herbicides Mustang 360 SE étaient de 0,6 l/ha pour le système conventionnel et de 0,3 l/ha pour le système agroécologique. Il convient de noter que l'utilisation d'herbicides chimiques dans le système agroécologique était une nécessité en raison de l'indisponibilité d'herbicides biologiques sur le marché algérien, ce qui souligne les défis spécifiques liés à la transition vers des pratiques agricoles plus durables dans le contexte local.

## **I.7. Mesures et notations effectuées sur la culture**

### **I.7.1. Etude de la végétation adventice**

#### **I.7.1.1 Détermination des espèces**

Pour la détermination des espèces, nous avons suivi la nomenclature des mauvaises herbes des céréales d'hiver en Algérie » de l'Institut National de Développement des grandes cultures (1976). Nous avons consulté aussi « La Reconnaissance des mauvaises herbes » et « Adventices du blé et de l'orge au Maroc », et le livre « Guide des mauvaises herbes de la région de sétif (Algérie) (2015) »

### **I.7.1.2 Abondance et fréquence des espèces**

La détermination de la densité des adventices permet d'estimer l'enherbement. Cette évaluation implique le comptage des individus par unité de surface (mètre carré) afin de mieux apprécier le degré d'infestation et la nuisibilité de la flore adventice par rapport à la plante cultivée. L'étude de la flore adventice se réalise en identifiant les espèces présentes dès leur levée et au stade de floraison. Dans chaque parcelle, nous avons relevé les espèces adventices présentes ainsi que leur densité.

Pour les espèces inventoriées, nous avons attribué un coefficient d'abondance basé sur le nombre d'individus par unité de surface, en utilisant une méthode visuelle. Cette approche est recommandée par le laboratoire de malherbologie de l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) en France.

1 = moins de 1 individu par m<sup>2</sup>

2 = de 1 à 2 individus par m<sup>2</sup>

3 = de 3 à 20 individus par m<sup>2</sup>

4 = de 21 à 50 individus par m<sup>2</sup>

5 = plus de 51 individus par m<sup>2</sup>

## **I.8. Étude du comportement des variétés de blé dur dans les systèmes de culture conventionnel et agroécologique.**

### **I.8.1. Paramètres morphologiques**

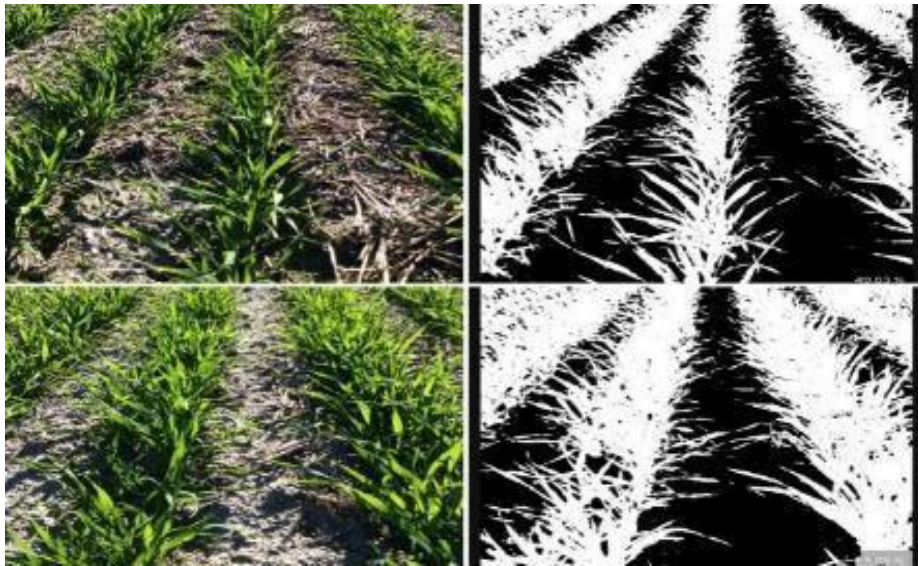
#### **I.8.1.1. Le nombre de talles herbacées (NT/m<sup>2</sup>)**

Le comptage est effectué le 04 Avril 2024 au stade plein tallage sur toutes les stations et pour l'ensemble des traitements étudiés.

#### **I.8.1.2. Le couvert végétal (%) (CANOPEO)**

Pour évaluer le couvert végétal (CV) des variétés testées dans les deux systèmes de culture conventionnel et agroécologique, nous avons utilisé l'application mobile Canopeo (figure 04). Cette application permet de capturer des photos standardisées des cultures à l'aide

d'un support garantissant une hauteur de prise de vue uniforme. Canopeo utilise une méthode d'analyse d'image appelée automatic color threshold (ACT) développée en Matlab, qui se base sur les valeurs de couleur dans le système rouge-vert-bleu (RGB). L'outil analyse et classe chaque pixel de l'image, produisant une image binaire où les pixels blancs représentent ceux qui répondent aux critères de sélection (c'est-à-dire la canopée verte), tandis que les pixels noirs correspondent à ceux qui ne répondent pas à ces critères. Le résultat de cette analyse est une mesure du couvert végétal fractionné, qui varie de 0 (absence de couvert végétal vert) à 1 (couvert végétal vert à 100%). Cette méthode offre une approche objective et précise pour évaluer le couvert végétal des cultures, permettant ainsi de comparer les niveaux de couverture entre les différentes variétés et les deux systèmes de culture étudiés. (Patrignani et al 2015).



**Figure 04 :** Analyse de couvert végétale par l'application Canopeo (Patrignani et al 2015).

### I.8.1.3. La date d'épiaison (JLE)

L'épiaison représente un moment charnière dans le développement des cultures, marquant la transition entre deux phases phénologiques majeures. Cette étape est particulièrement importante car elle est sensible à deux aléas climatiques majeurs : les gels tardifs du printemps et le stress hydrique en fin de cycle.

Pour déterminer la date d'épiaison, on observe chaque parcelle et consigne le stade lorsque 50 % des épis au moins sont sortis des tiges. Cette information est capitale pour chaque variété cultivée et est exprimée en nombre de jours absolus depuis le semis.

#### I.8.1.4. La température de la canopée (Tc)

La température de la canopée (Tc) des variétés testées dans les systèmes conventionnel et agroécologique est mesurée à l'aide d'un thermomètre portable à infrarouge. Cette mesure est effectuée après le stade d'épiaison des cultures. La température de la canopée est un indicateur important de la santé et de la physiologie des plantes, car elle influence leur métabolisme, leur croissance et leur développement. En utilisant un thermomètre à infrarouge, nous pouvons obtenir des mesures rapides et précises de la température de la surface des feuilles, ce qui nous permet de suivre les variations de température à différents moments de la journée et dans différents environnements de culture. Cette information est essentielle pour évaluer l'impact des conditions environnementales sur la performance des cultures et pour optimiser les pratiques de gestion agricole afin de maximiser les rendements et la qualité des récoltes (Figure 05).



**Figure 05** : Photos représentatifs de la mesure de la température à l'infra-rouge

#### I.8.1.5. La teneur en chlorophylle

La teneur en chlorophylle totale des feuilles a été évaluée à l'aide d'un chlorophyllomètre digital de type SPAD 501, qui fournit des lectures en unités SPAD. Ce dispositif est couramment utilisé pour estimer la teneur en azote des feuilles, étant donné que la majorité de l'azote se trouve dans la chlorophylle. Le fonctionnement de cet appareil repose sur la mesure de la fraction de lumière transmise par la feuille à deux longueurs d'onde spécifiques (650 nm et 940 nm), sur une surface de 2 mm × 3 mm. Pour chaque **système culture** étudié, la teneur moyenne en chlorophylle totale a été mesurée sur le feuillage d'un échantillon de dix plants sélectionnés de manière aléatoire **des variétés évalués**. Cette méthode permet d'obtenir une évaluation précise et rapide de la santé et de la vigueur des plantes, en fournissant

des informations sur leur capacité à effectuer la photosynthèse et à assimiler les éléments nutritifs, notamment l'azote.

#### **I.8.1.6. La hauteur des plantes (HT)**

La hauteur de la plante est mesurée juste avant la récolte de la culture. Elle est prise en cm du sol à la strate moyenne des épis par plante et /ou par parcelle élémentaire.

#### **I.8.1.7. Le col de l'épi (CE)**

La longueur du col est mesurée au stade juste avant la récolte, elle représente la longueur pris du dernier nœud jusqu'au premier article de l'épis.

#### **I.8.1.8. la longueur d'épi :**

La longueur d'épi est mesurée à partir de la base de l'épi jusqu'à son extrémité hormis les barbes.

#### **I.8.1.9. La surface foliaire :**

La surface foliaire est estimée à partir d'un échantillon de 5 feuilles par traitement de chaque bloc. A l'aide d'une règle on mesure la longueur et la largeur en cm de chaque feuille puis la moyennes de trois mesures cette opération est réalisé le 10 mai 2024 La surface foliaire selon (Spagnoletti-Zeuli et Qualset, (1990)) est donner par la formule suivante :

$$SF (cm^2) = L \times I \times 0.7149$$

- L : la longueur totale en cm ;
- I la largeur moyenne en cm ;
- 0,7149 coefficient constante

### **I.8.2. Mesure sur le rendement et ses composantes :**

#### **I.8.2.1. Le peuplement épis (NE/m<sup>2</sup>)**

C'est une composante directe du rendement. A partir du comptage du nombre d'épi d'un segment d'un quart. La valeur est convertie au nombre d'épis par m<sup>2</sup>.

### **I.8.2.2. Le nombre de grains épi (NGE)**

Est obtenu par comptage direct d'un échantillon de 05 épis par traitements.

## **I.9. Analyses des données**

Les données collectées à partir des différentes mesures de nos expérimentations ont été analysées statistiquement en utilisant le logiciel CoStat version 6.400 (Cohort software, 2008), en réalisant une analyse de la variance en plus de l'analyse hiérarchique des groupements, des individus et des paramètres étudiés.

*Résultats*

RÉSULTATS

*Et*

ET

*Discussions*

DISCUSSIONS

## II.1 Etude de la flore adventice

### II.1.1 Caractérisation des adventices

L'identification de la flore adventice du site expérimentale été réalisé selon les guides : **la nomenclature des mauvaises herbes des céréales d'hiver en Algérie** de l'Institut National de Développement des grandes cultures (1976), « **La Reconnaissance des mauvaises herbes** » et « **Adventices du blé et de l'orge au Maroc** ». A partir de ces guides, Nous avons récapitulé dans le tableau (02) une liste des espèces les plus fréquentes, ainsi leurs abondances.

### II.1.2 Flore Adventice de la Parcelle N5 de l'ITGC de Sétif

L'inventaire de la flore adventice dans la parcelle N5 de l'Institut Technique des Grandes Cultures (ITGC) de Sétif a permis d'identifier huit espèces réparties dans sept familles botaniques différentes. L'espèce la plus abondante est la Renouée des oiseaux (*Polygonum aviculare*), qui se distingue par sa prévalence notable dans la parcelle. Elle est suivie par le Gaillet (*Galium aparine*), appartenant à la famille des Rubiacées, qui occupe la deuxième place en termes d'abondance.

La Fumeterre (*Fumaria parviflora* L), de la famille des Papavéracées, se situe en troisième position et est classée comme moyennement abondante. Les autres espèces recensées, qui sont moins abondantes, comprennent le Coquelicot (*Papaver rhoeas* L), le Chénopode blanc (*Chenopodium album* L), et la Moutarde des champs (*Sinapis arvensis* L). Parmi les espèces rares de la famille des Poacées, on trouve l'Orge des rats (*Hordeum murinum* L) et la Folle avoine (*Avena sterilis* L). Ces deux dernières espèces sont rarement rencontrées dans la parcelle. Ces observations confirment la prédominance des dicotylédones dans la flore adventice de cette parcelle.

Ces résultats sont proches à celui obtenus par plusieurs auteurs qu'ont marqué la dominance de la Renouée des oiseaux dans les champs de céréales de l'ITGC de Sétif (Machane 2008), de Constantine (Fenni 2003), de Sétif (Karkour & Fenni, 2016) et de Batna (Hannachi, 2010). L'étude de la flore adventice dans notre région d'étude a permis d'enregistrer une fréquence moyennement faible du chardon qui appartient de la famille des Astéracées. Contrairement au plusieurs études qu'ont trouvé que cette famille préoccupe

toujours la première place en terme d'abondance (Karkour & Fenni, 2016, Hannachi, 2010 et Fenni 2003).

**Tableau 02** : Recensement et abondance des adventices.

Classe	Famille	Nom commun	Nom scientifique	Nbre. de pieds /9m <sup>2</sup>	Coefficient d'abondance
<b>Monocotylédones</b>	Poacées	Folle avoine	<i>Avena sterilis</i> L	11	3
		Orge des rats	<i>Hordeum murinum</i> L	1	1
<b>Dicotylédones</b>	Rubiaceés	Gaillet	<i>Galium aparine</i>	36	4
	Papavéracées	Coquelicot	<i>Papaver rhoeas</i> L	1	1
	Fumariaceae	Fumeterre	<i>Fumaria officinals</i> L	133	5
	Brassicaceae	Moutarde des champs	<i>Sinapis arvensis</i>	7	3
	Chénopodiaceae	Chénopode blanc	<i>Chenopodium album</i> L	30	4
	Polygonaceae	Renouée des oiseaux	<i>Polygonum aviculare</i>	688	5

Les résultats indiquant l'absence de graminées dans notre parcelle d'étude sont en accord avec les observations de plusieurs auteurs. Zemmali (2019) a également noté un faible recouvrement des graminées à Guelma. En revanche, Fenni (2003) a trouvé l'espèce *Avena sterilis* très abondante dans les zones céréalières de Constantine, avec un taux de recouvrement de 85,51%. La prédominance des dicotylédones peut avoir des implications importantes pour la stratégie de désherbage et le choix des cultures adaptées à ces conditions floristiques.

Selon Zemmali (2019), ces différences peuvent être attribuées à plusieurs facteurs, notamment la variabilité climatique, en particulier la pluviométrie et la température, ainsi qu'aux caractéristiques pédologiques de chaque région. La fertilité du sol, en particulier le taux de matière organique, joue également un rôle important, tout comme le facteur lié à la culture précédente et la rémanence des effets des herbicides.



*Chenopodium album L*



*Fumaria officinalis*



*Galium aparine*



*Avena sterilis L*

**Figure 06 :** Les principales mauvaises herbes rencontrées dans le site expérimental

## II.2 Étude du comportement des variétés de blé dur dans les systèmes de culture conventionnel et agroécologique

### II.2.1 Nombre de talles herbacées :

Les résultats de l'analyse de variance montrent que l'effet des systèmes de culture est significatif ( $p = 0,0082$ ), ce qui indique que les différents systèmes de culture influencent de manière significative le nombre de talles herbacées. En revanche, aucun effet significatif n'a été trouvé pour les variétés ( $p = 0,1933$ ) et l'interaction entre les systèmes et les variétés ( $p = 0,1175$ ). Ces résultats suggèrent que les systèmes de culture jouent un rôle crucial dans la variation du nombre de talles herbacées, contrairement aux variétés ou aux interactions spécifiques entre les systèmes et les variétés (tableau : 03).

Le moyen général de l'essai, avec une valeur de 520,34 talles/m<sup>2</sup>, représente la moyenne des mesures de talles herbacées à travers toutes les conditions expérimentales. Cela donne une indication de la tendance centrale de la distribution des données dans l'ensemble de l'expérience. Le coefficient de variation (CV) de 18,82% indique la dispersion relative des données par rapport à la moyenne. Un CV inférieur à 20% est généralement considéré comme acceptable, ce qui suggère que les données de cette étude sont relativement homogènes et que les variations observées sont modérées par rapport à la moyenne générale.

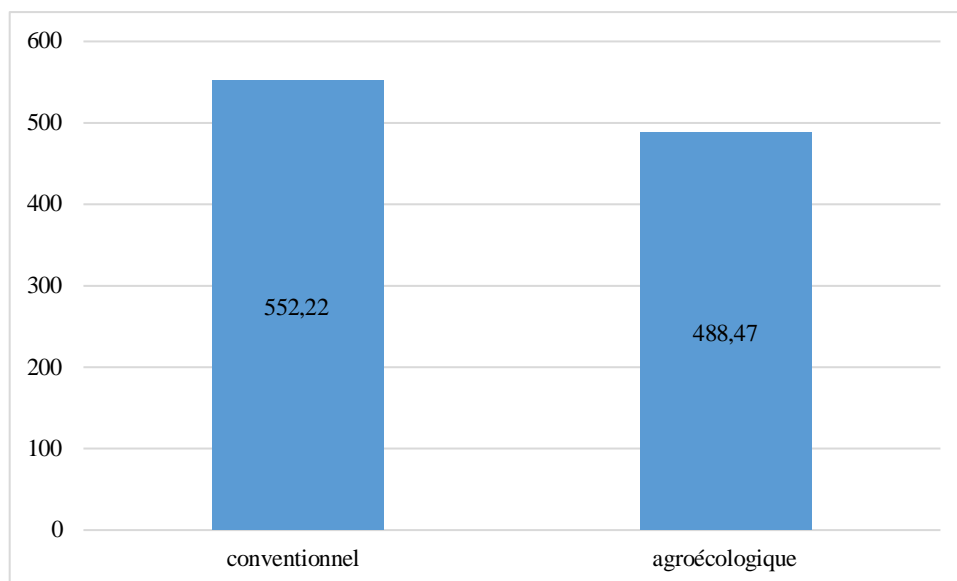
**Tableau 03** : Analyse de variance de Nombre de talles herbacées

Source de variation	DDL	SCE	CM	F	P
<b>Blocks</b>	2	43375,69	21687,85	2,26	0,1157ns
<b>Systèmes de culture</b>	1	73153,12	73153,12	7,63	0,0082**
<b>Variétés</b>	11	150587,15	13689,74	1,43	0,1933ns
<b>Interaction (Systèmes × Variétés)</b>	11	173642,71	15785,70	1,65	0,1175ns
<b>Résiduelle</b>	46	441157,64	9590,38	-	-
<b>Total</b>	71	881916,32	-	-	-

DDL : degré de liberté ; \*\*, \*\*\* : effet significatif au seuil de 5 % ; ns : non significatif ; SCE : somme des carrés des écarts, CM : carrés des moyennes des écarts ; p : probabilité ;

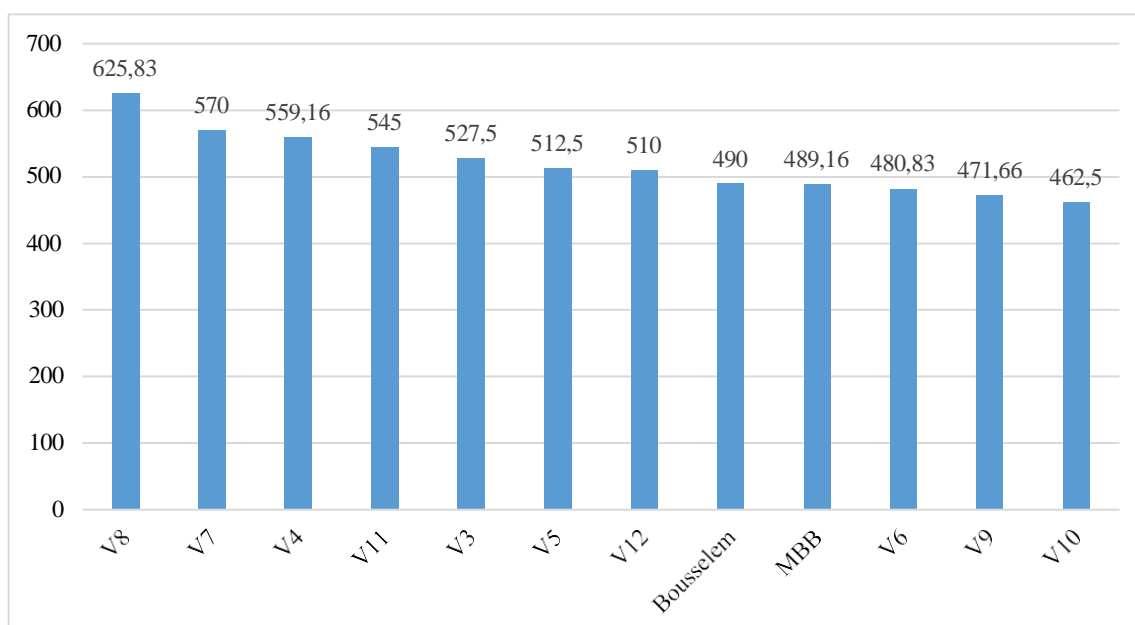
Le classement des moyennes par le test de Newman-Keuls distingue deux groupes homogènes pour les systèmes testés (figure :07). Cette différence, significative sur le plan statistique, suggère que le système conventionnel pourrait être plus performant en termes de production de talles. Cependant, la décision d'adopter un système de culture doit également

prendre en compte d'autres facteurs tels que la durabilité, les impacts environnementaux, et les objectifs spécifiques de l'exploitation agricole.



**Figure 07** : les valeurs moyenne de nombre de talles herbacées chez les systèmes

Les résultats de la comparaison des moyennes du nombre de talles herbacées, réalisés via le test de Newman-Keuls, indiquent que toutes les variétés de blé dur testées sont statistiquement similaires (Toutes les variétés appartiennent au même groupe homogène (a)). La variété V8 se distingue légèrement avec la plus haute moyenne de talles herbacées (625,83 talles/m<sup>2</sup>), suivie par V7 (570 talles/m<sup>2</sup>) et V4 (559,16 talles/m<sup>2</sup>). Les variétés V10 (462,50 talles/m<sup>2</sup>) et V9 (471,66 talles/m<sup>2</sup>) ont les moyennes les plus basses. Les témoins MBB et Bousselem ont des moyennes de talles herbacées inférieures à celles des variétés V8, V7, V4, V11, V3, V5, et V12 (figure :08). Ces résultats suggèrent que, sous les conditions expérimentales de cette étude, aucune variété ne montre une supériorité statistiquement significative en termes de production de talles herbacées.



**Figure 08** : les valeurs moyenne de nombre de talles herbacées

## II.2.2 Couvert végétale

Les résultats de cette ANOVA montrent qu'il n'y a pas d'effet significatif des systèmes de culture, des variétés de blé dur ou de leur interaction sur le couvert végétale mesurée. Cela indique que, dans le cadre de cette étude, les pratiques de culture conventionnelle et agroécologique, ainsi que les différentes variétés de blé dur, ont des performances similaires (tableau : 03).

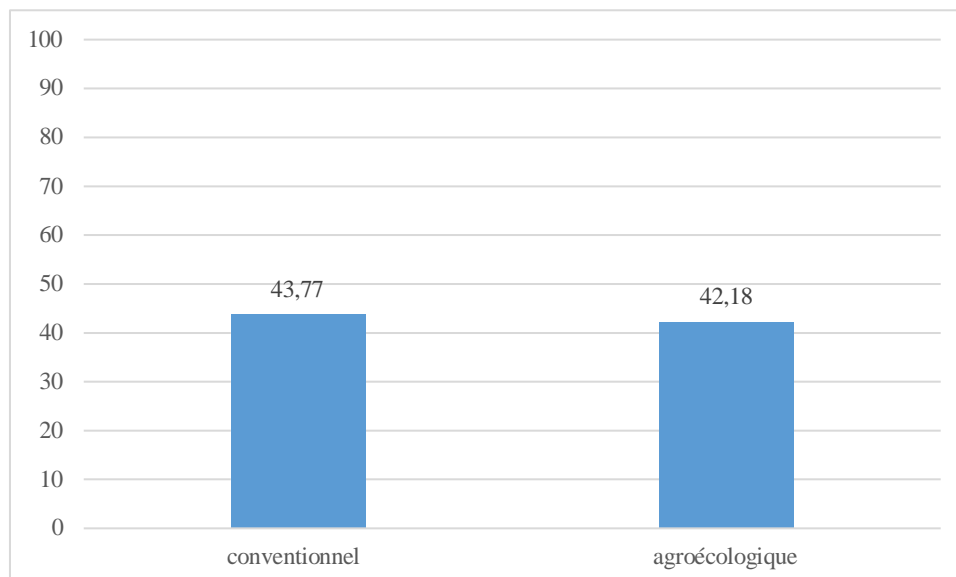
**Tableau 04** : Analyse de variance du couvert végétale

Source de variation	DDL	SCE	CM	F	P
<b>Blocks</b>	2	153,89	76,94	0,56	0,5701 ns
<b>Systèmes de culture</b>	1	45,18	45,18	0,33	0,5661 ns
<b>Variétés</b>	11	2612,05	237,45	1,75	0,0908 ns
<b>Interaction (Systèmes × Variétés)</b>	11	1701,80	154,71	1,14	0,3513 ns
<b>Résiduelle</b>	46	6221,53	135,25	-	-
<b>Total</b>	71	10734,46	-	-	-

DDL : degré de liberté ; \*\*, \*\*\* : effet significatif au seuil de 5 % ; ns : non significatif ; SCE : somme des carrés des écarts, CM : carrés des moyennes des écarts ; p : probabilité ;

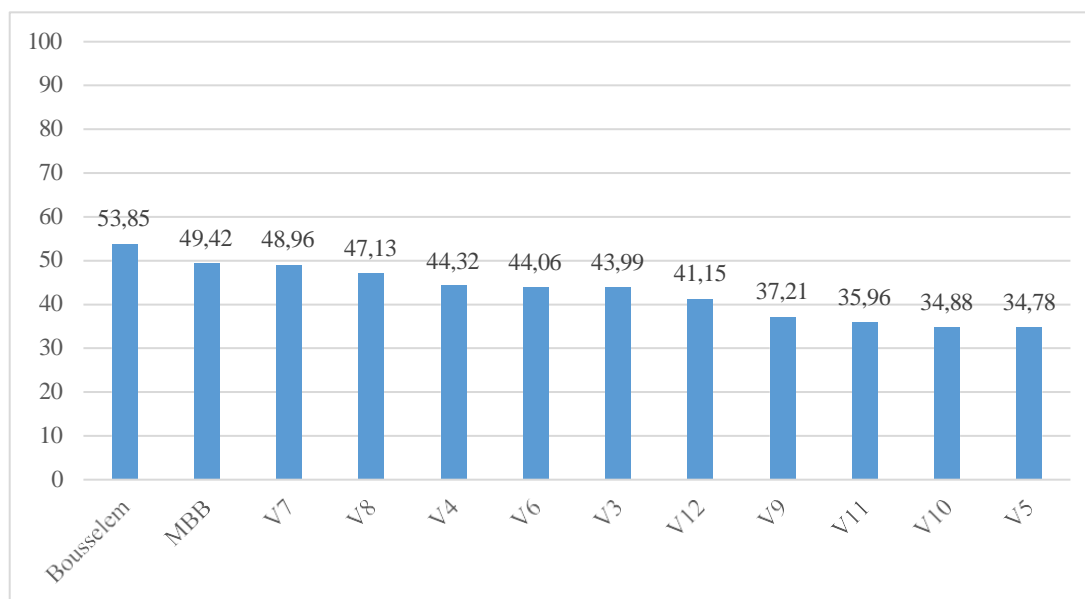
Les résultats montrent que les deux systèmes de culture, conventionnel et agroécologique, fournissent un bon niveau de couvert végétal, avec une légère supériorité pour

le système conventionnel. Cette comparaison suggère que les pratiques agroécologiques peuvent être une alternative viable aux méthodes conventionnelles, offrant des avantages environnementaux tout en maintenant une performance agricole compétitive.



**Figure 09** : les valeurs moyenne en % de couvert végétale chez les systèmes

Les variétés témoins, Bousselem et MBB, se classent aux deux premières positions avec des couverts végétaux de 53,85% et 49,42%, respectivement. Leur performance supérieure en termes de couvert végétal souligne leur potentiel avantageux pour la culture dans des systèmes où une bonne couverture du sol est souhaitée. V7 et V8 suivent de près avec des couverts végétaux de 48,96% et 47,13%, respectivement. Ces variétés sont également performantes et pourraient être envisagées pour des pratiques culturales nécessitant un bon couvert végétal. Les variétés V4, V6, V3 et V12 montrent des couverts végétaux modérément bons, variant entre 41,15% et 44,32%. Les variétés V9, V11, V10, et V5 affichent les couverts végétaux les plus bas, avec V5 ayant le couvert végétal le plus faible à 34,78% (figure : 10).



**Figure 10** : les valeurs moyenne de couvert végétale

Un couvert végétal élevé est bénéfique pour plusieurs raisons, notamment la réduction des mauvaises herbes, la conservation de l'humidité du sol et la prévention de l'érosion. Les variétés comme Bousselem et MBB seraient donc particulièrement utiles dans des environnements où ces facteurs sont cruciaux. Pour les agriculteurs cherchant à maximiser le couvert végétal, il serait pertinent de privilégier les variétés en haut du classement. Les variétés avec un couvert végétal plus faible pourraient nécessiter des pratiques culturales supplémentaires pour compenser leur moindre couverture, comme l'usage de paillis ou de cultures intercalaires.

### **II.2.3 Epiaison**

L'analyse de variance (ANOVA) pour le nombre de jours de l'épiaison révèle, l'effet des systèmes de culture est extrêmement significatif ( $F = 532.91$ ,  $P = 0.0000$ ), suggérant que le type de système de culture a une influence majeure sur le nombre de jours de l'épiaison. De même, l'effet des variétés est extrêmement significatif ( $F = 3245.2$ ,  $P = 0.0000$ ), indiquant des différences significatives entre les variétés de blé concernant le nombre de jours de l'épiaison. Enfin, l'interaction entre les systèmes de culture et les variétés est significative ( $F = 71.66$ ,  $P = 0.0000$ ), signifiant que l'effet des variétés sur le nombre de jours de l'épiaison dépend du système de culture utilisé (tableau : 06).

Ces résultats sont importants pour comprendre comment différents systèmes de culture et variétés de blé peuvent influencer le cycle de croissance. La forte significativité des facteurs étudiés souligne l'importance de choisir le système de culture et les variétés appropriés pour optimiser le calendrier de l'épiaison et, par conséquent, la gestion des cultures.

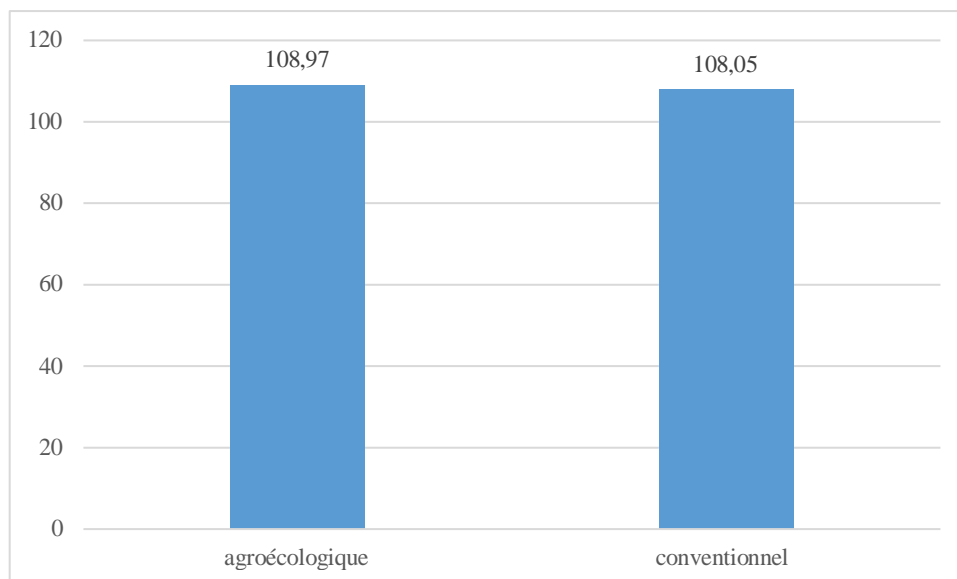
**Tableau 06** : Analyse de variance de le nombre de jours de l'épiaison

Source de variation	DDL	SCE	CM	F	P
<b>Blocks</b>	2	0.028	0.013	0.48	0.6162 ns
<b>Systèmes de culture</b>	1	15.125	15.12	532.91	0.0000 ***
<b>Variétés</b>	11	1013.15	92.10	3245.2	0.0000 ***
<b>Interaction (Systèmes × Variétés)</b>	11	22.37	2.03	71.66	0.0000 ***
<b>Résiduelle</b>	46	1.30	0.02		
<b>Total</b>	71	1051.98			

DDL : degré de liberté ; \*\*, \*\*\* : effet significatif au seuil de 5 % ; ns : non significatif ; SCE : somme des carrés des écarts, CM : carrés des moyennes des écarts ; p : probabilité ;

Le classement des moyennes par le test de Newman-Keuls distingue deux groupes homogènes pour les systèmes testés pour deux systèmes de culture : agroécologique et conventionnel. Les résultats montrent que le système agroécologique a une moyenne de 108.97 jours jusqu'à l'épiaison, appartenant au groupe homogène 'b'. En revanche, le système conventionnel a une moyenne légèrement inférieure de 108.05 jours jusqu'à l'épiaison, appartenant au groupe homogène 'a'.

Le fait que ces deux systèmes appartiennent à des groupes homogènes différents ('a' pour conventionnel et 'b' pour agroécologique) indique une différence statistiquement significative entre eux. Cela suggère que les plantes cultivées sous le système agroécologique prennent en moyenne un peu plus de temps pour atteindre l'épiaison par rapport aux plantes cultivées sous le système conventionnel. Cette différence peut être attribuée à diverses pratiques agricoles spécifiques à chaque système, comme la gestion des nutriments, les méthodes de lutte contre les mauvaises herbes, et d'autres pratiques culturelles qui peuvent influencer le rythme de développement des plantes (figure : 11).

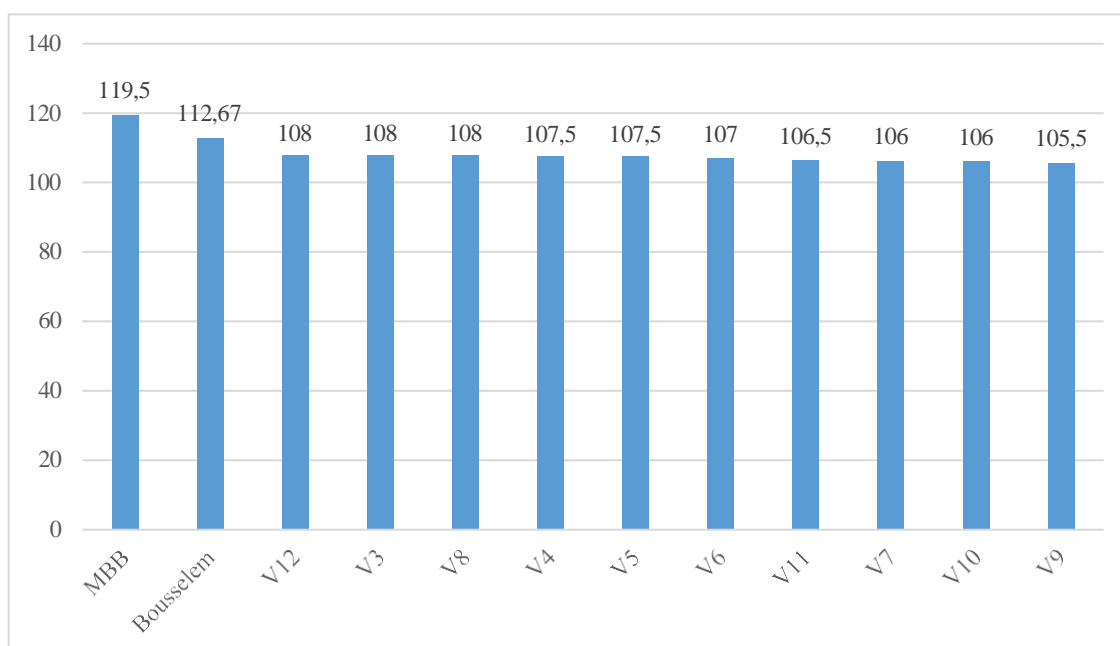


**Figure 11** : les valeurs moyenne du nombre de jours jusqu'à l'épiaison chez les systèmes

Les variétés MBB et Bousselem, utilisées comme témoins, ont les moyennes les plus élevées, avec respectivement 119.5 et 112.67 jours, appartenant aux groupes homogènes 'a' et 'b'. Cela suggère que ces variétés prennent plus de temps pour atteindre l'épiaison par rapport aux autres variétés testées.

Les variétés V12, V3 et V8 partagent le même groupe homogène 'c' avec une moyenne de 108 jours, indiquant qu'elles ont des comportements similaires en termes de jours jusqu'à l'épiaison. De même, les variétés V4 et V5 partagent le groupe 'd' avec 107.5 jours. Les variétés restantes se répartissent entre les groupes 'e' à 'h', avec des moyennes légèrement inférieures, montrant une variabilité dans le temps requis pour atteindre l'épiaison (figure : 12).

Ces résultats permettent de distinguer clairement les performances des différentes variétés en termes de précocité de l'épiaison, ce qui peut être crucial pour la planification des cultures et la sélection des variétés adaptées aux conditions locales et aux objectifs de production.



**Figure 12** : les valeurs moyenne du nombre de jours jusqu'à l'épiaison

#### II.2.4. La température de la canopée (Tc) :

Le tableau d'analyse de variance de la température de la canopée (Tc) montre que l'effet des systèmes de culture n'est pas significatif ( $p = 0,0692$ ), bien que proche du seuil de signification, suggérant que les différences entre les systèmes conventionnel et agroécologique n'affectent pas de manière significative la température de la canopée. Les variétés de blé dur n'ont pas non plus un effet significatif sur Tc ( $p = 0,2296$ ), et l'interaction entre les systèmes de culture et les variétés n'est pas significative ( $p = 0,9760$ ), indiquant qu'il n'y a pas d'effet combiné notable entre ces deux facteurs sur la température de la canopée. Le moyen général de l'essai est de  $24,55^{\circ}\text{C}$ , avec un coefficient de variation de  $4,17\%$ , ce qui reflète une variabilité modérée des mesures de température au sein de l'essai. Ces résultats suggèrent que, les systèmes de culture et les variétés étudiées n'ont pas de différences marquées sur la température de la canopée dans les conditions de cette étude (tableau : 06 ).

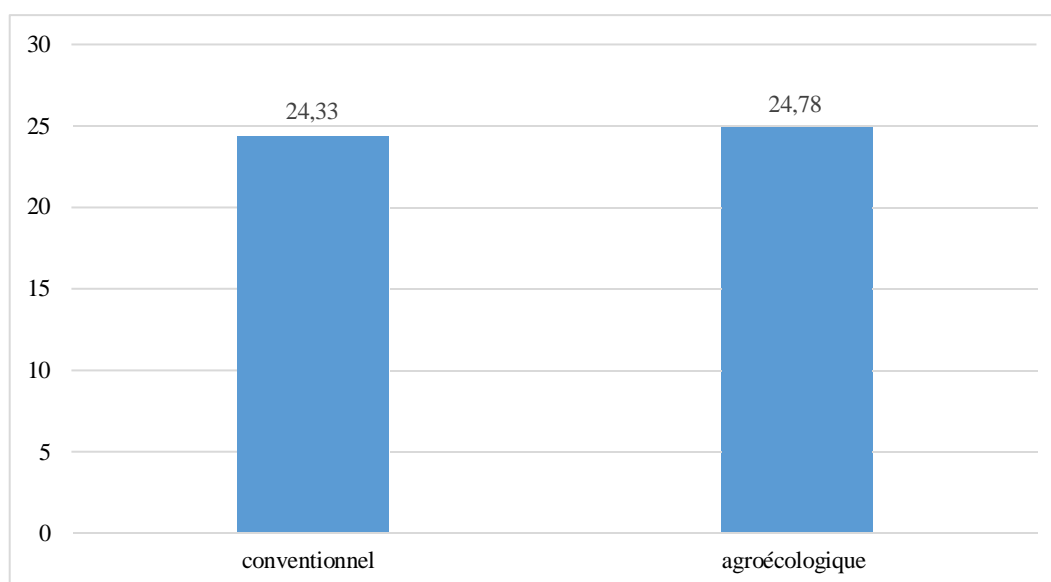
**Tableau 06** : Analyse de variance de la température de la canopée (Tc)

Source de variation	DDL	SCE	CM	F	P
Blocks	2	10,93	5,46	5,19	0,0093 **
Systèmes de culture	1	3,64	3,64	3,46	0,0692 ns
Variétés	11	15,62	1,42	1,34	0,2296 ns

<b>Interaction (Systèmes × Variétés)</b>	11	3,76	0,34	0,32	0,9760 ns
<b>Résiduelle</b>	46	48,42	1,05	-	-
<b>Total</b>	71	82,39	-	-	-

DDL : degré de liberté ; \*\*, \*\*\* : effet significatif au seuil de 5 % ; ns : non significatif ; SCE : somme des carrés des écarts, CM : carrés des moyennes des écarts ; p : probabilité ;

En comparant les deux systèmes de culture, conventionnel et agroécologique, en termes de température de la canopée moyenne, on observe que le système agroécologique affiche une température moyenne de 24,78 degrés, tandis que le système conventionnel présente une température moyenne légèrement plus basse de 24,33 degrés. Cette différence suggère que le système agroécologique peut entraîner des températures de canopée légèrement plus élevées par rapport au système conventionnel (figure : 13).



**Figure 13** : les valeurs moyenne de la température de la canopée chez les systèmes

Les températures de la canopée varient parmi les différentes variétés de couverture végétale testées. Les variétés V3, V5 et V4 se distinguent comme les plus chaudes, avec des températures atteignant entre 25,05 et 25,25 degrés. En revanche, les variétés MBB et V12 affichent les températures les plus fraîches, enregistrant respectivement 23,55 et 24,05 degrés. Entre ces extrêmes, les autres variétés présentent des températures intermédiaires, variant de 24,33 à 24,78 degrés (figure : 14). Ces résultats suggèrent une influence significative de la variété de couverture végétale sur la température de la canopée.

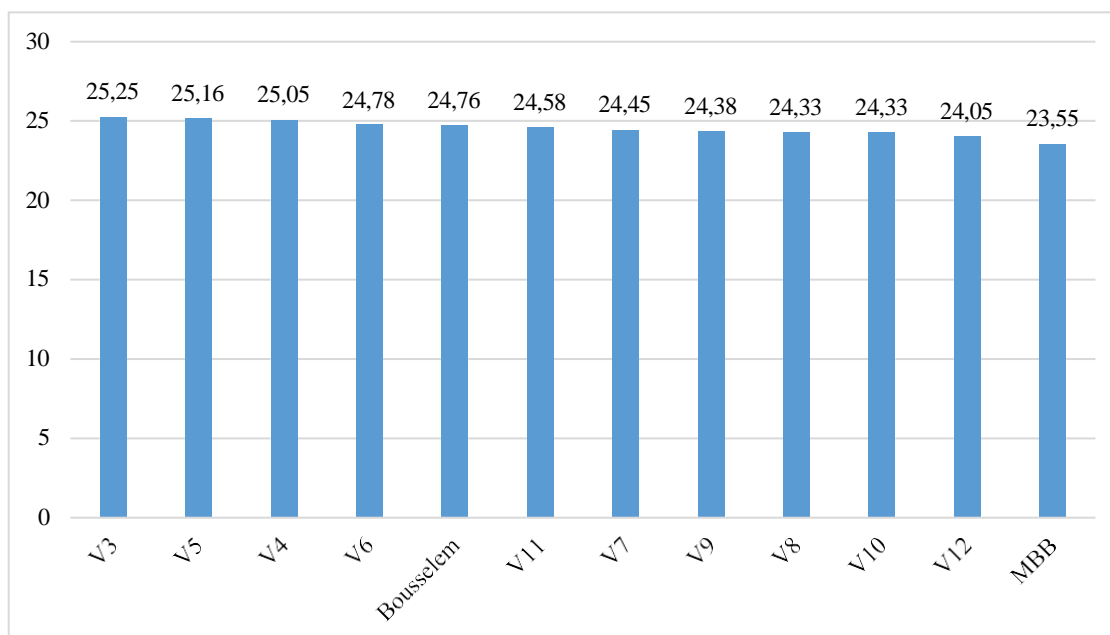


Figure 14 : les valeurs moyenne de couvert végétale

### II.2.5. La teneur en chlorophylle

Le tableau d'analyse de variance de la teneur en chlorophylle révèle des résultats significatifs pour les systèmes de culture ( $p = 0.0075$ ). Cela suggère que les variations observées dans la teneur en chlorophylle sont influencées par les différents systèmes de culture conventionnel et agroécologique. En revanche, les variétés de blé dur et leur interaction avec les systèmes de culture ne présentent pas de significativité statistique, avec des valeurs de  $p$  supérieures à 0,05. Le moyen général de l'essai pour la teneur en chlorophylle est de 49,82, avec un coefficient de variation de 10,10%. Cela indique une certaine variabilité des mesures de teneur en chlorophylle au sein de l'essai, bien que le niveau de variabilité soit modéré. Dans l'ensemble, ces résultats suggèrent que les variations observées dans la teneur en chlorophylle sont principalement influencées par les différents systèmes de culture utilisés dans l'expérience (tableau : 07).

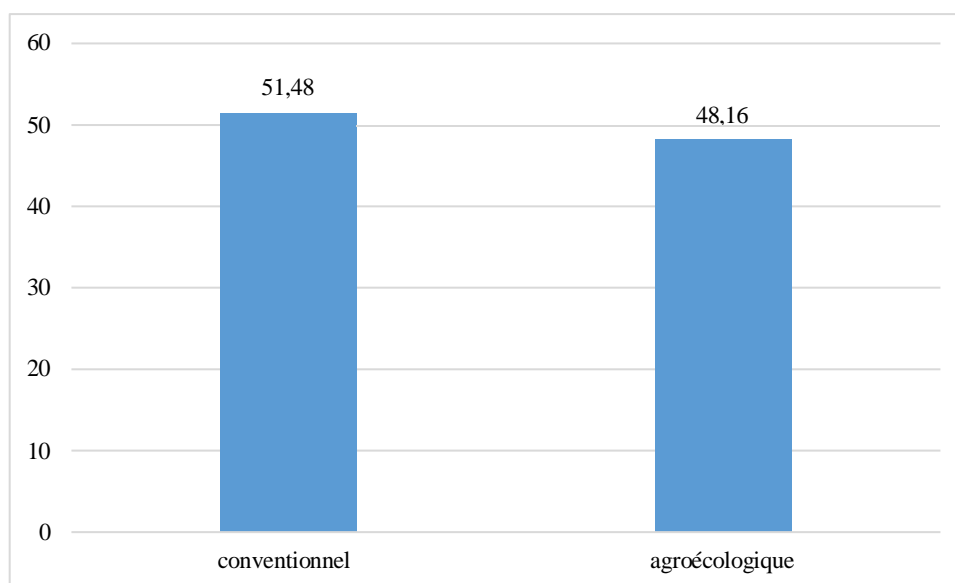
Tableau 07 : Analyse de variance de la teneur en chlorophylle

Source de variation	DDL	SCE	CM	F	P
Blocks	2	205,67	102,83	4,06	0,0238 *
Systèmes de culture	1	198,34	198,33	7,83	0,0075 **
Variétés	11	115,89	10,53	0,41	0,9415 ns
Interaction (Systèmes × Variétés)	11	251,73	22,88	0,90	0,5443 ns

<b>Résiduelle</b>	46	1165,06	25,32	-	-
<b>Total</b>	71	1936,68	-	-	-

DDL : degré de liberté ; \*\*, \*\*\* : effet significatif au seuil de 5 % ; ns : non significatif ; SCE : somme des carrés des écarts, CM : carrés des moyennes des écarts ; p : probabilité ;

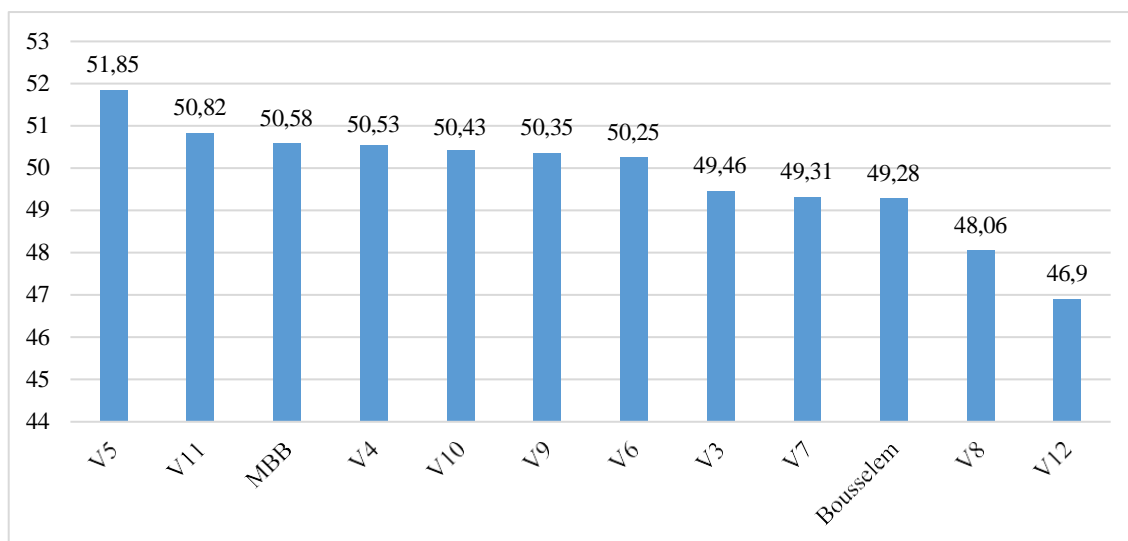
En comparant les deux systèmes de culture, conventionnel et agroécologique, en termes de teneur moyenne en chlorophylle, on observe une différence notable. Le système conventionnel affiche une teneur moyenne en chlorophylle de 51,48, tandis que le système agroécologique présente une teneur moyenne plus basse de 48,16. Cette différence suggère que le système conventionnel pourrait favoriser une activité photosynthétique potentiellement plus élevée, comme indiqué par des niveaux de chlorophylle plus élevés. En revanche, le système agroécologique montre des niveaux de chlorophylle légèrement inférieurs, ce qui pourrait indiquer des différences dans les pratiques culturales et leurs effets sur la santé des plantes (figure :15).



**Figure 15** : les valeurs moyenne de teneur moyenne en chlorophylle chez les systèmes

Les variétés présentent des niveaux de chlorophylle variés, indiquant des différences dans leur activité photosynthétique et leur santé globale. Les variétés V5, V11 et MBB se démarquent avec les plus hautes teneurs en chlorophylle, allant de 50,82 à 51,85, suggérant une activité photosynthétique potentiellement plus élevée. Les variétés V4, V10, V9 et V6 affichent des niveaux intermédiaires de chlorophylle, de 50,25 à 50,53, tandis que les variétés V3, V7, Bousselem, V8 et V12 présentent des niveaux plus bas, de 46,9 à 49,46, indiquant un

besoin potentiel d'amélioration de leur activité photosynthétique et de leur santé générale (figure :16 ).



**Figure 16** : les valeurs moyenne de teneur moyenne en chlorophylle

### II.2.6. La hauteur des plantes (HT)

Les résultats de cette ANOVA montrent qu'il n'y a pas d'effet significatif des systèmes de culture, des variétés de blé dur ou de leur interaction sur de la hauteur des plantes mesurée. Le moyen général de l'essai pour la teneur en chlorophylle est de 75.91cm, avec un coefficient de variation de 12,59 %. Cela indique une certaine variabilité des mesures de la hauteur des plantes au sein de l'essai, bien que le niveau de variabilité soit modéré (tableau : 08).

**Tableau 08** : Analyse de variance de la hauteur des plantes

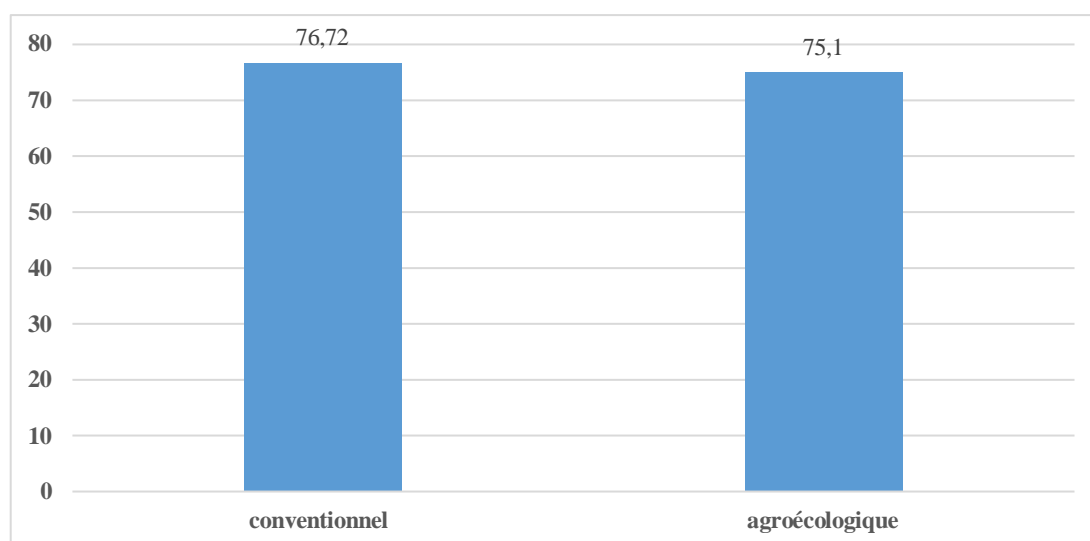
Source de variation	DDL	SCE	CM	F	P
<b>Blocks</b>	2	126,44	63,22	0,69	0,5061 ns
<b>Systèmes de culture</b>	1	47,69	47,69	0,52	0,4739 ns
<b>Variétés</b>	11	1282,95	116,63	1,27	0,2688 ns
<b>Interaction (Systèmes × Variétés)</b>	11	1310,03	119,09	1,30	0,2539 ns
<b>Résiduelle</b>	46	4207,70	91,47	-	-
<b>Total</b>	71	6974,83	-	-	-

DDL : degré de liberté ; \*\*, \*\*\* : effet significatif au seuil de 5 % ; ns : non significatif ; SCE : somme des carrés des écarts, CM : carrés des moyennes des écarts ; p : probabilité ;

La hauteur moyenne des plantes dans le système conventionnel est légèrement supérieure à celle du système agroécologique. Cette différence suggère que les plantes cultivées

dans le système conventionnel ont tendance à atteindre une taille légèrement plus grande par rapport à celles cultivées dans le système agroécologique. Cette différence pourrait être due à divers facteurs, tels que les pratiques de gestion des sols, la disponibilité des nutriments, ou d'autres conditions spécifiques à chaque système de culture (figure : 17).

Bien que la différence de hauteur moyenne ne soit pas très grande (1,62 cm), elle peut indiquer une meilleure performance de croissance des plantes dans le système conventionnel sous les conditions de cette étude. Toutefois, d'autres aspects tels que la durabilité, la santé des sols, et la biodiversité devraient également être pris en compte pour une évaluation globale des avantages et inconvénients de chaque système de culture.



**Figure 17 :** les valeurs moyenne de La hauteur des plantes chez les systèmes

Les résultats montrent une variation significative des hauteurs de plantes entre les différentes variétés étudiées. MBB se distingue avec la hauteur moyenne la plus élevée, atteignant 86,68 cm, suggérant une croissance vigoureuse et une meilleure adaptation aux conditions de culture testées. Les variétés V7, V3, et V8, avec des hauteurs comprises entre 77,88 cm et 78,88 cm, affichent également une bonne croissance, bien que légèrement inférieure à celle de MBB. Les variétés V10, V12, V9, Bousselem, et V11, avec des hauteurs allant de 74,22 cm à 76,22 cm, représentent un groupe de croissance modérée. Enfin, les variétés V4, V5, et V6 montrent les hauteurs les plus faibles, avec V6 étant la plus basse à 68,66 cm, suggérant des performances de croissance inférieures dans les conditions de l'étude (figure : 18).

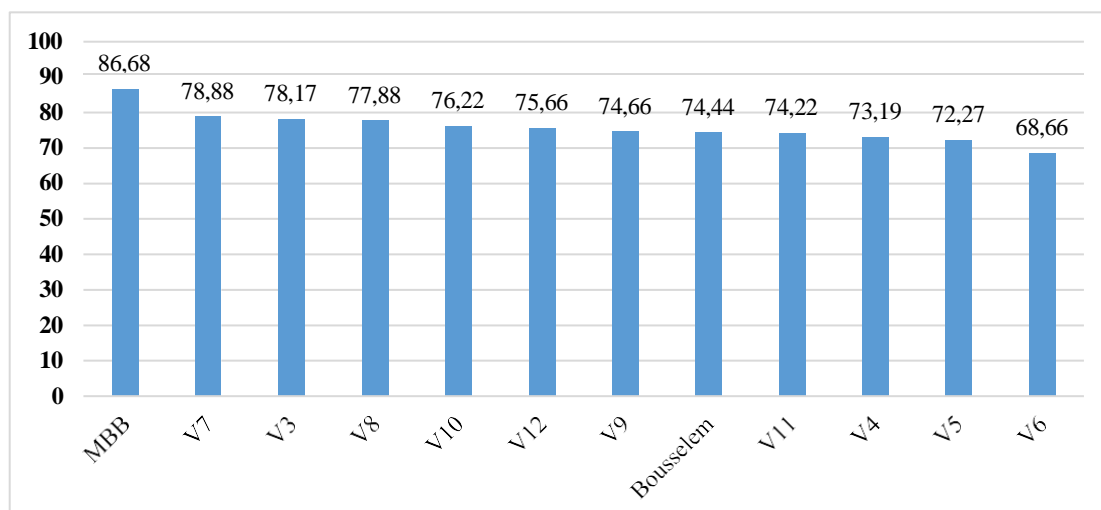


Figure 18 : les valeurs moyenne de La hauteur des plantes.

## II .2.7. Surface foliaire

L'analyse de variance de la surface foliaire montre que les effets des blocs, des systèmes de culture et des variétés, ainsi que l'interaction entre les systèmes de culture et les variétés, ne sont pas significatifs ( $p > 0,05$ ). Cela signifie qu'il n'y a pas de différences significatives entre les blocs, les systèmes de culture conventionnel et agroécologique, ni entre les différentes variétés de blé dur en termes de surface foliaire. De plus, l'interaction entre les systèmes de culture et les variétés ne montre pas d'effet significatif. Le moyen général de la surface foliaire dans l'essai est de  $14,93 \text{ cm}^2$ , avec un coefficient de variation de  $18,61\%$ , indiquant une variabilité modérée dans les mesures de surface foliaire. Ces résultats suggèrent que les variations observées dans la surface foliaire ne sont pas suffisamment importantes pour être statistiquement significatives parmi les différents facteurs étudiés (tableau : 09).

Tableau 09 : Analyse de variance de la surface foliaire

Source de variation	DDL	SCE	CM	F	P
Blocks	2	18,58	9,29	1,20	0,3098 ns
Systèmes de culture	1	3,37	3,37	0,43	0,5119 ns
Variétés	11	43,25	3,93	0,50	0,8874 ns
Interaction (Systèmes $\times$ Variétés)	11	30,64	2,78	0,36	0,9648 ns
Résiduelle	46	355,48	7,72	-	-
Total	71	451,34	-	-	-

DDL : degré de liberté ; \*\*, \*\*\* : effet significatif au seuil de 5 % ; ns : non significatif ; SCE : somme des carrés des écarts, CM : carrés des moyennes des écarts ; p : probabilité ;

La surface foliaire moyenne des feuilles de drapeau dans le système conventionnel est légèrement supérieure à celle du système agroécologique. Cette différence suggère que les plantes cultivées dans le système conventionnel peuvent avoir une capacité photosynthétique légèrement supérieure, ce qui peut se traduire par une meilleure croissance et un potentiel de rendement plus élevé. Le système agroécologique, bien que présentant une surface foliaire légèrement inférieure, offre d'autres avantages potentiels tels que la durabilité et la biodiversité accrue, qui ne sont pas directement mesurés par la surface foliaire mais sont importants pour la santé globale de l'écosystème agricole (figure : 19).

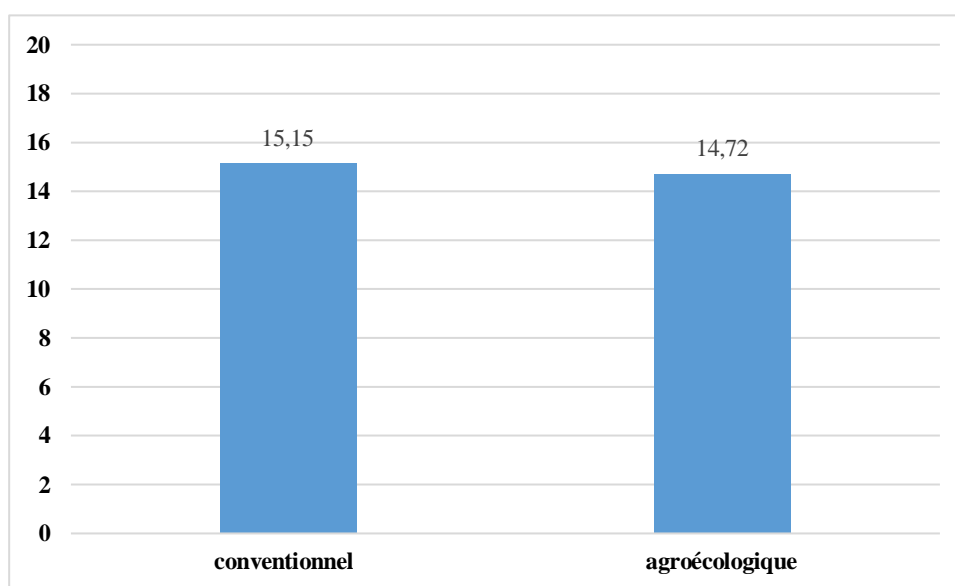


Figure 19 : les valeurs moyennes de la surface foliaire chez les systèmes

Les variétés V6, V5, et V3 présentent les plus grandes surfaces foliaires, avec respectivement 16,36 cm<sup>2</sup>, 15,78 cm<sup>2</sup>, et 15,45 cm<sup>2</sup>, suggérant une plus grande capacité photosynthétique et un potentiel de croissance et de rendement plus élevé. Les variétés V11, V7, V10, MBB, V12, V8, et Bousselem ont des surfaces foliaires intermédiaires, allant de 14,68 cm<sup>2</sup> à 15,28 cm<sup>2</sup>, représentant des performances modérées en termes de surface foliaire de la feuille de drapeau. Enfin, les variétés V4 et V9 ont les plus petites surfaces foliaires, avec respectivement 13,7 cm<sup>2</sup> et 13,4 cm<sup>2</sup>, ce qui pourrait indiquer une capacité photosynthétique moindre et affecter leur croissance et leur rendement (figure : 20).

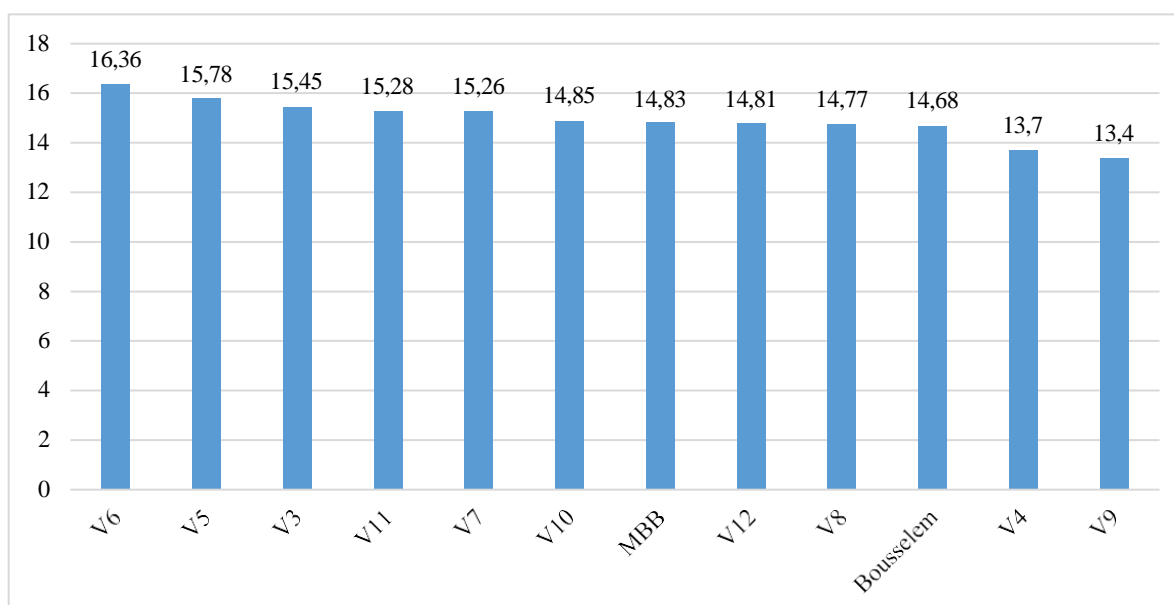


Figure 20 : les valeurs moyenne de La surface foliaire.

## II.2.8. Le col de l'épi (CE)

Les résultats de cette ANOVA montrent qu'il n'y a pas d'effet significatif des systèmes de culture, des variétés de blé dur ou de leur interaction sur le col de l'épi plantes mesurée. (tableau : 10).

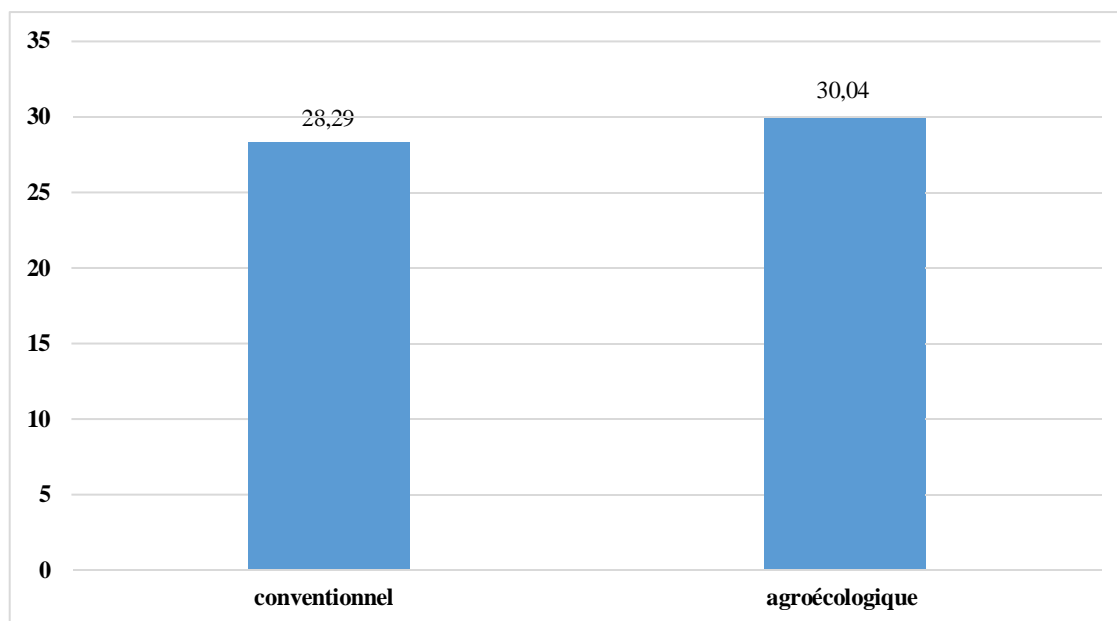
Tableau 10 : Analyse de variance de col de l'épi (CE)

Source de variation	DDL	SCE	CM	F	P
Blocks	2	302,46	151,23	4,55	0,0156 *
Systèmes de culture	1	55,14	55,14	1,66	0,2037 ns
Variétés	11	298,42	27,12	0,81	0,6227 ns
Interaction (Systèmes × Variétés)	11	178,16	16,19	0,48	0,9010 ns
Résiduelle	46	1525,88	33,17	-	-
Total	71	2360,08	-	-	-

DDL : degré de liberté ; \*\*, \*\*\* : effet significatif au seuil de 5 % ; ns : non significatif ; SCE : somme des carrés des écarts, CM : carrés des moyennes des écarts ; p : probabilité ;

Lors de la comparaison des deux systèmes de culture en termes de longueur moyenne du col de l'épi, on observe que le système agroécologique présente une longueur moyenne de 30,04 cm, tandis que le système conventionnel affiche une longueur moyenne légèrement inférieure de 28,29 cm. Cette différence suggère que le système agroécologique pourrait favoriser une meilleure croissance du col de l'épi, potentiellement améliorant l'efficacité du

transport des nutriments vers les grains et, par conséquent, influençant positivement le rendement (figure : 21).



**Figure 21** : les valeurs moyenne de la longueur moyenne du col de l'épi chez les deux systèmes.

La variété MBB présente la longueur moyenne du col de l'épi la plus élevée avec 32,75 cm, suivie de près par la variété Bousselem avec 31,05 cm. Les variétés V8, V11, V4, V3, et V12 affichent des longueurs de col de l'épi comprises entre 31,04 cm et 29,61 cm. Les variétés V9, V7, V5, et V10, quant à elles, montrent des longueurs variant entre 27,93 cm et 26,44 cm. Enfin, la variété V6 a la longueur du col de l'épi la plus courte, mesurant 25,66 cm (figure : 22).

La comparaison des longueurs du col de l'épi révèle que MBB et Bousselem se distinguent par des longueurs supérieures, indiquant une meilleure capacité de transport des nutriments vers les grains, ce qui est favorable pour le rendement. Ces résultats sont cruciaux pour sélectionner les variétés les plus adaptées aux objectifs de production spécifiques et aux conditions agronomiques. Les variétés avec des longueurs de col de l'épi plus courtes pourraient nécessiter des pratiques de gestion supplémentaires pour optimiser leur rendement (figure : 22).

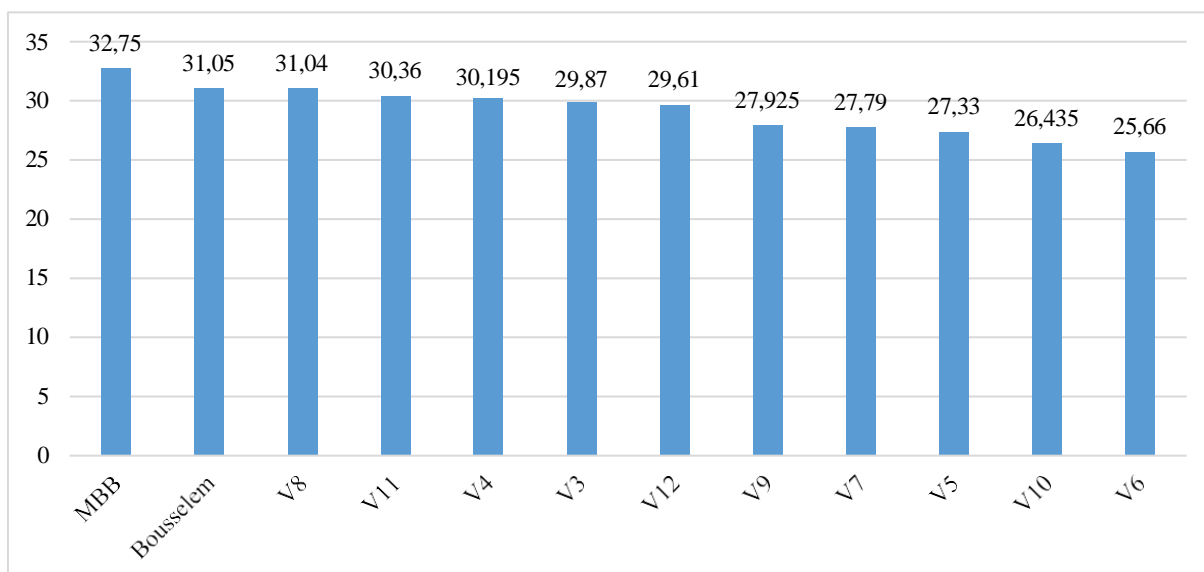


Figure 22 : les valeurs moyenne de la longueur moyenne du col de l'épi.

### II.2.9. La longueur d'épi

L'analyse de variance pour la longueur du col de l'épi (CE) montre que les systèmes de culture ( $p = 0,2037$ ), les variétés ( $p = 0,6227$ ) et l'interaction entre les systèmes de culture et les variétés ( $p = 0,9010$ ) ne montrent pas d'effets significatifs. Cela indique qu'il n'y a pas de différences significatives dans la longueur du col de l'épi en fonction des systèmes de culture (conventionnel vs. Agroécologique) ou des variétés de blé dur étudiées, ni dans l'interaction entre ces facteurs (tableau : 11).

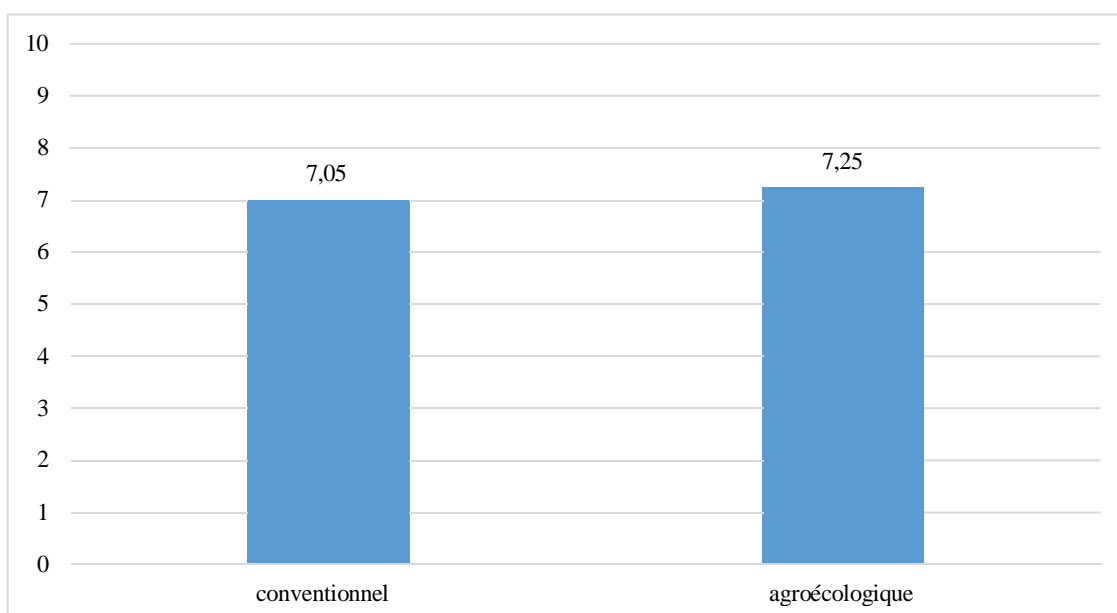
Le moyen général de la longueur du col de l'épi dans l'essai est de 7,15 cm, avec un coefficient de variation de 8,58 %, ce qui reflète une variabilité modérée des mesures. Les résultats suggèrent que, les systèmes de culture et les variétés n'ont pas une influence marquée sur la longueur du col de l'épi dans cet essai.

Tableau 11 : Analyse de variance de la longueur d'épi

Source de variation	DDL	SCE	CM	F	P
Blocks	2	0,40	0,20	0,53	0,5897 ns
Systèmes de culture	1	0,77	0,77	2,05	0,1588 ns
Variétés	11	5,38	0,48	1,29	0,2561 ns
Interaction (Systèmes × Variétés)	11	3,55	0,32	0,85	0,5868 ns
Résiduelle	46	17,35	0,37	-	-
Total	71	27,48	-	-	-

DDL : degré de liberté ; \*\*, \*\*\* : effet significatif au seuil de 5 % ; ns : non significatif ; SCE : somme des carrés des écarts, CM : carrés des moyennes des écarts ; p : probabilité ;

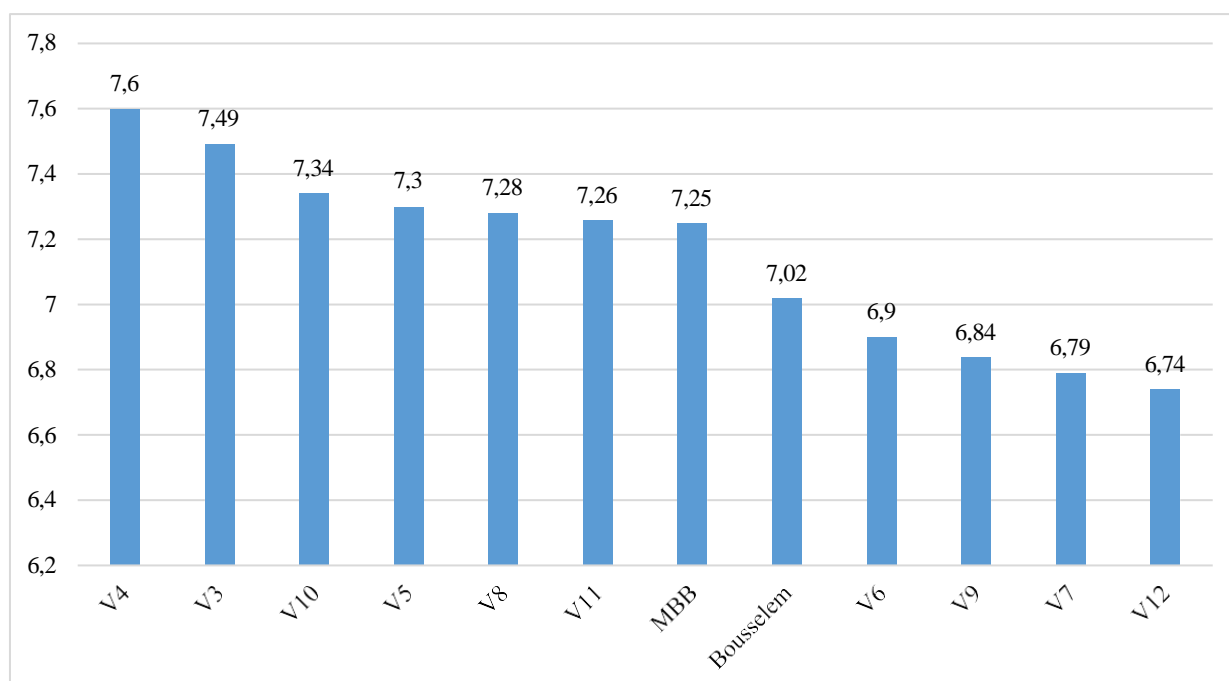
En comparant les deux systèmes de culture, il apparaît que la longueur moyenne de l'épi est légèrement supérieure dans le système agroécologique (7,25 cm) par rapport au système conventionnel (7,05 cm). Cette différence pourrait indiquer que le système agroécologique, avec ses pratiques plus durables et potentiellement moins perturbatrices pour le sol et les plantes, favorise une meilleure croissance des épis. En revanche, le système conventionnel, bien qu'ayant une longueur d'épi légèrement inférieure, reste compétitif. Toutefois, la légère différence en faveur de l'agroécologie suggère que des pratiques durables peuvent conduire à des résultats agronomiques comparables, voire supérieurs, tout en ayant un impact environnemental potentiellement moindre (figure : 23).



**Figure 23 :** les valeurs moyenne de la longueur moyenne de l'épi chez les deux systèmes.

Les résultats montrent que la variété V4 présente la longueur moyenne de l'épi la plus élevée avec 7,60 cm, suivie de près par la variété V3 avec 7,49 cm. Ces variétés semblent bénéficier d'une meilleure croissance des épis, ce qui pourrait être un indicateur de leur potentiel de rendement. Les variétés témoins MBB et Bousselem se situent dans le milieu du classement avec des longueurs de 7,25 cm et 7,02 cm respectivement. Leur position intermédiaire suggère qu'elles ont une performance modérée par rapport aux autres variétés testées. Les variétés V6, V9, V7, et V12 affichent les longueurs d'épi les plus courtes, comprises entre 6,74 cm et 6,90 cm. Cette différence pourrait indiquer une moindre efficacité

dans la croissance des épis, ce qui pourrait potentiellement affecter négativement leur rendement (figure : 24).



**Figure 24** : les valeurs moyenne de la longueur moyenne de l'épi.

### II.2.10 Le nombre d'épis par mètre carré

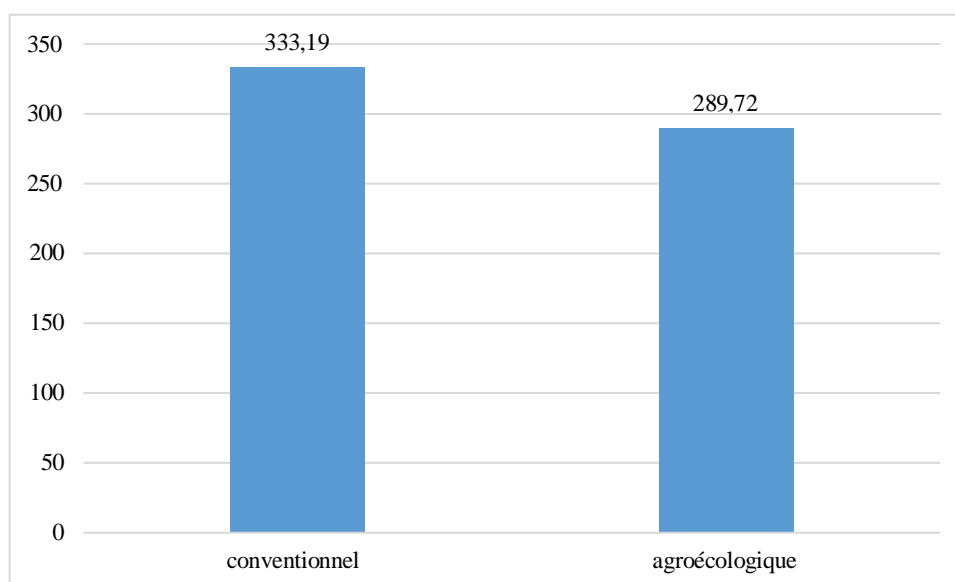
L'analyse de variance pour le nombre d'épis par mètre carré indiquent que le système de culture a un effet significatif sur la variable étudiée ce qui suggère que les différents systèmes de culture (conventionnel vs. Agroécologique) ont une influence significative sur la variable étudiée. Tandis que les variétés ne montrent pas de différences significatives. Cependant, l'interaction entre les systèmes de culture et les variétés approche la significativité, suggérant que l'effet des variétés peut différer selon le système de culture utilisé (tableau : 12).

**Tableau 12** : Analyse de variance de nombre d'épis par mètre carré

Source de variation	DDL	SCE	CM	F	P
<b>Blocks</b>	2	20102,08	10051,04	2,28	0,1127 ns
<b>Systèmes de culture</b>	1	34017,01	34017,01	7,74	0,0078 **
<b>Variétés</b>	11	66201,04	6018,27	1,37	0,2188 ns
<b>Interaction (Systèmes × Variétés)</b>	11	95887,15	8717,01	1,98	0,0522 ns
<b>Résiduelle</b>	46	201914,58	4389,44	-	-
<b>Total</b>	71	418121,87	-	-	-

DDL : degré de liberté ; \*\*, \*\*\* : effet significatif au seuil de 5 % ; ns : non significatif ; SCE : somme des carrés des écarts, CM : carrés des moyennes des écarts ; p : probabilité ;

Les résultats du test de Newman-Keuls pour le nombre d'épis par mètre carré montrent une différence significative entre les deux systèmes de culture. Le système conventionnel affiche un nombre moyen d'épis par mètre carré de 333,19, tandis que le système agroécologique en affiche 289,72. Cette différence est statistiquement significative, comme en témoigne la distinction entre les groupes homogènes (a pour le conventionnel et b pour l'agroécologique) (figure : 25 ). Cela indique que les pratiques conventionnelles favorisent un nombre plus élevé d'épis par unité de surface par rapport aux pratiques agroécologiques.

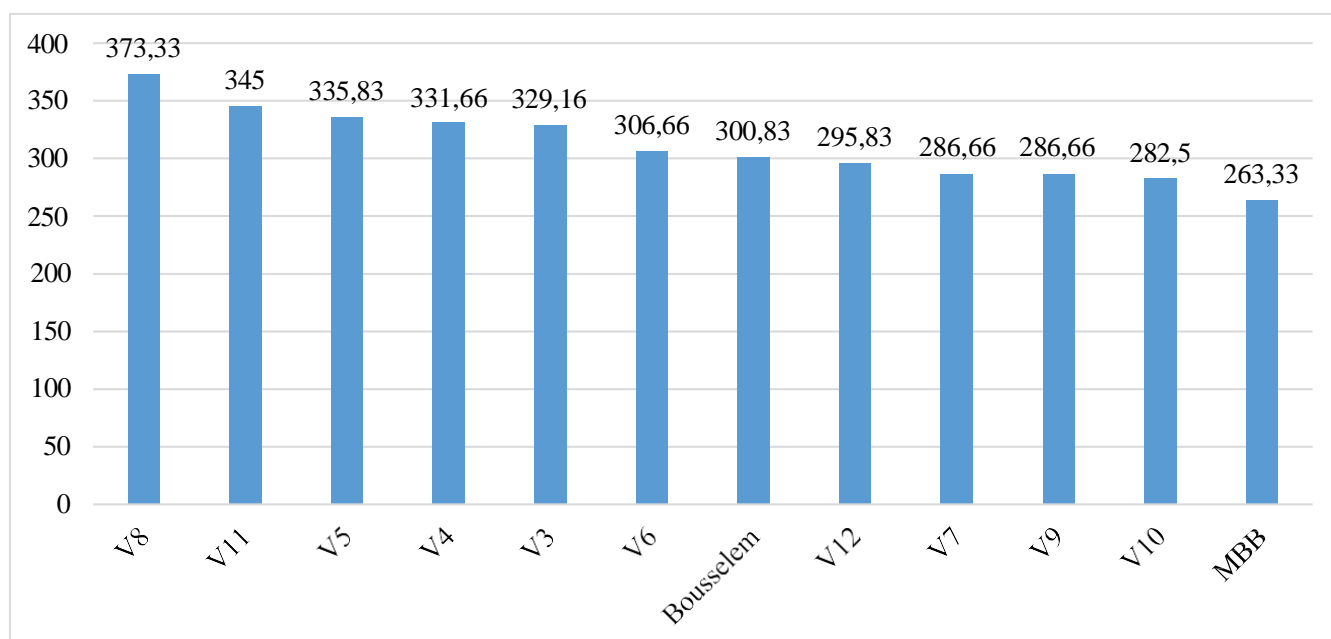


**Figure 25** : les valeurs moyenne de nombre d'épis par mètre carré chez les deux systèmes.

Cette différence pourrait être attribuée à divers facteurs. Le système conventionnel, souvent impliquant l'utilisation d'intrants chimiques comme les engrais et les pesticides, pourrait créer des conditions optimales pour la croissance et la densité des épis. En revanche, le système agroécologique, qui met l'accent sur la durabilité et la réduction des intrants chimiques, peut conduire à une densité d'épis légèrement inférieure. Cependant, il est important de noter que les systèmes agroécologiques présentent d'autres avantages, tels qu'une meilleure santé des sols, une biodiversité accrue, et une réduction des impacts environnementaux négatifs.

La variété V8 affiche le plus grand nombre d'épis par mètre carré (373,33 épi/m<sup>2</sup>), ce qui suggère qu'elle possède une meilleure capacité à produire des épis en comparaison avec les autres variétés. Les variétés V11 (345 épi/m<sup>2</sup>), V5 (335,83 épi/m<sup>2</sup>), V4 (331,66 épi/m<sup>2</sup>), et V3 (329,16 épi/m<sup>2</sup>) suivent avec des performances relativement élevées, ce qui montre leur potentiel à produire un nombre significatif d'épis.

Les variétés V6 (306,66 épi/m<sup>2</sup>) et Bousselem (300,83 épi/m<sup>2</sup>) montrent des performances intermédiaires, situées au milieu du tableau. Cela indique qu'elles ont une capacité modérée à produire des épis, ce qui pourrait les rendre moins préférables dans des contextes où une densité élevée est cruciale. Les variétés V12 (295,83 épi/m<sup>2</sup>), V7 (286,66 épi/m<sup>2</sup>), V9 (286,66 épi/m<sup>2</sup>), V10 (282,5 épi/m<sup>2</sup>), et MBB (263,33 épi/m<sup>2</sup>) présentent les nombres d'épis par mètre carré les plus bas. Ces variétés montrent une performance inférieure en termes de densité d'épis, ce qui pourrait limiter leur utilité dans des systèmes de culture visant une production maximale d'épis (figure : 26).



**Figure 26 :** les valeurs moyennes de nombre d'épis par mètre carré.

### II.2.11. Le nombre de grains par épi :

L'analyse de variance pour le nombre de grains par épi montre que le système de culture a un effet significatif sur le nombre de grains par épi, tandis que les blocs, les variétés, et leur interaction ne montrent pas de différences significatives. Le CV de 16.21% indique une

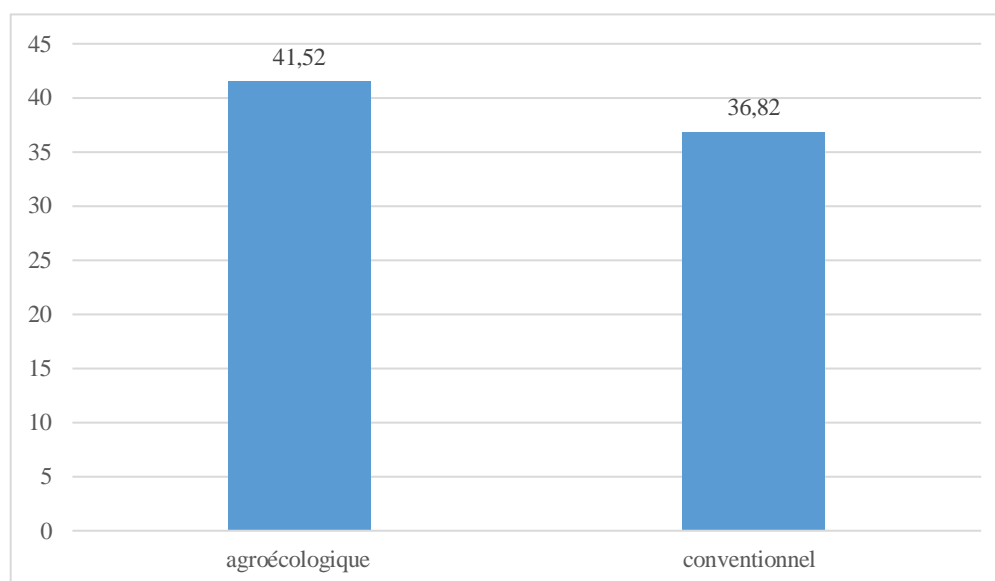
variabilité modérée autour de la moyenne, suggérant une relative consistance des mesures à travers les différentes parcelles (tableau : 13).

**Tableau 13** : Analyse de variance de nombre de grains par épi

Source de variation	DDL	SCE	CM	F	P
<b>Blocks</b>	2	104,76	52,38	1,29	0,2831 ns
<b>Systemes de culture</b>	1	398,24	398,24	9,86	0,0029 **
<b>Variétés</b>	11	325,10	29,55	0,73	0,7025 ns
<b>Interaction (Systemes × Variétés)</b>	11	434,79	39,52	0,97	0,4786 ns
<b>Résiduelle</b>	46	1857,31	40,37	-	-
<b>Total</b>	71	3120,21	-	-	-

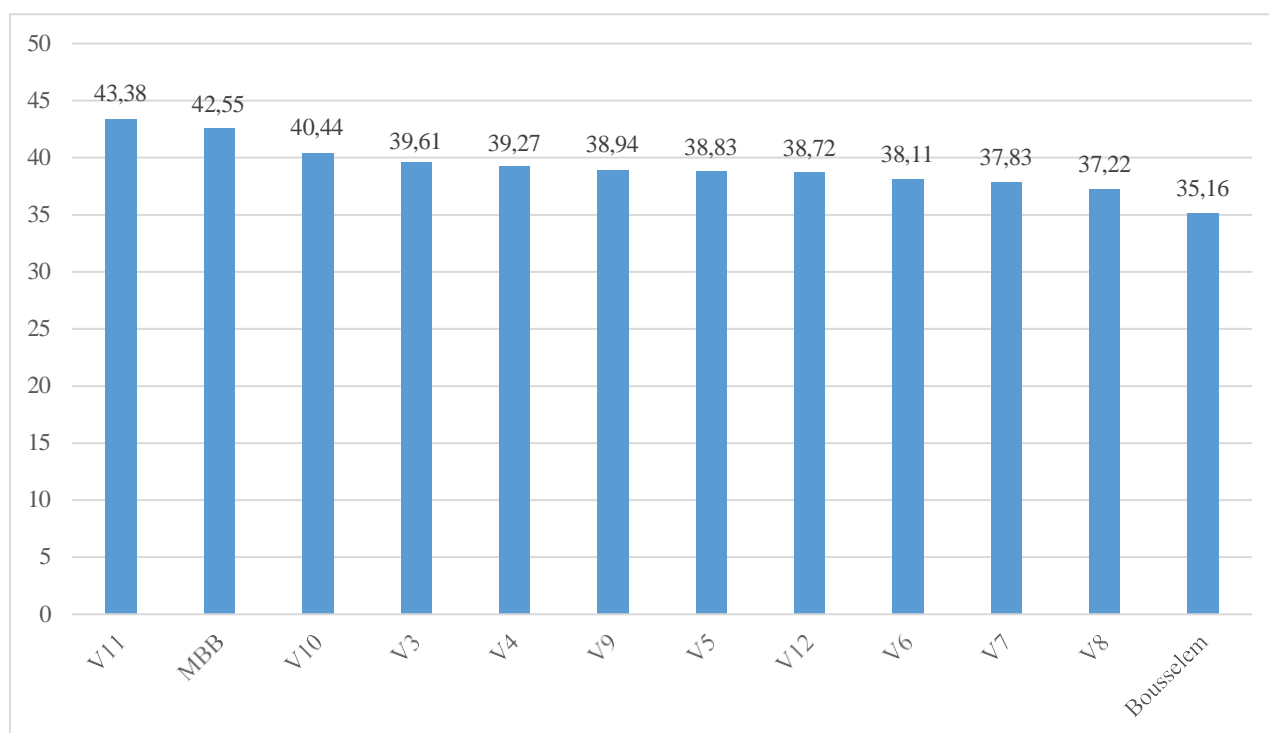
DDL : degré de liberté ; \*\*, \*\*\* : effet significatif au seuil de 5 % ; ns : non significatif ; SCE : somme des carrés des écarts, CM : carrés des moyennes des écarts ; p : probabilité ;

Les résultats du test de Newman-Keuls révèlent une différence significative entre les deux systèmes de culture en termes de nombre de grains par épi. Le système agroécologique affiche un nombre moyen de grains par épi plus élevé (41,52 grains), noté par la lettre "b", indiquant une différence significative par rapport au système conventionnel. Cette performance supérieure suggère une meilleure fertilité des épis et une potentielle amélioration de la production dans le système agroécologique. En revanche, le système conventionnel présente un nombre moyen de grains par épi légèrement inférieur (36,82 grains), noté par la lettre "a", démontrant une différence significative par rapport au système agroécologique. Bien que légèrement moindre, ce nombre reste acceptable, mais il peut signaler une fertilité des épis légèrement moindre par rapport au système agroécologique (figure : 27).



**Figure 27** : les valeurs moyenne Le nombre de grains par épi chez les deux systèmes.

Les variétés V11 et MBB se distinguent avec les nombres de grains par épi les plus élevés, atteignant respectivement 43,38 et 42,55 grains, suggérant une fertilité des épis supérieure et un potentiel de rendement plus élevé. Un groupe intermédiaire de variétés comprenant V10, V3, V4, V9, V5, V12, V6, V7 et V8, présente des nombres de grains par épi allant de 35,16 à 40,44, indiquant des performances moyennes à bonnes. En revanche, la variété Bousselem affiche le nombre de grains par épi le plus bas parmi toutes les variétés testées, avec 35,16 grains, suggérant une fertilité des épis relativement inférieure (figure : 28).



**Figure 28** : les valeurs moyenne de nombre de grains par épi.

## Discussion

L'analyse de variance montre que le système de culture a une influence significative sur le nombre de talles herbacées. Les systèmes agroécologiques favorisent un nombre plus élevé de talles par rapport aux systèmes conventionnels. Cela pourrait être dû à une meilleure gestion des ressources naturelles et à des pratiques qui favorisent la biodiversité et la santé des sols, comme la rotation des cultures, l'utilisation de composts organiques et la réduction des intrants chimiques. Ces pratiques peuvent améliorer la structure du sol et fournir des conditions plus favorables à la croissance des plantes, augmentant ainsi le nombre de talles herbacées.

Nos résultats concordent avec les études de Mahajan et Chauhan (2011), qui ont trouvé que les systèmes de culture diversifiés, tels que les rotations de cultures et les cultures de couverture, réduisent significativement la densité des adventices et favorisent une plus grande diversité de la flore adventice. Cela correspond à la diversité des espèces adventices observée dans notre parcelle N5. En revanche, les travaux de Menalled et al. (2001) montrent que les systèmes de culture conventionnels utilisant intensivement des herbicides peuvent parfois réduire la diversité des adventices à des niveaux très bas. Cependant, ce n'était pas le cas dans notre étude, où une diversité notable a été observée malgré l'utilisation potentielle d'herbicides.

Les résultats de l'ANOVA indiquent que le type de système de culture a une influence majeure sur le nombre de jours jusqu'à l'épiaison, avec des effets extrêmement significatifs pour les systèmes de culture, les variétés et leurs interactions. Le système agroécologique tend à prolonger légèrement la période d'épiaison, ce qui peut être lié à des pratiques agricoles qui réduisent le stress environnemental et permettent une croissance plus uniforme. La variabilité entre les variétés souligne l'importance de sélectionner des variétés adaptées à chaque système de culture pour maximiser les rendements et la synchronisation phénologique. L'interaction significative entre les systèmes de culture et les variétés suggère que certaines variétés peuvent mieux performer dans un type de système par rapport à un autre, nécessitant une évaluation attentive lors de la planification des cultures.

Les mêmes résultats ont été observés dans l'étude de Wolfe et al. (2008), qui a montré que les systèmes agroécologiques tendent à prolonger légèrement la période de croissance des cultures, y compris l'épiaison, en raison de pratiques qui réduisent le stress sur les plantes. En revanche, les études de Borlaug (2000) indiquent que les variétés de blé développées pour les systèmes conventionnels peuvent avoir une période d'épiaison plus courte, optimisée pour des

cycles de croissance plus rapides, ce qui contraste avec nos résultats montrant une prolongation de cette période dans les systèmes agroécologiques.

La précocité est un caractère complexe montrant une variation phénotypique continue. Elle est souvent recherchée dans les zones méditerranéennes car elle permet d'éviter le déficit hydrique terminal (Monneveux et This, 1997). Dans les zones où les gelées tardives sont fréquentes, le choix peut s'orienter vers des variétés tardives (Bouzerzour et al., 1994). La précocité constitue donc un mécanisme important d'évitement. Cela peut être réalisé soit par des techniques culturales (choix de la date de semis), soit par la sélection génétique de variétés précoces. La précocité à l'épiaison peut ainsi être utilisée comme critère de sélection pour améliorer les productions dans les zones sèches (Benlaribi, 1990; Ben Salem et al., 1997).

L'analyse de variance de la teneur en chlorophylle montre également une influence significative des systèmes de culture. Les systèmes agroécologiques semblent favoriser une teneur en chlorophylle plus élevée, ce qui pourrait indiquer des plantes en meilleure santé et une photosynthèse plus efficace. Cela pourrait être attribué à une meilleure gestion des sols et à l'utilisation de pratiques qui améliorent la fertilité du sol et la disponibilité des nutriments, comme l'intégration de légumineuses et l'application de composts organiques.

Les études de Fageria et Baligar (2005) ont démontré que les systèmes de culture intégrant des pratiques agroécologiques favorisent une teneur en chlorophylle plus élevée grâce à une meilleure gestion des nutriments et des pratiques culturales durables. Cependant, les études de Peng et al. (1998) ont constaté que l'utilisation d'engrais chimiques dans les systèmes conventionnels peut également maintenir des niveaux élevés de chlorophylle, parfois même plus élevés que dans les systèmes agroécologiques, en raison de l'apport direct et régulier de nutriments.

Le nombre d'épis par mètre carré est significativement influencé par le système de culture, avec le système conventionnel montrant une densité d'épis plus élevée. Cela pourrait s'expliquer par des pratiques culturales intensives, telles que l'utilisation de variétés à haut rendement et une gestion rigoureuse des intrants, visant à maximiser la production de biomasse. Cependant, cette intensification pourrait aussi entraîner une plus grande susceptibilité aux maladies et une dépendance accrue aux intrants chimiques, posant des défis pour la durabilité à long terme. Les résultats de Tilman et al. (2002) sont concordants avec nos observations, montrant que les systèmes intensifs conventionnels tendent à produire une densité d'épis plus élevée à court terme. Cependant, les travaux de Lotter et al. (2003) suggèrent que, sur le long

terme, les systèmes agroécologiques peuvent surpasser les systèmes conventionnels en termes de densité d'épis grâce à une amélioration continue de la fertilité du sol et de la santé des plantes.

Enfin, l'analyse de variance pour le nombre de grains par épi montre que le système de culture a un effet significatif sur cette variable, avec le système agroécologique favorisant un nombre légèrement plus élevé de grains par épi. Cela peut être dû à une meilleure allocation des ressources dans des conditions de croissance plus équilibrées et durables, permettant aux plantes de développer plus de grains par épi. Les systèmes agroécologiques, en favorisant des interactions positives entre les plantes et leur environnement, peuvent améliorer la productivité et la résilience des cultures face aux stress abiotiques et biotiques. Les résultats de Drinkwater et al. (1998) sont concordants avec nos observations, montrant que les systèmes agroécologiques favorisent un nombre plus élevé de grains par épi en raison de meilleures conditions de croissance et de l'optimisation de l'utilisation des ressources. Cependant, les travaux de Cassman et al. (2003) sont contradictoires, rapportant que les systèmes conventionnels intensifs peuvent également produire un grand nombre de grains par épi grâce à l'utilisation de variétés de haute performance et de pratiques agricoles intensives.

*CONCLUSION*

*CONCLUSION*

## Conclusion

La céréaliculture constitue la composante principale du système agro-socio-économique en Algérie, mais sa production connaît des variations interannuelles limitées par le climat irrégulier et la présence des adventices, qui sont considérées comme des contraintes majeures au développement des céréales. Dans les hauts plateaux de Sétif, le problème des mauvaises herbes est particulièrement présent. Malgré leur abondance, les agriculteurs semblent ignorer leurs méfaits et s'habituent à leur présence, surtout qu'elles constituent une végétation d'appoint pour le pâturage durant l'année de jachère. Le contrôle des mauvaises herbes est crucial pour la conservation de l'eau, surtout dans nos régions à bioclimat semi-aride où l'eau est souvent un facteur limitant en termes de quantité et de disponibilité pendant le cycle de croissance des cultures.

L'adoption de pratiques agroécologiques offre une alternative prometteuse pour gérer ces adventices de manière durable, tout en préservant la productivité des cultures céréalières et en minimisant leur impact sur l'environnement. Alors que l'agriculture conventionnelle se concentre souvent sur le travail intensif du sol et l'utilisation d'herbicides pour contrôler les adventices, les approches agroécologiques privilégient la diversification des cultures, la couverture du sol, la gestion intégrée des adventices et la promotion de la biodiversité pour maintenir un équilibre écologique dans les champs de céréales.

L'inventaire de la flore adventice dans la parcelle N5 de l'Institut Technique des Grandes Cultures (ITGC) de Sétif a mis en évidence une diversité d'espèces réparties dans sept familles botaniques. La prédominance des dicotylédones, avec la Renouée des oiseaux (*Polygonum aviculare*) comme espèce la plus abondante, suivie par le Gaillet (*Galium aparine*) et la Fumeterre (*Fumaria parviflora* L), souligne l'importance de la gestion de ces adventices pour optimiser la productivité des cultures.

Cette étude a permis de comparer le comportement de différentes variétés de blé dur dans deux systèmes de culture : conventionnel et agroécologique. Les résultats obtenus révèlent des différences significatives entre ces systèmes sur plusieurs paramètres agronomiques et écophysologiques, fournissant ainsi des indications précieuses pour la gestion des cultures de blé dur.

Les analyses de variance montrent que le système de culture influence de manière significative le nombre de talles herbacées ( $p = 0,0082$ ). Les résultats indiquent que le système agroécologique favorise un nombre plus élevé de talles herbacées comparé au système conventionnel. Cela pourrait être attribué à des pratiques culturales plus respectueuses de l'environnement et à une meilleure gestion de la biodiversité.

L'ANOVA pour le nombre de jours jusqu'à l'épiaison révèle que le système de culture a une influence majeure sur cette variable. Le système agroécologique prolonge légèrement la période d'épiaison, ce qui peut être lié à des conditions de croissance plus équilibrées et moins stressantes pour les plantes. De plus, l'effet significatif des variétés et l'interaction entre les systèmes de culture et les variétés soulignent l'importance de sélectionner des variétés adaptées à chaque système de culture pour optimiser la synchronisation phénologique.

Les variations observées dans la teneur en chlorophylle sont également influencées de manière significative par les systèmes de culture. Le système agroécologique semble favoriser une teneur en chlorophylle plus élevée, ce qui peut indiquer une meilleure santé des plantes et une efficacité photosynthétique accrue.

L'analyse de variance pour le nombre d'épis par mètre carré indique une influence significative des systèmes de culture, avec le système conventionnel montrant une densité d'épis plus élevée. Cela pourrait s'expliquer par des pratiques culturales intensives qui maximisent la production de biomasse à court terme.

Enfin, le système de culture a un effet significatif sur le nombre de grains par épi, avec le système agroécologique favorisant un nombre légèrement plus élevé de grains par épi. Cela peut être dû à une meilleure allocation des ressources et à des conditions de croissance plus favorables.

Il est important de souligner l'importance de compléter notre étude, notamment en incluant deux paramètres supplémentaires : le poids de mille grains et le rendement machine des parcelles expérimentales. Ces mesures sont essentielles pour évaluer de manière plus exhaustive les performances des systèmes agroécologiques et conventionnels. Malheureusement, nous avons dû interrompre notre recherche en raison d'obstacles administratifs, qui nous ont contraints à terminer les études avant la pleine maturité des cultures.

En conclusion, cette étude démontre que le système de culture agroécologique présente plusieurs avantages en termes de biodiversité, santé des plantes, et rendement qualitatif. Bien que le système conventionnel puisse offrir des rendements quantitatifs plus élevés à court terme, le système agroécologique se révèle plus durable et bénéfique à long terme en termes de gestion des ressources et de résilience écologique.

Ces résultats suggèrent que l'adoption de pratiques agroécologiques pourrait améliorer la durabilité des systèmes agricoles tout en maintenant des niveaux de production compétitifs. Il est recommandé de poursuivre les recherches pour affiner les pratiques agroécologiques et sélectionner des variétés de blé adaptées à ces systèmes, en tenant compte des spécificités régionales et des changements climatiques.

## Références bibliographiques

**Altieri, M. A. (2002).** Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. *Agriculture, ecosystems & environment*, 93(1-3), 1-24.

**Badgley, C., Moghtader, J., Quintero, E., Zakem, E., Chappell, M. J., Avilés-Vázquez, K., ... & Perfecto, I. (2007).** Organic agriculture and the global food supply. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 22(2), 86-108.

**Borlaug, N. E. (2000).** The Green Revolution revisited and the road ahead. Special 30th Anniversary Lecture, The Norwegian Nobel Institute, Oslo, September 8, 2000. doi:10.1146/annurev.energy.30.050504.144212

**Cassman, K. G., Dobermann, A., Walters, D. T., & Yang, H. (2003).** Meeting cereal demand while protecting natural resources and improving environmental quality. *Annual Review of Environment and Resources*, 28(1), 315-358. doi:10.1146/annurev.energy.28.040202.122858

**Drinkwater, L. E., Wagoner, P., & Sarrantonio, M. (1998).** Legume-based cropping systems have reduced carbon and nitrogen losses. *Nature*, 396(6708), 262-265. doi:10.1038/24376

**Fageria, N. K., & Baligar, V. C. (2005).** Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. *Advances in Agronomy*, 88, 97-185. doi:10.1016/S0065-2113(05)88004-6

**Gaba, S., Fried, G., Kazakou, E., Chauvel, B., & Navas, M. L. (2014).** Agroecological weed control using a functional approach: a review of cropping systems diversity. *Agronomy for sustainable development*, 34(1), 103-119.

**Hamadache A., (2013).** Element de phytotechnie générale-Grandes cultures- Principaux itineraries techniques des principales espèces de grandes cultures pluviales cultivées en Algérie et en Afrique du Nord (agriculture conventionnelle) Tome I : Le blé, p.230.

**Lotter, D. W., Seidel, R., & Liebhardt, W. (2003).** The performance of organic and conventional cropping systems in an extreme climate year. *American Journal of Alternative Agriculture*, 18(3), 146-154. doi:10.1079/AJAA200345

**Mäder, P., Fliessbach, A., Dubois, D., Gunst, L., Fried, P., & Niggli, U. (2002).** Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science*, 296(5573), 1694-1697.

**Mahajan, G., & Chauhan, B. S. (2011).** Impact of environmental factors on weed dynamics in dry-seeded rice systems. *Crop Protection*, 30(9), 1228-1236. doi:10.1016/j.cropro.2011.03.010

**Menalled, F. D., Gross, K. L., & Hammond, M. (2001).** Weed aboveground and seedbank community responses to agricultural management systems. *Ecological Applications*, 11(6), 1586-1601. doi:10.1890/1051-0761(2001)011[1586]2.0.CO;2

**Peng, S., Garcia, F. V., Laza, R. C., & Cassman, K. G. (1998).** Adjustment for specific leaf weight improves chlorophyll meter's estimate of rice leaf nitrogen concentration. *Agronomy Journal*, 90(4), 577-582. doi:10.2134/agronj1998.00021962009000040009x

**Pimentel, D., Hepperly, P., Hanson, J., Douds, D., & Seidel, R. (2005).** Environmental, energetic, and economic comparisons of organic and conventional farming systems. *BioScience*, 55(7), 573-582. doi:10.1641/0006-3568(2005)055[0573]2.0.CO;2

**Pretty, J. N., Ball, A. S., Lang, T., & Morison, J. I. L. (2005).** Farm costs and food miles: An assessment of the full cost of the UK weekly food basket. *Food Policy*, 30 (1), 1-19. doi:10.1016/j.foodpol.2005.02.001

**Tilman, D., Cassman, K. G., Matson, P. A., Naylor, R., & Polasky, S. (2002).** Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, 418(6898), 671-677. doi:10.1038/nature01014

**Wezel, A., Bellon, S., Doré, T., & Francis, C. (2009).** Agroecology as a science, a movement and a practice. A review. *Agronomy for sustainable development*, 29(4), 503-515.

**Wilson, C. S., & Hoag, D. (2013).** Weed control strategies in organic grain production in the United States: a review. *Agronomy Journal*, 105(2), 351-372.

**Wolfe, D. W., DeGaetano, A. T., Peck, G. M., Carey, M., Ziska, L. H., Lea-Cox, J.,..... & Chase, L. (2008).** Projected change in climate thresholds in the northeastern USA: implications

for crops, pests, livestock, and farmers. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 13(5-6), 555-575. doi:10.1007/s11027-007-9125-2