ا لجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة يحيى فارس المدية
Université Yahia Farés de Médéa



كلية العلوم
Faculté des sciences
قسم العلوم الطبيعية والحياة
Département des sciences de la nature et de la vie

Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de master
Filière : Sciences agronomiques
Spécialité : Phytopathologie
Thème

COMPORTEMENT DES VARIETEES DE BLE TENDRE (*Ttiticum aestivum Desf.*) DANS LA REGEION DE BENI SLIMANE-MEDEA

Présenté par : **SAFAR BATI SID ALI & RAIS ISLEM**
Devant le jury composé de :

Président	**Mr. CHAOUCH ABDEREZAK**	MCA	UYF-Médéa
Examinateur	**Mr. KIROUANI ABDEREZAK**	MCA	UYF-Médéa
Encadreur	**Mr. KIRDI BILLAL**	MAA	UYF-Médéa
Co-Encadreur	**Mr. OUZANI YOUCEF**	Chef du service	ITGC Beni Slimane-Médéa

Année universitaire 2022/2023

Remerciements

Au nom d'Allah, le Clément et le Miséricordieux, À travers ce mémoire de master, nous souhaitons exprimer notre profonde gratitude envers toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail et à notre formation depuis notre jeune âge.

Nous tenons tout d'abord à remercier chaleureusement notre encadreur, Mr KIRDI BILLAL, enseignant au département de science de la nature et de la vie de l'université de Médéa, d'avoir généreusement accepté de nous encadrer. Nous sommes reconnaissants de ses efforts, de tous ses conseils et de sa patience ainsi que de sa persévérance dans notre suivi.

Nos sincères remerciements vont également à Mr. CHAOUCH ABDEREZAK et Mr. KIROUANI ABDEREZAK maîtres de conférences au département des sciences naturelles et de la vie de l'université de Médéa, qui nous ont honoré d'avoir accepté d’examiner notre travail.

Nous adressons également nos sincères remerciements à M. ABDELKADER Ali, directeur de l'ITGC de Beni Slimane, ainsi qu'à M. OUZANI YOUCEF, chef du service ITGC Beni Slimane-Médéa, pour leur aide à la réalisation de ce travail au sein de l'ITGC.

Nous exprimons nos profonds remerciements à tout le personnel de l'ITGC de Beni Slimane, pour leur précieuse aide, leurs conseils et leurs orientations tout au long de ce travail.

Dédicaces

C'est grâce à Dieu le tout-puissant qui m'a Donnée le courage et la volantes pour achever Ce modeste travail que je dédie :

À mes chers parents Mohamed et Samia, qui ont toujours rêvé de me voir arriver à ce stade. Pour leur amour, leur confiance, leur compréhension, leur soutien, leur conseil, leur tendresse, leur orientation et leur sacrifice.

À mes chers frères ET mes sœurs, pour leur appui et leur Encouragement, Je leur souhaite le bonheur et la bonne santé. Qu'ALLAH me les gardes.

À tous mes amis qui sont toujours à mes côtés Dans les bons Moments Bouchiba et Kourtbi et Moussaoui, Touati. Akram, Omar, Riadh, Mohsen.

À mon cher binôme rais Islem. Qui m'a accompagné tout au long de ces années et les beaux jours pendant la phase de travail.

A tous mes enseignants qui m'ont accompagné tous le long de mon cursus et A Madame Chawati Karima et A mon promoteur Mr KIRDI Billal, À toute ma promo de la spécialité phytopathologie 2023, À toute ma famille Et à tous ceux qui me sont chers.

Safar Bati Sid Ali

Dédicaces

Je souhaite dédier ce modeste travail à Dieu, le tout-puissant, qui m'a donné le courage et la détermination nécessaires pour le mener à bien. Je souhaite également dédier ce travail spécial à mes deux nièces, Alaa et Wiame, ainsi qu'à mon petit neveu, Alaa. Vous êtes la lumière de ma vie et la source de joie constante, À mes chers parents, Youssef et Asma, qui ont toujours rêvé de me voir atteindre ce niveau. Leur amour, leur confiance, leur compréhension, leur soutien, leurs conseils, leur tendresse, leur orientation et leurs sacrifices sont inestimables. À mes frères et sœurs bien-aimés, pour leur soutien et leurs encouragements, je leur souhaite bonheur et santé. Que Dieu les protège. À tous mes amis qui sont toujours présents à mes côtés dans les bons moments. À mon cher binôme, Safar Bati Sid Ali, qui m'a accompagné tout au long de ces années et lors des belles journées de travail. À tous mes enseignants qui m'ont soutenu tout au long de mon parcours, ainsi qu'à mon promoteur, M. KIRDI Billal. À toute ma promotion de la spécialité Phytopathologie 2023, à toute ma famille et à tous ceux qui me sont chers.

Rais Islem

COMPORTEMENT DES VARIETEES DE BLE TENDRE (*Ttiticum aestivum Desf.*) DANS LA REGEION DE BENI SLIMANE-MEDEA

Résumé :

Cette étude visait à évaluer la performance de différentes variétés de blé dans la région de Beni Slimane, en tenant compte de l'influence des conditions météorologiques et de l'environnement spécifique de la région. L'expérience a été menée dans le but de déterminer la variété de blé la plus productive et la mieux adaptée à cette région spécifique et à son climat prédominant. Des variétés de blé ont été plantées et surveillées tout au long de leur cycle de croissance, en tenant compte de différentes pratiques agronomiques et facteurs environnementaux. L'expérience s'est déroulée durant la compagne agricole 2022/2023 en incluant la collecte rigoureuse de données sur les paramètres de croissance tels que la hauteur des plantes, le nombre de talles, la longueur des épis et le rendement en grains. Les données météorologiques, notamment la température, les précipitations et l'humidité, ont également été enregistrées pour les corréler avec la performance des variétés de blé. Les caractéristiques du sol et d'autres facteurs environnementaux pertinents ont également été pris en compte. Les résultats obtenus étaient divers et influencés par différents facteurs. La performance de chaque variété de blé a varié de manière significative en fonction des conditions météorologiques prédominantes et des caractéristiques environnementales spécifiques de la région. Certaines variétés ont démontré une meilleure adaptabilité et ont produit des rendements en grains plus élevés, tandis que d'autres ont rencontré des défis liés à des schémas météorologiques spécifiques ou à des propriétés du sol. Sur la base des résultats, la variété la plus performante était LBD222, qui présentait à la fois un nombre élevé d'épis et un poids de mille grains élevés et les variétés résistantes à la tache auréolées est HD1220, LBD122 et LBD322. Cette étude contribue à une meilleure compréhension de la production de blé dans les régions semi-arides, en soulignant l'importance de prendre en compte les conditions environnementales et les schémas climatiques locaux lors de la sélection de variétés de blé appropriées pour une productivité optimale et une durabilité agricole.

Mot clés : Blé tendre (*Triticum aestivum* Desf.), Stress abiotique, Stress biotique, Semi-arid, Résistance.

BEHAVIOR OF WHEAT (*Triticum aestivum* Desf.) VARIETIES IN THE BENI SLIMANE-MEDEA REGION.

Abstract:

This study aimed to evaluate the performance of different wheat varieties in the region of Beni Slimane, considering the influence of weather conditions and the environmental nature of the region. The experiment was conducted to determine the most productive wheat variety and the most adapted for this specific region and its prevailing weather patterns. Multiple wheat varieties were planted and monitored throughout their growth cycle, considering various agronomic practices and environmental factors. The experiment spanned a specific timeframe and included rigorous data collection on growth parameters, such as plant height, tiller count, spike length, and grain yield. Additionally, weather data, including temperature, rainfall, and humidity, were recorded to correlate with the performance of the wheat varieties. Soil characteristics and other relevant environmental factors were also taken into account. The results obtained were diverse and influenced by various factors. The performance of each wheat variety varied significantly in response to the prevailing weather conditions and the specific environmental characteristics of the region. Some varieties exhibited better adaptability and yielded higher grain production, while others faced challenges related to specific weather patterns or soil properties. Based on the findings, the top performing variety was LBD222, which had both high ear count and high thousand kernel weight and the halo spot resistant varieties are HD1220, LBD122 and LBD322.This study contributes to the broader understanding of wheat production in semi-arid regions, emphasizing the importance of considering local environmental conditions and weather patterns when selecting appropriate wheat varieties for optimal productivity and agricultural sustainability.

Keywords: Wheat (*Triticum aestivum* Desf.), Abiotic stress, biotic stress, Semi-arid, Yield, resistance.

سلوك أصناف القمح في منطقة بني سليمان-المدية

الملخص:

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم أداء أصناف القمح المختلفة في منطقة بني سليمان، مع مراعاة تأثير الظروف الجوية والبيئة الخاصة بالمنطقة .أجريت التجربة بهدف تحديد صنف القمح الأكثر إنتاجية والذي يتناسب مع تلك المنطقة ومناخها السائد. تمت زراعة العديد من أصناف القمح ومراقبتها طوال دورة نموها، مع مراعاة الممارسات الزراعية المختلفة والعوامل البيئية .أجريت التجربة خلال فترة زمنية محددة وتضمنت جمع بيانات دقيقة حول معايير النمو مثل ارتفاع النبات، وعدد الحراثة ، وطول السنبلة ، وإنتاجية الحبوب. كما تم تسجيل بيانات الأرصاد الجوية بما في ذلك درجة الحرارة وسقوط الأمطار والرطوبة لربطها بأداء أصناف القمح. كما تم النظر في خصائص التربة والعوامل البيئية الأخرى ذات الصلة. كانت النتائج التي تم الحصول عليها متنوعة وتأثرت بعوامل مختلفة. اختلف أداء كل صنف قمح بشكل كبير اعتمادًا على الظروف الجوية السائدة والخصائص البيئية المحددة للمنطقة. أظهرت بعض الأصناف قدرة أفضل على التكيف وأنتجت غلات أعلى من الحبوب، بينما واجه البعض الآخر تحديات تتعلق بأنماط مناخية معينة أو خصائص التربة .بناءً على النتائج، كان الصنف الأفضل أداءً هو LBD222، والذي كان له عدد كبير من الأذنين ووزن عالي لألف نواة، والأصناف المقاومة لبقع الهالة هي HD1220 و LBD122 و LBD322 . تساهم هذه الدراسة في فهم أفضل لإنتاج القمح في المناطق شبه القاحلة، مع إبراز أهمية مراعاة الظروف البيئية المحلية والأنماط المناخية عند اختيار أصناف القمح المناسبة لتحقيق الإنتاجية المثلى والاستدامة الزراعية.

الكلمات المفتاحية: قمح (*Triticum aestivum* Desf.)، إجهاد غير حيوي، إجهاد حيوي، شبه قاحل، مردود، مقاومة.

Table des matières

Introduction générale : 1
Partie 01 3
Synthèse bibliographique 3
I. Généralités sur le blé 4
I.1 Importance de blé : 4
I.2. Historique et origine du blé : 5
I.3. La production de blé tendre 6
I.3.1 La production de blé tendre dans le monde 6
I.3.2 La production de blé tendre en Algérie 6
II. Description de blé : 9
II.1. Botanique de blé tendre (*Triticum aestivum*) : 9
II.2. Biologie de blé tendre : 10
II.2.1. Cycle de vie de blé : 10
II.2.2. La reproduction de blé tendre : 11
II.3. Physiologie de blé : 12
II.3.1 Exigences climatiques : 12
II.3.2 Exigences nutritionnelles : 12
III. Variétés de blé tendre cultivées en Algérie : 12
III.1 Caractéristiques morphologiques et stade de développement de blé : 14
III.5.1 Caractéristiques morphologiques 14
A. Grain 14
B. Appareil végétatif 14
C. Appareil Reproduction 15
III.5.2 Stades du développement 16
A. Période végétative 16
B. Période Reproductrice 17
C. Période de formation et de maturation du grain 17
IV. Contraintes du blé tendre : 18
IV.1 Contraintes abiotiques du blé tendre : 18
B- Le manque d'eau ou les déficits hydriques. 18
C- Le froid. 18
D- Les excès thermiques. 18
E- Les faibles rayonnements 18
IV.2. Contraintes biotiques de la culture du blé tendre : 18

IV.2.1 Les maladies phytopathogènes du blé tendre : 18
a- Rouille brune et jaune du blé tendre 19
b- Septoriose 19
c- Carie du blé 20
d- Oïdium : 21
e- Fusarioses 22
f- Rouille Noire 23
g- Tâche auréolée des blés : 24
1. Définition : 25
2. Cycle de développement : 25
3. Symptômes : 26
4. Facteurs favorisants : 26
IV.2.2 Les ravageurs 26
a- Nématodes : 26
b- Rongeurs : 27
c- Oiseaux : 27
d- Insectes : 28
E-1- les principaux groupes et espèces d'insectes ravageurs du blé : 29
Partie 02 33
Matériel et méthodes 33
1. Description de l'essai : 34
2. Présentation de la région Béni Slimane : 34
2.1. Étage bioclimatique de de la région Béni Slimane 36
2.2. Caractéristiques des étages bioclimatiques de l'Algérie 36
2.3. Présentation de la station d'étude 37
2.4. Données climatiques de la station d'étude 2022/2023 : 39
2.5. Géomorphologie et caractéristiques des sols de site d'étude : 41
2.5.1. Géomorphologie 41
2.5.2. Caractérisation du sol : 43
3. Travaux de préparation du sol de l'essai : 45
a- Labour 45
b- Reprise du labour 46
c- Façons superficielles 46
d- Fumure de fond : 46
e- Désherbages chimiques : 46
f- Irrigation 47

g- Semis **47**
4. Matériel végétal **48**
4.1. Choix variétal **48**
5. Méthodes d'études : **49**
5.1. Dispositif expérimental : **49**
5.2. L'unité expérimentale de l'essai : **51**
6. Paramètres d'étude : **51**
6.1. Observation des stades végétatifs du développement de blé : **51**
a- Levée **51**
b- Tallage **52**
c- Montaison **52**
d- Épiaison **52**
e- Maturation **52**
6.2. Paramètres de rendement : **53**
f- Poids de 1000 grains (PMG) **53**
g- Calcul du rendement biologique : **54**
H- Maladies et ravageurs **55**
Partie 03 : **31**
Résultats et discussions **31**
1. Les résultats **58**
1.1. Observation des stades végétatifs du développement de blé : **58**
A. Levée **58**
B. tallage **60**
C. Montaison **63**
D. épiaison **65**
E. Stade de maturation : **70**
F. Poids de mille grains (PMG) **77**
G. Calcul du rendement biologique **78**
H. Observation des maladies phytopathogènes : **80**
Références bibliographiques **85**
Annexes **91**

Liste des abréviations

ITGC	Institut Technique Des Grandes Cultures.
PMG	Poids de Mille Grains.
RDT	Le Rendement.
ONS	Office National Des Statistiques
FDPS	Ferme de Démonstration et Production Semencière
FAOSTAT	Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database
MADRP	Ministère de L'Agriculture du Développement Rural et de la Pêche
°C	Degré Celsius

Liste des figures

Figure 1: Carte de la diffusion de la culture du blé 5
Figure 2 : Évolution de la production des principales céréales à pailles cultivées en Algérie..... 8
Figure 3: Production des princiales grandes cultures cultivées en durant les deux périodes 2000-2009 et 2010-2017..... 9
Figure 4: Morphologie du blé tendre 15
Figure 5: Stades de développement du blé 19
Figure 6: Symptômes des rouilles jaune (*Puccinia striiformis*) sur les feuilles du **Figure 7:** Symptômes des rouilles brune *(Puccinia triticina)* sur les feuilles du blé..... 19
Figure 8 : Symptôme de Septoriose (**Septoria tritici**) sur les feuilles du blé tendre 20
Figure 9: Symptôme de la carie du blé (**Tillétia caries**) sur les grains du blé tendre..... 21
Figure 10: Symptôme de l'oïdium (**Blumeria graminis**) sur les feuilles du blé tendre. 22
Figure 11: Symptôme de Fusarioses (**Fusarium spp**) sur les épis du blé tendre. 23
Figure 12: Symptôme de rouille noire 24
Figure 13: Symptôme de La tâche auréolée (***Pyrenophora tritici-repentis***) sur les feuilles du blé tendre. 24
Figure 14: Symptôme de femelles d'(**Heterodera avenae**) sur les racines du blé..... 27
Figure 15: Localisation de Béni Slimane sur la carte de la wilaya de Médéa..... 35
Figure 16: Localisation de Beni Slimane dans les étages bioclimatiques d'Algérie 36
Figure 17: Photo de la station d'étude 38
Figure 18: Photo par satellite de la ferme de démonstration et production semencière de l'ITGC à Beni Slimane Médéa. 38
Figure 19: Photo par satellite de la localisation de l'essai à la ferme de démonstration et production semencière de l'ITGC à Beni Slimane Médéa. 38
Figure 20 : Station météorologique de la ferme de démonstration et production semencière de l'ITGC à Beni Slimane Médéa.. 39
Figure 21: Température maxima, minima et moyenne en °C de la campagne 2022/2023. 40
Figure 22: Précipitations mensuelles (mm) de la compagne agricole 2022/2023 40
Figure 23: Cumule de précipitations en mm de la compagne agricole 2022/2023..... 41
Figure 24: Diagramme ombrothermique de la compagne agricole 2022/2023 41
Figure 25: Modelé numérique de terrain de la FDPS Beni Slimane 42
Figure 26: Classes des pentes de la FDPS Béni Slimane 43
Figure 27: Carte des sols de la FDPS Beni Slimane..... 44
Figure 28: Profil pédologique numéro deux du site d'expérimentation au niveau de la FDPS Béni Slimane..... 45
Figure 29 : Tracteur pneumatique 46
Figure 30 : Fauchage manuel d'une micro-parcelle 47
Figure 31: Dispositif expérimental en bloc aléatoire complet. 50
Figure 32 : Photo des unités expérimentales de l'essai..... 51
Figure 33: Stades du developpement du blé. 53
Figure 34 : Pesé du poids de mille grains (PMG) 54
Figure 35: Shcéma de l'échelle visuelle d'aparition de maladie sur les plants de blé. 55
Figure 36 : Stade levée 58
Figure 37: Hauteur moyenne du plant (cm) au stade de levée. 59
Figure 38 : Densité moyenne à la levée (m^2). 60

Figure 39: Stade tallage 61
Figure 40: Hauteur moyenne du plant (cm) au stade tallage. 61
Figure 41: Densité moyenne des plants (m^2) au stade tallage. 62
Figure 42: Stade montaison 63
Figure 43: Hauteur moyenne du plant (cm) au stade montaison. 64
Figure 44 : Densité moyenne des plants (m^2) au stade montaison. 65
Figure 45 : Stade épiaison. 66
Figure 46: Nombre de grains/épis. 66
Figure 47: Nombre de jours à l'épiaison à partir de la date de levée. 67
Figure 48: Hauteur moyenne du plant en cm au stade épiaison 68
Figure 49: Densité moyenne des plants par (m^2) au stade épiaison. 69
Figure 50: Nombre moyen d'épis/m^2 au stade épiaison. 70
Figure 51: Stade de maturation. 71
Figure 52: Nombre de jours à la maturation à partir de la date de levée. 72
Figure 53: Nombre de grains/épis. 72
Figure 54: Longueur d'épis en (cm) au stade maturation. 73
Figure 55: Epis des variétés expérimentées. 74
Figure 56 : Hauteur moyenne du plant (cm) au stade maturation. 75
Figure 57 : Densité moyenne des plants par (m^2) au stade maturation. 76
Figure 58 : Nombre moyenne de grains/épis au stade maturation. 77
Figure 59 : Poids de 1000 grains (PMG). 78
Figure 60: Rendement Rdt (q/ha). 79
Figure 61: Rendement moyen RDT en (q/ ha) au stade maturation. 79
Figure 62 : L'observation de la tache auréolée (Tan spot). (Pyrenophora tritici-repentis) 80
Figure 63 : Echelle de sévérité de la tache auréolée (tan spot). (Pyrenophora tritici-repentis) 81

Liste des Tableaux

Tableau 1: Variétés locales de blé étudiées par l'**(ITGC, 2022)**..... 13
Tableau 2: Etages bioclimatiques de l'Algérie. 37
Tableau 3: Caractéristiques des variétés témoins de blé. 48
Tableau 4: Description de l'échelle visuelle 56
Tableau 5: La date de levée. 58
Tableau 6: La date d'épiaison. 67
Tableau 7: Date de maturation. 71

Introduction générale

Introduction générale :

Les céréales, notamment le blé, ont une importance primordiale dans l'alimentation à travers le monde. Le blé appartient à la famille des graminées et est cultivé pour ses grains riches en amidon, qui peuvent être transformés en farine pour la consommation humaine et animale. Les protéines de réserve du blé lui confèrent des propriétés uniques.

En Algérie, le blé joue un rôle central dans l'alimentation des consommateurs, avec des utilisations variées telles que la production de semoule et de farine. Ces dernières années, le blé est également utilisé pour la production de biocarburants. L'amélioration des rendements est essentielle pour répondre à la demande croissante en produits céréaliers. Les chercheurs et les sélectionneurs travaillent à développer des variétés de blé à haut rendement en utilisant des techniques de sélection et de croisement pour améliorer les caractéristiques agronomiques et génétiques. Cela comprend l'augmentation de la taille des épis, du nombre de grains par épi, de la résistance aux maladies et des caractéristiques de qualité **Saint pierre *et al*. (2012).**

L'élargissement de la gamme variétale est également important pour répondre aux besoins spécifiques des agriculteurs et des consommateurs. En introduisant de nouvelles variétés de blé adaptées à différents climats, sols et régions, on peut maximiser le potentiel de production dans différentes conditions. Cela permet également de diversifier les caractéristiques de qualité, la tolérance aux stress et les utilisations finales du blé **Reynolds *et al*. (2009).**

La sélection de génotypes résistants aux stress biotiques (causés par des organismes vivants tels que les maladies et les ravageurs) et abiotiques (causés par des facteurs non vivants tels que la sécheresse, le froid, la salinité) est cruciale pour assurer la stabilité et la résilience des cultures de blé. Les chercheurs visent à identifier les traits de résistance et à développer des variétés de blé qui peuvent résister aux pressions biotiques et abiotiques, réduisant ainsi la dépendance aux pesticides et aux ressources hydriques tout en augmentant la durabilité de la production **Guzmán *et al*. (2016)**.

Notre objectif dans cette étude est de contribuer à la sélectionner des génotypes de blé adaptés à la région semi-aride de Beni Slimane. Pour cela, nous étudierons le comportement de six génotypes différents vis-à-vis le stress abiotique et le stress biotique. Nous analyserons divers critères et indicateurs liés à l'adaptabilité des génotypes et à leurs productivités, tels que les paramètres phénotypiques, les paramètres de rendement, la qualité des grains et la résistance aux maladies. Cet objectif contribuera à améliorer la productivité du blé dans la région et à renforcer la durabilité de l'agriculture dans des conditions climatiques semi-arides.

Le mémoire est composé de quatre chapitres. Le premier chapitre offre une vue d'ensemble de la culture du blé et des différentes variétés de blé tendre. Le deuxième chapitre présente les différents facteurs biotiques et abiotiques qui influencent le blé tendre. Le troisième chapitre expose les différentes méthodes et moyens utilisés pour l'étude des paramètres spécifiques. Enfin, le quatrième chapitre présente et discute les résultats obtenus au cours de l'étude.

Partie 01

Synthèse bibliographique

I. Généralités sur le blé

I.1 Importance de blé :

Le blé contribue grandement à la communauté mondiale à bien des égards. En agissant comme culture de base, il contribue à assurer la sécurité alimentaire de milliards d'individus en leur fournissant les calories et les nutriments nécessaires. Cette culture génère également une quantité importante de revenus et de perspectives d'emploi via des moyens agricoles. Soutenant des approvisionnements alimentaires stables et comblant les écarts de production, le blé joue un rôle crucial dans le commerce international. L'inclusion de produits à base de blé dans les régimes alimentaires apporte de la diversité, tandis que l'utilisation du blé comme aliment pour animaux soutient l'industrie. Il aide à améliorer la santé des sols et peut être utilisé comme ressource génétique pour des programmes d'amélioration impliquant diverses variétés en contribuant également à la rotation des cultures. La durabilité, la culture, l'agriculture, le commerce, l'économie et l'alimentation sont tous englobés par l'influence du blé. En faisant une culture indispensable à l'échelle mondiale.

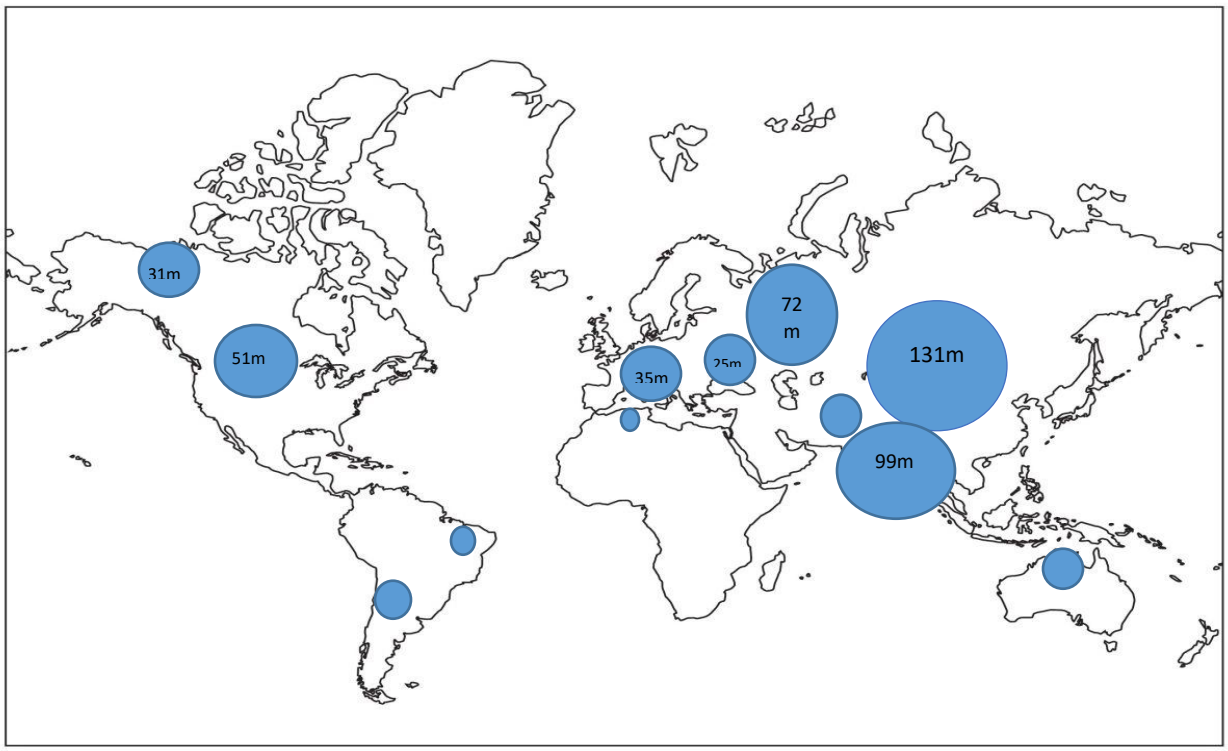


Figure 1 : Carte de la diffusion de la culture du blé (**FAOSTAT, 2022)**

I.2. Historique et origine du blé :

L'histoire du blé remonte à la cueillette des herbes sauvages il y a 500 000 ans, marquant le début de cette culture. Au fil du temps, l'homme a domestiqué les premières céréales qu'il a découvertes, issues d'une hybridation spontanée entre des graminées sauvages. Parmi ces céréales figurent le petit épeautre et le blé amidonnier. En sélectionnant les plantes à ressemer, l'homme a progressivement domestiqué ces céréales, fixant génétiquement certaines caractéristiques. Une nouvelle hybridation spontanée s'est produite entre le blé amidonnier et une graminée sauvage appelée Aegilops squarrosa. Cette graminée possède 7 paires de chromosomes et son génome ne se mélange pas avec celui du blé amidonnier. Ainsi, une nouvelle espèce est née : le blé évolue pour donner naissance au blé tendre, dont la première variété est l'épeautre. Pendant ce temps, une autre variété appelée Emmer produit du blé dur. Cette évolution et diversification du blé ont jeté les bases de la culture du blé tel que nous le connaissons aujourd'hui. **(Anonyme 1, 2023).**

À travers les âges, le blé a connu diverses évolutions et influences. Dans l'Antiquité, les

échanges entre les blés grecs et romains ont contribué à enrichir la diversité génétique de la culture. Au Moyen Âge, de nouvelles techniques d'amélioration des cultures de blé ont émergé, telles que les rotations culturales triennales, les labours effectués avec des charrues tirées par des animaux et l'utilisation d'engrais naturels tels que le fumier. Cette période a également été marquée par le remembrement des terres, avec la consolidation des grandes propriétés agricoles. Au XVIe siècle, on a pu observer une spécialisation des variétés de blé dans des régions telles que la Beauce, la Brie, le nord de la France et la Haute-Auvergne. À cette époque, la culture du blé à barbe rousse, également appelée « rousset », dominait. De plus, les cultures mixtes de différentes céréales, comme le blé et l'orge, étaient courantes. Ainsi, ces diverses pratiques agricoles et adaptations ont contribué à façonner la culture du blé à travers les siècles. **(Anonyme 2, 2023)**

I.3. La production de blé tendre

I.3.1 La production de blé tendre dans le monde

En 2020-2022, la production mondiale de tous les types de blé était de 713 millions de tonnes (**FAOSTAT, 2022**), soit près de 100 kg par habitant pour la population mondiale. En termes de rendement, c'est la quatrième plus grande culture au monde après la canne à sucre, le maïs et le riz. 50% de la production mondiale est assurée par 5 pays : Chine, Inde, USA, Russie et France. Si nous continuons cette liste et ajoutons 10 autres pays (Canada, Allemagne, Pakistan, Australie, Ukraine, Turquie, Iran, Kazakhstan, Royaume-Uni, Pologne), nous atteignons 80 % de la production mondiale, tandis que 25 pays en représentent finalement 90 %. En termes de taille des grandes régions du monde, la production se répartit entre l'Asie (45%), l'UE (20%), les USA (15%) et l'Europe de l'Est (12%) **(Sofyan, 2022).**

I.3.2 La production de blé tendre en Algérie

L'industrie agro-alimentaire algérienne repose largement sur le secteur des céréales et dérivés comme fondement. Les céréales et leurs dérivés, dont la semoule (couscous et

pâtes) et la farine (pain), dominent l'alimentation humaine, rendant ce secteur encore plus important. Les aliments pour animaux tels que le son et la farine à faible teneur en gluten sont également issus de ce secteur **(Djermoun, 2009).**

Depuis l'indépendance de l'Algérie, la production céréalière présente une caractéristique essentielle : une importante irrégularité des quantités récoltées. Cette spécificité témoigne d'une compréhension limitée des indicateurs de risques culturels et climatiques. La production est abondante et repose principalement sur les précipitations.

Selon la saison, la production de blé de l'Algérie varie de 0,9 à 4,9 millions de tonnes, couvrant une partie des besoins en blé du pays tandis que le reste est satisfait par les importations. Les précipitations jouent un rôle clé dans la détermination de la production nationale de blé.

La production de blé de l'Algérie se caractérise par des fluctuations très erratiques. Elle ne présente pas de tendance particulière, mais à partir de la saison 1994/95 elle connaît une tendance de croissance plus ou moins linéaire. Cette tendance soudaine pourrait être due à l'une des deux raisons principales : à savoir l'amélioration significative de la pluviométrie et la mise en œuvre de nouvelles réformes économiques au cours de cette période (1989-1995) dont les effets se sont fait sentir à partir de 1994 **(Anonyme 4).**
La dépendance de l'Algérie vis-à-vis des céréales importées devrait atteindre environ 8,2 millions de tonnes, ce qui en fait le troisième importateur de céréales au monde après l'Égypte et l'Indonésie. Les importations d'orge représenteront une grande partie de ce chiffre, dont environ 600 000 tonnes sont utilisées pour l'alimentation animale. En 2016/2017, les stocks mondiaux de blé tendre et les niveaux de consommation ont augmenté respectivement de 6,7 % et 2,4 % par rapport à l'année précédente **(Meriem *et al.*, 2019).**

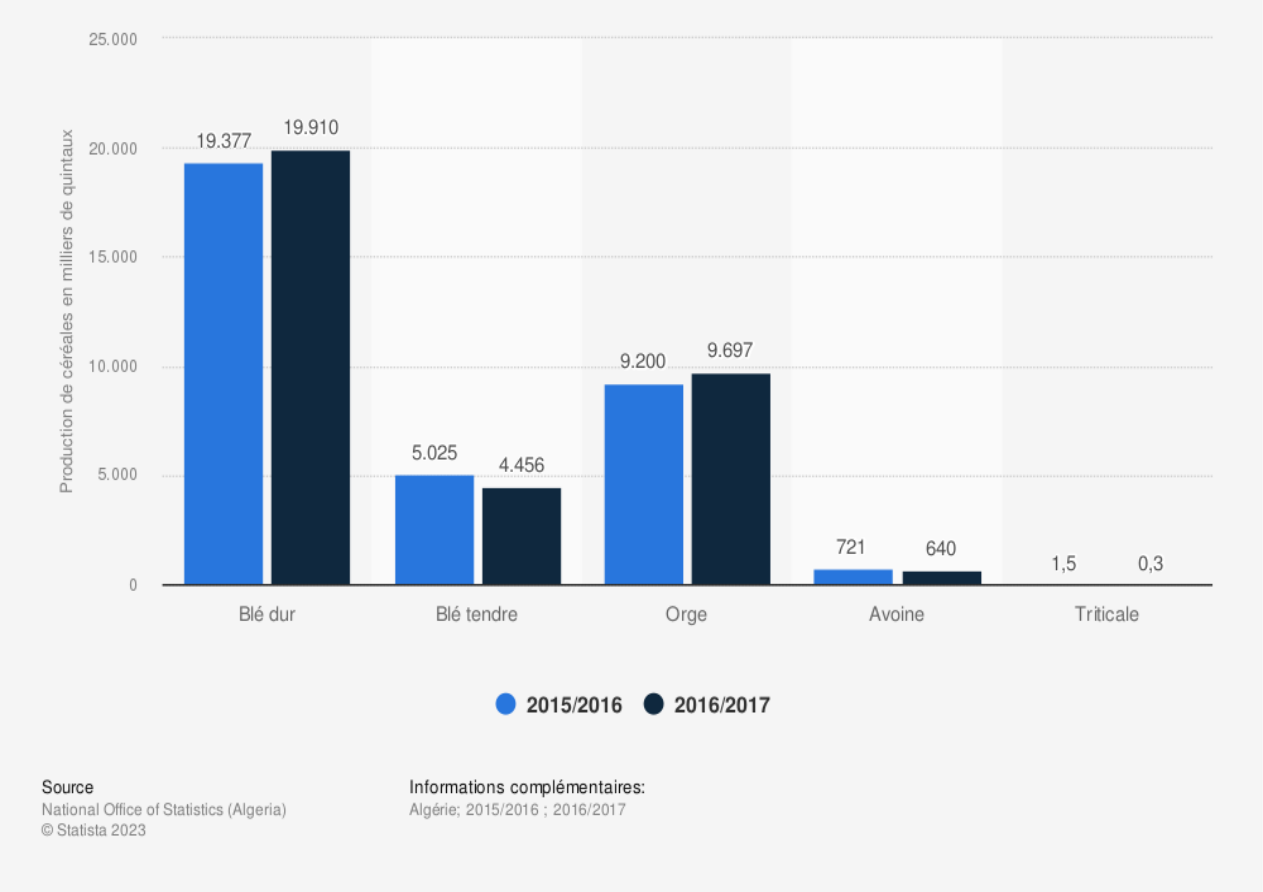


Figure 2 : Évolution de la production des principales céréales à pailles cultivées en Algérie (**ONS, 2017**).

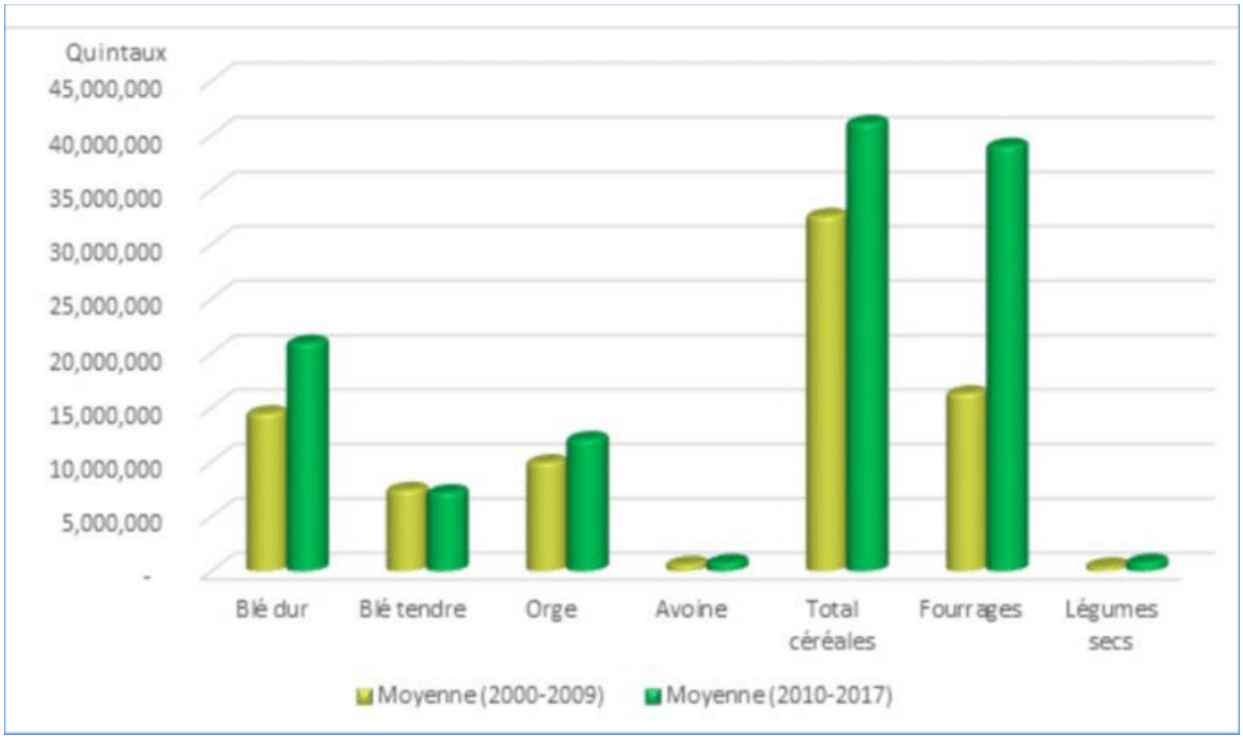


Figure 3: Production des principales grandes cultures cultivées en durant les deux périodes 2000-2009 et 2010-2017 (**MADR, 2018**)

II. Description de blé :

II.1. Botanique de blé tendre (*Triticum aestivum*) :

Le blé tendre (*Triticum aestivum*) est une espèce de céréale appartenant à la famille des Poacées (graminées). Il s'agit d'une plante annuelle herbacée, dont la taille peut varier de 60 cm à plus de 120 cm, en fonction de la variété et des conditions de croissance.

La tige du blé tendre est creuse, cylindrique et présente des nœuds régulièrement espacés le long de sa longueur. Les feuilles sont linéaires et étroites, avec des nervures parallèles. Elles sont disposées de manière alternée le long de la tige et forment une gaine à la base.

Les inflorescences du blé tendre se présentent sous forme d'épis, également appelés épillets. Chaque épi est composé de plusieurs épillets, qui renferment les fleurs. Chaque fleur est composée de trois parties principales : les glumes, qui sont des bractées

stériles, les fleurs mâles (étamines) et les fleurs femelles (ovaires). Les fleurs femelles se transforment ultérieurement en grains de blé.

Les grains de blé tendre sont ovales et oblongs, recouverts d'une enveloppe protectrice appelée le péricarpe. Ils sont généralement de couleur dorée, mais peuvent varier en fonction de la variété. À l'intérieur du grain se trouve l'endosperme, qui est la principale réserve d'amidon, ainsi que le germe et le tégument (**Bourak Kaoutar, 2018).**

II.2. Biologie de blé tendre :

II.2.1. Cycle de vie de blé :

Le blé tendre (*Triticum aestivum*) est une céréale annuelle qui passe par un cycle de vie distinct. Le cycle de vie du blé tendre commence par la germination des graines, où les conditions optimales de température, d'humidité et de lumière stimulent la croissance de la racine et de la tige. Les racines se développent pour absorber l'eau et les nutriments du sol, tandis que la tige émerge de la surface et donne naissance aux feuilles.

Au stade végétatif, le blé tendre développe un système racinaire profond et des feuilles qui effectuent la photosynthèse pour produire des glucides nécessaires à la croissance de la plante. La plante continue de croître et de s'étendre, formant une tige solide et des feuilles plus grandes qui captent davantage de lumière pour la photosynthèse.

À mesure que le blé tendre atteint le stade de reproduction, il produit des épis contenant des fleurs. Les épis sont composés d'épillets, où se trouvent les fleurs. Les fleurs du blé tendre sont hermaphrodites, ce qui signifie qu'elles ont à la fois des parties mâles et des parties femelles. La pollinisation se produit lorsque le pollen des étamines est transféré vers les stigmates des fleurs femelles, ce qui permet la fécondation et la formation de grains de blé.

Après la fécondation, les grains de blé se développent et mûrissent dans les épillets. Le processus de remplissage des grains implique l'accumulation d'amidon dans l'endosperme, qui constitue la principale réserve nutritive du grain. Une fois les grains complètement mûrs, le blé tendre est prêt pour la récolte.

Le cycle de vie du blé tendre se termine par la récolte des épis et le traitement des grains pour obtenir des produits finaux tels que la farine, la semoule ou le pain. Le cycle peut alors recommencer avec la plantation de nouvelles graines pour une nouvelle saison de culture.

Ce cycle de vie du blé tendre est influencé par des facteurs environnementaux tels que la température, la lumière, l'humidité et la fertilité du sol. La compréhension de ce cycle de vie est essentielle pour optimiser les pratiques agricoles et améliorer les rendements et la qualité du blé tendre. (**BOURAK Kaoutar., 2018)**

II.2.2. La reproduction de blé tendre :

La reproduction chez le blé (*Triticum aestivum*) est caractérisée par une pollinisation croisée. Le blé est une plante hermaphrodite, c'est-à-dire qu'il possède à la fois des organes reproducteurs mâles et femelles dans la même fleur.

Le processus de reproduction commence lorsque les fleurs du blé s'ouvrent, révélant les étamines (parties mâles) et les carpelles (parties femelles). Les étamines contiennent les anthères qui produisent le pollen, tandis que les carpelles renferment les ovules. La pollinisation se produit lorsque le pollen des anthères est transféré vers les stigmates des carpelles. Cela peut se produire par le vent (pollinisation anémophile) ou par l'intermédiaire d'insectes pollinisateurs tels que les abeilles (pollinisation entomophile).

Une fois que le pollen atteint le stigmate, il germe et forme un tube pollinique qui se développe à travers le style, atteignant finalement l'ovule. La fécondation a lieu lorsque le noyau du pollen se combine avec le noyau de l'ovule, formant un embryon. Après la fécondation, l'ovule fécondé se développe pour former une graine de blé. La graine contient un embryon, qui deviendra une nouvelle plante de blé, ainsi qu'une réserve nutritive appelée endosperme, qui fournit les éléments nécessaires à la germination et à la croissance initiale de la plante **(Anonyme, 5)**.

II.3. Physiologie de blé :

II.3.1 Exigences climatiques :

Le blé est une plante de saison fraîche qui préfère les climats tempérés. Il nécessite une période de refroidissement, appelée vernalisation, pour induire la floraison. Les températures idéales pour la croissance du blé se situent entre 15°C et 24°C pendant la période de croissance active. Des températures supérieures à 30°C peuvent être préjudiciables à la plante et affecter négativement le rendement. Une quantité adéquate de lumière solaire est également essentielle pour la photosynthèse et la production de glucides. **(Anonyme, 6).**

II.3.2 Exigences nutritionnelles :

Le blé a des besoins nutritionnels spécifiques pour se développer de manière optimale. Les éléments nutritifs clés nécessaires au blé sont l'azote (N), le phosphore (P), le potassium (K) ainsi que des micronutriments tels que le fer (Fe), le zinc (Zn) et le manganèse (Mn). L'azote est particulièrement important pour la croissance végétative et la production de protéines. Le phosphore est essentiel pour le développement des racines et la formation de fleurs et de graines. Le potassium joue un rôle crucial dans la résistance aux maladies, la régulation de l'eau et l'amélioration de la qualité du grain. Il est essentiel de fournir aux plantes de blé une nutrition équilibrée en ajustant les niveaux d'engrais en fonction des besoins spécifiques du sol et de la variété de blé cultivée. Une gestion appropriée de l'irrigation est également importante pour maintenir un bon niveau d'humidité dans le sol et éviter le stress hydrique. **(Anonyme, 7).**

III. Variétés de blé tendre cultivées en Algérie :

Le tableau 01 présente les Principales variétés de blé tendre cultivées en Algérie et leurs caractéristiques.

Le tableau 1 présente les caractéristiques des variétés locales de blé étudiées par l'(ITGC, 2022)

Tableau 1: Variétés locales de blé étudiées par l'(ITGC, 2022)

Variétés	Caractéristiques
HD1220 (Hiddab)	Paille moyenne, cycle végétatif précoce, tallage moyen à fort, modérément tolérante aux rouilles, PMG moyen, blé correcteur, bonne productivité, adaptée au littoral, plaines intérieures, Hauts-Plateaux et zone saharienne, modérément résistante à la verse, à semer de mi-novembre à mi-décembre.
Anza	Paille courte, cycle végétatif précoce, tallage très fort, tolérante aux rouilles brune et jaune, fusariose et septoriose, modérément tolérante à la rouille noire et oïdium, sensible à la carie, PMG moyen, blé panifiable, très bonne productivité, adaptée au littoral, Hauts-Plateaux, résistante à la verse et à la sécheresse, à semer de mi-novembre à mi-décembre.
Arz	Paille moyenne, cycle végétatif précoce, tallage fort, assez sensible à la rouilles brune, jaune et carie, tolérante à la ruille noire fusariose et septoriose, PMG moyen, blé correcteur, bonne productivité, adaptée au littoralplaines intérieures, résistante à la verse, à semer de mi-novembre à mi-décembre.
Ziad	Paille courte, cycle végétatif précoce, tallage moyen, moyennement résistante à la septoriose, PMG moyen, blé correcteur, bonne productivité, adaptée au littoral et sub-littoral, résistante au froid, gelée et verse, à semer de mi-novembre à mi-décembre.
AS 81 189 A (Ain-Abid)	Paille moyenne, cycle végétatif semi-précoce, tallage fort, résistante à la rouilles noire et jaune, PMG élevé, blé panifiable, très bonne productivité, adaptée aux hautes plaines et Hauts-Plateaux, tolérante au froid, gelée et sécheresse, résistante à la verse physiologique et égrenage, ne pas semer trop tard.
Zidane	Paille courte, cycle végétatif précoce, tallage moyen, bonne tolérance aux maladies foliaires, PMG élevé, blé impanifiable, bonne productivité, adaptée aux plaines intérieures, résistante à la verse, à semer de mi-novembre à mi-décembre.

III.1 Caractéristiques morphologiques et stade de développement de blé :

III.5.1 Caractéristiques morphologiques

Aliment de base de nombreuses cultures dans le monde, le blé est une céréale indispensable. Cependant, son rendement peut être très variable en raison de son interaction avec les facteurs environnementaux. Le rendement du blé est un trait héréditaire complexe, déterminé par de multiples facteurs qui peuvent avoir un impact direct et indirect sur le rendement (**Akram *et al.*, 2008**) souligne l'importance de ces facteurs dans la détermination du rendement du blé.

A. Grain

Le fruit produit par le blé est un caryopse. Ce caryopse est composé de deux parties, la graine elle-même appelée « amande », et les enveloppes protectrices qui l'entourent. La fonction de ces enveloppes est de sauvegarder la première feuille et l'extrémité de la tige. Lorsque le blé est cultivé en l'absence de lumière, ces enveloppes ont tendance à être plus longues. À l'inverse, la croissance des premières feuilles est relativement cohérente avec l'exposition à la lumière ou à l'obscurité, la principale différence étant le développement de la couleur par la production de chlorophylle et la photosynthèse **(Soltner, 2005).**

B. Appareil végétatif

L'appareil végétatif se compose de deux parties, une partie aérienne et une partie racinaire. Le système d'antenne se compose d'un arbre central et d'une douille. La tige ou la tige est constituée d'entre-nœuds séparés par des nœuds ou des zones méristématiques, à partir desquels les entre-nœuds s'étendent et servent de point d'attache pour les feuilles. Les feuilles sont alternes et constituées chacune d'une partie

supérieure et d'une partie inférieure, qui correspondent respectivement au limbe et à la gaine foliaire (**Hubert, 1998 ; Jouve et Daoudi, 2001**). Le système racinaire du blé est constitué de deux systèmes racinaires consécutifs dont le système racinaire fonctionne tout au long du cycle végétal (**Grignac, 1965**). Le nombre de racines de graines est de 6 (**Colnenne *et al.*, 1988**). Ce système est soutenu par le système racinaire adventif, qui fournit des nutriments à la plante pendant la période active.

C. Appareil Reproduction

Les fleurs sont regroupées en inflorescences correspondant à un épi dont l'unité morphologique de base est un épillet constitué d'un bouquet de fleurs enveloppé d'écailles **(Fig.4)** et contenu dans deux bractées appelées les glumes (inférieur et supérieur) **(Gate, 1995).**

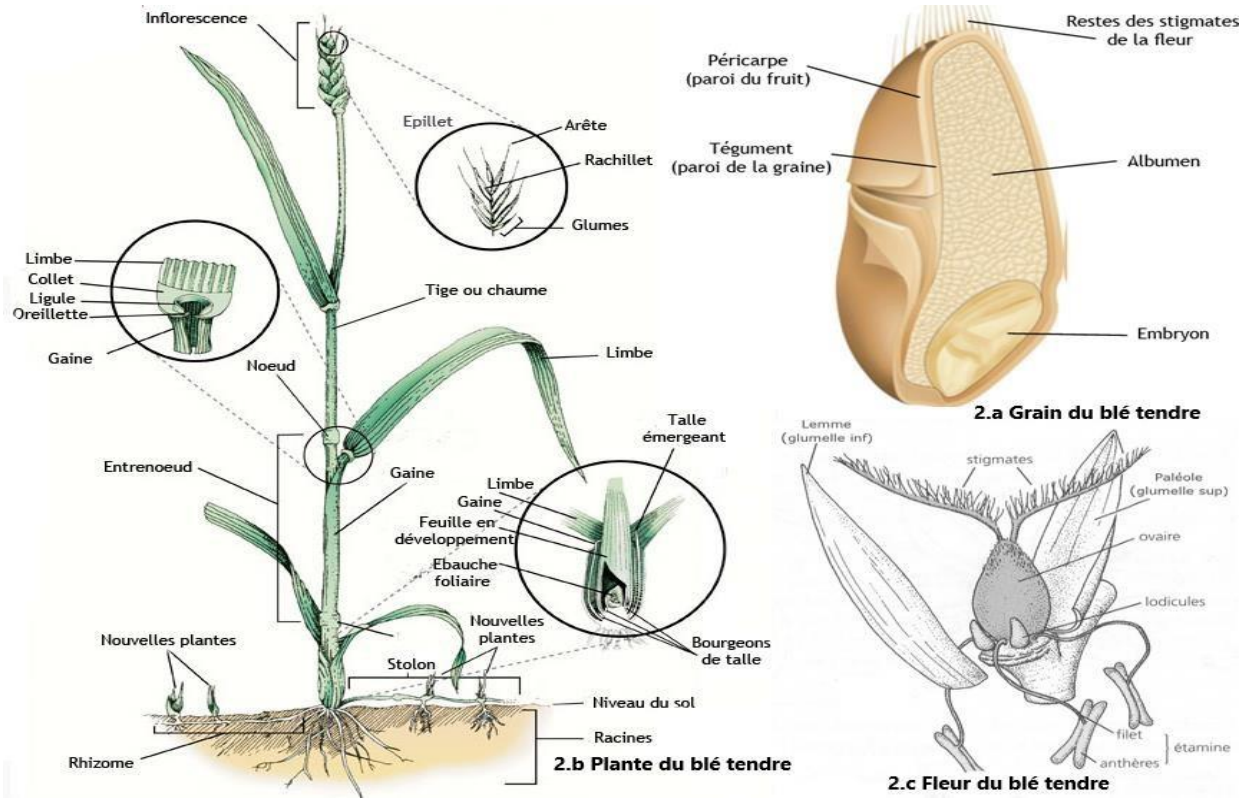


Figure 4: Morphologie du blé tendre

III.*5.2* Stades du développement

En Algérie, comme dans la plupart des pays à climat tempéré de la région méditerranéenne, la culture du blé tendre suit un calendrier saisonnier. Il se sème à l'automne, se développe en hiver et mûrit à la fin du printemps ou au début de l'été. A partir de la germination, les différents stades de croissance comprennent la levée, le tallage, la montaison, l'épiaison, la floraison et la maturité physiologique (**Fig. 5**). Chacun de ces stades de croissance est subdivisé en plusieurs sous-stades.

A. Période végétative

Elle se caractérise par le développement strictement herbacé et s'étend du semis jusqu'à fin du tallage. Elle se divise en deux étapes :

- **Phase de germination- levée :** La germination des graines est caractérisée par l'apparition de coléorhisis, à partir desquels se forment des racines de graines et des coléoptiles, protégeant la sortie de la première feuille fonctionnelle. (**Fig 5.1**).
- • En fait, la levée se produit dès que les feuilles sortent de la surface du sol (**Fig 5.2**) Dans les peuplements, l'émergence se produit lorsque la plupart des lignées de graines sont visibles (**Gate, 1995**). Au stade plantule, la nutrition de la plante dépend uniquement de son système racinaire primaire et de ses réserves de graines.
- Les facteurs pédologiques les plus importants dans cette phase sont la chaleur, la ventilation et l'humidité (**Eliard, 1979**).
- Les propriétés spécifiques aux graines telles que la capacité de germination et la taille de stockage (taille des graines) jouent également un rôle particulier.En fait, les plus grosses graines apparaissent en premier et produisent des plantules plus fortes (**Masle-Meynard, 1980**). De plus, la composition de réserve (teneur en protéines) de
- a un effet positif sur le taux de germination (**Evans et Rawson, 1975**).
- **Phase levée-tallage :** L'histoire commence après le dépliage du troisième feuillet (**Moule, 1971**) (**Fig. 5.3**). L'émergence de ces folioles se produit à un rythme régulier qui correspond à l'éjection des feuilles (**Fig. 5.4**). Des bourgeons peuvent émerger des

arbustes secondaires, situés à l'aisselle des arbustes principaux et prenant naissance à la base de la ceinture principale, donnant vraisemblablement naissance à des arbustes tertiaires. Le nombre d'octets produits dépend de la variété, du climat, de l'apport minéral et hydrique de la plante et de la densité de plantation (**Masle-Meynard, 1980**). Les nutriments minéraux, notamment l'azote, sont rares jusqu'au stade **2-3 feuilles** car ils sont satisfaits par les ressources de la graine et l'azote minéral présent dans le sol. Le facteur nutritionnel peut modifier le taux de croissance des plantes herbacées, la durée du tallage et le nombre d'arbustes (**Austin et Jones, 1975**).

B. Période Reproductrice

Dite aussi période de montée, elle est dominée par l'apparition de l'épi et la formation du grain. Elle comprend :

- **Phase montaison-gonflement** : Le clivage commence à la fin du tallage et se caractérise par un allongement des entre-nœuds (**Fig. 5.6**) et une différenciation des parties florales. À ce stade, certains arbustes herbacés commencent à dépérir, tandis que d'autres se couvrent d'épines. Durant cette phase de croissance active, les besoins en nutriments, notamment en azote, augmentent (**Grancourt et Prats, 1971**). L'agglutination se termine par la formation de la feuille étendard et le gonflement provoqué par les épis de la gaine.

- **Phase épiaison-floraison :** Elle se caractérise par une méiose pollinique (**Fig. 5.7**) et une rupture du vagin avec l'apparition de l'oreille. Dans cette phase, la formation des organes floraux (fleurs) est terminée et la fécondation a lieu. Ce stade est atteint lorsque 50 épis de maïs dépassent à mi-chemin à travers la gaine de la feuille étendard (**Figure.5.8**) (**Gate, 1995**) Correspond à la hauteur maximale d'une plante qui a produit les trois quarts de la matière sèche totale et qui est fortement dépendante de la nutrition minérale et de la transpiration affectant le nombre final de graines par épi (**Masle-Meynard, 1980**).

C. Période de formation et de maturation du grain

Dans cette phase, le fonctionnement de l'usine est modifié, l'accent étant alors mis sur le remplissage du grain avec la biomasse produite. Premièrement, la graine s'organise, les

cellules se multiplient. Le besoin en grains est inférieur à celui des parties aériennes (plus des ¾ de la matière sèche est stockée dans les tiges et les feuilles). Puis la demande augmente et le poids de grain par épi augmente, tandis que le poids sec des parties aériennes diminue progressivement. Seuls 10 à 15 % de l'amidon des céréales peuvent provenir des réserves de préfloraison (**Boulelouah, 2002**). A la fin de ce stade, 40 à 50 % des réserves se sont accumulées dans le grain qui a atteint sa taille définitive mais qui est encore vert et tendre, c'est le stade « grain de lait » (**Fig. 5.10**).

- **Maturation du grain :** La phase pâteuse est suivie de la phase d'affinage (45% d'humidité). Cela correspond à une étape où le grain perd progressivement son humidité en différentes phases (**Gate, 1995**). Elle commence à la fin de la nappe phréatique, caractérisée par la stabilité de la teneur en eau du grain pendant 10 à 15 jours (**Fig. 5.11**). Passé ce délai, le grain ne perd que l'excès d'eau qu'il contient (**Fig.5.12**) et évolue progressivement vers les stades de "rayures obliques" (20% d'humidité) puis de "rayures cassantes" (15-16% d'humidité).

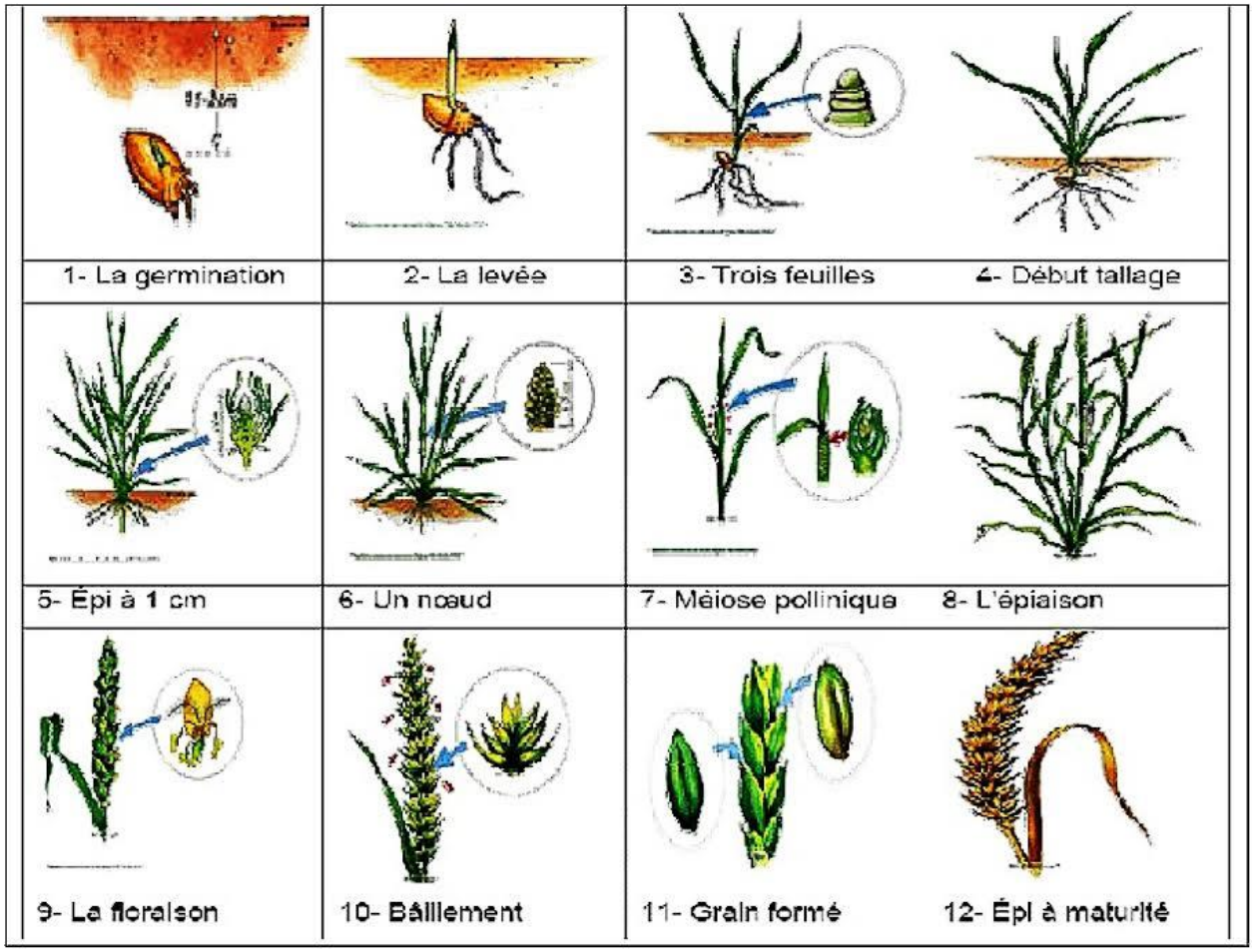


Figure 5: Stades de développement du blé (**Soltner, 2005** et **Zaaboubi, 2007)**

IV. Contraintes du blé tendre :

IV.1 Contraintes abiotiques du blé tendre :

La classification visant à caractériser les différents contextes de production du blé tendre s'est appuyé sur 5 facteurs limitants abiotiques.

A- Les excès d'eau. Susceptibles d'entraîner des asphyxies racinaires pénalisant le nombre de tige et la biomasse, ils ont été évalués à partir du nombre de millimètres en excès par rapport à la réserve utile de la station météo et selon les caractéristiques d'hydromorphie des sols.

B- Le manque d'eau ou les déficits hydriques. Les sommes des différences entre les évapotranspirations réelles (ETR) et maximales (ETM) ont été estimées par des calculs de bilans hydriques qui tiennent compte des réserves utiles. Globalement, les plus faibles réserves utiles se situent en Aquitaine et dans les côtes du Rhône. Dans l'Ouest, le sud du Centre et le Nord-Est, elles sont pour beaucoup situées entre 90 et 150 mm. Dans le nord du Centre, en Champagne-Ardenne et dans certaines zones du Sud-Ouest, elles sont estimées entre 130 à 170 mm. La Normandie, le nord de la Picardie et une partie du Sud-Ouest profitent de réserves utiles plus abondantes, supérieures à 170 mm.

C- Le froid. Des cumuls de température inférieurs à des seuils qui diffèrent selon les stades ont servi à le définir en début de végétation.

D- Les excès thermiques. Le nombre de jours où la température maximale dépasse 25 °C a servi à identifier les cas de stress liés aux fortes températures.

E- Les faibles rayonnements. Ils limitent la croissance et réduisent la fertilité des épis lors de la méïose pollinique.

IV.2. Contraintes biotiques de la culture du blé tendre :

IV.2.1 Les maladies phytopathogènes du blé tendre :

Le blé tendre susceptible d'être confronté à différent maladie cryptogamique qui peut pénaliser le rendement et/ou la qualité (**Le stum, 2017**).

a- Rouille brune et jaune du blé tendre

Les rouilles sont des parasites biotrophes obligatoires et endophytes causées par des Champignons Basidiomycètes de l'ordre des Urédinales.

Les rouilles peuvent causer des dégâts très importants, notamment la rouille jaune qui Peut facilement amputer le rendement de 50% et parfois plus. La cause principale de développement de ces maladies est les spores très légères peuvent être véhiculées sur de très grande distance. Il s'agit donc des maladies a développement pandémique, susceptible de contaminé le blé sur toute une région (**Le stum, 2017**) (**Fig.06**).



Figure 6: Symptômes des rouilles jaune (*Puccinia striiformis*) sur les feuilles du blé tendre.



Figure 7: Symptômes des rouilles brune *(Puccinia triticina)* sur les feuilles du blé tendre.

b- Septoriose

Septoriose (***Septoria tritici***, **Joseph Schröter 1908**) se développe sur le blé au cours des hivers doux. Il développe sur les feuilles des taches jaunes, puis brun-clair, (**Fig. 8)** devenant coalescentes, jusqu'à dessèchement des feuilles. **(Moulle, 1971).**



Figure 8 : Symptôme de Septoriose (***Septoria tritici***) sur les feuilles du blé tendre

c- Carie du blé

La carie du blé (***Tillétia caries*** **Charles Tulasne, 1847**), provoquée par des champignons basidiomycètes de la famille des *Tilletiaceae* **(Bruyere, 2011)**. Les symptômes n'apparaissent qu'au moment du remplissage des grains. Seul le contenu de grain est transformé en une masse poudreuse noirâtre alors que les glumes et les glumelles sont épargnées **(Fig. 09)**. Les épis cariés sont difficiles à détecter avant le battage. Parmi les signes indiquant la présence des épis cariés dans un champ au moment du remplissage des grains, on peut citer la couleur vert foncé des glumes et des glumelles et les épillets qui s'écartent du rachis **(Ezzahiri, 2001) (Fig. 09)**.



Figure 9: Symptôme de la carie du blé (***Tillétia caries***) sur les grains du blé tendre

d- Oïdium :

Oïdium (***Blumeria graminis*** **Speer 1975**) C'est un feutrage mycélien grisâtre qui apparaît d'abord sur les feuilles de base (face inférieure généralement) puis les feuilles et gaines des parties moyennes et supérieures de la plante. Il est fréquent en printemps chaud et humide, en semis également dense sur un sol riche en azote **(Fig.10)**.



Figure 10: Symptôme de l'oïdium (***Blumeria graminis***) sur les feuilles du blé tendre.

e- Fusarioses

Fusarioses (***Fusarium spp* Heinrich Friedrich Link 1809**) Les fusarioses constituent un groupe de maladies extrêmement virulentes qui affectent l'ensemble des organes des plantes céréalières, allant des racines aux épis **(Fig.11)**.

Ces champignons parasites se multiplient sur les graines germées et les jeunes plants, entraînant des échecs de levée et des pourritures des semis. Ils peuvent également infecter les racines, provoquant des pourritures. De la phase de tallage à l'épiaison, ces fusarioses peuvent causer des brûlures sur les plantes. Au niveau des épis, elles entraînent d'importantes pertes de rendement en entravant le remplissage des grains. **(Anonyme 3, 2023)**



Figure 11: Symptôme de Fusarioses (***Fusarium spp***) sur les épis du blé tendre.

f- Rouille Noire

Elle est causée par rouille noire (***Puccinia graminis f.sp.tritici*** **Christian Hendrik Persoon 1794**) qui attaque le blé et d'autres céréales comme hôte principal et l'épinet vinette (**Berberis vulgaris**) comme hôte secondaire (**Nasraoui, 2006**). Les pustules sont plus longues que celles de la Rouille brune, elles sont de couleur rouge-brique à marron foncé (**Aouali et Douici-Khalfi, 2013**). Elles sont elliptiques et se développent parallèlement à l'axe de la longueur de la tige, de la feuille et de la gaine (**Fig.12**). Les pustules peuvent apparaître aussi sur le col et les glumes de l'épi (**Nasraoui, 2006**).



Figure 12: Symptôme de rouille noire (***Puccinia graminis f.sp. tritici***) sur les feuilles du blé tendre.

g- Tâche auréolée des blés :



Figure 13: Symptôme de La tâche auréolée (***Pyrenophora tritici-repentis***) sur les feuilles du blé tendre.

1. Définition :

La tâche auréolée (***Pyrenophora tritici-repentis*** **Drechsler,1923**) est une maladie courante du blé en Algérie, principalement observée dans les régions à pluviométrie élevée. Elle entraîne plusieurs conséquences, notamment :

1. Perte de tissus assimilateurs : La maladie endommage les tissus chargés de la photosynthèse, ce qui affecte la capacité de la plante à produire des nutriments.
2. Rétention des assimilats et des composants azotés dans les feuilles : Cette rétention anormale entraîne une diminution du poids moyen des grains, limitant ainsi le rendement de la récolte.
3. Dégradation de la qualité du grain : La tâche auréolée a un impact négatif sur la qualité du grain, ce qui peut entraîner une dépréciation de sa valeur commerciale et de ses utilisations potentielles.

2. Cycle de développement :

La tâche auréolée, une maladie qui affecte le blé, reste active pendant l'hiver en se maintenant sur le chaume, la paille présente à la surface du sol ou partiellement enfouie, ainsi que sur les balles de paille de blé.

Au printemps, les spores sont produites et transportées par le vent jusqu'aux plantes en croissance. L'infection nécessite au moins six heures de précipitations, et des températures comprises entre 15 et 28 °C, avec des périodes de rosée, favorisent son développement. Les spores produites sur les feuilles infectées ont tendance à se propager pendant la saison de croissance, notamment lors des périodes pluvieuses.

La présence de la tâche auréolée a augmenté dans les régions de culture du blé, notamment dans les prairies, en raison de l'adoption croissante des pratiques de travail réduit du sol et de semis direct, en particulier dans les monocultures.

Pour contrôler cette maladie, il est important de mettre en place des mesures de gestion appropriées, telles que la rotation des cultures, l'utilisation de semences saines et le contrôle des mauvaises herbes, afin de réduire la propagation de la tâche auréolée et d'atténuer son impact sur les cultures de blé**.**

3. Symptômes :

La tâche auréolée se manifeste sur les faces supérieure et inférieure des feuilles.

Les lésions initiales se présentent sous forme de petites taches de couleur ocre, qui s'étendent ensuite pour former des lésions ovales, similaires à celles provoquées par le champignon responsable de la tache septorienne des feuilles.

On observe un point brun foncé au centre des tâches.

Un halo jaune caractéristique entoure les lésions.

Il est important de noter les feuilles flétries ou mortes au cours de la saison.

Il convient d'examiner les épis à la recherche de grains infectés. Les grains atteints par la tâche auréolée sont généralement plus petits et déformés, et peuvent présenter une coloration rosâtre, en particulier dans le cas du blé dur.

4. Facteurs favorisants :

Température entre 15 et 28°C, Humidité entre 60 et 100%. Un temps pluvieux et couvert qui persiste plus de 48 heures permet l'infection des plantes.

IV.2.2 Les ravageurs

a- Nématodes :

Les nématodes sont des vers ronds invisibles à l'œil nu de moins de 1 mm. Ils sont naturellement présents dans le sol, mais leurs attaques sont variables selon les années. Ils affaiblissent les plantes en endommageant les racines. Différentes espèces de nématodes peuvent être rencontrées, chacune ayant des symptômes caractéristiques :

- **(*Heterodera avenae*)** est le plus commun des nématodes à kystes des céréales (**Rivoal, 1975**) Les racines des plantes touchées sont peu profondes, extrêmement ramifiées. **(Fig.14)**.

- **(*Meloidogyne naasi*)** qui est un nématode à galles, il induit la formation de nombreuses racines supplémentaires et de galles allongées (**Coyne *et al.*, 2010**).



Figure 14: Symptôme de femelles d'(***Heterodera avenae***) sur les racines du blé.

b- Rongeurs :

Les rongeurs font partie des principaux ravageurs des céréales et desgrains stockés. Ils dégradent les grains, et propagent en plus de nombreuses maladies. Ils appartiennent à deux groupes bien distincts :

- **Les Muridés** : à ce groupe appartiennent le Rat noir (***Rattus rattus***), le Surmulot(***Rattus novegicus***), le Mulot (***Apodemus sylvaticus***) et la Mérione de Shaw (***Meriones shawi***).
- **Les Microtidés** : Ce sont les campagnols. (**Fritas, 2012**).

La majorité de la lutte contre les rongeurs du milieu agricole se pratique avec des appâts à base d'anticoagulants **(ex : chlorophacinone**). La lutte est autant plus efficace et peu polluante qu'elle est précoce. Le mode d'application des produits doit être adapté à l'espèce. (**Saidouni- Ain Alouane, 2012**).

c- Oiseaux :

Les oiseaux sont le plus souvent des êtres vivants utiles à l'agriculture. Plusieurs espèces insectivores consomment des quantités importantes d'insectes ravageurs. Il existe par contre certaines espèces d'oiseaux omnivores qui s'en prennent aux cultures (**Duval, 1993**).

Les oiseaux sont attirés par les céréales depuis le stade laiteux jusqu'à la maturité. Ils détachent le grain de l'épillet, laissant l'épi endommagé et les glumes et glumelles éparpillées sur le sol. Les tiges se brisent sous le poids de l'animal (Zilinsky,1983).

Selon Bellatrèche (**1983**), les principaux déprédateurs aviaires de céréales sont les moineaux : ***Passerhispaniolensis*** (**moineau espagnol**), Passer domesticus (**moineau domestique**) et lemoineau hybride (**Passer domesticus X Passer hispaniolensis**).

La protection écologique des cultures contre les oiseaux nuisibles implique des moyens directs de lutte (**ex : tir, piégeage**), la protection physique des cultures (**ex : filet**) mais surtout l'utilisation de répulsifs sonores (**Duval, 1993**).

d- Insectes :

Dans les écosystèmes naturels, les plantes et les insectes sont quelques-uns des organismes vivants qui interagissent en permanence d'une manière complexe. Ces deux groupes d'organismes sont étroitement associés à travers des relations mutualistes ou antagonistes. Ainsi les plantes fournissent un abri, un site de ponte et de la nourriture aux insectes, ces derniers participent à la pollinisation ou à la défense des plantes. (**Ketfi, 2018**).

D'autres insectes se nourrissent directement des organes sensibles des plantes, réduisant leur capacité à se reproduire et leurs chances de survie.

Les dégâts causés aux cultures par les insectes sont de natures diversifiées car dépendant de l'immunité de la plante, et propre à chaque espèce.

Il existe des dégâts directs qui sont la conséquence de l'alimentation des insectes, tant les adultes que les larves et des dégâts indirects qui sont la conséquences des piqûres (transmission de virus, destruction des tissus...) et des excrétions (par exemple l'excrétion du miellat par certains insectes piqueurs-suceurs ce qui provoque des moisissures...) et desréactions des plantes (par exemple la formation des excroissances tumorales).

E-1- les principaux groupes et espèces d'insectes ravageurs du blé :

Diptères

Nom commun : La mouche de Hesse

Nom scientifique : *Mayetioladestructor* (**Say,1817**)

Parties attaquées : Grains

Références : Moule,1971.

Figure :



Coléoptères

Nom commun : Vers blancs (*Hanneton européen*)

Nom scientifique : *Geotrogus deserticola* (**Guérin-Ménéville, 1842**)

Parties attaquées : Racines

Références : Yahiaoui et Bekri, 2014.

Figure :



Hymenoptères

Nom commun : Cèphe

Nom scientifique : *Cephus pygmaeus* (**Linnaeus, 1767**).

Parties attaquées : Tiges et épis

Références : Prescott *et al.*, 1987

Figure :



Homoptères

Nom commun : Puceron

Nom scientifique : *Sitobion avenae.*(**Fabricius.,1794**).et *Rhopalosiphum padi*. (**Linnaeus.,1758**).

Parties attaquées : Feuilles et jeunes épis

Références : Moule,1971.

Figure :



Hétéroptères

Nom commun : Punaise

Nom scientifique : *Eurygaster sp.*

Parties attaquées : Epis

Références : Moule,1971.

Figure :



Orthoptères

Nom commun : Criquet

Nom scientifique : *Ocneridia volxemii.* (**Bolivar, 1878**).

Parties attaquées : Feuilles et tiges

Références : Moule,1971.

Figure :



Lépidoptères

Nom commun : Noctuelledes céréales

Nom scientifique : *Spodoptera sp.*

Parties attaquées : Tiges,épis et feuilles

Références : Soltner,2005

Figure :



Partie 02

Matériel et méthodes

1. Description de l’essai :

Notre travail a été réalisé en collaboration avec l'Institut Technique des Grandes Cultures (ITGC) dans la ferme de démonstration et production de semencière de Beni Slimane situe à la wilaya de Médéa. Cette ferme s'étend sur une superficie de 50 hectares. L’un des principaux rôles de ses fermes est la production de matériel végétal de base à hautes performances dont elles veillent à la production de quantité et en qualité, des générations de prébase et de base des variétés des espèces des grandes cultures, sélectionnées par l'ITGC.

2. Présentation de la région Béni Slimane :

La commune Béni Slimane est localisée dans le centre tellien d’Algérie, entre l'Atlas tellien à l'est et l'Atlas blidéen. Elle se trouve à environ 98 km au sud de la capital Alger et à 68 km au sud-est du chef-lieu de la wilaya Médéa, **(Fig. 15).**

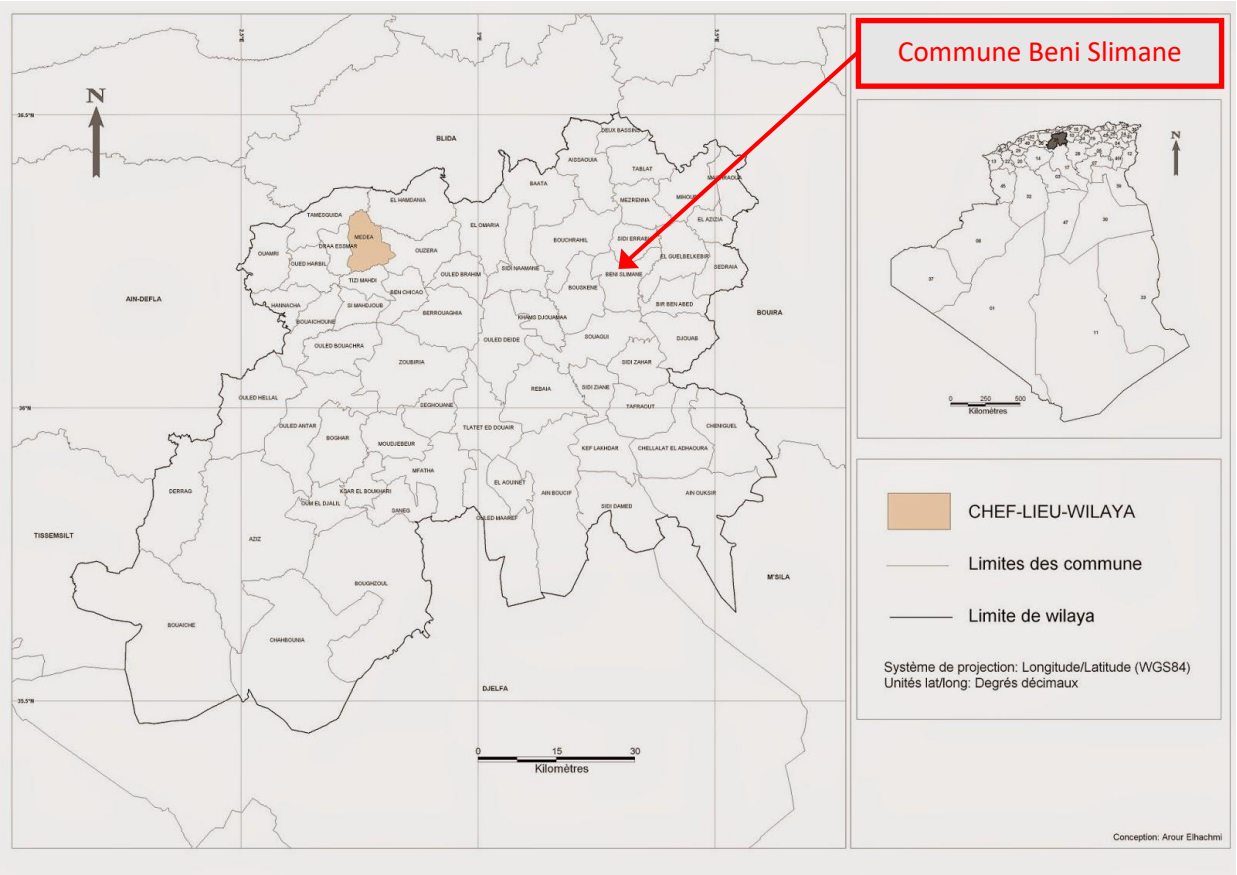


Figure 15: Localisation de Béni Slimane sur la carte de la wilaya de Médéa.

2.1. Étage bioclimatique de de la région Béni Slimane

La zone semi-aride d'altitude est caractérisée par un système de production céréaliculture élevage ovin. Dans cette zone le blé est sous régime pluvial, d'où la production est fortement limitée par les conditions climatiques, notamment la pluviométrie et les températures extrêmes. L'étage semi-aride, avec des précipitations comprises entre 300 et 600 mm **(Fig. 16)**.

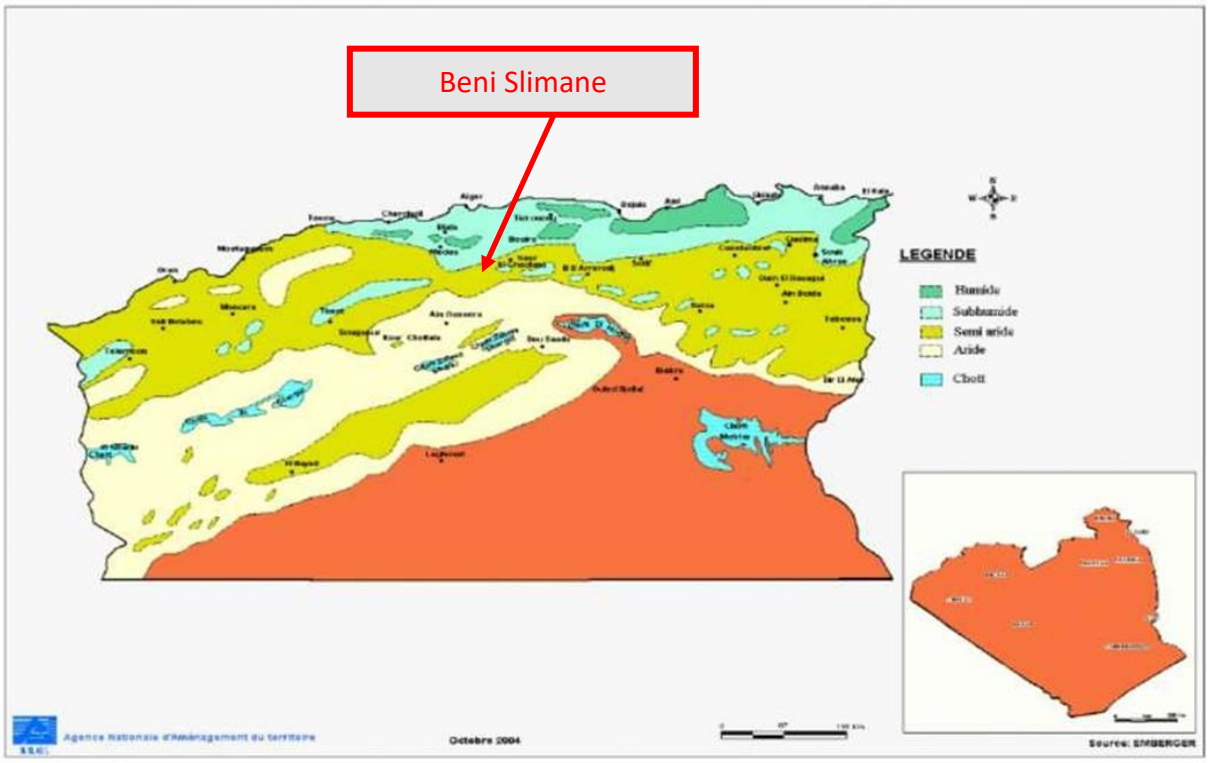


Figure 16: Localisation de Beni Slimane dans les étages bioclimatiques d'Algérie (**Nedjoum, 2003**).

2.2. Caractéristiques des étages bioclimatiques de l'Algérie

Nedjoum, 2003, présente dans le tableau 03 suivant les étages bioclimatiques de l'Algérie.

Le tableau 2 présente les étages bioclimatiques de l'Algérie.

Tableau 2: Etages bioclimatiques de l'Algérie.

Étage bioclimatique	Pluviosité annuelle mm	Superficie en ha	Pourcentage de la superficie totale
Per humide	1200_1800	185 275	0.08
Humide	900_1200	773 433	0.32
Sub - humide	800_900	3 401 128	1.42
Semi -aride	600_300	9 814 985	4.12
Aride	300_100	11 232 270	4.78
Saharien	<100	212 766 944	89.5

2.3. Présentation de la station d'étude

La station d'étude **(Fig.17)** se situe au nord-est de la Wilaya de Médéa, à la ferme de démonstration et production semencière (FDPS) de l'ITGC de Beni Slimane à une altitude de 710 m, à proximité de la route nationale n°18 **(Fig.18)** à la latitude 36° 20 Nord et la longitude 3° 20 Est.



Figure 17: Photo de la station d'étude **(Original, 2023)**.



Figure 18: Photo par satellite de la ferme de démonstration et production semencière de l'ITGC à Beni Slimane Médéa.



Figure 19: Photo par satellite de la localisation de l'essai à la ferme de démonstration et production semencière de l'ITGC à Beni Slimane Médéa.

2.4. Données climatiques de la station d'étude 2022/2023 :

La ferme de démonstration et production semencière FDPS de Béni Slimane est dotée d'une station météorologique de type iMetos IMT300-USW **(Fig. 20).**



Figure 20 : Station météorologique de la ferme de démonstration et production semencière de l'ITGC à Beni Slimane Médéa. **(Original, 2023)**.

La figure 21 présente les données climatiques de la ferme de démonstration et production semencière de l'ITGC à Beni Slimane Médéa enregistrées durant la compagne agricole 2022/2023.

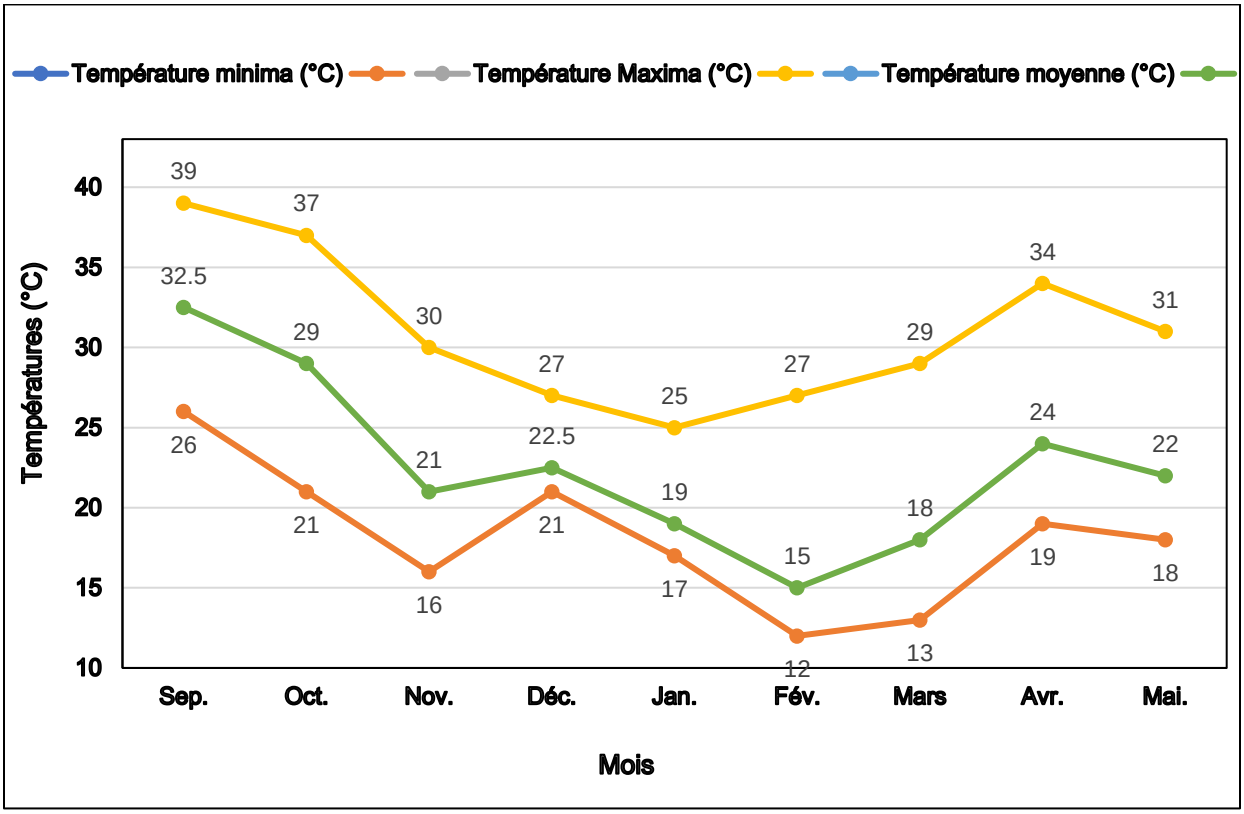


Figure 21: Température maxima, minima et moyenne en °C de la campagne 2022/2023.

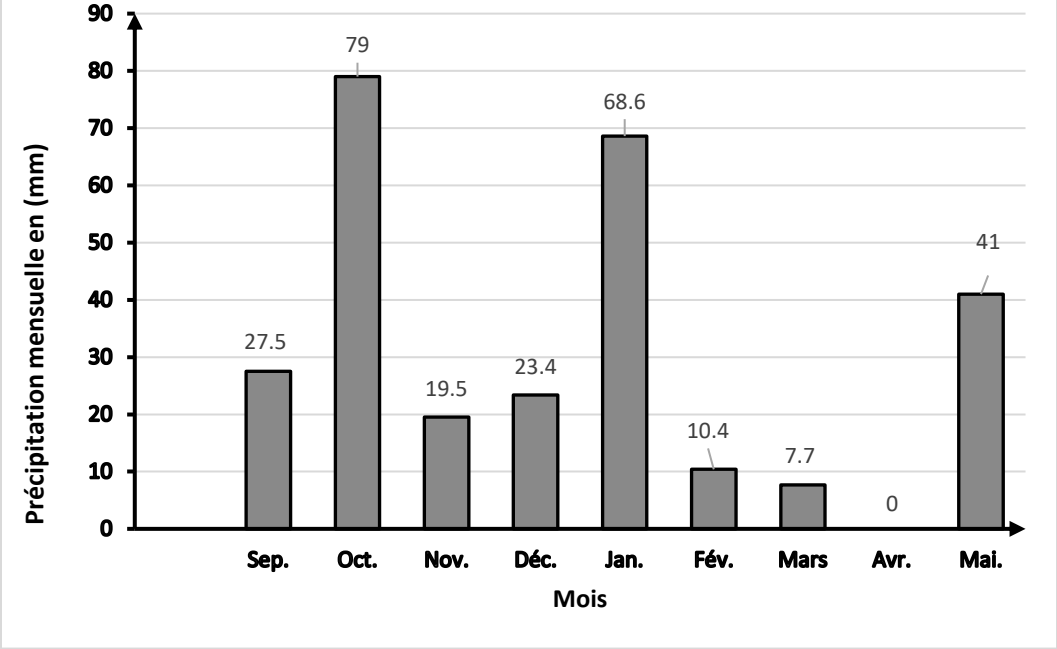


Figure 22: Précipitations mensuelles (mm) de la compagne agricole 2022/2023

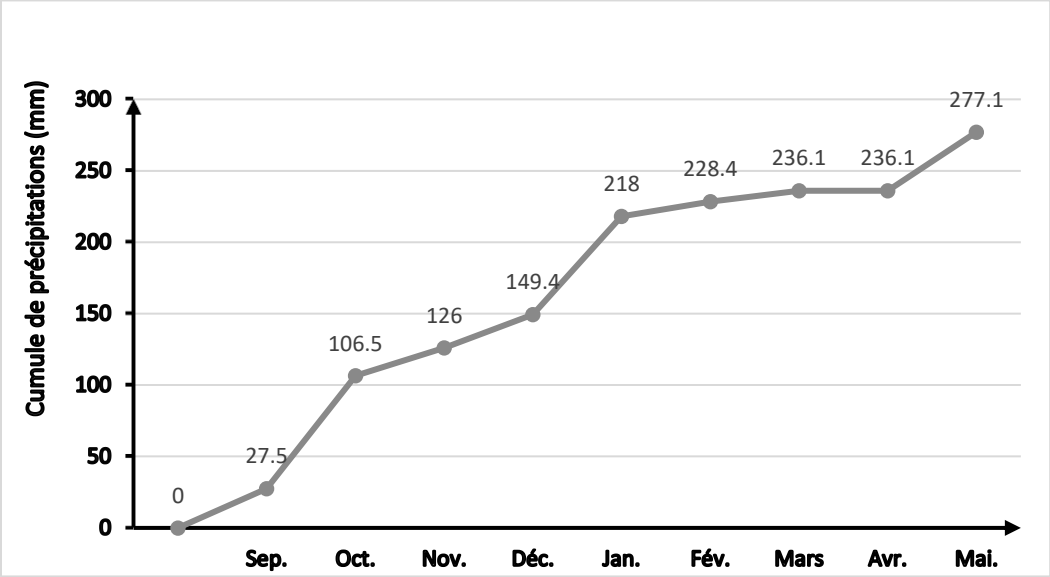


Figure 23: Cumule de précipitations en mm de la compagne agricole 2022/2023

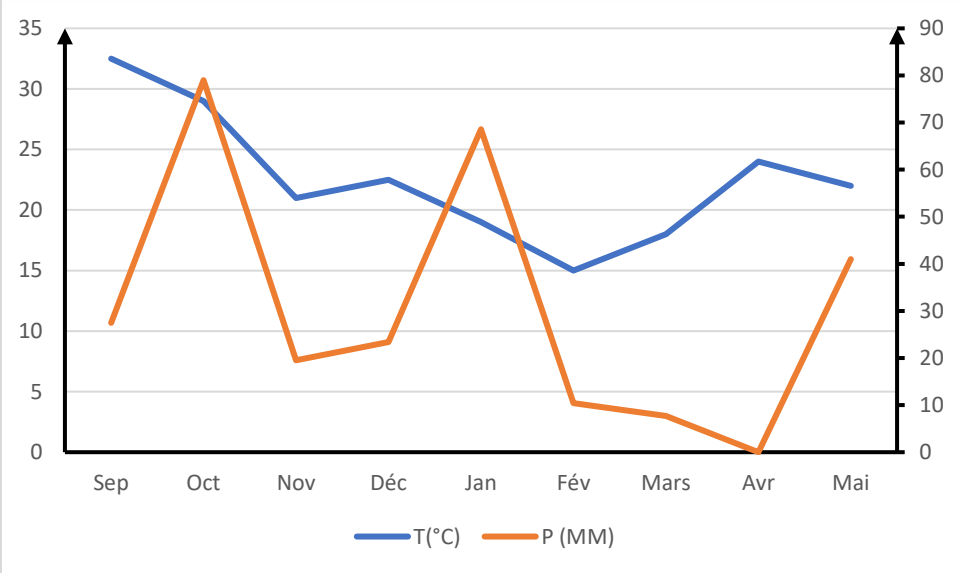


Figure 24: Diagramme ombrothermique de la compagne agricole 2022/2023

2.5. Géomorphologie et caractéristiques des sols de site d'étude :

2.5.1. Géomorphologie

Le site a été installé dans le point à une altitude de 680 m ou le matériau original des sols est de nature lithologique tendre (marne calcaire) donnant des formes de reliefs mamelonnées avec une pente entre 0-3% **(Fig.25)**.

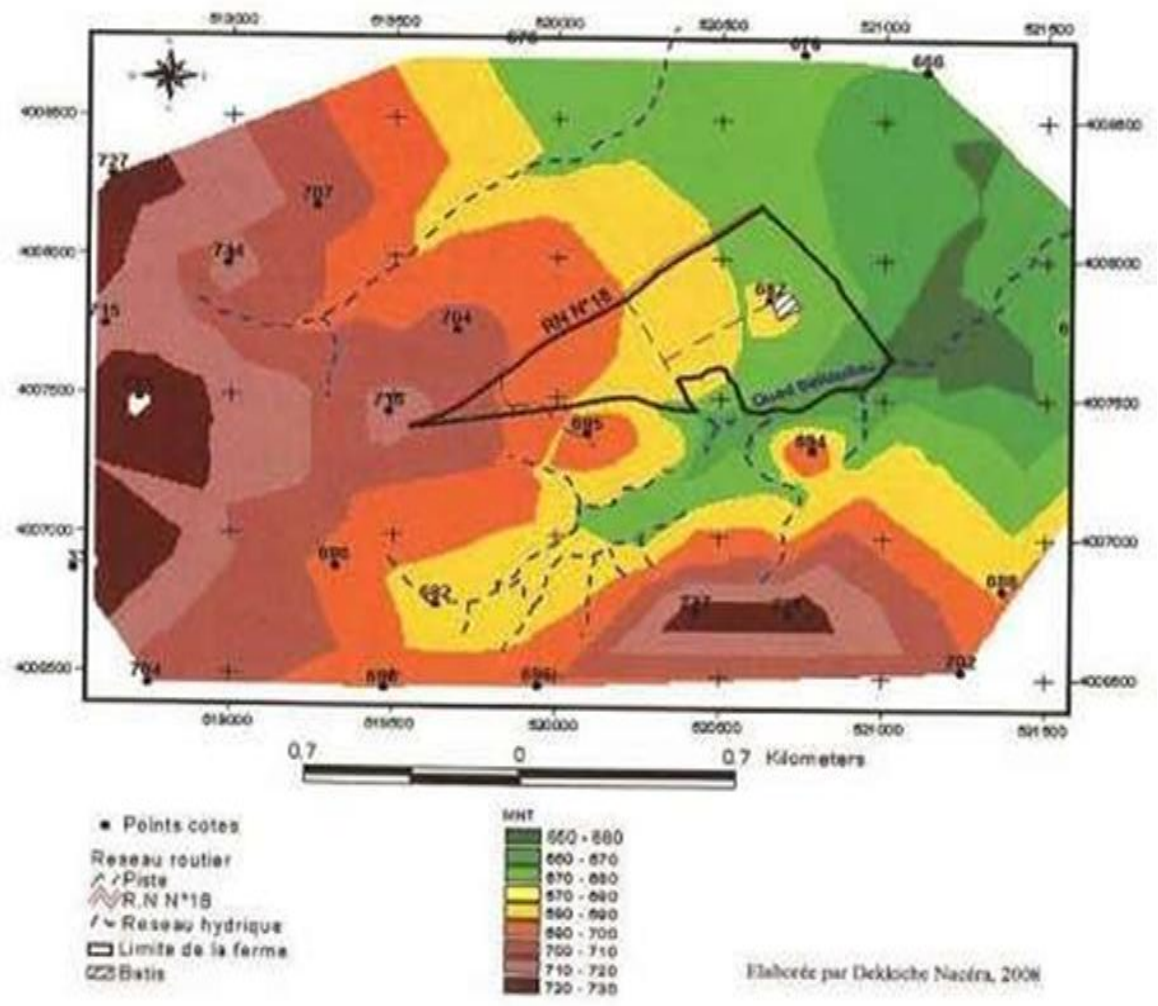


Figure 25: Modelé numérique de terrain de la FDPS Beni Slimane **(Dekkiche S, 2011)**.

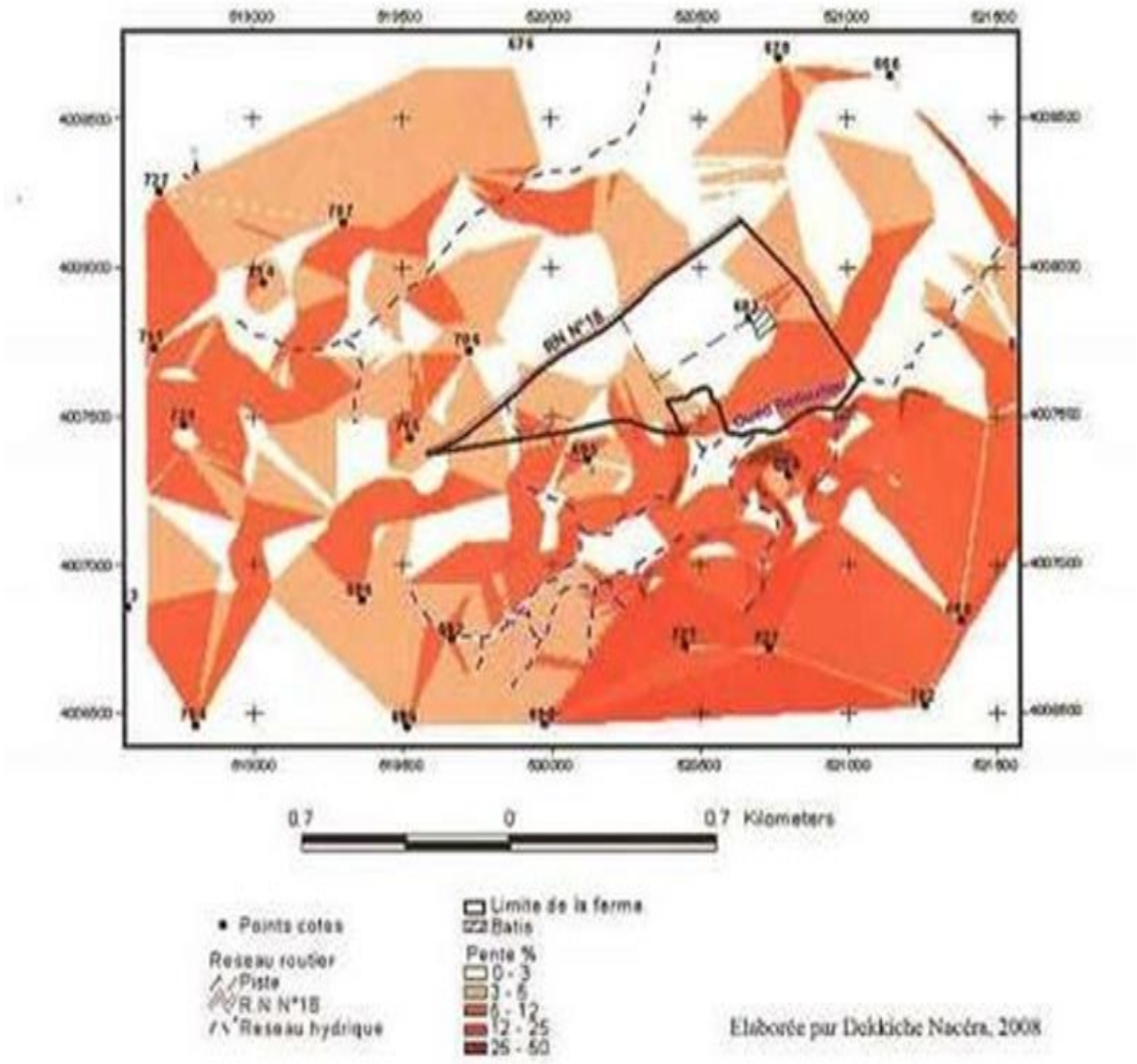


Figure 26: Classes des pentes de la FDPS Béni Slimane **(Dekkiche S., 2011).**

2.5.2. Caractérisation du sol :

Sont d'une couleur rougeâtre spécifique des sols rouges méditerranéens et ne sont pas calcaires **(Fig. 28)**. Toutefois, la croute calcaire et toujours présente, le site se situe dans la partie centralede la ferme, possède des sols profonds bien structures de texture argileuse très fine et caillouteux (**Dekkiche S, 2011**).

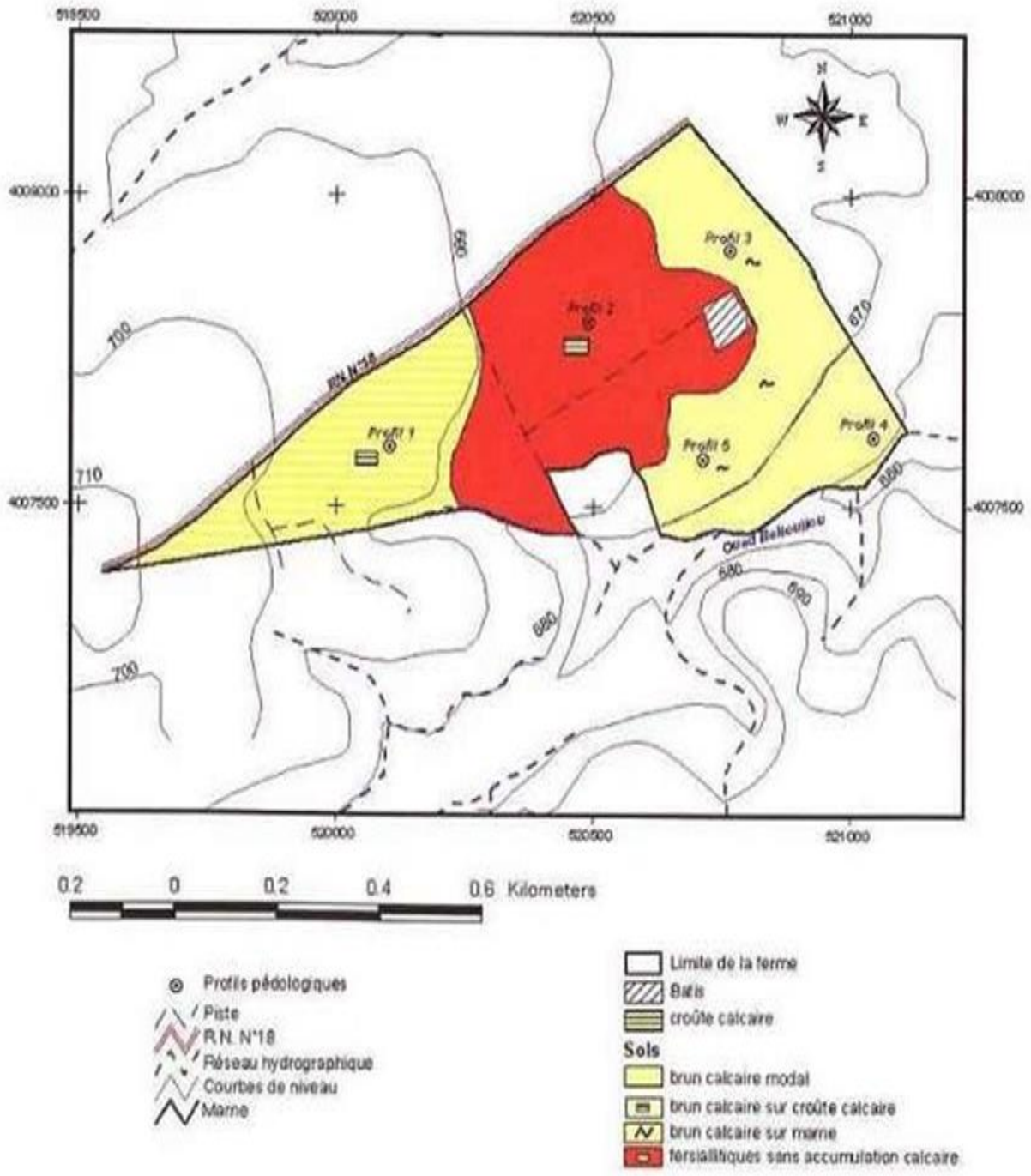


Figure 27: Carte des sols de la FDPS Beni Slimane **(Dekkiche S., 2011)**.



Figure 28: Profil pédologique numéro deux du site d'expérimentation au niveau de la FDPS Béni Slimane **(Dekkiche S, 2011)**.

3. Travaux de préparation du sol de l'essai :

L'objectif des travaux du sol est la préparation d'un bon lit de semences. Dans notre essai nous avons effectué les opérations suivantes :

a- Labour

Le labour a été effectué en automne, le 17 octobre 2022, au biais d'une charrue à socs en utilisant un tracteur pneumatique à deux roues motrices **Fig. 29**. Cette opération vise à préparer le sol en le retournant sur une profondeur de 25 à 30 cm.



Figure 29 : Tracteur pneumatique **(Original, 2023)**

b- Reprise du labour

Il permet également de mélanger les débris végétaux sur une profondeur comprise entre 10 et 15 cm. Les outils utilisés sont des broyeurs.

c- Façons superficielles

Nous avons Faites-le avec un râteau (avec une cage à rouleaux ou des lames), ils amincissent et nivellent bien le lit de semence.

d- Fumure de fond :

- Apport d'engrais azoté urée 46% : 1.5 qx / ha date : 02/02/2023

e- Désherbages chimiques :

Produit anti-dicotylédone (Oscar, dose : 15g/ha) le : 19/02/2023

f- Irrigation

Irrigation d'appoint au moment extrêmement sec pour sauver l'essai :

03 apports de 20mm le : - 13/03/2023 stade gonflement-début épiaison

- 09/04/2023 stade remplissage

g- Semis

Le semis a été réalisé le 24/11/2022 à une densité de semis comprise entre 300 et 350 grains/m², ce qui est équivaut à une dose de 100 à 130 Kg/ha, en fonction du poids de mille grains (PMG) et de la faculté germinative des variétés utilisées.

Le semis a été effectué en lignes avec un semoir mécanique, préalablement réglé.

Le semis a été réalisé le 24/11/2022.



Figure 30 : Fauchage manuel d'une micro-parcelle **(Original, 2023)**

4. Matériel végétal

4.1. Choix variétal

Les variétés LBD122, LBD222, LBD322 représentent l'objet de notre caractérisation en comparaison aux variétés témoins HD1220, ARZ, MAOUNA dont les caractéristiques sont synthétisées dans le tableau 5 suivant.

Le tableau 3 présenté les caractéristiques des variétés témoins de blé.

Tableau 3: Caractéristiques des variétés témoins de blé.

Variétés ou lignées	**Caractéristiques morphologiques**	**Caractéristiques culturales**	**Caractéristiques qualitatives**	**Productivité**
HD1220	Paille moyenne	Cycle végétatif : précoce Tallage : moyenne a fort Alternativité : hiver	PMG moyenne	Rendement moyen
ARZ	Paille moyenne	Cycle végétatif : précoce Tallage : très fort	PMG moyenne	Rendement moyen
MAOUNA	Compacité de l'épi : moyenne Hauteur de la plante à la maturité : 85 cm	Alternativité : hiver Cycle végétatif : précoce Tallage : dressé	Poids de mille grains (PMG) : 44g	Rendement moyen

ITGC-Béni Slimane, 2020.

5. Méthodes d’études :

5.1. Dispositif expérimental :

Dans notre expérience, nous avons planté 6 variétés de blé tendre, dont 3 étaient des variétés témoins et 3 autres représentant de nouveaux types que nous souhaitions tester. Chaque variété a été plantée de manière aléatoire trois fois dans une parcelle mesurant 8,5 mètres de large sur 9,5 mètres de long. Cela a donné lieu à 18 petits champs individuels, chaque champ étant séparé du champ adjacent par 0,5 mètre et 0,75 mètre. Les dimensions de chaque petit champ étaient de 1,8 mètre de longueur et

1 mètre de largeur **(Fig. 31).** Le site de l'expérience était situé à ITGC de Beni Slimane, du côté droit de la route menant à Beni Slimane.

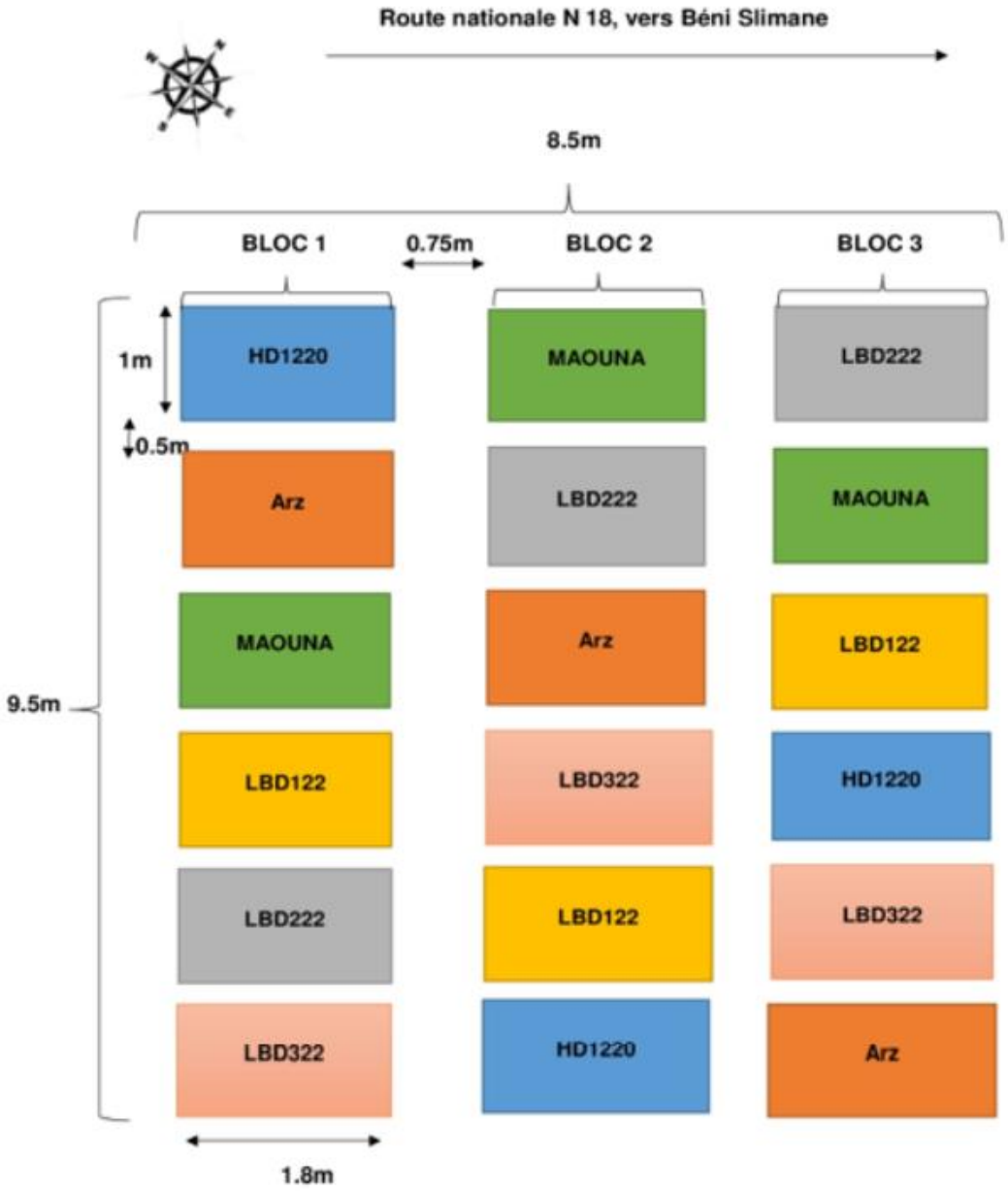


Figure 31: Dispositif expérimental en bloc aléatoire complet.

5.1.1. Dimensions de la parcelle élémentaire :

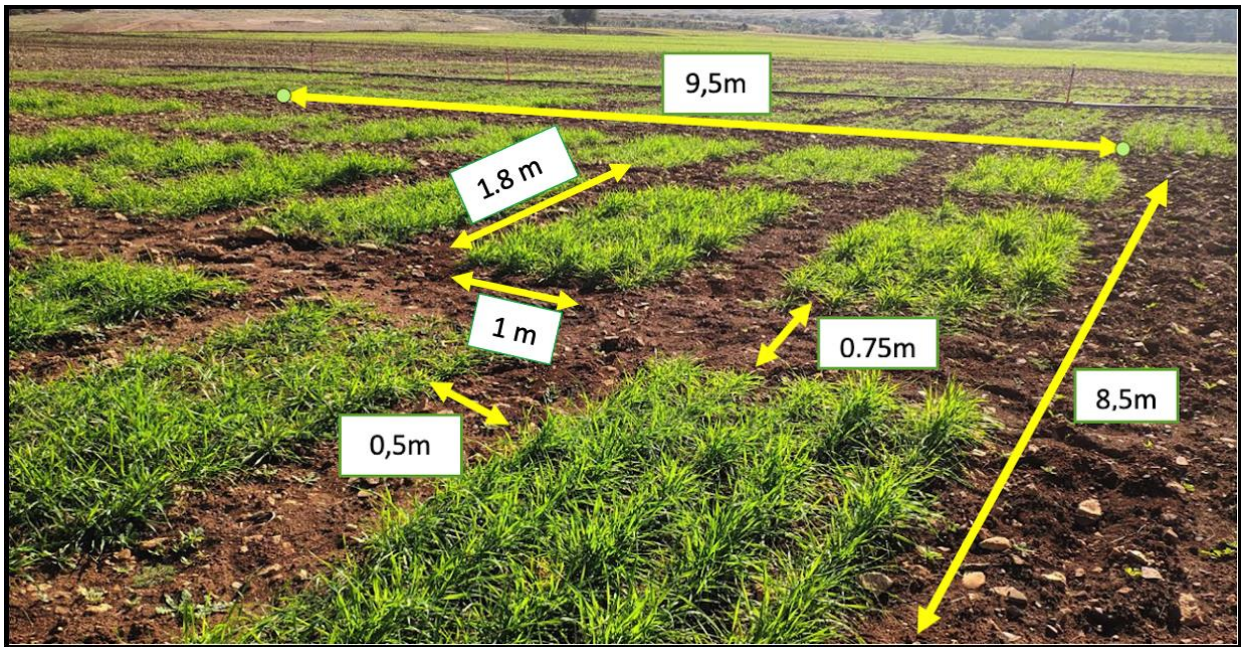


Figure 32 : Photo des unités expérimentales de l'essai **(Original, 2023)**

5.2. L'unité expérimentale de l'essai :

L'unité expérimentale est l'unité élémentaire qui reçoit un traitement et sur laquelle est faite chaque mesure. Le total des parcelles élémentaires s'élève à 18 unités. Les blocs furent espacés de 0,75 m, tandis que les parcelles élémentaires sont espacées de 0,5 m. **(Fig.32).**

6. Paramètres d'étude :

6.1. Observation des stades végétatifs du développement de blé :

a-Levée

Le stade de levée chez le blé correspond spécifiquement à la période où les plantules émergent du sol après la germination des graines. Après la germination, la première partie visible à apparaître est appelée la coléoptile, qui est une fine structure cylindrique qui protège les premières feuilles. Les premières feuilles à se développer sont appelées feuilles de semence ou feuilles cotylédonés.

La date de levée : 16/12/2022

b- Tallage

Le stade végétatif de tallage est une phase clé du cycle de croissance du blé. Il fait suite au stade de levée et se caractérise par le développement de nouvelles talles, qui sont des ramifications à partir du collet, la zone située entre les racines et la tige principale. Ces talles se développent à partir de bourgeons axillaires présents à la base des feuilles supérieures de la tige principale.

c- Montaison

Il se situe après le stade de tallage et précède la formation des épis. La montaison se caractérise par le début de l'allongement de la tige principale du blé et la transition vers la reproduction.

d- Épiaison

Pendant le stade d'épiaison, la tige principale du blé continue de s'allonger et les épis se développent à partir des bourgeons situés dans la partie supérieure de la plante. Les épis contiennent des fleurs, qui sont les organes reproducteurs du blé. Chaque fleur a le potentiel de devenir un grain de blé.

e- Maturation

Le stade de maturation marque la fin du cycle de croissance du blé, où les grains atteignent leur taille et leur poids maximum et accumulent les réserves nutritives nécessaires. À ce stade, les épis du blé prennent une couleur jaune ou dorée, et les tiges et les feuilles commencent à se dessécher.

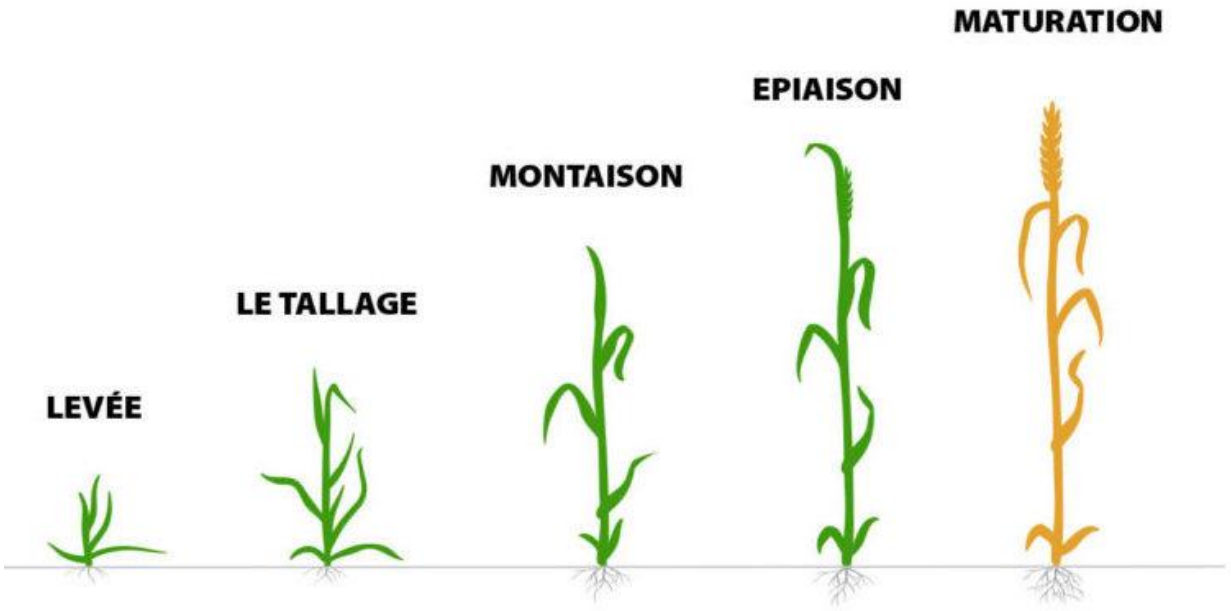


Figure 33: Stades du developpement du blé.

6.2. Paramètres de rendement :

f- Poids de 1000 grains (PMG)

Cette composante a été déterminée par prélèvement de 1000 grains parmi les grains provenant des 10 épis déjà battus manuellement et qui sont issus de chaque parcelle élémentaire. (**Fig. 34**) Ces grains sont pesés puis ramenés au poids de 1000 grains.



Figure 34 : Pesé du poids de mille grains (PMG) **(Original, 2023)**.

g- Calcul du rendement biologique :

Selon l'ITGC (2015) le calcul du rendement biologique pour le blé peut être établi comme suit :

Rendement (g/m²) = Nombre d'épis/m² x Nombre de grains/épi x Poids du grain (g)

Sachant que :

Nombre de grains/m² = Nombre d'épis/m² x Nombre de grains/épi

Nombre de grains/épi = Nombre de grains total compté

Nombre total d'épis collectés

Poids d'un grain (g) = PMG/1000

Rendement (g/m²) = Nombre de grains/m² x poids du grain (g)

Rendement (q/ha) = Rendement (g/m²) x 10 000 100 000

Rendement biologique (q/ha) = Rendement (g/m²)

Il s'agit du rendement biologique, il faut prendre en considération les pertes par égrenage et durant la moisson qui peuvent être estimées à 15%

H- Maladies et ravageurs

L'identification des maladies dans notre essai a été effectué par Mr Ouzani Y. ingénieur à la station de démonstration et production semencière Beni Slimane de l'ITGC.

Durant tous les stades végétatifs examinés, nous avons observé toute éventuelle maladie et ravageur qui auraient apparaitre sur les unités expérimentales.

Concernant les ravageurs nous avons estimé l'abondance et pour les maladies nous avons utilisé échelle visuelle pour déterminer leurs sévérités **(Fig.35).**

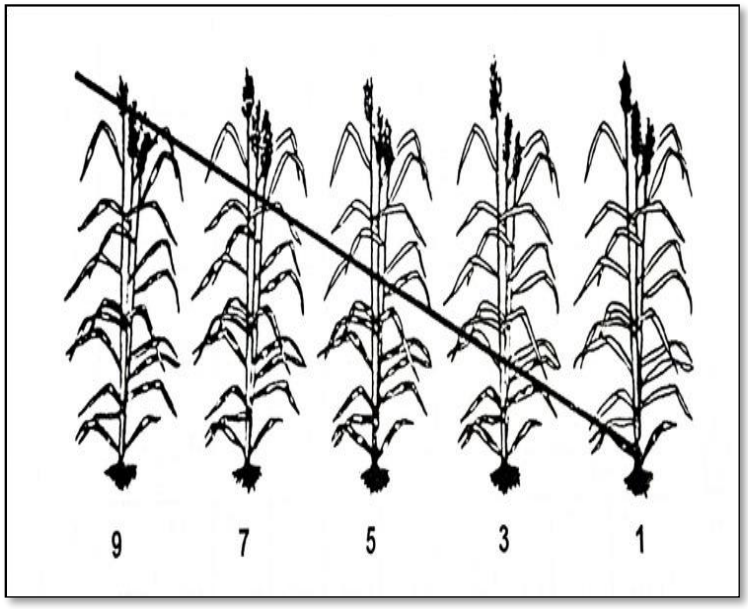


Figure 35: Shcéma de l'échelle visuelle d'aparition de maladie sur les plants de blé.

Le tableau 04 présente la description de l'échelle visuelle.

Tableau 4: Description de l'échelle visuelle

1	Résistant
3	Moyennement résistant
5	Moyenne
7	Sensible
9	Très sensible

Partie 03 :

Résultats et discussions

1. Les résultats

1.1. Observation des stades végétatifs du développement de blé :

A. Levée

Le stade de levée du blé correspond spécifiquement à la période où les plantules émergent du sol après la germination des graines. **(Fig.36).**



Figure 36 : Stade levée **(Original, 2023)**.

La date de levée : 16/12/2022

Le tableau 05 présente La date de levée.

Tableau 5: La date de levée.

Bloc 1		**Bloc 2**		**Bloc 3**	
HD1220	17/12/2022	MAOUNA	16/12/2022	LBD222	16/12/2022
Arz	16/12/2022	LBD222	16/12/2022	MAOUNA	16/12/2022
MAOUNA	16/12/2022	Arz	16/12/2022	LBD122	16/12/2022
LBD122	16/12/2022	LBD322	17/12/2022	HD1220	17/12/2022
LBD222	16/12/2022	LBD122	16/12/2022	LBD322	17/12/2022
LBD322	17/12/2022	HD1220	17/12/2022	Arz	16/12/2022

La figure 37 présente la hauteur moyenne du plant (cm) au stade de levée

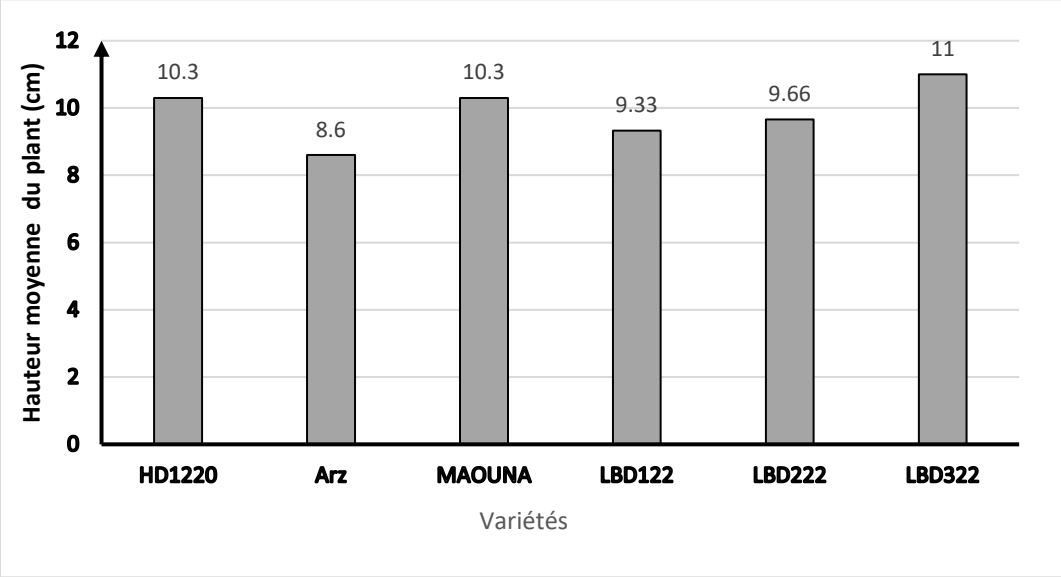


Figure 37: Hauteur moyenne du plant (cm) au stade de levée.

En général, nous pouvons constater de la figure 37 la présence d'une différence significative avec une probabilité de p=0.001314 entre les hauteurs moyennes des variétés testées. La hauteur moyenne du plant le plus élevée a été observée chez la variété LBD322 (11 cm), tandis que la variété la plus petite est Arz avec une hauteur de 8,6 cm. HD1220 et Maouna, LBD 122 et LBD 222ont enregistré la hauteur moyenne du plant de 10.3, 9.33 et 9.66 cm, respectivement.

La variabilité de la hauteur moyenne du plant au stade levée a été observée chez (**Kacha Sarah et Sidamer Safia, 2020)**. Dans ses travaux sur les variétés de blé de SIMETO, VITRON, WAHA, dans la région d'el Harrach, Alger. Tandis que dans les travaux de (**SOUICI Sara, 2022)** dans la région d'Ain Ben Noui Biskra ce paramètre présente aussi une différence significative entre les variétés testées.

La figure 38 présente la densité moyenne à la levée (m^2).

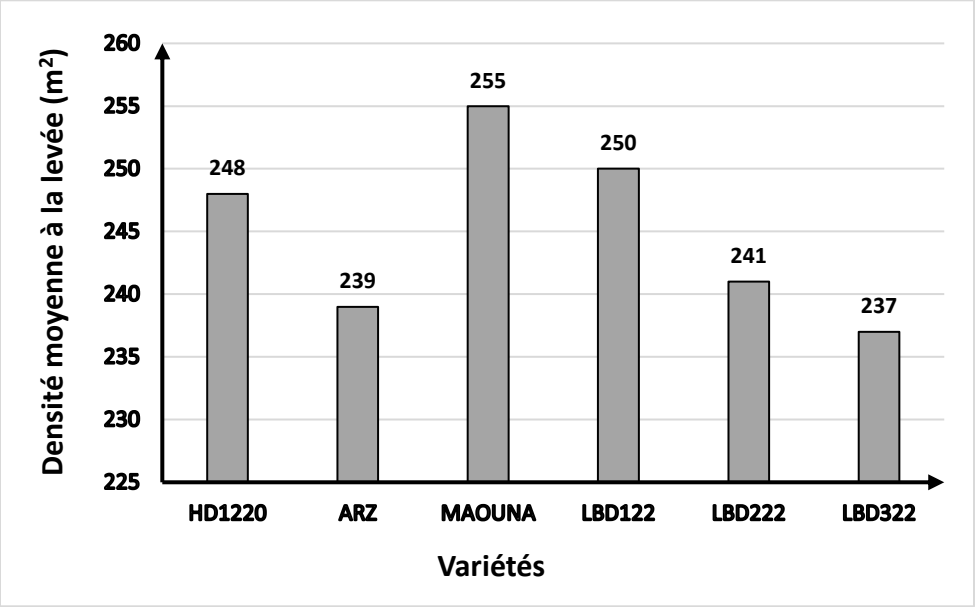


Figure 38 : Densité moyenne à la levée (m^2).

En général, nous pouvons constater de la figure 38 la présence d'une différence non significative avec une probabilité de p=0.894634 entre les densités moyennes au stade levée des variétés testées. La densité moyenne le plus élevée a été observée chez la variété MAOUNA 255 plant en (m^2), tandis que la variété la plus petite est LBD322 avec une densité de 237 plants en (m^2). HD1220 et ARZ, LBD 122 et LBD 222ont enregistré la densité moyenne de 248, 239, 250 et 241 plants en (m^2), respectivement.

B. tallage

La première talle est visible puis développement des suivantes jusqu'à fin tallage. Une céréale peut développer jusqu'à 6 ou 7 talles. **(Fig.39).**



Figure 39: Stade tallage **(Original 2023)**

La figure 40 présente la Hauteur moyenne du plant (cm) au stade tallage.

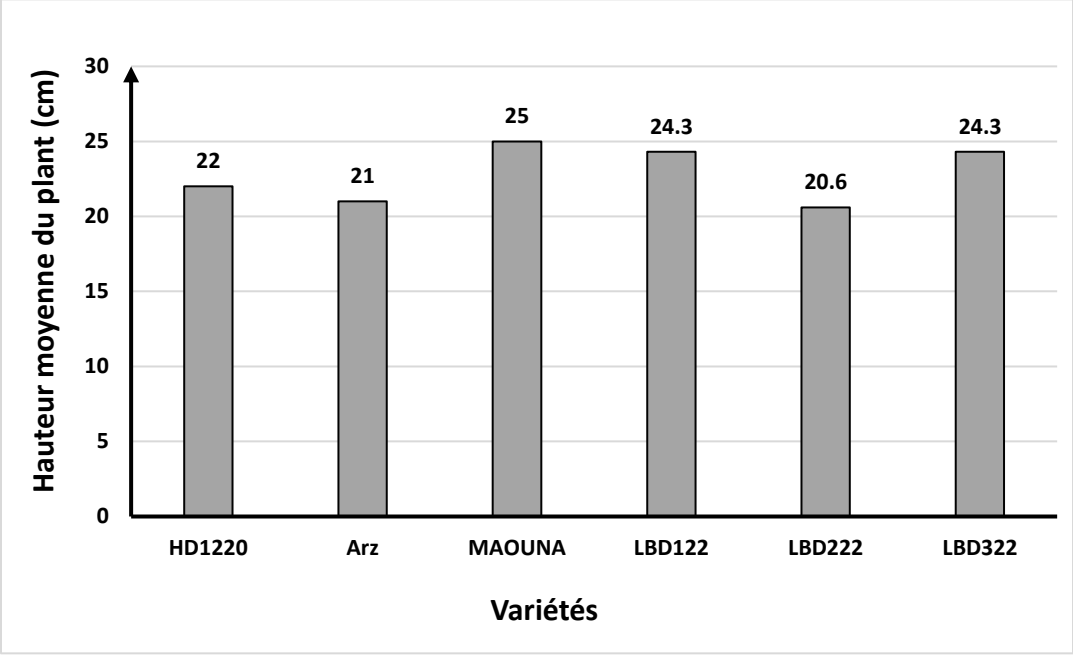


Figure 40: Hauteur moyenne du plant (cm) au stade tallage.

En général, nous pouvons constater de la figure 40 la présence d'une différence significative avec une probabilité de p=0.003916 entre les hauteurs moyennes des variétés testées au stade tallage. La hauteur moyenne du plant le plus élevée a été observée chez la variété MAOUNA (25 cm), tandis que la variété la plus petite est LBD222 avec une hauteur de 20.6 cm. HD1220 et ARZ, LBD 122 et LBD 322ont enregistré la hauteur moyenne du plant de 22, 21, 24.3 et 24.3 cm, respectivement.

La variabilité de la hauteur moyenne du plant au stade tallage a été observée chez (**Kacha Sarah et Sidamer Safia, 2020)**. Dans ses travaux sur les variétés de blé de SIMETO, VITRON, WAHA, dans la région d'el Harrach, Alger. Tandis que dans les travaux de (**SOUICI Sara, 2022)** dans la région d'Ain Ben Noui Biskra ce paramètre présente aussi une différence significative entre les variétés testées.

La figure 41 présente la densité moyenne des plants (m^2) au stade tallage.

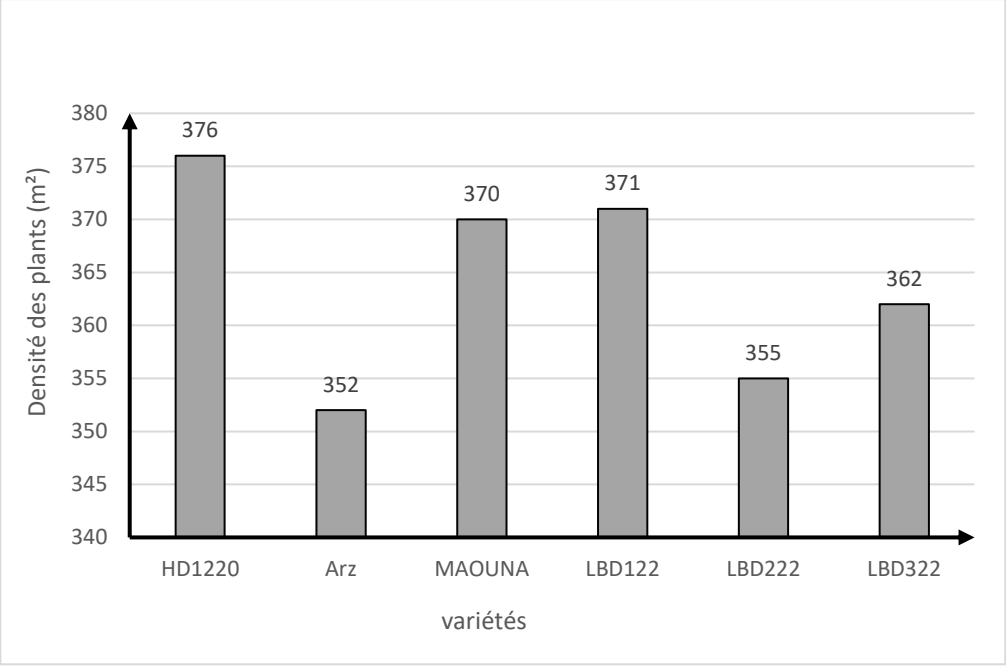


Figure 41: Densité moyenne des plants (m^2) au stade tallage.

En général, nous pouvons constater de la figure 41 la présence d'une différence significative avec une probabilité de p=0.003916 entre les densités moyennes au stade

tallage des variétés testées. La densité moyenne le plus élevée a été observée chez la variété HD1220 376 plant en (m^2), tandis que la variété la plus petite est ARZ avec une densité de 352 plants en (m^2). MAOUNA et LABD122, LBD 222 et LBD 322 ont enregistré la densité moyenne de 370, 371, 355 et 362 plants en (m^2), respectivement.

C. Montaison



Figure 42: Stade montaison **(Original, 2023)**.

La figure 43 présente la Hauteur moyenne du plant (cm) au stade montaison.

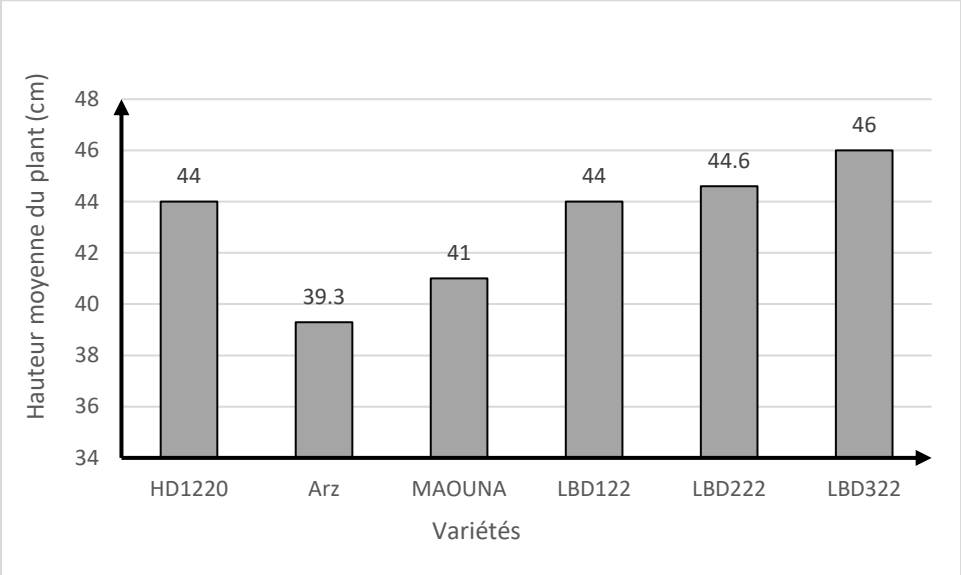


Figure 43: Hauteur moyenne du plant (cm) au stade montaison.

En général, nous pouvons constater de la figure 43 la présence d'une différence significative avec une probabilité de p=2.06E-05 entre les hauteurs moyennes des variétés testées. La hauteur moyenne du plant le plus élevée a été observée chez la variété LBD 322 (46 cm), tandis que la variété la plus petite est ARZ avec une hauteur de 39.3 cm. HD1220 et MAOUNA, LBD 122 et LBD 222 ont enregistré la hauteur moyenne du plant de 44, 41, 44 et 44.6 cm, respectivement.

La variabilité de la hauteur moyenne du plant au stade montaison a été observée chez (**Kacha et Sidamer, 2020)**. Dans ses travaux sur les variétés de blé de SIMETO, VITRON, WAHA, dans la région d'el Harrach, Alger. Tandis que dans les travaux de (**SOUICI, 2022)** dans la région d'Ain Ben Noui Biskra ce paramètre présente aussi une différence significative entre les variétés testées.

La figure 44 présente la Densité moyenne des plants (m^2) au stade montaison.

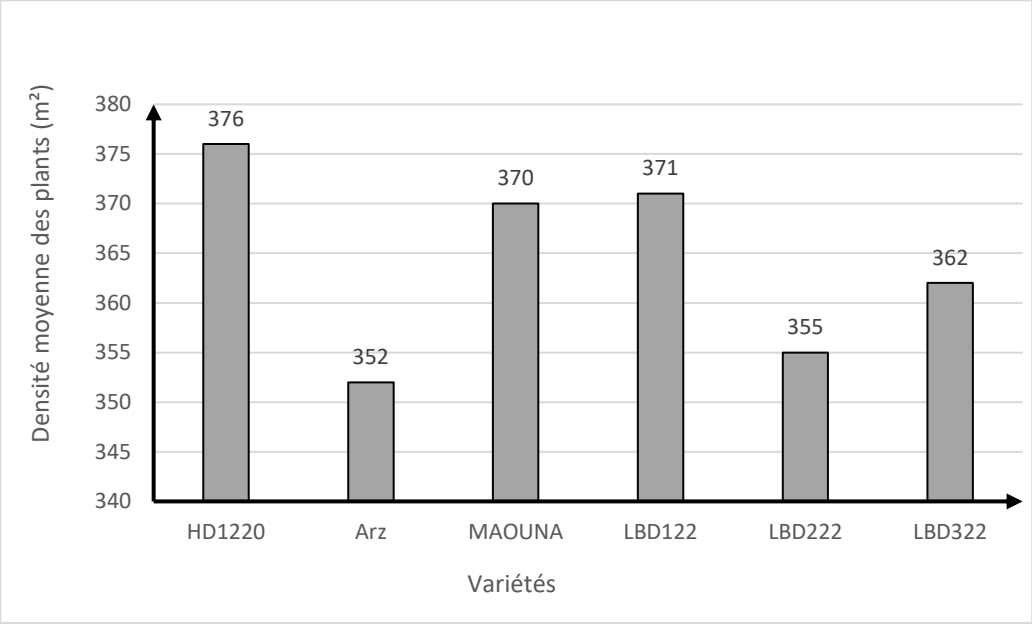


Figure 44 : Densité moyenne des plants (m^2) au stade montaison.

En général, nous pouvons constater de la figure 44 la présence d'une différence non significative avec une probabilité de p=0.392572 entre les densités moyennes au stade montaison des variétés testées. La densité moyenne le plus élevée a été observée chez la variété HD1220 376 plant en (m^2), tandis que la variété la plus petite est ARZ avec une densité de 352 plants en (m^2). MAOUNA et LABD122, LBD 222 et LBD 322 ont enregistré la densité moyenne de 370, 371, 355 et 362 plants en (m^2), respectivement.

D. épiaison

Début de l'épiaison : l'extrémité de l'inflorescence est sortie de la gaine, l'épillet supérieur est visible. Lorsque l'inflorescence est complétement sortie de la gaine, c'est la fin de l'épiaison. **(Fig. 45).**



Figure 45 : Stade épiaison **(Original, 2023)**.

La figure 46 présente le Nombre de grains/épis.

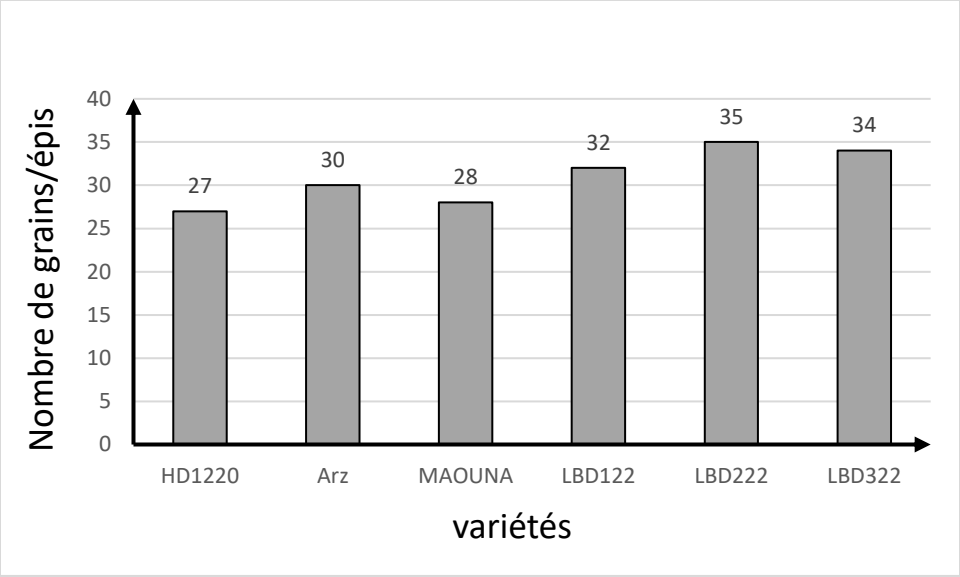


Figure 46 : Nombre de grains/épis.

Le tableau 06 présente La date d'épiaison.

Tableau 6: La date d'épiaison.

Bloc 1		**Bloc 2**		**Bloc 3**	
HD1220	30-Mar	**MAOUNA**	26-Mar	**LBD222**	26-Mar
ARZ	24-Mar	**LBD222**	26-Mar	**MAOUNA**	26-Mar
MAOUNA	26-Mar	**ARZ**	26-Mar	**LBD122**	20-Mar
LBD122	20-Mar	**LBD322**	30-Mar	**HD1220**	30-Mar
LBD222	26-Mar	**LBD122**	20-Mar	**LBD322**	30-Mar
LBD322	30-Mar	**HD1220**	30-Mar	**ARZ**	24-Mar

La figure 47 Nombre de jours à l'épiaison à partir de la date de levée.

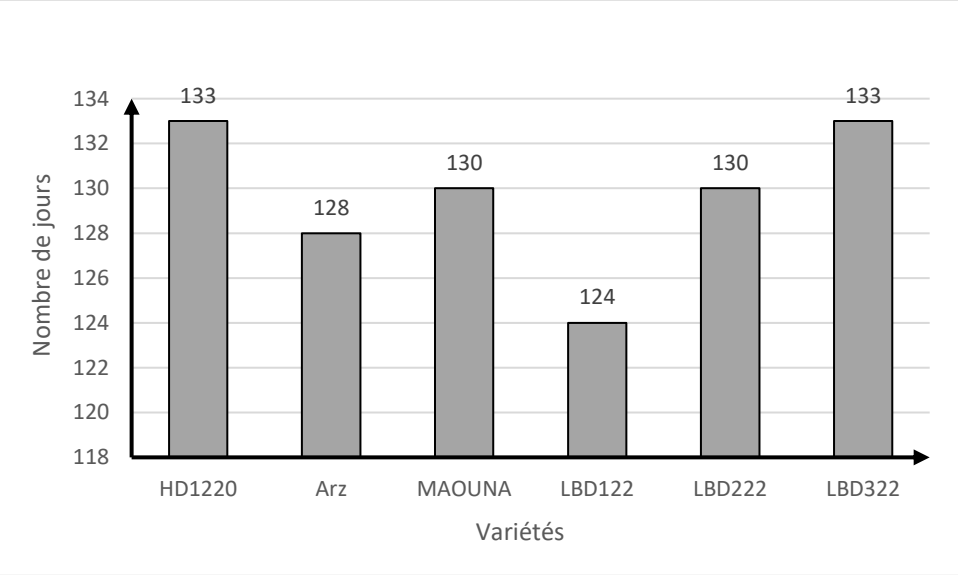


Figure 47: Nombre de jours à l'épiaison à partir de la date de levée.

La figure 48 présente la Hauteur moyenne du plant (cm) au stade épiaison.

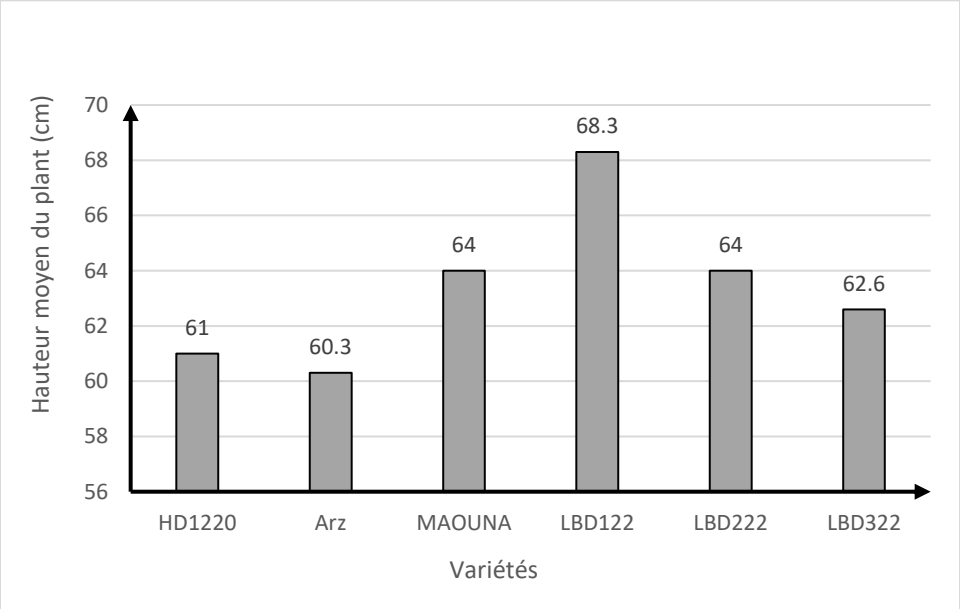


Figure 48: Hauteur moyen du plant en cm au stade épiaison

En général, nous pouvons constater de la figure 48 la présence d'une différence significative avec une probabilité de p=4.19E-06 entre les hauteurs moyennes des variétés testées. La hauteur moyenne du plant le plus élevée a été observée chez la variété LBD 122 (68.3 cm), tandis que la variété la plus petite est ARZ avec une hauteur de 60.3 cm. HD1220 et MAOUNA, LBD 222 et LBD 322 ont enregistré la hauteur moyenne du plant de 68.3, 64, 64 et 62.6 cm, respectivement.

La variabilité de la hauteur moyenne du plant au stade épiaison a été observée chez (**Kacha et Sidamer, 2020)**. Dans ses travaux sur les variétés de blé de SIMETO, VITRON, WAHA, dans la région d'el Harrach, Alger. Tandis que dans les travaux de (**SOUICI Sara, 2022)** dans la région d'Ain Ben Noui Biskra ce paramètre présente aussi une différence significative entre les variétés testées.

La figure 49 présente la Densité moyenne des plants (m^2) au stade épiaison.

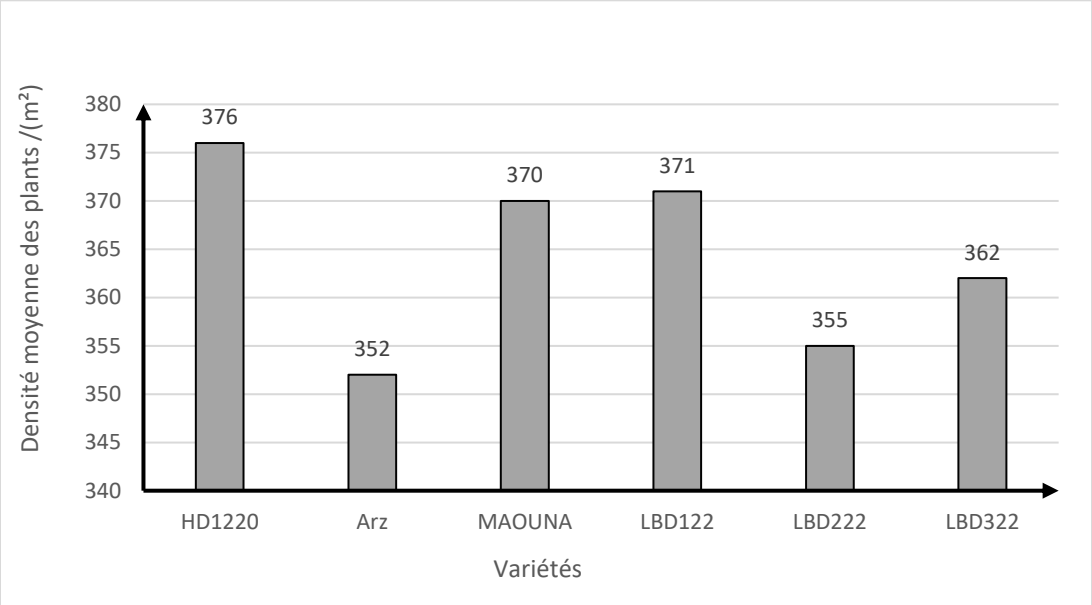


Figure 49: Densité moyenne des plants par (m^2) au stade épiaison.

En général, nous pouvons constater de la figure 49 la présence d'une différence non significative avec une probabilité de p=0.392572 entre les densités moyennes au stade épiaison des variétés testées. La densité moyenne le plus élevée a été observée chez la variété HD1220 376 plant en (m^2), tandis que la variété la plus petite est ARZ avec une densité de 352 plants en (m^2). MAOUNA et LABD122, LBD 222 et LBD 322 ont enregistré la densité moyenne de 370, 371, 355 et 362 plants par (m^2), respectivement.

La figure 50 présente Nombre moyenne d'épis/m^2 au stade épiaison.

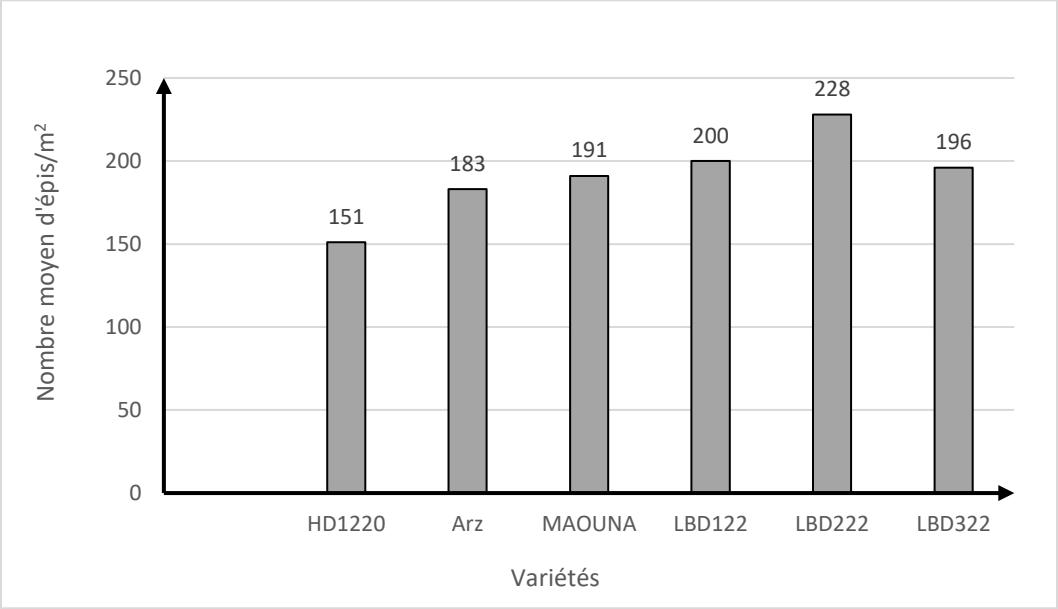


Figure 50: Nombre moyen d'épis/m^2 au stade épiaison.

À partir des données, nous pouvons observer que la variété la plus grande moyenne d'épis/m^2 est LBD222 228(m^2), tandis que la variété la plus petite est HD1220 151(m^2).il y a une différence non significative avec une probabilité de p=0.242393 entre les nombres moyennes d'épis/m^2 au stade épiaison des variétés testées.

Dans les travaux de (**Kacha et Sidamer, 2020)** le Nombre moyenne d'épis/m^2 a été observé ne présente pas une différence significative. Dans ses travaux sur les variétés de blé de SIMETO, VITRON, WAHA, dans la région d'El Harrach, Alger. Tandis que dans les travaux de (**SOUICI, 2022)** dans la région d'Ain Ben Noui Biskra ce paramètre aussi ne présente pas une différence significative entre les variétés testées.

E. Stade de maturation :

Début du stade pâteux : contenu de la graine est encore tendre. A maturation le grain est dur. **(Fig.51).**



Figure 51: Stade de maturation **(Original, 2023)**.

Le tableau 07 présente la date de maturation.

Tableau 7: Date de maturation.

Bloc 1		**Bloc 2**		**Bloc 3**	
HD1220	20-May	**MAOUNA**	16-May	**LBD222**	16-May
ARZ	12-May	**LBD222**	16-May	**MAOUNA**	16-May
MAOUNA	16-May	**ARZ**	12-May	**LBD122**	8-May
LBD122	8-May	**LBD322**	20-May	**HD1220**	20-May
LBD222	16-May	**LBD122**	8-May	**LBD322**	20-May
LBD322	20-May	**HD1220**	20-May	**ARZ**	12-May

La figure 52 présente le nombre de jours à la maturation à partir de la date de levée.

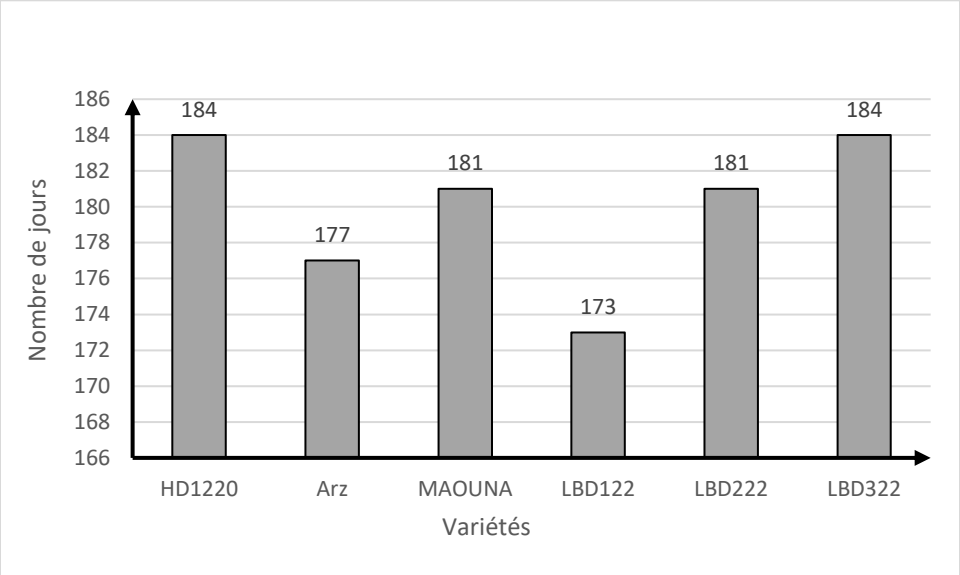


Figure 52: Nombre de jours à la maturation à partir de la date de levée.

La figure 53 présente le Nombre de grains/épis.

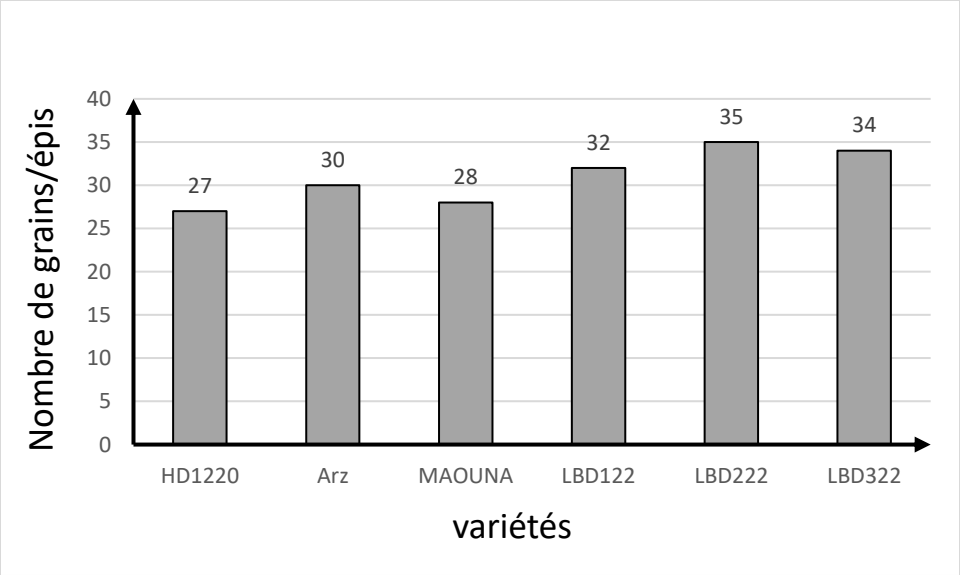


Figure 53: Nombre de grains/épis.

En général, nous pouvons constater de la figure 53 la présence d'une différence non significative avec une probabilité de p=0.041972 entre les nombres des grains/épis des variétés testées.

La figure 54 présente la Longueur d'épis en (cm) au stade maturation.

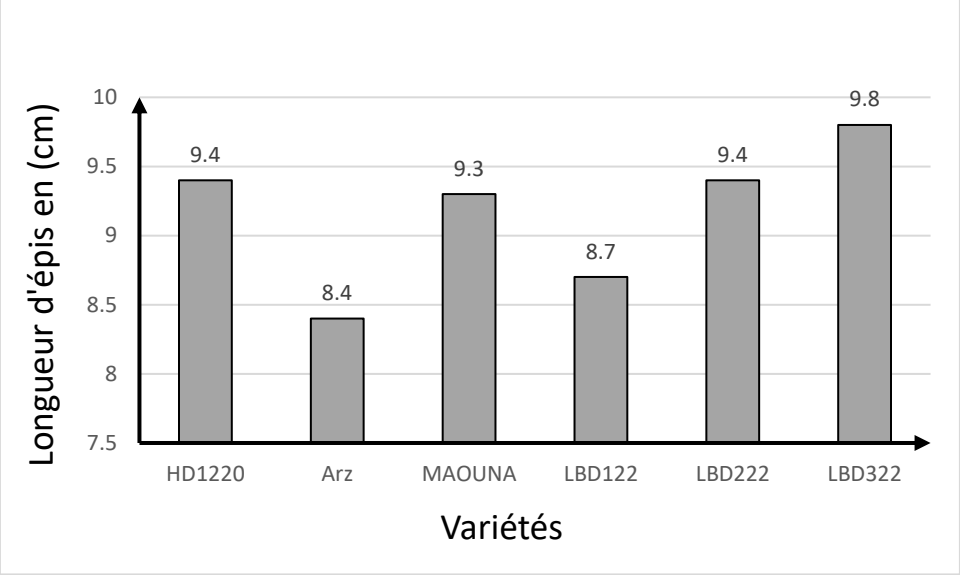


Figure 54: Longueur d'épis en (cm) au stade maturation.

En général, nous pouvons constater de la figure 54 la présence d'une différence significative avec une probabilité de p=0.00399 entre les longueurs d'épis (cm) des variétés testées.

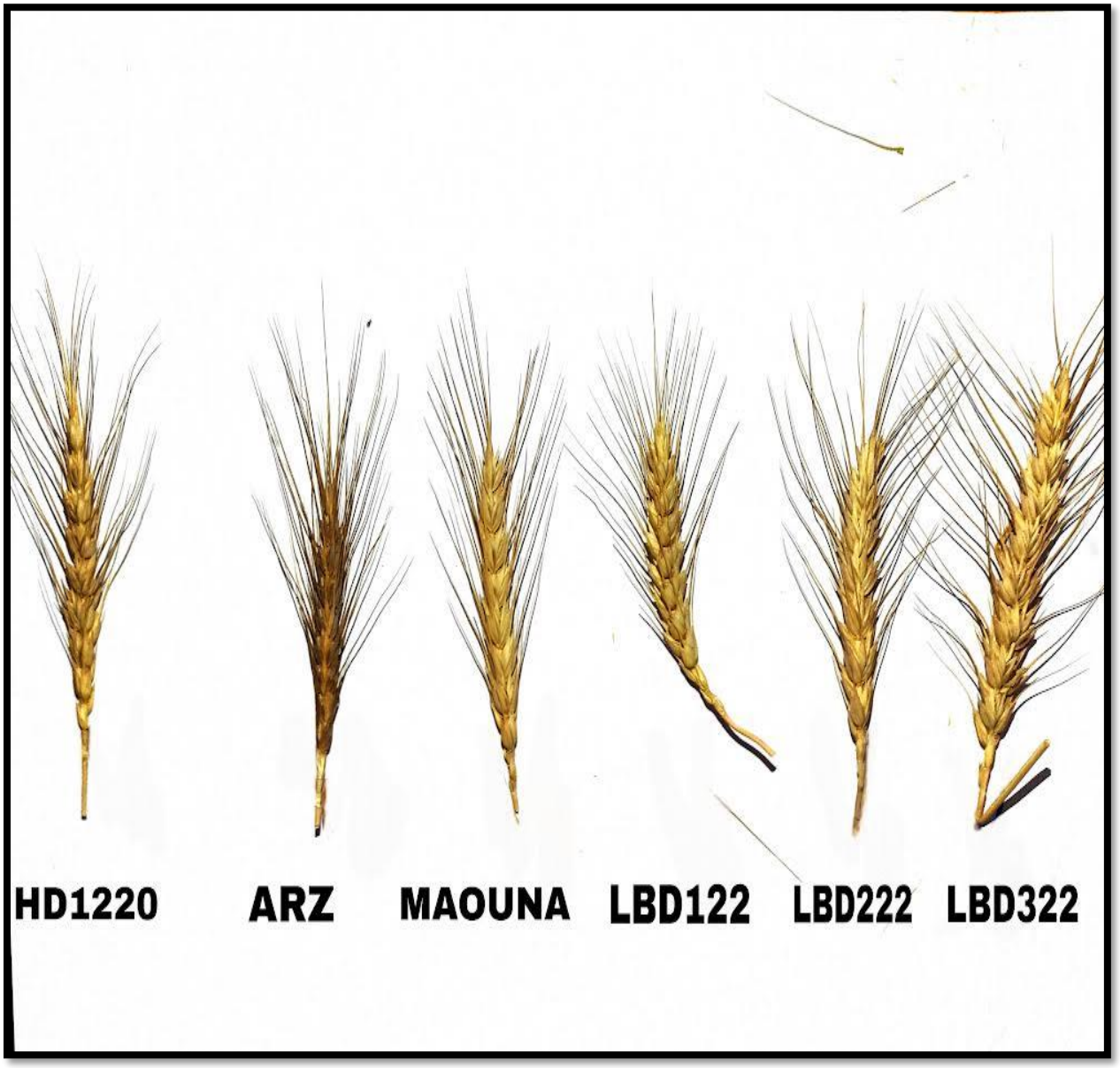


Figure 55: Epis des variétés expérimentées.

La figure 56 présente la Hauteur moyenne du plant (cm) au stade maturation.

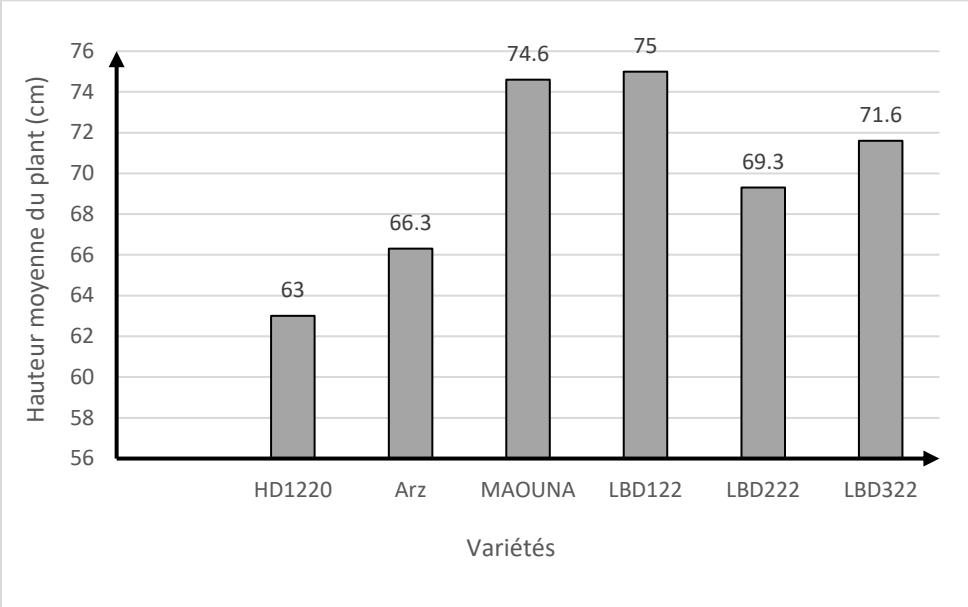


Figure 56 : Hauteur moyenne du plant (cm) au stade maturation.

En général, nous pouvons constater de la figure 56 la présence d'une différence significative avec une probabilité de p=0.000888 entre les hauteurs moyennes des variétés testées. La hauteur moyenne du plant le plus élevée a été observée chez la variété LBD 122 (75 cm), tandis que la variété la plus petite est HD1220 avec une hauteur de 63 cm. ARZ et MAOUNA, LBD 222 et LBD 322 ont enregistré la hauteur moyenne du plant de 66.3, 74.6, 69.3 et 71.6 cm, respectivement.

La variabilité de la hauteur moyenne du plant au stade maturation a été observée chez (**Kacha Sarah et Sidamer Safia, 2020)**. Dans ses travaux sur les variétés de blé de SIMETO, VITRON, WAHA, dans la région d'el Harrach, Alger. Tandis que dans les travaux de (**SOUICI Sara, 2022)** dans la région d'Ain Ben Noui Biskra ce paramètre présente aussi une différence significative entre les variétés testées.

La figure 57 présente la densité moyenne des plants en (plant/m2) au stade maturation.

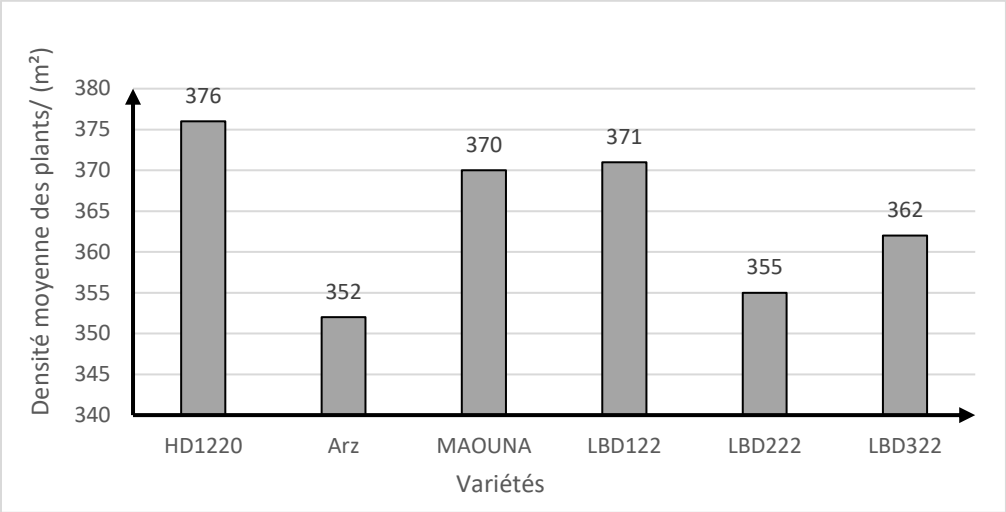


Figure 57 : Densité moyenne des plants par (m^2) au stade maturation.

En général, nous pouvons constater de la figure 57 la présence d'une différence non significative avec une probabilité de p=0.392572 entre les densités moyennes au stade maturation des variétés testées. La densité moyenne le plus élevée a été observée chez la variété HD1220 376 plant en (m^2), tandis que la variété la plus petite est ARZ avec une densité de 352 plants en (m^2). MAOUNA et LABD122, LBD 222 et LBD 322 ont enregistré la densité moyenne de 370, 371, 355 et 362 plants par m^2, respectivement.

La figure 58 présente nombre moyenne de grains/épis au stade maturation.

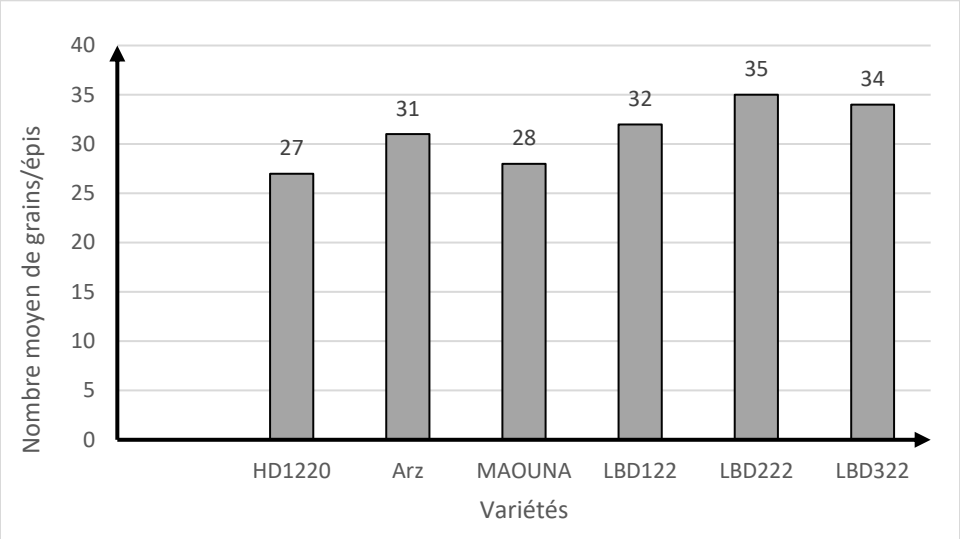


Figure 58 : Nombre moyenne de grains/épis au stade maturation.

À partir des données, nous pouvons observer que la variété la plus grande moyenne de grains/épis est LBD222 35 épi, tandis que la variété la plus petite est HD1220 27 épi.

La variabilité de le Nombre moyenne de grains/épis a été observée chez (**Kacha Sarah et Sidamer Safia, 2020)**. Dans ses travaux sur les variétés de blé de SIMETO, VITRON, WAHA, dans la région d'El Harrach, Alger. Tandis que dans les travaux de (**SOUICI Sara, 2022)** dans la région d'Ain Ben Noui Biskra ce paramètre aussi présente une différence significative entre les variétés testées.

F. Poids de mille grains (PMG)

Cette composante a été déterminée par prélèvement de 1000 grains parmi les grains provenant des 10 épis déjà battus manuellement et qui sont issus de chaque parcelle élémentaire. Ces grains sont pesés puis ramenés au poids de 1000 grains.

La figure 59 présente le Poids de 1000 grains (PMG).

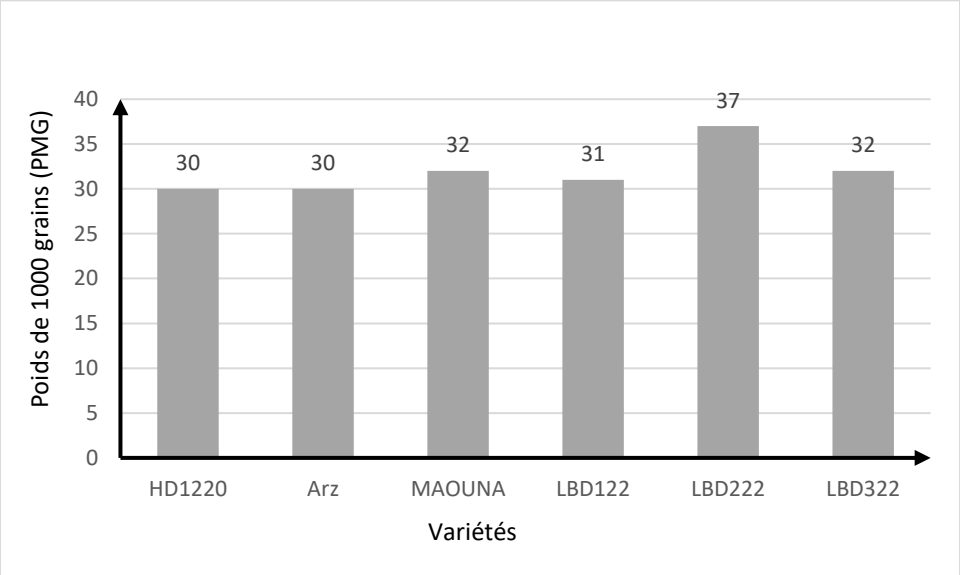


Figure 59 : Poids de 1000 grains (PMG).

En général, nous pouvons constater de la figure 59 la présence d'une différence significative avec une probabilité de p=1.79E-07 entre les poids de 1000 grains (PMG) des variétés testées.

G. Calcul du rendement biologique

Il s'agit du rendement biologique, il faut prendre en considération les pertes par égrenage et durant la moisson qui peuvent être estimées à 15% :

Rendement (g/m²) = Nombre d'épis/m² x Nombre de grains/épi x Poids du grain (g)

La figure 60 présente le calcul de la moyenne du rendement Rdt (q/ha).

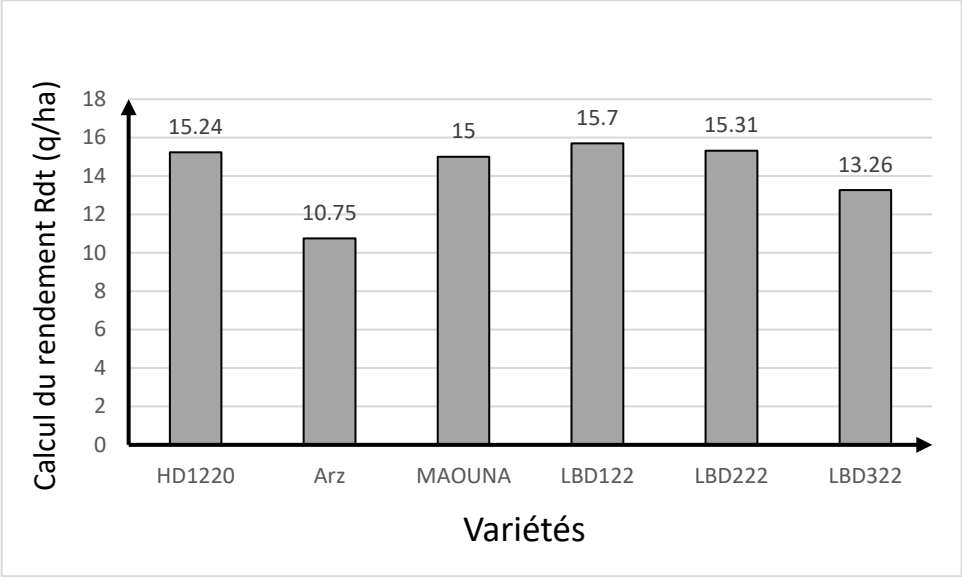


Figure 60: Rendement Rdt (q/ha).

En général, nous pouvons constater de la figure 60 la présence d'une différence non significative avec une probabilité de p=0.417056 entre les rendements des variétés testées.

La figure 61 présente la moyenne de rendement **Rdt (q/ ha)** au stade maturation.

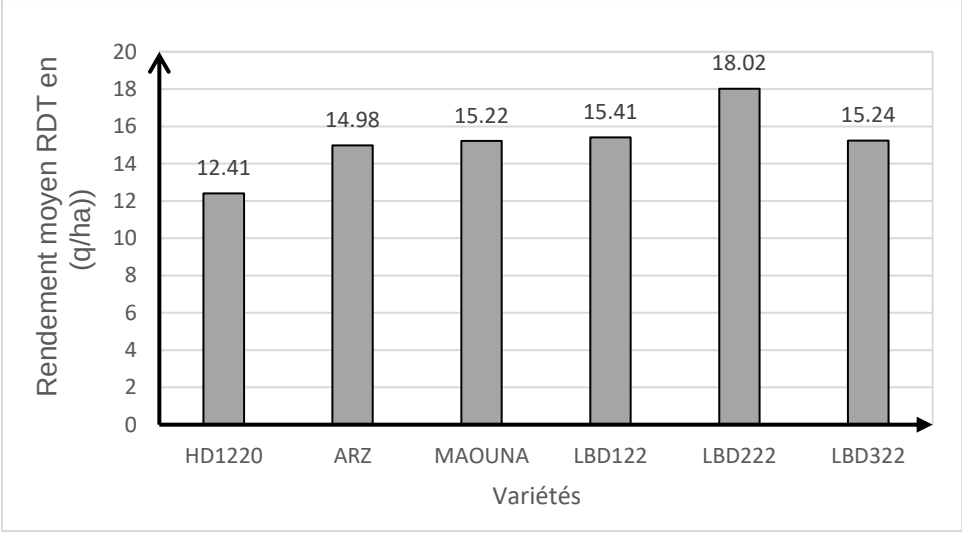


Figure 61: Rendement moyen RDT en (q/ ha) au stade maturation.

À partir des données, nous pouvons observer que la variété la plus grande moyenne de rendement est LBD222 18.02 (q/ ha), tandis que la variété la plus petite est HD1220 12.41 (q/ ha).

La variabilité de la moyenne de rendement a été observé chez **(Kacha Sarah et Sidamer Safia, 2020)**. Dans ses travaux sur les variétés de blé de SIMETO, VITRON, WAHA, dans la région d'El Harrach, Alger. Tandis que dans les travaux de (**SOUICI Sara, 2022)** dans la région d'Ain Ben Noui Biskra ce paramètre aussi présente une différence significative entre les variétés testées.

H. Observation des maladies phytopathogènes :

Nous avons remarqué l'apparition d'une seule maladie phytopathogène sur l'ensemble des variétés testées, cela peut être dû au climat de type semis aride qui défavorise le développement des pathogène de fait que le taux d'humidité est faible. D'une autre part cela peut être dû aux conditions climatiques de la compagne 2022/2023 **(Fig.20)** Caractérisées par un manque des précipitations notamment au début de la saison de printemps la période propice de développement des maladies phytopathogène.



Figure 62 : L'observation de la tache auréolée (Tan spot). (*Pyrenophora tritici-repentis*) **(Original, 2023)**.

La figure 63 présente l'effet de la tache auréolée (Tan spot). *(Pyrenophora tritici-repentis)*

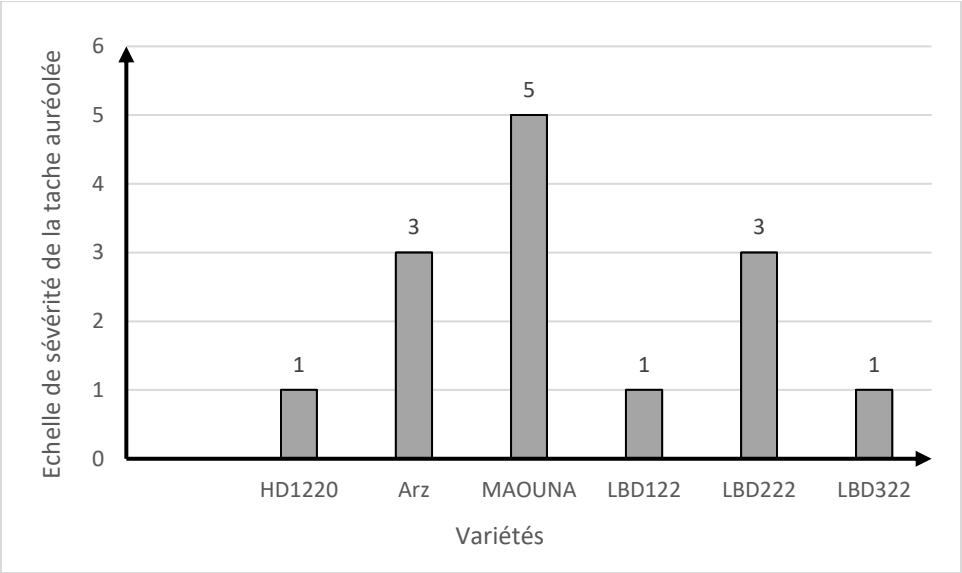


Figure 63 : Echelle de sévérité de la tache auréolée (*tan spo*t). (*Pyrenophora tritici-repentis*)

À partir des données, nous pouvons observer que la variété la plus endommagé par la tache auréolée est MAOUNA, tandis que les variétés les plus petite est HD1220, LBD122 et LBD322.

Conclusion

Conclusion

La production céréalière dans la zone semi-aride de Beni Slimane est sévèrement limitée par plusieurs contraintes, principalement les cultures envahissantes de mauvaises herbes et les irrégularités climatiques. Ces phénomènes très fréquents entraînent une baisse importante de la production alimentaire d'une année sur l'autre.

L'objectif à long terme est de développer des variétés de blé performantes et tolérantes aux stress biotiques et abiotiques. Pour atteindre cet objectif, une étude comportementale sur plusieurs années et dans différents sites est nécessaire. Ainsi, nous avons réalisé des tests sur un matériel génétique d'origine mexicaine composé de trois variétés de blé tendre, que nous avons comparées à des témoins élites cultivés et inscrits au catalogue officiel algérien. Cette expérimentation a été menée dans un climat semi-aride à l'ITGC de Beni Slimane à la wilaya de Médéa.

Les résultats obtenus ont été très encourageants, révélant une grande variabilité phénotypique basée sur plusieurs caractères phénologiques, biométriques et agronomiques. Les caractères les plus sensibles à la variation étaient le rendement en grains et ses composantes, tandis que la surface foliaire présentait une variabilité moindre. La durée de la phase végétative et la hauteur de la plante ont également montré peu de diversité en raison de la spécificité de la région.

L'attaque de toutes les variétés par les tâches auréolées nous a donné l'occasion d'évaluer visuellement leur tolérance en utilisant l'échelle de Saari et Precott (1975). Cette évaluation a permis de sélectionner les variétés HD1220, LBD122 et LBD322 comme les plus tolérantes parmi les variétés mexicaines. L'utilisation de ces cultivars pourrait contribuer à améliorer la tolérance des variétés algériennes aux maladies.

La hauteur de la végétation et la durée de la végétation ont montré une faible diversité. En effet, les variétés HD1220, LBD322, LBD222 et MAOUNA se caractérisaient par une durée de végétation plus longue, tandis que les autres variétés, y compris les témoins, présentaient des pailles plus courtes et une durée de végétation plus courte.

Le rendement est un caractère fortement recherché par les agriculteurs et les sélectionneurs. Dans cette étude, de nombreuses variétés mexicaines ont montré un rendement élevé, notamment LBD222, LBD322 et MAOUNA, aux côtés de la variété

témoin MAOUNA. Ces variétés étaient également caractérisées par un nombre élevé d'épis ou un poids de mille grains élevés. La variété la plus performante était LBD222, qui présentait à la fois un nombre élevé d'épis et un poids de mille grains élevés.

En perspective, cette étude constitue le point de départ de tout programme d'amélioration génétique visant à créer des variétés performantes et tolérantes, en particulier contre les maladies cryptogamiques. Des essais multi-locaux sont recommandés afin d'étudier plus en détail l'effet des interactions génotype X environnement.

Références bibliographiques

1) Abis S (2012) Le blé en Méditerranée sociétés, commerce et stratégies. Économie et territoire relations commerciales CIHEAM Paris : 241-247.

2) AFDIAG (2003) Association Française Des Intolérants Au Gluten In L'Église en Alsace : p49-52.

3) Bonjean A (2001) Histoire de la culture des céréales et en particulier de celle du blé tendre (Triticum aestivum L.). Dossier de l'environnement d'INRA 21 : 29-37.

4) Buffetaut, E. (2022). Géologie et paysages. *Pour La Science*, *N° 540 – octobre*(10), 19a-19a. https://doi.org/10.3917/pls.540.0019a

5) Production, B. D. E. (2018). Blé tendre. 2017–2018.

6) Politiqu, L. A., & En, C. (n.d.). Production des blés dur et tendre en Algérie. 1–13.

7) Bencharif A., Rastoin J. L. (2007). « Concepts et méthodes de l'analyse de filières agroalimentaires : application par la chaîne globale de valeur au cas des blés en Algérie ». Montpellier (France): UMR MOISA. 24 p. (Working Paper; n. 7).

8) Chehat F., « Impact des réformes économiques sur la céréaliculture algérienne », options méditerranéennes, Série B/ n°8 – Crises et transitions des politiques en méditerranée.(1994)

9) Chehat F., « Les politiques céréalières en Algérie », Paris, France, CIHEAM 2006).

10)Chehat F., « Analyse macroéconomique des filières, la filière blés en Algérie. Projet PAMLIM : Perspectives agricoles et agroalimentaires Maghrébines Libéralisation et Mondialisation » Alger : 7-9 avril 2007.

11)Djermoun A. « La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques », Revue Nature et Technologie. n° 01/Juin 2009.

12)Kellou R., « Analyse du marché algérien du blé dur et les opportunités d'exportation pour les céréaliers français dans le cadre du pôle de compétitivité Quali-Méditerranée. Le cas des coopératives Sud Céréales, Groupe coopératif Occitan et Audecoop ». Série « Master of Science » CIHEAM – IAMM, n° 93 , 2008

13)KELLOU R., « Les exportateurs céréaliers français sur le marché algérien du blé : opportunités et contraintes », PP 77-104, Les Cahiers du CREAD n°94/2010 .

14) M., Domaine, M., Fili, V., Sp, B., Meriem, B., Le, R., Ufm, H. D. H. D. M.-, & Benbelkacem, C. (2019). *Intitulé : "Etude comparative du rendement et de la qualité de*

quelques variétés de blé tendre (triticum Aestivum) cultivées dans trois zones agro-écologiques d'Algérie."

15) AAINB 2003. Le Blé. Association Nationale des Professeurs de Boulangerie http://aainb.com/le-ble/

16) Ammar, M. (2015). Organisation de la chaine logistique dans la filière céréales en Algérie états des lieux et perspective. Thèse de Doctorat de CIHEAM Montpellier, pp: 17-20.

17) Amrouche I, Mesbah El-kahina A. (2017). Effet du stress abiotique sur l'accumulation des protéines totales chez deux variétés de blé dur (Triticum durum Desf.) [En ligne]. Mémoire de Master. Algérie : Université des Frères Mentouri Constantine, 2017, p 96.

18) Arif F. (2015). Effets du stress salin et d'osmoprotecteurs naturels sur la germination de blé dur (Triticum durum) inoculé par Pseudomonas fluorescens. Thèse de Doctorat. Algérie : Université Ferhat Abbas Sétif 1, p 205.

19) Origine et classification de blé tendre. (2005). 1–10.

20) BOURAK Kaoutar. DU BLE TENDRE (Triticum aestivum L .) Résumé. *Sel. Assist. PAR MARQUEURS SNP ETUDE PHENOTYPIQUE DU BLE Tendr. (Triticum aestivum L.)* **212**, (2018).**Abbassenne, F.** Etude génétique de la durée des phases de développe leur influence sur le rendement et ses composantes chez le blé dur (Triticum durum Desf.). (Thèse de magister), INA Alger. 1997, 70 p

21) Allam, A; Tirichine, A; Madani, H; Benlamoudi, W et Attali, Y. (2015). Évaluation agro morphologique des cultivars locaux de blé dur: triticum durum desf. Cultivés dans les palmeraies de la vallée d'oued Righi (sud-est algérien). Revue des Bio Ressources 5 (2). 67- 76 p.

22) Ali A., Ali N., Ali I., Adnan M., Ullah N., Swati Z.A. (2013) Morphological and genetic diversity of Amazonie (Brésil et Guyanes). SELECTION ASSISTEE PAR MARQUEURS SNP ET ETUDE PHENOTYPIQUE DU BLE TENDRE (Triticum aestivumL.).

23) Amrani B. (2013) Maladie Méthode et échelle de notation des maladies et accidents divers. Bulletin des grandes cultures. ITGC 02, p5.

24) Aouali S et Douici-Khalfi A. (2013) Recueil des principales maladies fongiques des céréales en Algérie : symptômes, développement et moyens de lutte. ITGC, p8- 36.

25) Aouali S et Douici-Khalfi A. (2013) Recueil des principales maladies fongiques des céréales en Algérie : symptômes, développement et moyens de lutte. ITGC, p8- 36.

26) Bonjean, A., Picard, E. 1991. Les céréales à paille. Origine-histoire-économie-sélection. Ligugé ; Poitiers : Aubin imprimeur.

27) Centre de Conseil Agricole Maroco-Allemand. (2016) fiche technique : principales maladies foliaires du blé. Etude des maladies du blé prévalentes dans le Constantinois durant la campagne agricole 2020/2021**.**

28) Vari, D., & Bl, D. E. (2012). *Les grands contextes de production du blé tendre caractérisés par leurs stress*. 22–24.

29) Constantine, M., Étude de tolérance du blé en réponse aux stress abiotiques : changements moléculaires.

30) Ait-Abdallah-Djennadi F., Dekkiche N., Ghalem-Djender Z., Oumdjekane K. (2010). cultures et couts de production des grandes cultures. Ed : ITGC, Alger.6p

31)-**Abeledo L. G., Savin R., Gustavo A. et Slafer. (2008).** Wheat productivity in the Mediterranean Ebro Valley: Analyzing the gap between attainable and potential yield with a simulation model. European journal of Agronomy. 28. 541-550p

32) Mazna, B., & Wissem, S. (1945). Etude de la réponse de blé tendre (Triticum aestivum L .) au stress hydrique.

33) Ezzahiri B., 2001. Les maladies du blé. Programme national de transfert de technologie en agriculture (PNTTA) N°77 IAVH II.

34) Djermoun A., 2009. La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques. Revue Nature et Technologie. N° 01. P : 45-53

35) Scientifique, R. (2019).

36) Zahri., J. Appl. Biosci., 2014 - Statut des principales maladies cryptogamiques foliaires du blé au Maroc en 2003.

37) 1. Zillinsky, F. J. Maladies communes des céréales à paille: Guide d'identification. Cent. Int. pour l'amélioration du Maïs du blé 141 **(1983) .**

38) Hubert, 1998; Jouve et Daoudi, 2001.

39) Alain 2001, Histoire de la culture des céréales et en particulier de celle de blé tendre (Triticum aestivum L.)

40) Chambre d'agriculture. Le blé tendre. (2007).

41)Sofyan, A. A, Angew. Chemie *Int. Ed. 6(11), 951–952.* **8**, 1–7 (2021).

42)Djermoun, A. La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques. *Pages* 45, 53 (2009).

43)ons,2017, office national des statistiques.

44)Zaaboubi, S. (2007) – Effet comparatifs de deux outils aratoires (Disque-Dents) et de différents précédents culturaux sur les propriétés physiques d'un sol cultivé en céréales dans la région de Timgad. Mémoire magister. Université de Batna. Pp.78.

45) Essai d'homologation de nouvelles variétés de blé dur (Triticum durum Desf.) en Algérie (VBD2, VBD4, VBD7) Saymard, E. Mémoire De Fin D'Études Mémoire De Fin D ' Études. Kacha Sarah et Sidamer Safia (**2020**).

46) Comportement variétal de trois variétés de blé tendre (Triticum aestivum L.), en milieu salin, dans la région de Biskra SOUICI Sara Le. (**2022**).

47) ITGC (**2020).**

48) (Anonyme1, 2023) -(semencemag.fr)

49) (Anonyme2, 2023) - (semencemag.fr)

50) (Anonyme3 , 2023) - https://www.cropscience.bayer.dz/fr-dz/cultures/problematique/maladies-fongiques-fusariose.html

51) (Anonyme 4, 2023) Algérie: la production de blé pourrait grimper à 3,3 millions de tonnes en 2022/2023 (agenceecofin.com)

52) (ITGC, 2013).

53) Saint pierre et al (2012)- Saint Pierre, C., & Trethowan, R. (2012). Breeding for abiotic stress tolerance in wheat : Progress and prospects. International Journal of Plant Breeding, 6(1), 1-18.

54) Reynolds et al (2009)- Reynolds, M., Foulkes, M. J., Slafer, G. A., Berry, P., Parry, M. A. J., Snape, J. W., & Angus, W. J. (2009). Raising yield potential in wheat. Journal of Experimental Botany, 60(7), 1899-1918.

55) Guzmán et al (2016)- Guzmán, C., Autrique, E., Mondal, S., Singh, R. P., Govindan, V., Morales-Dorantes, A., … & Dreisigacker, S. (2016). Understanding the genetic basis of spike fertility to improve grain number, harvest index, and grain yield in wheat under high temperature stress environments. Frontiers in plant science, 7, 1114.

56) (Anonyme., 5) La biologie du Triticum aestivum L. (blé) - Agence canadienne d'inspection des aliments (canada.ca).

57) (Anonyme., 6) Préparation du sol, exigences en matière de sol et de semences pour la culture du blé - Wikifarmer.

58) (Anonyme., 7) Le rôle des éléments nutritifs (fertilisation-edu.fr).

Annexes

Annexe 01: Anova de l'auteur du plant au stade levée.

Anova: Single Factor

SUMMARY

Groups	*Count*	*Sum*	*Average*	*Variance*
HD1220	3	32	10.66667	0.333333
ARZ	3	26	8.666667	0.333333
MAOUNA	3	31	10.33333	0.333333
LBD122	3	28	9.333333	0.333333
LBD222	3	29	9.666667	0.333333
LBD322	3	33	11	0

ANOVA

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	11.61111	5	2.322222	8.36	0.001314	3.105875
Within Groups	3.333333	12	0.277778			
Total	14.94444	17				

Annexe 02: Anova de la densité à la levée (m^2)

Anova: Single Factor

SUMMARY

Groups	*Count*	*Sum*	*Average*	*Variance*
HD1220	3	744	248	268
ARZ	3	718	239.3333	849.3333
MAOUNA	3	764	254.6667	697.3333
LBD122	3	758	252.6667	345.3333
LBD222	3	723	241	619
LBD322	3	711	237	333

ANOVA

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	816.4444	5	163.2889	0.314824	0.894634	3.105875
Within Groups	6224	12	518.6667			

Total	7040.444	17				

Annexe 03: Anova de l'auteur des plants au stade tallage.

Anova: Single Factor

SUMMARY

Groups	*Count*	*Sum*	*Average*	*Variance*
HD1220	3	66	22	1
ARZ	3	63	21	1
MAOUNA	3	75	25	1
LBD122	3	73	24.33333	2.333333
LBD222	3	62	20.66667	0.333333
LBD322	3	73	24.33333	4.333333

ANOVA

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	53.77778	5	10.75556	6.453333	0.003916	3.105875
Within Groups	20	12	1.666667			
Total	73.77778	17				

Annexe 04: Anova de la densité du plant au stade tallage.

Anova: Single Factor

SUMMARY

Groups	*Count*	*Sum*	*Average*	*Variance*
HD1220	3	1130	376.6667	129.3333
ARZ	3	1056	352	541
MAOUNA	3	1112	370.6667	92.33333
LBD122	3	1100	366.6667	386.3333
LBD222	3	1064	354.6667	134.3333
LBD322	3	1085	361.6667	134.3333

ANOVA

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*

Between Groups	1344.278	5	268.8556	1.137879	0.392572	3.105875
Within Groups	2835.333	12	236.2778			
Total	4179.611	17				

Annexe 05: Anova de l'auteur du plant au stade montaison.

Anova: Single Factor

SUMMARY

Groups	*Count*	*Sum*	*Average*	*Variance*
HD1220	3	132	44	1
ARZ	3	118	39.33333	0.333333
MAOUNA	3	123	41	1
LBD122	3	132	44	1
LBD222	3	134	44.66667	1.333333
LBD322	3	138	46	1

ANOVA

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	93.16667	5	18.63333	19.72941	2.06E-05	3.105875
Within Groups	11.33333	12	0.944444			
Total	104.5	17				

Annexe 06: Anova de la densité des plants au stade montaison.

Anova: Single Factor

SUMMARY

Groups	*Count*	*Sum*	*Average*	*Variance*
HD1220	3	1130	376.6667	129.3333
ARZ	3	1056	352	541
MAOUNA	3	1112	370.6667	92.33333
LBD122	3	1100	366.6667	386.3333
LBD222	3	1064	354.6667	134.3333
LBD322	3	1085	361.6667	134.3333

ANOVA

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	1344.278	5	268.8556	1.137879	0.392572	3.105875
Within Groups	2835.333	12	236.2778			
Total	4179.611	17				

Annexe 07: Anova de l'auteur du plant au stade épiaison.

Anova: Single Factor

SUMMARY

Groups	*Count*	*Sum*	*Average*	*Variance*
HD1220	3	183	61	1
ARZ	3	172	57.33333	2.333333
MAOUNA	3	192	64	1
LBD122	3	205	68.33333	2.333333
LBD222	3	192	64	1
LBD322	3	188	62.66667	1.333333

ANOVA

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	199.7778	5	39.95556	26.63704	4.19E-06	3.105875
Within Groups	18	12	1.5			
Total	217.7778	17				

Annexe 08: Anova de la densité du plant au stade épiaison.

Anova: Single Factor

SUMMARY

Groups	*Count*	*Sum*	*Average*	*Variance*
HD1220	3	1130	376.6667	129.3333
ARZ	3	1056	352	541
MAOUNA	3	1112	370.6667	92.33333
LBD122	3	1100	366.6667	386.3333
LBD222	3	1064	354.6667	134.3333

LBD322	3	1085	361.6667	134.3333

ANOVA

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	1344.278	5	268.8556	1.137879	0.392572	3.105875
Within Groups	2835.333	12	236.2778			
Total	4179.611	17				

Annexe 09: Anova de Nombre d'épis par (m^2).

Anova: Single Factor

SUMMARY

Groups	*Count*	*Sum*	*Average*	*Variance*
HD1220	3	455	151.6667	2058.333
ARZ	3	550	183.3333	2433.333
MAOUNA	3	575	191.6667	308.3333
LBD122	3	600	200	100
LBD222	3	685	228.3333	508.3333
LBD322	3	590	196.6667	1733.333

ANOVA

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	9323.611	5	1864.722	1.566628	0.242393	3.105875
Within Groups	14283.33	12	1190.278			
Total	23606.94	17				

Annexe 10: Anova de l'auteur du plant au stade montaison.

Anova: Single Factor

SUMMARY

Groups	*Count*	*Sum*	*Average*	*Variance*
HD1220	3	189	63	7
ARZ	3	199	66.33333	2.333333

MAOUNA	3	224	74.66667	12.33333
LBD122	3	225	75	13
LBD222	3	208	69.33333	1.333333
LBD322	3	215	71.66667	8.333333

ANOVA

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	337.3333	5	67.46667	9.130827	0.000888	3.105875
Within Groups	88.66667	12	7.388889			
Total	426	17				

Annexe 11: Anova de la densité du plant au stade maturation.

Anova: Single Factor

SUMMARY

Groups	*Count*	*Sum*	*Average*	*Variance*
HD1220	3	1130	376.6667	129.3333
ARZ	3	1056	352	541
MAOUNA	3	1112	370.6667	92.33333
LBD122	3	1100	366.6667	386.3333
LBD222	3	1064	354.6667	134.3333
LBD322	3	1085	361.6667	134.3333

ANOVA

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	1344.278	5	268.8556	1.137879	0.392572	3.105875
Within Groups	2835.333	12	236.2778			
Total	4179.611	17				

Annexe 12: Anova de Nombre des grains/épi.

Anova: Single Factor

SUMMARY

Groups	*Count*	*Sum*	*Average*	*Variance*
HD1220	3	81	27	1
ARZ	3	93	31	3
MAOUNA	3	84	28	36
LBD122	3	97	32.33333	4.333333
LBD222	3	105	35	0
LBD322	3	104	34.66667	16.33333

ANOVA

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	166.6667	5	33.33333	3.296703	0.041972	3.105875
Within Groups	121.3333	12	10.11111			
Total	288	17				

Annexe 13: Anova de longueur d'épis en (cm).

Anova: Single Factor

SUMMARY

Groups	*Count*	*Sum*	*Average*	*Variance*
HD1220	3	28.2	9.4	0.13
ARZ	3	25.1	8.366667	0.083333
MAOUNA	3	27.9	9.3	0.28
LBD122	3	26.6	8.866667	0.043333
LBD222	3	28.1	9.366667	0.013333
LBD322	3	29.3	9.766667	0.123333

ANOVA

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	3.604444	5	0.720889	6.423762	0.00399	3.105875
Within Groups	1.346667	12	0.112222			
Total	4.951111	17				

Annexe 14: Anova de PMG.

Anova: Single Factor

SUMMARY

Groups	*Count*	*Sum*	*Average*	*Variance*
HD1220	3	91	30.33333	0.333333
ARZ	3	91	30.33333	0.333333
MAOUNA	3	95	31.66667	0.333333
LBD122	3	92	30.66667	0.333333
LBD222	3	109	36.33333	0.333333
LBD322	3	95	31.66667	0.333333

ANOVA

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	78.5	5	15.7	47.1	1.79E-07	3.105875
Within Groups	4	12	0.333333			
Total	82.5	17				

Annexe 15: Anova de rendement.

Anova: Single Factor

SUMMARY

Groups	*Count*	*Sum*	*Average*	*Variance*
HD1220	3	37.24	12.41333	3.931633
ARZ	3	44.93	14.97667	12.74763
MAOUNA	3	45.66	15.22	5.3923
LBD122	3	46.23	15.41	10.3113
LBD222	3	54.06	18.02	4.4023
LBD322	3	45.73	15.24333	15.72653

ANOVA

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	47.43903	5	9.487806	1.084079	0.417056	3.105875
Within Groups	105.0234	12	8.75195			

Total	152.4624	17

Annexe 15 : La batteuse expérimentale **(Original, 2023)**.



Annexe 16 : Semoir agricole de semis direct **(Original, 2023)**.



Annexe 17 : Disque **(Original, 2023).**

