

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

Faculté Des Sciences

FILIERE : Sciences Agronomiques

OPTION : Production

N°:.....



DOMAINE : Sciences de la Nature de vie

Départements Des Sciences Agronomiques

Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique

Thème

Réponses de différentes variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) cultivées en semis direct dans la zone potentielle de Bordj-Bou-Arraridj.

Présenté par :

M^{lle} ABADA Mariem

M^{lle} GASMI Hadjer

Soutenu devant le jury composé de:

M^r MAMMRI Adel

MCA

Université de M'sila

Président

Mr BENNIOU Ramdane

Prof

Université de M'sila

Rapporteur

Mr TORCHIT Nadir

MAA

Université de M'sila

Examineur

Année universitaire : 2019/2020

Dédicace

On dédie ce modeste travail...

** A nos chers parents.*

** A toutes nos familles.*

** A mon cher époux (ABADA)*

** A tous nos meilleurs amies*

** A tous nos collègues à l'université.*

** A tous nos proches et à tous ceux qui nous connaissent.*

** A tous les professeurs sans exception qui nous ont bien guidés au cours de notre cursus universitaire.*

** A tout ce qui nous ont encouragé afin d'achever notre travail.*

** à toute la promo 2020.*

REMERCIEMENTS

Tout d'abord louange à Allah qui nous a guidé sur le droit chemin tout au long de ce travail et nous a donné la santé d'accomplir ce modeste travail.

*Notre encadreur Pr **Ramdane Benniou**, nous avons eu l'honneur d'être parmi vos élèves et de bénéficiers de votre riche enseignement.*

Vos qualités pédagogiques et humaines sont pour nous un modèle, Votre gentillesse, et votre disponibilité permanente ont toujours suscité notre admiration.

Votre compétence, votre encadrement et vos conseils ont toujours suscité nos profonds respects. Nous voulons simplement vous dire Merci.

Nous remercions également les membres du jury d'avoir accepté d'évaluer ce modeste travail.

*M^{me} **BEDDAL** d'avoir accepté de présider le jury.*

*Mr **TORCHIT** d'avoir accepté d'examiner notre modeste travail.*

** Tous les enseignants de notre département pour leurs recommandations bien réfléchies.*

** Toutes les personnes qui nous connaissent.*

** Nos collègues.*

Enfin, nous remercions tous ceux qui nous ont encouragés et qui ont contribué à la réalisation de ce travail, de près ou de loin.

ABADA & GASMI

Liste des abréviations

- **AC**: Agriculture de Conservation.
- **Cm**: Centimètre
- **Cm²**: Centimètre carré.
- **Cm³**: Centimètre cube.
- **CV**: Coefficient de variation.
- **Da**: Densité apparent.
- **ET**: Ecart type.
- **FAO**: Food and Agricultural Organisation.
- **G**: Gramme.
- **Ha**: Hectare.
- **H%**: Taux d'humidité.
- **ITGC**: Institut Technique des Grandes Cultures.
- **Kg**: kilogramme.
- **M**: Mètre.
- **M²**: Mètre carré.
- **ML**: Mètre Linéaire.
- **MO**: Matière Organique.
- **NE**: Nombre d'Epis.
- **NGE**: Nombre de Grains par Epi.
- **PF**: Poids Frais.
- **PMG**: Poids de Mille Grains.
- **PS**: Poids Sec.
- **T**: Température.
- **C°**: degré Celse
- **TC**: Travail Conventionnel.
- **TCS**: Technique Culturelle Simplifiée.
- **T max**: Température maximale.
- **T moy**: Température moyenne
- **T min**: Température minimale..
- **V**: Volume.

Liste des tableaux

Titre	Page
Tableau 1: Stades de développement des céréales.	07
Tableau 2: Avantages et inconvénients du travail classique.	14
Tableau 3: Températures enregistrées dans wilaya de B.B.A (2019/20).	23
Tableau 4: Répartition mensuelle des précipitations.	24
Tableau 5: Le nombre des jours de gelées durant la campagne 2019/20.	24
Tableau 6: Dose et date de fertilisation.	27
Tableau 7: la dose et la date d'herbicide utilisé.	27
Tableau 8: Nombre de plants levés par m ² .	33
Tableau 9: Résultat statistique de la hauteur de la plante par variété.	34
Tableau 10: Résultat statistique Le nombre d'épis m ² .	35
Tableau 11: Nombre de grains par épi (NG/E).	36
Tableau 12: Le poids de 1000 grains.	38
Tableau 13: la biomasse des variétés de blé dur.	39
Tableau 14: Résultats statistiques du rendement théorique.	40
Tableau 15: Résultat statistique de rendement réel (q/ ha).	41
Tableau 16: Indice de récolte	42

Liste des figures

Titre	Page
Figure 1: la production et l'utilisation et les stocks mondiales des céréales durant les 10 dernières années.	02
Figure 2: Carte schématique représentant les zones céréalières de l'Algérie.	03
Figure 3: le cycle de développement de blé	08
Figure 4: labour avec le tracteur à roue	14
Figure 5: La situation géographique de la wilaya de Bordj Bou Arreridj.	20
Figure 6: La localisation de Ain soltan	22
Figure 07: Schéma dispositif expérimental.	26
Figure 08: Mesure de l'humidité de sol	28
Figure 09: Nombre épis par mètre carré (NE/m ²)	29
Figure 10: Nombre de grains un échantillon au hasard de 05 plantes.	30
Figure 11: Poids de milles grains (PMG)	30
Figure 12: Evolution de taux de l'humidité dans le sol par profondeur	32
Figure 13: Nombre de plantes levées/m ² par variété	34
Figure 14: Moyenne des hauteurs des plantes étudiées.	35
Figure 15: Nombre d'épis/ m ² par variété	36
Figure 16: Nombre de grains par épi	37
Figure 17: Le poids de 1000 grains.	38
Figure 18: Biomasse obtenue par variété étudiée.	39
Figure 19: Rendement théorique du grain par variété	40
Figure 20: Rendement réel en grain par variété	41
Figure 21: Indice de récolte.	42

Plan de travail

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des Figures

INTRODUCTION

Première partie: Synthèse Bibliographique

Chapitre I : Généralités sur le blé dur

I.1. Historique de céréale.....	01
I.1.1. Importance économique de céréale.....	02
a. Au niveau mondial.....	02
b. Au niveau national.....	03
I.1.2 Importance de culture de blé.....	04
a. Dans le monde.....	04
b. En Algérie.....	04
I.2 Cycle de développement de blé.....	05
I.2.1. Période végétative.....	05
a. Germination - levée-llage.....	05
I.2.2. Période reproductrice.....	06
a. Phase de montaison et gonflement.....	06
b. Phase de l'épiaison et floraison.....	06
c. Remplissage et la maturation du grain.....	06
I.3. Exigences agro-climatiques de la culture de blé dur.....	08
a. Température.....	08
b. Lumière.....	09
c. Humidité.....	09
d. Eau.....	09
e. Exigences édaphiques.....	10
I.4. Contraintes de la production de blé dur.....	10
I.4.1 Contraintes climatiques.....	11
I.4.1.1. Notions de stress thermique et hydrique.....	11
a) Stress thermique.....	11
b) Stress hydrique/.....	11
c) Contraintes édaphiques.....	12
Chapitre II: Les techniques culturales	
II.1. Les techniques culturales.....	12
II.1.1 Notion d'itinéraires techniques.....	12
II.2. Travail traditionnel du sol.....	13
II.2.1. Description.....	13

II.2.2. Travail primaire.....	13
II.2.3. Travail secondaire.....	14
II.2.4. Préparation de lit de semence.....	14
II.2.5. Avantages et inconvénients de travail traditionnel.....	14
II.3. Semis direct.....	16
II.3.1. Histoire de semis direct.....	16
II.3.2 Définitions.....	16
II.3.3 Avantage de semis direct.....	17
a) Effets sur le plan pédologique ;.....	17
b) Effets sur la matière organique.	17
c) Effets sur activité biologique.....	18
d) Effets sur plan agronomique.....	18
e) Effets sur le plan économique	19
II.3.4. Les inconvénients	19

Deuxième partie : Etude expérimentale

Chapitre1: Matériel et méthodes

I.1. Contexte pédoclimatique de la région Bordj- Bou Arreridj.....	20
a) La zone montagneuse.....	21
b) La zone des hautes plaines.....	21
c) La zone steppique.....	21
I.2. Condition générales de la réalisation de l'expérimentation.....	22
I.2.1 Objectif de l'essai.....	22
I.2.2 Description de site expérimental	22
I.3. Situation géographique.....	22
I.4. Caractéristiques pédo-climatiques.....	23
a) Sol.....	23
b) Climat.....	25
c) Températures.....	23
d) Précipitations.....	23
e) gelées.....	24
I.5. Mise en place de l'expérimentation.....	24
I.5.1. Matériel végétale.....	24
a. Les variétés utilisées.....	24
I.5.2 Matériel de travail.....	25
I.5.3 Dispositif expérimental.....	25
I.5.4. Itinéraires techniques appliquées.....	26
I.5.4.1 Précédent culturel.....	26
I.5.4.2 Préparation du sol.....	26
I.5.4.3 Mise en place des cultures.....	26
I.5.4.4 Fertilisation du so.....	26
I.5.4.5 Désherbage.....	27

Chapitre 2: Paramètres étudiés

II.1. Humidité du sol.....	28
II.2 Caractères agronomiques (rendement et ses composants).....	29
II.2.1. Nombre épis par mètre carré (NE/ m.....	29
II.2.2. Nombre de grains par épis (NGE).....	29
II.2.3 Poids de milles grains (PMG).....	30
II.2.4. Calcul du rendement théorique (q/ ha).....	30
II.2.5. Biomasse.....	30
II.2.6.Rendement réel.....	31
II.2.7 Indice de récolte.....	31
II.2.8. Traitements statistiques.....	31

Chapitre III: Résultats et discussion

III.1.. Humidité du sol	32
III.2 .Caractères agronomiques (le rendement et ses composantes).....	32
III.2.1. Nombre de plants levés par m ²	33
III.2.2. Hauteur de la plante.....	34
III.2.3. Nombre d'épis par m ²	35
III.2.4. Nombre de grains par épi.....	36
III.2.5. Poids de mille grains.....	37
III.2.6. Biomasse.....	38
III.2.7. Rendement estimé q/ ha.....	39
III.2.8. Rendement réel q/ha.	40
III.2.9. Indice de récolte.....	41

Conclusion

Références bibliographiques

Introduction

La culture des céréales occupe une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale. La production des céréales, jachère comprise, occupe environ 80 % de la superficie agricole utile (SAU) du pays. La superficie emblavée annuellement en céréales se situe entre 3 et 3,5 millions d'ha. Les superficies annuellement récoltées représentent 63 % des emblavures (Djermoun, 2009). Selon le ministre de l'agriculture et du développement rural, Monsieur Omari, (2019), le volume de la production céréalière engrangé à l'issue de la campagne agricole 2018/2019 est 56 millions de quintaux, dont 27 millions de quintaux de blé dur ce qui a permis de suspendre temporairement l'importation du blé dur et de l'orge depuis avril 2019

En Algérie, le phénomène de dégradation du sol est visible sur les hautes plaines céréalières, à cause du déficit hydrique, des pratiques culturales inadaptées et de la surexploitation des terres qui ne vont pas avec l'évolution pédoclimatique du milieu (Fortas et *al.*, 2013). Les terres labourées sont sujettes à la fois à l'érosion et la baisse de la fertilité des sols. Pour limiter ce phénomène le recours aux techniques culturales nouvelles, comme les techniques culturales simplifiées et le semis direct seraient une alternative viable (Radford et *al.*, 2000 ; Saber, et Mrabet 2001 ; Schrall et *al.*, 2007 ; Abdllaoui et *al.*, 2010 ; Benniou, 2012).

Au cours des trente dernières années, le semis direct a connu un important succès au niveau mondial. Plusieurs travaux de recherche et de synthèse bibliographique ont relaté les avantages de cette pratique, qui améliore la structure du sol, améliore la fertilité du sol à travers l'augmentation de taux de matières organiques et d'azote, stimule l'activité biologique, réduire le problème de battance, de ruissellement et de l'érosion, améliore la capacité de rétention en eau du sol, réduire les gazes à effet de serre, réduire le temps de travail,...(Oorts, 2006; Peigne et *al.*, 2007 ; Mestalan, 2008).

L'objectif du présent travail est d'étudier la réponse de différentes variétés de blé dur cultivées en semis direct dans la zone potentielle de Bordj-Bou-Arraridj. Le but est de sélectionner les variétés de blé dur au niveau de l'exploitation agricole à travers des essais de comportement. Ces essais sont pratiqués en période de

confinement à cause de covid-19, qui nous a empêchés de faire un suivi convenable selon le protocole expérimental tracé au préalable.

Première partie : Synthèse bibliographique

Chapitre 1: Généralités sur le blé dur

I.1. Historique des céréales

L'histoire de la culture des céréales est un élément majeur de l'histoire alimentaire mondiale aux conséquences économiques, sociales et politiques très importantes. Fondement de l'alimentation dans la majorité des sociétés, les céréales, leurs provenances, la difficulté de leurs cultures, leurs pénuries ou leurs abondances sont des enjeux essentiels de l'existence humaine. Des émeutes frumentaires aux réformes agraires, les céréales ont joué un rôle central dans certains grands épisodes de l'histoire.

Durant le développement de la civilisation indo-européenne, le blé est devenu la principale céréale des peuples occidentaux sous climat tempéré (Henry et De Buyser, 2001). Le blé est l'une des principales ressources alimentaires de l'humanité. La saga du blé accompagne celle de l'homme et de l'agriculture ; sa culture précède l'histoire et caractérise l'agriculture néolithique, née en Europe il y a 8000 ans. La plus ancienne culture semble être le blé dur dans le croissant fertile de la Mésopotamie (Feillet, 2000). Le blé tendre est apparu entre 5000 et 6000 ans avant Jésus-Christ dans le croissant fertile puis s'est dispersé à partir de la Grèce en Europe (Doussinault et *al.* 1992). C'est à partir de cette zone que les blés ont été diffusés vers l'Afrique, l'Asie et l'Europe. La diffusion des céréales vers les pays du Maghreb fut à partir de la péninsule italienne et de la Sicile (Bonjean, 2001 in Boulal et *al.*, 2007).

En Algérie, Léon Ducellier (1878-1937) en particulier, parcourant le pays, fit au début du siècle le recensement d'une flore mal connue. Il découvrit et analysa les nombreuses variétés, qui peuplaient les champs cultivés, recueillit les échantillons les plus caractérisés, les plus productifs, les plus résistants à la sécheresse ou à quelques maladies. Le blé tendre était inconnu en Afrique du Nord avant l'arrivée des français (Lery, 1982). Les blés ont d'abord évolué en dehors de l'intervention humaine, puis sous la pression de sélection qu'ont exercée les premiers agriculteurs (Henry et de Buyser, 2001).

I.1.1. Importance économique de céréale

a) Au niveau mondial

Le blé vient en tête des productions céréalières et présentes environ un tiers du total mondial, l'orge est classé le quatrième après le blé, le riz et le maïs, il est produit à 60 % en Europe (Simon et *al.*, 1989). Les pays exportateurs présentent une surproduction céréalière et tendent à réduire leurs excédents. Par contre, les pays d'Afrique du nord sont dépendants et importent les céréales ; le blé et également la farine, leurs besoins s'accroissent à cause de la progression de la population, notamment entre la période de 1980-2000. Leur demande en céréales secondaires (orge) est plus à cause de l'élevage. En tant que mesure de la dépendance alimentaire des pays du tiers monde, les céréales aujourd'hui sont considérées comme étant le pétrole jaune (Cleays, 1984).

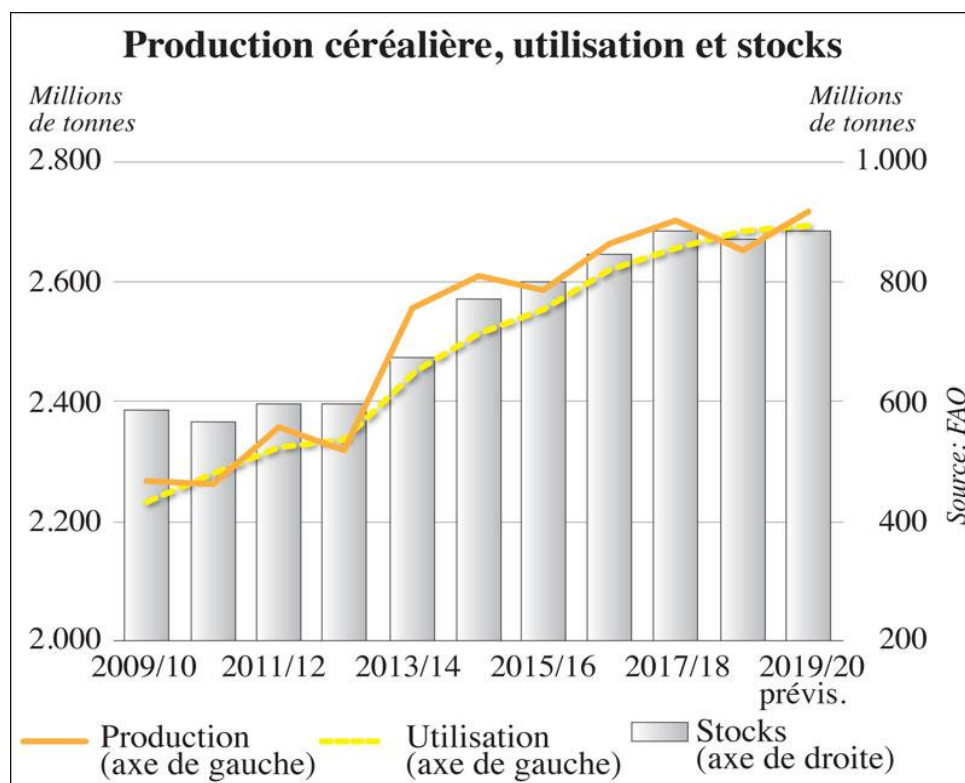


Figure 1: la production et l'utilisation et les stocks mondiales des céréales durant les 10 dernières années (FAO, 2020).

Les estimations concernant la production céréalière mondiale en 2019 se maintiennent à 2,72 milliards de tonnes environ, soit 65,3 millions de tonnes (2,5 %) de plus que le faible niveau enregistré en 2018. La hausse de la production de blé, de maïs et d'orge explique en grande partie ce rebond. Cette augmentation d'une année sur l'autre de la production mondiale céréalière reflète un développement de la production de blé et d'orge, tandis que le niveau de la production mondiale de riz devrait être plus ou moins proche du niveau record enregistré l'année dernière 2018 .

b) Au niveau national

Les céréales constituent la base alimentaire des algériens ; la majorité des calories proviennent essentiellement des céréales chaque algérien consomme en moyen annuellement sous divers formes 207 kg de blé : pain. Couscous, pâtes,... (Cimmyt., 1991). La culture des céréales toujours semble-t-il occupé en Algérie une superficie territoriale importante par rapport aux autres spéculations agricoles qui est estimé à 6 millions d'hectares, soit la superficie totale des céréales, chaque année 3 à 3,5 millions d'hectares sont emblavés, le reste étant consacrée à la jachère. Quant à la production, elle reste faible, ceci ne couvre pas les besoins estimés à 100 millions de quintaux pour l'an 2000 (Belaid, 1986 ; Feliachi, 2002 ; Ben Belkacem, 2003). De fait, les céréales constituent la composante principale des productions végétales en Algérie, elles couvrent près de 80 % de la surface agricole utile (SAU) et intéressent presque la totalité des exploitations agricoles, pratiquement dans toutes les régions des hauts plateaux situées dans les zones semi-arides et subhumides (isohyète 300 à 450 mm) et des grandes plaines intérieures littorales et sub-littorales ; isohyète 450 à 600 mm/an (Figure 1).

mondiale avancé par l'USDA pour 2017/ 2018, à savoir une consommation mondiale s'élève à 735 millions de tonnes. Cela peut paraître un peu sous-estimé au regard de la campagne 2016/ 2017 à 740 millions de tonne. En 2018, la production mondiale de blé a atteint 758 millions de tonnes selon la FAO (2019), ce qui représente 24,04 tonnes par seconde, le record historique de la production mondiale de blé.

b) En Algérie

Les céréales d'hivers, en partie le blé dur, demeurent l'aliment de base des régimes alimentaires algériens et revêtent une importance stratégique dans la nutrition humaine et l'alimentation animale. Il est consommé sous plusieurs formes, essentiellement le couscous, les pâtes alimentaires, le pain et le frik (Anonyme, 2003). Les céréales occupent une place privilégiée dans l'agriculture algérienne (Boulaï et *al.* 2007). L'importance économique est appréciée à travers trois principaux paramètres : la production, la consommation et les importations (Anonyme, 1999).

I.2. Le cycle de développement du blé

Afin de caractériser le cycle de développement du blé, différentes échelles de notation ont été développées, portant soit sur des changements d'aspect externe, soit sur les modifications d'aspect interne des organes reproducteurs.

- L'échelle de Jonard et Koller, (1950), utilisée pour reconnaître les stades par des changements d'aspect externe (Levée - Montaison).
- L'échelle de Zadoks et *al.* (1974), utilisée pour reconnaître les stades par des modifications d'aspect interne (différentiation de l'épi : stade épi 1 cm), Gate, 1995.

I. 2.1. Période végétative

Elle se caractérise par un développement strictement herbacé et s'étend du semis jusqu'à fin tallage.

a) Germination-levée-tallage

La germination de la graine se caractérise par l'émergence du coléorhize donnant naissance à des racines séminales et de coléoptile, ce dernier protège la sortie de la première feuille fonctionnelle. La levée se fait réellement dès la sortie des feuilles à la surface du sol. Au sein d'un peuplement, la levée est atteinte lorsque la majorité des lignes de semis sont visibles (Gate, 1995). Durant la phase semis-levée, l'alimentation de la plante dépend uniquement de son système racinaire primaire et des réserves de la graine.

Les principaux facteurs édaphiques qui interviennent dans la réalisation de cette phase sont, la chaleur, l'aération et l'humidité (Eliard, 1979). Les caractéristiques propres à la graine comme la faculté germinative et la quantité de réserves (taille des graines) jouent aussi un rôle déterminant. En effet, les plus grosses graines lèvent les premières et donnent des plantules plus vigoureuses (Granger, 1979 in Masle, 1980) et la composition des réserves (teneur en protéines) agit favorablement sur la vitesse de la germination-levée (Lowe et *al.*, 1972, in Evans et *al.*, 1975).

La production de talles commence à l'issue du développement de la troisième feuille, à 45 jours environ après la date du semis (Moule, 1971). L'apparition de ces talles se fait à un rythme régulier égal à celui de l'émission des feuilles. A partir des bourgeons situés à l'aisselle des talles primaires initiées à la base du brin maître, les talles secondaires peuvent apparaître et être susceptibles d'émettre des talles tertiaires. Le nombre de talles produites est fonction de la variété, du climat, de l'alimentation minérale et hydrique de la plante, ainsi que de la densité de semis (Masle, 1980). La nutrition minérale notamment azotée est faible jusqu'au stade 2-3 feuilles car elle est satisfaite par les ressources de la graine et l'azote minéral présent dans le sol. Le facteur nutritionnel peut modifier la vitesse du tallage herbacé, la durée du tallage et le nombre de talles (Austin et Jones, 1975). Par ailleurs, en semis clair, le tallage est plus important mais une faible densité de semis favorise aussi le salissement de la culture par les adventices disposant d'une vitesse de germination plus importante, ce qui conduit au contraire de l'effet recherché (Soltner, 1999), alors qu'un tallage excessif est peut important, suite à l'augmentation des besoins en eau qui en résultent et la plupart des talles restent stériles (Dotchev, 1986 in Belaid, 1987).

I.2.2. Période reproductrice

a- Montaison – gonflement

La montaison débute à la fin du tallage, elle est caractérisée par l'allongement des entre-nœuds et la différenciation des pièces florales. A cette phase, un certain nombre de talles herbacées commence à régresser alors que, d'autres se trouvent couronnées par des épis. Pendant cette phase de croissance active, les besoins en éléments nutritifs notamment en azote sont accrus (Clement – Grancourt et Prats, 1971). La montaison s'achève à la fin de l'émission de la dernière feuille et les manifestations du gonflement que provoquent les épis dans la gaine.

b- L'épiaison-floraison

Elle est marquée par la méiose pollinique, l'éclatement de la gaine avec l'émergence de l'épi, c'est au cours de cette phase que s'achève la formation des organes floraux (l'anthèse) et s'effectue la fécondation. Cette phase est atteinte quand 50 % des épis sont à moitié sortis de la gaine de la dernière feuille (Gate, 1995). Elle correspond au maximum de la croissance de la plante qui aura élaboré les trois quarts de la matière sèche totale et dépend étroitement de la nutrition minérale et de la transpiration qui influencent le nombre final de grains par épi (Masle, 1980).

c. Remplissage et maturation du grain

Cette phase marque la modification du fonctionnement de la plante qui sera alors orientée vers le remplissage des grains à partir de la biomasse produite. Au début, le grain s'organise, les cellules se multiplient. Les besoins des grains sont inférieurs à ce que fournissent les parties aériennes (plus de trois quart de la matière sèche sont stockés au niveau des tiges et des feuilles). Par la suite, les besoins augmentent et le poids des grains dans l'épi s'élève, alors que la matière sèche des parties aériennes diminue progressivement. Seulement 10 % à 15 % de l'amidon du grain peut provenir de réserves antérieures à la floraison (Hoppenot et *al.*, 1991 in Boulelouah, 2002). A l'issue de cette phase, 40 à 50 % des réserves se sont accumulées dans le grain qui, bien qu'il ait atteint sa taille définitive, se trouve encore vert et mou, c'est le stade «grain laiteux». L'autre partie des réserves se trouve encore dans les tiges et les feuilles qui commencent à jaunir. Les réserves du grain proviennent en faible partie de la photosynthèse nette qui persiste dans les dernières feuilles vertes. Chez les variétés tardives, cette quantité est de 12 % contre 25 % chez les précoces. La majeure partie des réserves accumulées vient des tiges et les feuilles jaunissantes, mais non encore desséchées.

La phase de maturation succède au stade pâteux (45 % d'humidité). Elle correspond à la phase au cours de laquelle le grain va perdre progressivement son humidité en passant par divers stades (Gate, 1995). Elle débute à la fin du palier hydrique marqué par la stabilité de la teneur en eau du grain pendant 10 à 15 jours. Au-delà de cette période, le grain ne perdra que l'excès d'eau qu'il contient et passera progressivement aux stades «rayable à l'angle» (20 % d'humidité) puis, «cassant sous la dent» (15-16 % d'humidité).

Tableau 1: stades de développement des céréales (échelle de Feekes, 1954) et de Zadoks, 1974).

Stade	Feekes	Zadoks	Caractéristiques
Levée	1	7	Sortie de la coléoptile
		10	1ère feuille traversant la coléoptile
		11	1ère feuille étalée
		12	2ème feuille étalée
		13	3ème feuille étalée
Début tallage	2	21	Formation de la 1ère talle
Plein tallage	3	22	2 à 3 talles
Fin tallage	4	23	
		24	
		25	
Epi à 1cm	5	30	Sommet de l'épi distant à 1cm du plateau de tallage
1- 2 nœuds	6	31	1 nœud
	7	32	2 nœuds élongation de la tige
Gonflement L'épi gonfle la gaine de la dernière feuille	8	37	Apparition de la dernière feuille
	9	39	Ligule juste visible (méiose male)
	10	45	Gaine de la dernière feuille sortie
Epiaison	10-1	49-51	Gaine éclat
	10-2	53	¼ épiaisons
	10-3	55	½ épiaisons
	10-4	57	¾ épiaisons
	10-5	59	Tous les épis sortis
Floraison	10-5-1	61	Début floraison
	10-5-2	65	Demi floraison
	10-5-3	69	Floraison complète
Formation du grain	10-5-4	71	Grain formé
	11-1	75	Grain laiteux
	11-2	85	Grain pâteux
	11-3	91	Grain jaune Grain mure

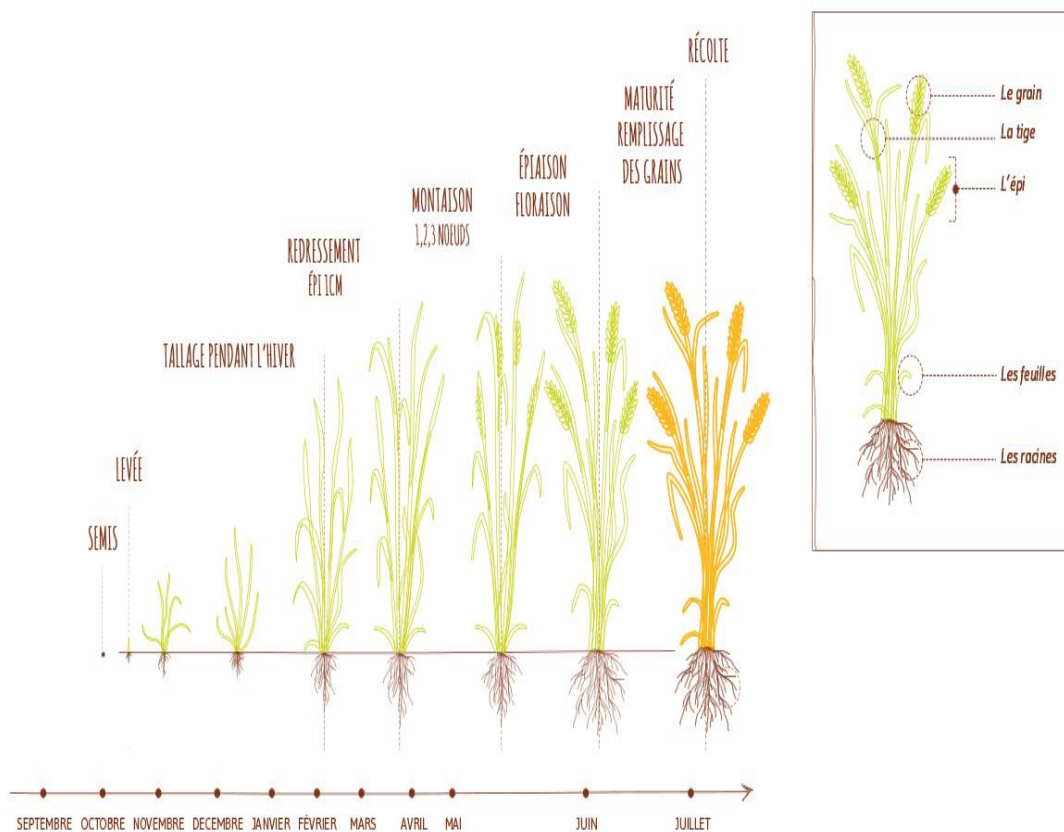


Figure 3 : le cycle de développement de blé

I.3. Exigences agro-climatiques de la culture de blé dur

a. Température

Cultivé dans une gamme d'environnements différents, le blé dur présente une capacité d'adaptation très large. Les exigences globales en température de cette espèce sont assez importantes et varient entre 1800 et 2400°C selon les variétés. Les températures permettant une croissance optimale et un rendement maximum sont comprises entre 15 et 20°C (Dupont et Altenbach, 2003). En conditions méditerranéenne, les fortes températures au-dessous de 30°C sont stressantes. Elles provoquent une levée trop rapide et parfois un déséquilibre entre la partie aérienne et la partie souterraine. Mais elles affectent aussi le poids final des grains en réduisant la durée de remplissage. Au-delà de 32°C, on peut observer des dommages irréversibles pouvant aller jusqu'à la destruction de l'organe ou de la plante. Quant aux basses températures et la tolérance au froid, le blé dur à la capacité de supporter les températures inférieure à 4°C considérée comme la température minimale pour la croissance. Cependant,

une seule journée à une température minimale de l'ordre de -4°C entre le stade épi 1 cm et un nœud, pénalise le nombre de grains par épi (Gate, 1995).

b. lumière

Le blé nécessite de la lumière, les blés d'hiver, semés autour du mois d'octobre, se développent jusqu'à l'été suivant, soit sur une période d'environ neuf mois, estime Claude Bourguignon (2016), ingénieur agronome spécialisé en microbiologie des sols. C'est au printemps, lorsque les pluies et la chaleur sont là que la plante se développe le plus et que les épis se développent. Ces derniers vont contenir les grains produits de la récolte. Si les graines ont rarement besoin de lumière pour germer, mais une fois que les germes sont sortis, la lumière est nécessaire pour la croissance des plantes ; c'est cette exposition qui donnera la couleur verte aux pousses.

c. Humidité

Une humidité minimale du sol est nécessaire pour la mobilisation et l'absorption des ions nitriques. La couche travaillée ne doit pas être trop desséchée, surtout à partir du début montaison où les besoins en azote du blé sont importants (Carlotti, 1992). Selon Benniou et *al.*, (2018), à partir de ce stade et en allant vers les stades ultérieurs, à savoir les stades grossissement et maturation, le sol n'est pas totalement desséché ; ce qui permet un gain de production notamment en grains. Les apports réalisés sur sol sec restent hors de portée des racines fonctionnelles et risquent d'être soumis à la volatilisation, surtout dans les sols à pH élevé, supérieur à 7-8 (Carlotti, 1992).

d. Eau

En région méditerranéenne, la sécheresse est l'une des causes principales des pertes de rendement du blé dur, qui varient de 10 à 80 % selon les années. Les besoins en eau de la culture varient de 450 à 650 mm. Au début du cycle, ces besoins sont relativement faibles, c'est à partir de la phase épi 1 cm jusqu'à la floraison qu'ils sont les plus importants. En effet, la période critique en eau se situe de 20 jours avant l'épiaison jusqu'à 30 à 35 jours après la floraison (Loué, 1982). Les résultats d'une étude soulignent clairement l'effet pénalisant du manque d'eau sur la physiologie de la plante et les composantes du rendement. L'étude montre qu'un déficit hydrique survenant au stade jeune tallage réduit surtout la croissance en hauteur et le nombre d'épis par unité de surface. Par contre, lorsque ce déficit survient aux stades gonflement ou anthèse, il réduit plutôt le poids des épis et le rendement en grain. C'est

cependant le stade juste avant épiaison qui demeure le plus sensible au déficit hydrique puisqu'une sécheresse survenant à ce stade peut réduire les rendements en grains d'environ 70 % (Ben Naceur et *al.*, 1999).

e. Exigences édaphiques

Le blé dur est particulièrement gourmand en azote pour atteindre un niveau de protéines satisfaisant pour les fabricants de pâtes et de semoules. Les apports d'azote doivent être fractionnés suivant les stades du cycle végétatif. Au tallage, l'influence de l'azote se manifeste sur la première composante du rendement: Le nombre de talles par plante. Au stade montaison, l'azote apporté permet d'émettre des épis, dont le nombre est fortement influencé par la nutrition azotée. Le manque d'azote pourrait aussi se traduire par une moindre fertilité des épis. Durant cette période, le blé peut absorber jusqu'à 3 kg d'azote/ ha/ jour avec un maximum pendant la phase floraison (Bahloul, 1989). Au stade épiaison, les besoins deviennent très importants et la demande en azote s'accroît en liaison avec l'activité de croissance. La plante a absorbé pratiquement tout son azote dès le début du stade laiteux. A partir de ce stade, il y a transfert des réserves de la plante, des parties végétatives vers le grain.

I.4. Contraintes de la production de blé dur

Le rendement et la qualité des grains du blé dur sont les deux caractéristiques recherchées par les acteurs de la filière (producteurs et transformateurs industriels), comme l'encourage le projet réseau RéQuaBlé blé dans la région de Sétif et projet Omor-Ben-Omor. En matière de qualité, le blé dur destiné à la fabrication du couscous et des pâtes doit avoir une composition en protéines suffisante en quantité et en qualité. Celle-ci est en relation avec le maintien du taux de mitadin en dessous de 20 %. La teneur et la ténacité du gluten sont aussi des critères dépendant de la composition en protéines et donc directement de la fertilisation azotée. La couleur du grain, et le niveau de mycotoxines font aussi partie des caractéristiques recherchées par les transformateurs mais dépendant plus d'autres facteurs agronomiques.

I.4.1 Contraintes climatiques

I.4.1 1 Notions de stress thermique et hydrique

a. Le stress thermique

Dans les zones arides et semi-arides d'altitude, le stress thermique peut intervenir même en début du cycle. L'effet des hautes températures au semis se manifeste par une réduction de la longueur de la coléoptile (Hazmoune, 2000). Wardlaw et *al.*, (1989), montrent que la température optimale pour le développement et le remplissage du grain, varie de 12 à 15°C pour de nombreux génotypes de céréale à paille. Ils observent une diminution de 3 à 5 % du poids du grain pour chaque degré d'augmentation de la température à partir de la base des 12 à 15°C. Dans l'écart des moyennes de températures de 12 à 15°C, une réduction de la durée de remplissage est compensée par une augmentation du taux de remplissage, avec pour effet peu de variation du poids moyen du grain (Wardlaw et *al.*, 1989).

L'altitude et un climat de type méditerranéen imposent un hiver très froid et pluvieux, le froid hivernal limite la croissance au moment où l'eau est disponible et allonge le cycle de la plante pour l'exposer à la sécheresse du début de l'été (Chenaffi et *al.*, 2006). Les dégâts de gel tardif sont très fréquents sur céréales, rendant l'adoption des variétés précoces trop risquée (Bouzerzour et Benmahammed, 1994). L'adoption de la stratégie de l'esquive comme moyen pour échapper au stress thermique de fin de cycle, est peu opérante dans le cas où les génotypes précoces sélectionnés ne sont pas génétiquement résistants au froid (Mekhlouf et *al.*, 2006).

b. Le stress hydrique

Le stress hydrique est l'un des stress environnementaux les plus importants, affectant la productivité agricole autour du monde (Boyer, 1982). Il occupe et continuera d'occuper une très grande place dans les chroniques agro-économiques. C'est un problème sérieux dans beaucoup d'environnements arides et semi-arides, où les précipitations changent d'année en année et où les plantes sont soumises à des périodes plus ou moins longues de déficit hydrique (Boyer, 1982). Il existe de nombreuses définitions du stress hydrique. En agriculture, il est défini comme un déficit marqué et ce compte tenu des précipitations qui réduisent significativement les productions agricoles par rapport à la normale pour une région de grande étendue (Mckay, 1985 in Bootsma et *al.*, 1996). En effet, on assiste à un stress hydrique lorsque la demande en eau dépasse la quantité disponible pendant une certaine période ou lorsque sa mauvaise qualité en limite l'usage (Madhava Rao et *al.*, 2006).

c) Les contraintes édaphiques

Selon Kribaa (2003), les contraintes édaphiques s'agissent par une profondeur du sol réduite, par des accumulations calcaires dures, limitant la réserve hydrique et le développement racinaire. Elles agissent également par l'état structural de l'horizon de surface qui détermine en grande partie le fonctionnement hydrique du sol. Les caractéristiques chimiques, biochimiques et biologiques du sol peuvent constituer également des contraintes.

Chapitre 2: Les techniques culturales

II.1. Les techniques culturales

Les techniques culturales appliquées à la culture des céréales, ne sont pas, cependant, toujours ce qu'elles devraient être pour l'atteinte d'objectifs de rendement en grains recherchés. Dans un milieu très contraignant, les techniques culturales ne sont pas uniquement utiles pour la mise en place de la culture, leur raison d'être est aussi d'aider, autant que possible, la culture à moins souffrir de ces contraintes climatiques quand elles se présentent. Pour réduire des effets de ces contraintes, il est nécessaire d'adapter les techniques culturales et le matériel végétal à la variabilité climatique du milieu de production (Mekhlouf, 2009). Les techniques culturales recouvrent la préparation du sol, les dates et densités de semis, le désherbage, la fertilisation et la rotation. La pratique de l'irrigation déficitaire est, sans aucun doute, la technique dont les effets sont les plus évidents et immédiats, quant à l'augmentation des rendements. Les innovations technologiques, visant à améliorer la production, doivent réduire des risques climatiques, en maximisant l'infiltration et l'utilisation des eaux de pluies, améliorer la fertilité des sols et réduire les pertes du patrimoine sol. Dans la mesure où, suite à la nature méditerranéenne du climat, 70 % des pluies sont enregistrées en hiver, les techniques culturales doivent assurer aussi le stockage maximum de cette eau dans le profil. La valorisation des eaux pluviales est donc un facteur déterminant de la production agricole.

II.1.1 Notions d'itinéraires techniques

L'itinéraire technique est une combinaison logique et ordonnée de techniques appliquées à une culture en vue d'atteindre un objectif donné de rendement qui consiste dans le choix d'outils, les interventions successives et les décisions d'apport de tel ou tel fertilisant ou pesticide, de la mise en place d'une culture à sa récolte (Sebillote, 1978; Cedra, 1993). Le choix d'un itinéraire technique repose sur certains nombres de critères dont les principaux sont :

a- La culture considérée

En effet, chaque culture a ses exigences spécifiques quant aux techniques à lui appliquer : de la préparation du sol (sol plus ou moins ameubli), à la mise en place de la culture (semis direct ou semis en pépinière puis implantation), jusqu'à la récolte (récolte mécanisable ou non).

b- Les pratiques culturales

Celles-ci diffèrent des techniques culturales par le fait que ce sont des opérations culturales liées souvent à l'environnement économique ou socioculturel d'une région donnée (Prevost, 2006).

II .2.Travail traditionnel du sol

II.2.1Description

Le travail traditionnel du sol ou conventionnel consiste à découper une bande de terre et la retourner. Les outils mis en œuvre sont les charrues à socs ou à disque. La profondeur de travail varie en fonction du type d'outil et peut atteindre 25 à 35 cm (Aboudrare, 2009). Amara et *al.*, (2006), mentionnent que le travail conventionnel (TC) est le résultat du labour du sol avec une charrue à socs ou à disques, suivi des opérations de travail superficiel pour la préparation du lit de semis.

II.2.2. Travail primaire du sol

Le travail primaire du sol est un travail profond avec retournement appelé labour (Soltner, 1988). Théoriquement, il consiste à découper une bande de terre de section rectangulaire et à la retourner (Candelou, 1981 in Amghar et Leftaha, 2009). Le labour primaire est le premier travail du sol de l'année culturale. Il s'effectue donc sur un sol qui n'a pas été travaillé de puis l'année agricole précédent. Les agriculteurs utilisent généralement un tracteur classique à roue associé à une charrue (figure 3).



Figure 3: labour avec le tracteur à roue

II.2.3. Travail secondaire

Le travail secondaire est un ameublissement du sol sans retournement c'est-à-dire la réduction de la taille des mottes issue du labour (Diehl, 1995). Il sert à recroiser le labour à l'aide d'un cover-crop.

II.2.4. Préparation lit de semence

La préparation de lit de semences est la dernière étape du travail conventionnel. Cette opération dont l'action est superficielle est destinée à affiner la préparation de lit de semence. Elle consiste à réaliser un hersage roulage (Biosgontier, 1999). La préparation du lit de semences consiste en un ensemble d'opérations de travail du sol superficiel (5 à 10 cm) réalisées à l'aide d'outils attelés à dents (cultivateurs légers), à pointes (herse). Ou à disque ou d'outils animés par la prise de force du tracteur (houe rotative, machine à bêcher, herse alternative, herse rotative).

II.2.5. Avantages et inconvénients de travail traditionnel

Le tableau 3 ci-après relate les avantages et les inconvénients du travail classique, communément appelé conventionnel.

Tableau 2: avantages et inconvénients du travail classique

Avantage :	Inconvénients :
<p>_ les principaux avantages du labour est qu'il permet un bon ameublissement du sol sur la profondeur travaillée, ce qui engendre une meilleure infiltration de l'eau dans le sol et un bon développement racinaire suite à l'amélioration de la porosité du sol (Aboudrare, 2009),</p> <p>_ il permet l'enfouissement des semences des adventices, ce qui réduit l'infestation des cultures par celles-ci et diminue ainsi l'utilisation des herbicides chimiques et améliore le rendement (Aboudrare, 2009),</p> <p>_ débarrassé la parcelle des mauvaises herbes, des parasites animaux ou végétaux et des résidus gênants de la culture suivante,</p> <p>_ facilite la mise en place et l'implantation des cultures en favorisant l'approvisionnement en eau, en augmentant la circulation de l'air dans le sol, en régulant la température et en réduisant les anomalies structurales : tassement, battance, lissage,</p> <p>_ enfouissement de la matière organique et favoriser des micro-organismes,</p> <p>_ mélange des engrais chimiques et organique du profil, et créer une structure légèrement motteuse surtout dans les sols limon-sableux (Chopart et Pitrot, 1996 in Mémento de l'agronome, 2009).</p>	<p>_ un retournement excessif du sol, remontant de la terre infertile de profondeur,</p> <p>_ un travail en sol humide, provoque une compaction importante,</p> <p>_ un travail trop rapide produisant beaucoup de terre fine, (4) il risque de bouleverser l'équilibre biologique du sol, facteur important d'amélioration de la structure (Chopart et Pitrot, 1996 in Mémento de l'agronome, 2009).</p>

II.3 Semis direct

II.3.1 Histoire de semis direct

Parmi les grands pays leaders en matière de semis direct, on cite les Etats-Unis avec (22 millions d'hectares, soit 20 % de la surface semée, le Brésil : 18 millions d'hectares, soit 45 %, l'Argentine (13 millions d'ha, soit 50 % de la surface semée), l'Australie (9 millions d'ha, soit 35 % de la surface semée). Ces 4 pays cumulent 62 millions d'hectares en semis direct pour un total, en 2003, de 70 millions dans le monde.

Les techniques simplifiées et le semis direct sous couvert végétal ont fait de grands progrès de part le monde et même dans les pays méditerranéens, mais pas en Algérie. L'idée d'introduire ces techniques directement aux niveaux des exploitations, a émergé suite à la soumission d'un projet sur l'efficacité d'utilisation de l'eau dans le cadre INCO-MED, au cours de l'année 2002. Cette idée a évolué par la suite pour se matérialiser en la création d'une association entre les chercheurs et agriculteurs poursuivant le même objectif (Bouzerzour et *al.*, 2006). Ainsi, il apparaît clairement que ce système peut être un outil efficace à même de permettre une agriculture de conservation et assurer ainsi la durabilité et la préservation de l'environnement. Mais ceci ne peut se faire que si un programme de recherche adéquat sur le semis direct et orienté vers la diversification des systèmes de production est mis en place dans les zones de production céréalière. (Bouzerzour et *al.*, 2006)

Les résultats pourraient être largement diffusés en milieu producteur et la participation des agriculteurs au programme de développement et leur engagement devraient assurer une large adoption du système dans les exploitations agricoles. Cependant, la mise en œuvre d'un tel programme nécessite des apports financiers tant pour le programme de recherche que pour le développement. De plus, les agriculteurs auront besoin d'un soutien financier pour l'acquisition des équipements spécifiques (Abdellaoui et Houassine, 2006). Dans cette perspective, un projet de recherche développement est en cours d'élaboration pour l'introduction et le développement du semis direct en Algérie (Bouzerzour et *al.*, 2006).

II.3.2 Définitions

Le semis direct est un système de production fondé sur le non-travail du sol, est une technique culturale simplifiée utilisée en agriculture ou en sylviculture, basée sur l'introduction directe de la graine dans le sol, sans passer par le travail du sol entre les rangs semés ou en profondeur dans le cas de l'agriculture, ni par la mise en culture en pépinière dans le cas de la sylviculture. Avec les rotations et les couverts améliorants, il est le troisième pilier de l'agriculture de conservation, aussi appelée agriculture écologiquement intensive.

Le semis direct intègre une série de pratiques agricoles qui permettent de protéger les sols cultivés de l'érosion, de réduire les consommations de carburants, voire d'augmenter les rendements. Il y a cependant d'autres facteurs à prendre en compte avant de passer au semis direct:

- Le désherbage : la réussite du désherbage nécessite l'identification des adventices à combattre et la lutte intégrée combinant essentiellement la rotation des cultures et les herbicides ayant divers modes d'action.
- La gestion mécanique de la surface (le sol doit être nivelé pour réaliser un semis direct correct mais les sangliers peuvent empêcher cela)
- La gestion des pailles (un semoir à disques va enfoncer les pailles dans les sillons tandis qu'un travail du sol permet une meilleure décomposition des pailles avant le semis)
- La gestion mécanique des ravageurs (exemple des limaces : en exposant leurs œufs au soleil pour les détruire, ou encore des rongeurs en détruisant mécaniquement leurs nids)

II.3.3. Avantage de semis direct :

a) Effets sur le plan pédologique

Le semis direct a une influence sur les propriétés du sol, il réduit la minéralisation de la matière organique et provoque une amélioration de la biomasse microbienne de l'ancienne couche travaillée. Ces améliorations biologiques et biochimiques du sol affectent très positivement la structure du sol qui devient très bien agrégée. Ceci confère au sol une résistance accrue vis-à-vis des agents de dégradation tels que l'érosion hydrique et éolienne (Angers, 2001). L'enrichissement en azote, en phosphore et autres éléments nutritifs est une autre conséquence qu'induit l'adoption de semis direct (Seguy et *al.*, 2001, Mahdi, 2004). L'absence de retournement et la réduction du travail du sol réduisent le stress mécanique du milieu et minimisent la destruction des micro-habitats. C'est le non-rupture de l'activité biologique. Les vers de terre font partie du premier maillon de la chaîne dans la dégradation des matières organiques. Les galeries des vers de terre autorisent la percolation de l'eau en profondeur et limite le ruissellement en surface. La formation du mulch augmente la densité de la couche arable, ce qui a pour conséquence d'améliorer la résistance du sol au tassement et de limiter la battance (Chevrier et Barbier, 2001).

b) Effets sur la matière organique

La matière organique est un composant important dans le sol, leur présence permet l'apparition des meilleures propriétés physico-chimiques pour le développement des végétaux. Le semis direct permet de conserver les niveaux élevés de matière organique qui sont fondamentaux pour conserver la capacité potentielle de ces sols (Xanxo et *al.*, 2006).

D'après des études comparatives des techniques de travail du sol montrent que les meilleurs teneurs en matière organique dans le sol sont mesurés sur le non labouré (Abdllaoui et *al.*, 2010). Selon Daniel et Galardon (2008) et MRABET, (2001), le non travail ou la faible perturbation du sol et la présence des résidus en surface, créent des conditions favorables au développement de la biodiversité dans ce dernier, celle-ci participe aussi au recyclage de la matière organique.

c) Effets sur activité biologique

En supprimant le labour, et par conséquent l'enfouissement des résidus de récolte et des parties aériennes des adventices, il y a une accumulation en surface du carbone organique par rapport au travail du sol classique. Le non-labour réduit la minéralisation de la matière organique de l'ancienne couche travaillée. Ceci peut être expliqué par les nouvelles conditions édaphiques (température, humidité et aération) qui se développent sous non-labour pour le fonctionnement des populations microbiennes. En effet, l'augmentation en matière organique provoque une amélioration de la biomasse microbienne à la surface du sol. Ces améliorations biologiques et biochimiques du sol affectent très positivement la structure du sol qui devient très bien agrégée. L'enrichissement en azote, en phosphore et autres éléments nutritifs est une autre conséquence qu'induit l'adoption du semis direct. Le paillis ou biomasse sèche en surface constitue le moteur biologique essentiel du semis direct en améliorant les propriétés des trois phases du sol (matrice, air et eau), en plus de la partie biologique. C'est à travers ces améliorations que les systèmes de culture deviennent durables, voire pérennes.

d) Effets sur le plan agronomique

La concentration de la matière organique en surface engendre des répercussions sur les éléments minéraux et leurs devenir. Les pertes d'azote par lixiviation sont amoindries en semis direct en raison d'une réduction de la minéralisation. Le semis direct améliore le bilan hydrique des parcelles par l'augmentation de l'efficacité des apports. Cette caractéristique est assurée par la réduction des ruissellements de surface et l'amélioration de la perméabilité du sol, donc du taux d'infiltration (Guedez, 2001). De plus, le semis direct assure la réduction

des pertes d'eau par évapotranspiration des parcelles, essentiellement l'évaporation, et participe à la réduction de la quantité d'énergie interceptée par le sol (Mrabet, 2001).

Le système non labour ne peut être durable que par la maîtrise de la propagation des mauvaises herbes (Chevrier et Barbier, 2001), les graines de mauvaises herbes enfouies ne sont pas exposées à la surface comme c'est le cas par les travaux du sol. La banque de graine des mauvaises herbes semble donc diminuer en semis direct. Rare est l'apparition soudaine et tardive des mauvaises herbes car aucun travail du sol ne ramène les graines à la surface. Néanmoins un contrôle des adventices sévère est important au cours des premières années de transition (du système classique vers le semis direct). Pour cela, il faut essayer d'envisager une démarche efficace qui fait intervenir la compétitivité des cultures, la rotation des cultures et le désherbage (Mrabet, 2001). Le passage au semis direct n'affecte pas d'une manière significative les rendements des cultures. Le semis direct donne en premières années des rendements un peu faibles comparativement au travail conventionnel. Par contre, sous semis direct, il y'a une réduction des effets des aléas climatiques, en plus de la mobilisation de l'humidité du sol, ce qui assure une production plus stable. De fait par le passage au semis direct, il est possible de réaliser des rendements économiques, tout en conservant le sol (Mrabet et Bourarach, 2001).

e) Effet sur le plan économique

En renonçant au labour, on réduit de façon importante les coûts de production par réduction des dépenses d'énergie, de main d'œuvre et d'équipement. Sous semis direct, on assiste à une diminution de consommation en carburant par hectare, à une baisse en investissement en machines et une augmentation de la longévité des tracteurs. Sous semis direct, il y a une réduction des effets des aléas climatiques et par conséquent le risque pour les agriculteurs est faible. En effet, sous semis direct il y a une meilleure mobilisation de l'humidité du sol, ce qui assure une production plus stable. Donc, il est possible de réaliser des rendements économiques par passage au semis direct, tout en conservant le sol.

II.3.4. Les inconvénients

En raison de la présence de résidus sur le sol nécessaire pour la semence, les sols de semis direct se réchauffent moins vite. Cela se voit en particulier lors de la première année de semis direct et l'année suivante, car il n'y a pas de labours et donc pas de réelle bonne préparation vers cette étape du semis direct.

L'infiltration d'eau sera beaucoup plus longue et le sol restera plus froid dans un champ mal préparé. Cependant, pas d'inquiétudes à long terme puisque l'infiltration s'améliorera au bout de plusieurs années de pratique de semis direct. L'autre conséquence des semis direct est l'assèchement du sol qui sera plus lent également. Quelques impératifs seront à prévoir avant de se lancer dans cette méthode de semis direct avant de pouvoir observer un bon rendement.

Les premières années seront délicates le temps d'habituer le sol à cette nouvelle méthode de semence. La vérification du pH du sol, sa fertilité, son nivellement, son drainage ainsi que la compaction du sol qui sera semé directement avant de faire les épandages seront des étapes à ne surtout pas négliger. Le sol devra être sec en surface mais en profondeur pour minimiser la compaction.

Deuxième partie: étude expérimentale

Chapitre1: Matériel et méthode

I.1. Contexte pédoclimatique de la région Bordj- Bou Arreridj

La wilaya de Bordj Bou Arreridj se situe dans les hautes plaines centrales de l'Est algérien. Au nord, elle est limitée par la wilaya de Béjaïa, à l'Est par la wilaya de Sétif, à l'Ouest par la wilaya de Bouira et au Sud par la wilaya de M'Sila (ANIREF, 2013).

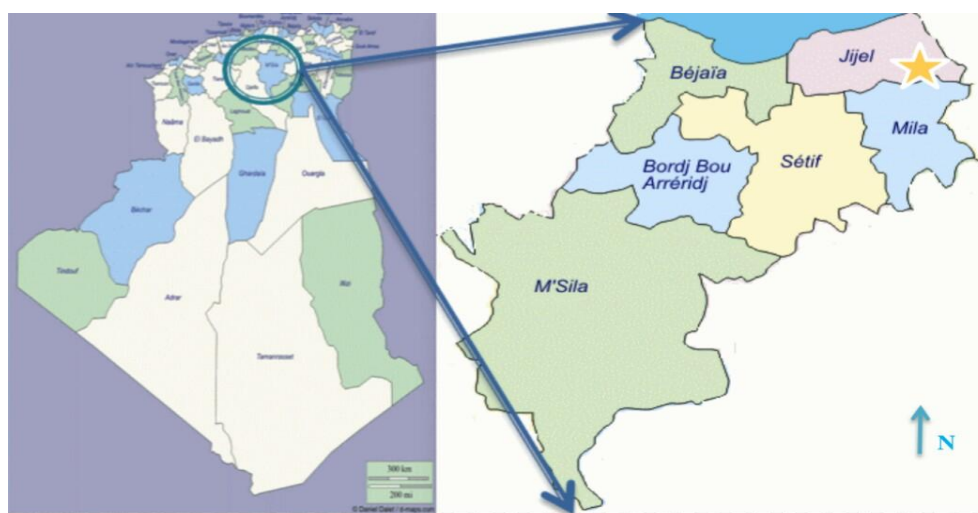


Figure 04: La situation géographique de la wilaya de Bordj Bou Arreridj (ANDI, 2014)

Géographiquement, la wilaya de Bordj-Bou-Arreridj est comprise entre les parallèles 35° et 37° de latitude Nord et entre les méridiens de longitude 4° et 5° à l'Est (ANDI, 2013). L'altitude de la wilaya varie entre le point culminant dans la commune de Taglait à 1.885 m sur Djebel Ech Chlendj de la chaîne des Maâdid et le point le plus bas sur l'Oued Boussem à l'Est soit 302 m (ANIREF, 2013). La région se caractérise par un climat de type continental, semi-aride aux hivers rigoureux et aux étés secs et chauds. Cependant, il existe des contrastes pluviométriques liés à l'altitude entre les différentes stations de la wilaya. C'est au niveau des zones montagneuses que sont enregistrées les plus importantes précipitations (700 à 1.000 mm). Ailleurs, la pluviométrie est comprise entre 300 et 600 mm (ADNI, 2013). Les précipitations sont en générales faibles, voire modérées, mais la wilaya ne reçoit presque que 360 mm d'eau par an (CF, 2014). Cependant les chutes sont irrégulières, réparties sur un période courte de l'année et l'évaporation est souvent considérables. L'été est pratiquement sec, de mai à septembre, seuls tombent sur l'intérieur

quelques orages très localisés. Le maximum des pluies tombent en hiver, tandis que le printemps est moins pluvieux que l'automne (Adni, 2013).

Les températures se caractérisent par des oppositions entre les montagnes du Nord où les écarts sont faibles et les hautes plaines aux fortes variations diurnes et les saisonnières. Les gelées blanches sont fréquentes sur les hautes plaines qui constituent un facteur limitant de la production agricole. Pendant le mois le plus froid les moyennes minimales sont voisines de 0°C. Les vents les plus fréquents sont d'origine Nord-ouest pendant une plus grande partie de l'année, tandis que les vents venus du Sud (Sirocco) sont signalés en été (Annani, 2013). D'une manière générale, La wilaya est une région des Hauts-Plateaux où on distingue trois grandes zones géographiques:

- **La zone montagneuse** : le cadre montagneux du Nord-Ouest qui constitue la continuité des montagnes de Medjana sous forme de collines et monticules dont le point culminant est le Djebel Morissane (1499 m). C'est un massif montagneux homogène qui domine les hautes plaines par des reliefs Modérés et des vallées qui l'encadrent par des grands versants, sa topographie est dissymétrique. Oued Bou L'Haf est un cours d'eau important. Les flyschs des montagnes du nord sont des argiles schisteuses épaisses entrecoupées par des bancs de calcaires et de grès. L'ensemble est très sensible à l'érosion mécanique. Les terres cultivables où domine l'arboriculture (oliviers, figuiers,...) sont quasi inexistantes (Annani, 2013).

- **La zone des hautes plaines** : qui s'étend de la chaîne des Bibans à l'Ouest jusqu'au barrage d'Ain Zada à l'Est. Au Nord, elle est limitée par les hauteurs de Teniet Ennasr et Bordj Zemoura et au Sud, par les monts des Maâdid. La partie sud est relativement plate avec une légère pente qui forme un bassin demi-fermé avec altitude moyenne de 800 m à 900 m. Cette zone se caractérise par un relief ondulé dont les parties hautes voient affleurer le substrat marneux et dont les parties basses sont noyées par des alluvions et colluvions. Les hautes plaines occupent les superficies les plus importantes. Avec une pluviométrie assez convenable comprise entre 400 et 600 mm, sauf durant cette période de sécheresse, elles ont une vocation céréalière. (Annani, 2013). Cet ensemble est drainé par plusieurs cours d'eaux (Oued Soulit, Oued S'bid, oued Metrisse, Oued S'bih, Oued Boumergued, Oued Farah). Ces Oueds ne sont pas permanents et restent secs pendant l'été (Annani, 2013).

- **La zone steppique** : La partie Nord-est se caractérise par une série de collines (Draà), avec une altitude qui varie de 800m à 1100m. Cette série est entrecoupée par une multitude de cours d'eau et ravins secs qui reflètent le caractère accidenté du terrain. Les cours d'eau les plus importants sont Oued Barrog et Oued Guetasse. La zone Sud-ouest est constituée de sols légers à vocation agropastorale. Cependant, une sous zone traversée par l'Oued Lakhdar

permet la pratique de cultures maraîchères et l'arboriculture fruitière en irrigué (Annani, 2013).

I.2. Condition générales de la réalisation de l'expérimentation

I.2.1 Objectif de l'essai

On rappelle, l'objectif de ce travail est de comparer la réponse de différentes variétés de blé dur cultivées en semis direct dans la zone nord, considérée comme potentielle de Bordj-Bou-Arreidj. A noter que depuis plusieurs années, l'agriculteur opte uniquement pour le semis direct pour l'ensemble des cultures pratiquées sur son exploitation. Egalement, l'essai appartient à l'ITGC et pour cela on n'a pas pu le comparer le semis direct au travail traditionnel.

I.2.2 Description de site expérimental

L'étude a été réalisée par la station expérimentale agricole de l'Institut Technique des Grandes Cultures (ITGC) de Sétif, au lieu-dit Ain Soltain dans l'unité agricole de Ouled-Mhamel, chez un agriculteur privé, spécialisé principalement en culture céréalière.

I.3. Situation géographique

Ain Soltain qui est comprise entre: $36^{\circ} 07'59''$ nord $4^{\circ} 44' 00''$ et à une altitude de 820 m. Elle est située à 7 km du chef-lieu de la wilaya de Bordj Bou Arreidj.

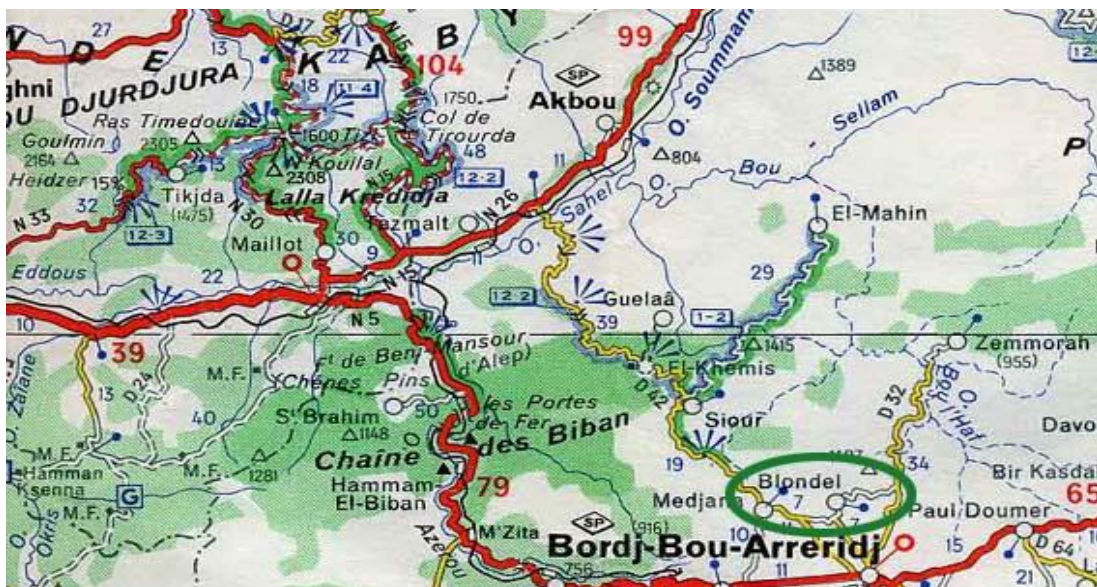


Figure6 : la localisation d'Ain sol tan.

I.4. Caractéristiques pédoclimatiques

a) Sol

Selon la station météorologique de B.B.A(2015) Le sol est moyennement profond (40-70 cm), situé en surface plane et caillouteuse. Le sol est caractérisé par une texture fine ; argileuse à limono-argileuse.

b) Climat

Le climat est défini comme étant l'interaction d'un certain nombre de facteur à savoir la température, la pluviométrie, l'humidité, vent et gelée,... Les données de la station météorologique de B.B.A (Boumergued) révèlent que le climat de Bordj Bou Arreridj est de type continental semi-arides des hivers frais et des étés secs et chauds. (BBA, 2019).

c) Température

La température est un élément écologique fondamental en tant que facteur climatique vital et déterminant dans la vie des végétaux et des animaux. Elle conditionne en effet la durée de la période de végétation. La température représente un facteur limitant de toute première importance ; car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait, la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'être vivants dans la biosphère (Ramade, 1984). Les relevées des températures concernant la région de B.B.A sont regroupées dans le tableau suivant.

Tableau 3: Températures (C°) enregistrées dans wilaya de B.B.A.(2019/2020)

Mois	T° moy (°C)	T° min	T° max
Septembre	20,3	14,2	28,5
Octobre	19,2	13,4	26,9
Novembre	11,9	6,9	18,4
Décembre	5,8	3,2	11,5
Janvier	4,3	0,4	9,8
Février	5,6	1,2	10,8
Mars	10 ,9	10,9	17,9
Avril	16 ,2	16,2	23,5
Mai	20,2	20 ,2	27,8
Juin	24 ,7	24,7	32,5
Juillet	27.1	19.1	34.6

Légende : Tmax: Température maximal ; Tmin: Température minimale ; Tmoy: Température moyenne.

d) Précipitation

Les précipitations jouent un rôle important dans l'apparition et la disparition du tapis végétal. Par définition, elles désignent tous corps liquides ou solides qui tombent du ciel: neige, pluie, grêle,.. (Péguy, 1961). Sous cette rubrique, nous nous intéresserons principalement à l'évolution inter mensuelle des quantités de pluie tombées au cours de la période étudiée.

Selon le tableau 4 la répartition mensuelle des précipitations (cumule_pluie) de wilaya de Bordj Bou Arreridj de l'année 2019/ 2020, est très varié et irrégulière par rapport au cycle des cultures des céréales. On remarque le maximum est enregistré au mois mai avec 105,7 mm et le minimum au mois octobre avec 2,8 mm.

Tableau 4 : répartition mensuelle des précipitations (station météorologique de Bordj Bou Arreridj, Boumerghed, 2019/ 2020).

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	juil	Total
mm	54 ,7	2,8	16,4	27,2	36,5	31,4	6 ,9	33,1	105,7	4,6	12.8	319,3

e) Gelées

D'après les données enregistrées dans le tableau 5, le nombre des jours de gelées s'élève à 33 jours. A signaler que les gelées du mois de mars (03 jours) n'ont pas affecté l'épiaison.

Tableau 5: Le nombre des jours de gelées durant la campagne 2019/2020.

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mais
Nombre de jours	0	0	0	6	17	7	3	0	0

I.5 Mise en place des essais

I.5.1. Matériel végétale

L'étude expérimentale a porté sur des essais de comportement de 6 variétés de blé dur vis-à-vis du semis direct. L'expérimentation a été mise en place durant l'année agricole 2019/ 2020.

a. Les variétés utilisées :

1. La variété *Oued-El-Bared* (Gradur ofanto): c'est une nouvelle variété, sa zone de culture reste les hauts plateaux et les plaines intérieures. Elle se caractérise par cycle végétatif précoce et un fort tallage, elle est tolérante au froid et à la sécheresse.

2. La variété **Mansourah** : c'est une nouvelle variété, sa port au tallage est demi dressé, un rendement en grain élevé, faiblement sensible au mitadinage, elle faiblement colorée à la maturité (ITGC, 2015)
3. La variété **Megrehess**: c'est une nouvelle variété, à port au tallage dressé, épi sec, qui a une couleur noire, une paille peu épaisse et résistante aux maladies (Oidium, Charbon...).
4. La variété **SIMETO** : c'est une variété résistante à la sécheresse, le froid et les maladies fongiques. Elle est recommandée dans les zones arides, semi arides et intermédiaires.
5. La variété **Boutaleb**: sa zone de culture est les hauts plateaux et les plaines intérieures, Elle se caractérise par un cycle végétatif intermédiaire et un fort tallage et une longue hauteur à la maturité (ITGC, 2016).
6. La variété **GTA** : c'est une lignée pure, le cycle végétatif est précoce, avec un tallage fort, résistante au froid et à la sécheresse, moyennement résistante à la verse (ITGC, 2016).

I.5.2 Matériel de travail

Aucun travail du sol n'a été effectué avant le semis. Le semis s'est fait directement avec un semoir spécial de type semoir semis direct, marque algérienne "Baudour». A noter que l'écartement entre les lignes, est de 16 cm, quant à la largeur de travail est de 2,5 m. La récolte a été réalisée par la moissonneuse batteuse de marque Pma 2010.

1.5.3. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté est un bloc aléatoire complet à un seul facteur et trois répétitions (3 blocs). Il comporte six niveaux (variétés à tester): 6 variétés. Le nombre de traitements étudiés est 6 traitements dans chaque répétition. De fait, le nombre total des traitements étudiés s'élève à 18 traitements : 01 technique culturale x 6 culture x 3 répétitions. La technique culturale est représentée par le semis direct.

Les traitements ont été semés sur une parcelle homogène de 3000 m². La parcelle est divisée en trois blocs, chaque bloc a été divisé en six traitements répartis aléatoirement. La dimension de l'unité expérimentale est de 250 m² (50 m x 5 m) 1,5 m est la distance entre les unités expérimentales.

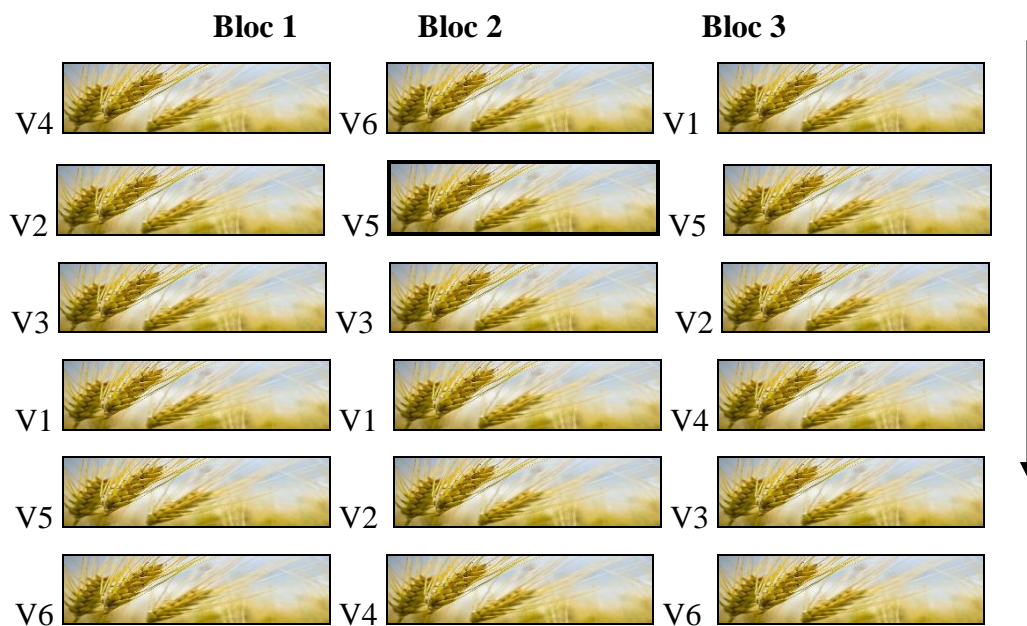


Figure 05: Shéma dispositif expérimental .

I.5.4. Itinéraires techniques appliquées

I.5.4.1 Précédent cultural

Pour ensemble de traitement, le précédent cultural est le blé dur, variété GAT

I.5.4.2 Préparation du sol

Aucune préparation du sol n'a été réalisée (travail du sol zéro).

I.5.4.3 Mise en place des cultures

La plantation a été réalisée le 04/ 01/ 2020, à une profondeur de 3-4 cm. La dose de semis appliquée s'élève à 160 kg/ ha, afin de permettre l'obtenir une densité de semis de 280 graines/ m² comme préconiser dans la zone centre du B.B.A.

I.5.4.4 Fertilisation du sol

L'épandage d'engrais de fond, phospho-potassique (TSP 46 %) a été combiné avec l'opération du semis. Quant à l'épandage d'engrais de couverture sous forme de l'Urée 46 % a été réalisé mécaniquement en deux fractions :

- La première fraction au (15/ 03/ 2020) à raison de 30 kg/ ha.
- Le deuxième apport a été réalisé au stade épi un centimètre (15/ 04/ 2020) à raison de 60 kg/ ha (soit 27.5 unités d'azote).

Tableau 6: Dose et date de fertilisation

Type d'engrais	Engrais	Dose (Kg/ ha)	Date
Engrais de fond	MAP 12-52	85 kg/ ha	Au semis 04/ 01/ 2020)
Engrais de couverture	Urée 46 %	30 kg/ ha, 60 kg/ ha	15/ 04/ 2020, 15/ 03/ 2020

I.5.4.5 Désherbage

Afin d'éliminer l'ensemble des adventices de l'essai, l'opération de désherbage a été effectuée une seule fois avant la mise en place des cultures à l'aide de Glyphosate pour l'ensemble de l'essai, le 03/ 12/ 2020, à raison de trois litres par hectare (Tableau 7).

Tableau 7 : la dose et la date d'herbicide utilisé

Système	Herbicide utilisé	Dose	Date
Semis direct	Herbicide total: Glyphosate	3 litres/ hectare	03/12/2019

Chapitre II: Paramètres étudiés

Pour répondre aux questions de recherche et aux objectifs de ce travail, notre étude est basée sur le couplage de mesures, à savoir suivis et notations de paramètres édaphiques d'une part et des paramètres variétales d'autre part.

A noter que les travaux de laboratoire ont été réalisés en partie dans le laboratoire de génie civil du département des sciences et technologie (ST) de l'université Mohamed Bachir El-Ibrahimi de BBA et cela pour l'humidité et la densité apparente. Pour les analyses concernant la partie végétale, comme la matière sèche et pesages,... ont été réalisées dans le laboratoire de biologie de l'université Mohamed Bachir El-Ibrahimi de BBA.

II.1. Humidité de sol

L'évolution de stock hydrique du sol a été déterminée tout au long du cycle de développement par la méthode gravimétrique sur les horizons suivants : 0-20 cm, 20-40 cm, soit un prélèvement/ traitement. Les échantillons sont mis dans des boîtes métalliques tarées préalablement, le poids frais (PF) est obtenu par pesage immédiatement de retour au laboratoire à Bordj Bou Arreridj avec une balance de précision. Ensuite, Les échantillons sont mis à l'étuve à 105 C° pendant 24 heures pour l'obtention du poids sec (PS), figure 7. L'humidité pondérale est calculé à partir la formule suivante (Ollier et Poirée, 1981): $Hp \% =$

$$100 (PF - PS) / PS$$



Figure 07 : Mesure de l'humidité de sol

II.2 Caractères agronomiques (le rendement et ses composantes)

A maturité, nous avons mesuré les rendements en grain et en paille et les composantes du rendement. Ces composantes sont déterminées à partir de la végétation des bottillons récoltés sur un segment de rang de 1 m de long/ géotype/ répétition. Les mesures ont été obtenues à partir des échantillons des bottillons fauchés manuellement sur un segment de rang de 3 mètres linéaires pour toutes les parcelles. Elles ont concerné la biomasse aérienne (BIO, qha-1).

II.2.1. Nombre épis par mètre carré (NE/ m²)

Est estimé à partir du comptage de nombre d'épis/ mètre linéaire, ce dernier est rapporté au m².



Figure 09: Nombre épis par mètre carré (NE/m²)

II.2.2. Nombre de grain par épis (NGE)

Le nombre de grains par épi est réalisé sur la base de la moyenne du nombre de grains d'un échantillon au hasard de 05 plantes comme le montre la figure 10.



Figure 10: le nombre de grains d'un échantillon au hasard de 05 plantes.

II.2.3 Poids de mille grains (PMG)

Avant la récolte finale de grains en plein maturation on a pesée 250 graines manuellement puis on a rapporté à 1000 graines, en (multipliant par quatre), en unité grammes.



Figure 11: Poids de milles grains (PMG)

II.2.4. Calcul du rendement théorique (q/ ha)

Le rendement théorique est calculé partir de la formule suivante:

$$\text{Rdt (q/ ha)} = [(\text{nombre d'épis/ m}^2) \times (\text{nombre de grains/ épi}) \times \text{PMG}] / 1000$$

II.2.5. La biomasse

La matière sèche est mesurée au stade maturité. La végétation échantillonnée est réalisé sur 10 pieds le long de la parcelle élémentaire. Le poids sec est déterminé après passage à l'étuve à une température de 105 C° pendant 24 heures. Les valeurs exprimées en g/m² sont rapports en q/ ha.

II.2.6. Rendement réel (q/ ha):

Après la récolte de toutes les parcelles, nous avons procédé à la peser des grains et le rendement est rapporté à hectare en quintaux (q/ha).

II.2.7. Indice de récolte

L'indice de récolte est le rapport du rendement en grain commercialisable et la quantité totale de biomasse qui a été produite, exprimée en matière sèche.

IR = rendement en grains / biomasse

2.2.8. Traitements statistiques

Les données prises sur l'ensemble de traitements sont traitées par Excls. Les traitements ont concerné l'analyse des moyennes, l'écart type et le coefficient de variation.

Chapitre III: Résultats et discussion

III.1. Humidité du sol

L'évolution de l'humidité pondérale du sol au semis direct dans les deux profondeurs (0- 20 cm et 20- 40 cm), illustrées par les courbes de figure n°12, montrent l'humidité du sol au début de cycle végétatif, entre le stade levée et le stade début tallage. On remarque que l'humidité pondérale du sol commence à être progressivement élevée depuis le stade levé, notamment en profondeur 20-40 cm ; ce qui montre que le sol est relativement humide dès le début de cycle. L'humidité est augmentée dans le sol entre le stade levé et le stade tallage.

Par profondeur, on remarque qu'en début de cycle, l'humidité est plus élevée en surface (profondeur : 0-20 cm) comparé à la partie sous-jacente du sol (profondeur 40-20 cm); ceci est logique, car l'eau en semis direct ne s'infiltré pas facilement dans le sol. A partir de stade tallage, on remarque que l'humidité du sol progresse uniformément dans les deux profondeurs.

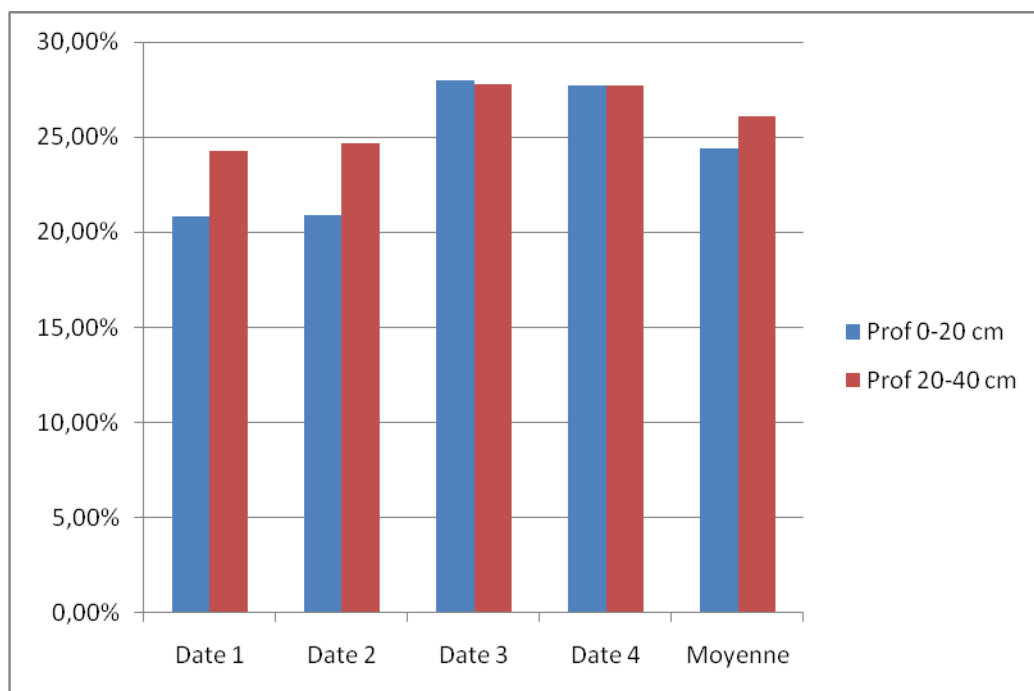


Figure 12: évolution de taux de l'humidité dans le sol par profondeur

III.2. Caractères agronomiques (le rendement et ses composantes):

Le niveau des rendements est apprécié à priori par le niveau des différentes composantes consécutives du rendement (Gate, 1995).

II.2.1. Nombre de plants levés par m²

Pour ce paramètre les résultats de l'analyse agronomique montrent des différences entre les différentes variétés évaluées. Même si l'analyse de la variance a montré une différence non significative pour le nombre de plants levés par m², avec un coefficient de variation de 13,81 % comme le montre le tableau 08.

Alors, le test des moyennes a montré que la moyenne générale de l'essai s'élève à 248,8 plantes/ m² et un écart type est de 34,38 plantes / m² (tableau 08).

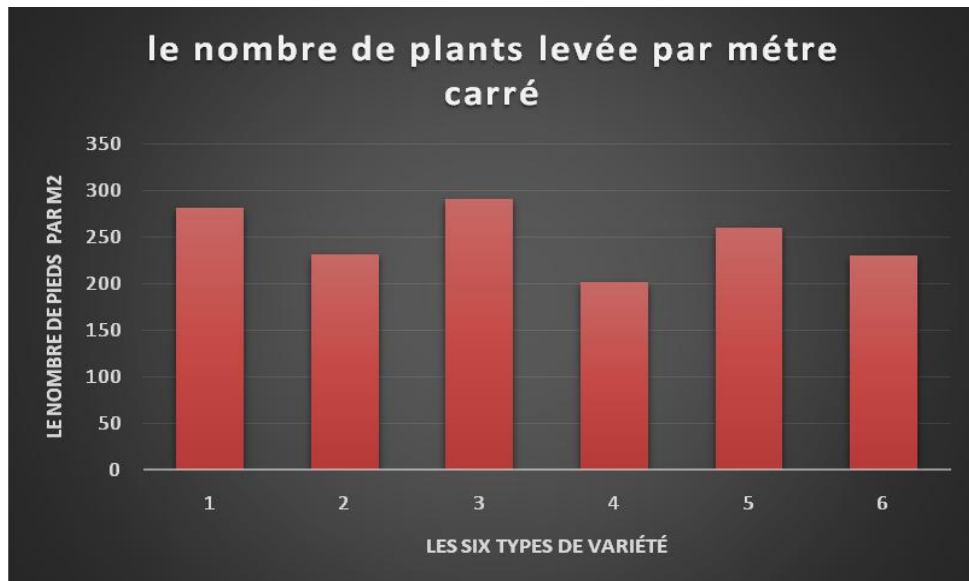
Par variété, le nombre de plants par mètre carré est varié en fonction des potentialités et de comportement de chaque variété. Les moyennes sont variées, oscillant entre 290 et 200,7 respectivement pour la variété V3 (Megrehss) et la variété V4 (Simeto).

Les moyennes varient de 290,3 plantes/ m² pour la variété V3 (Megrehss), valeur la plus élevée à 200,7 plantes/m² pour la variété V4 (Simeto), valeur la moins élevée. Le nombre de plantes levées est souvent inférieure au nombre de graines semées ; ceci est dû en grande partie à plusieurs facteurs, comme les conditions d'installation, mauvais recouvrement des grains au cours de l'installation et plus particulièrement chez le semoir semis direct à dent et aussi la dureté de la couche superficielle du sol. Dans le semis direct probablement la présence des résidus des cultures précédentes sur la surface pose problème de mauvais recouvrement des graines et aussi la mauvaise décomposition des débris des adventices qui agit négativement sur la levée de la céréale Soltner (1998).

Tableau 8: Nombre de plants levés par m²

Variété	V1	V2	V3	V4	V5	V6	Moy	Ecart type	CV (%)
Nombre de pieds/ m ²	281,0	230,6	290,3	200,7	260,1	230,1	248,4	34,3	13,81

Légende: V1: variété Oued el bard ; V2: var. Mansourah ; V3: var. Megrehss ; V4: var. Simeto ; V5: var. Boutaleb et V6: var. GTA.



Légende: V1: variété Oued el bard ; V2: var. Mansourah ; V3: var. Megrehss ; V4: var. Simeto ; V5: var. Boutaleb et V6: var. GTA.

Figure n° 13: Nombre de plantes levées/m² par variété

III.2.2. Hauteur de la plante

L'analyse de la variance est montrée une différence significative pour la hauteur de la plante avec un coefficient de variation de 2,79 %.

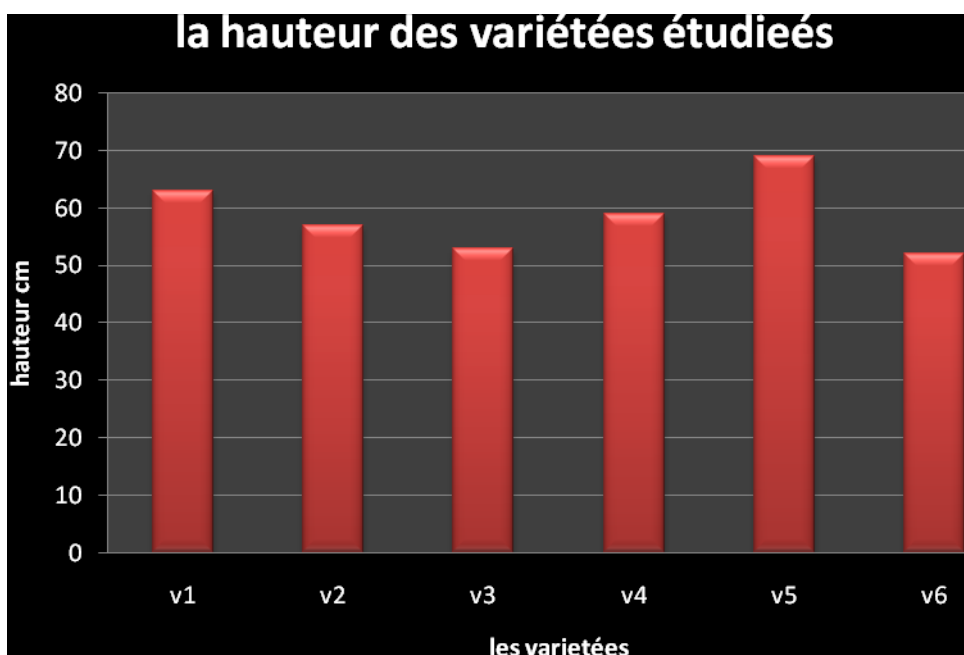
Alors, la moyenne générale de l'essai pour la hauteur de la plante s'élève à 58, 83 cm, avec un écart type de 6,40 cm (tableau 09 et figure 14).

La variété V5 (Bou-Taleb) marque la plus grande valeur avec une moyenne d'hauteur de 69 cm tandis que la hauteur la plus courte est marquée chez la variété V6 (GTA), avec une moyenne de 52 cm, soit un écart de 17 cm entre les deux valeurs extrêmes.

Nichit *et al.*, (1986), ont montré que la hauteur est un caractère désirable en zone semi-aride où la verse n'est pas un problème de plus dans cette zone. La paille est très appréciée par le cheptel. Une hauteur de paille importante est une caractéristique désirable en zone semi-aride, suite à ses effets bénéfiques lors des années sèches (Bahlouli *et al.*, 2005, Annichiarico *et al.*, 2005). Il reste cependant vrai que la sélection sur la hauteur doit être appréciée en fonction de ce qu'elle apporte en matière de tolérance aux stress hydrique et thermique et en termes de rendement économique et grain.

Tableau 9 Résultat statistique de la hauteur de la plante par variété

Variété	V1	V2	V3	V4	V5	V6	Moy	Ecart type	CV (%)
Hauteur (cm)	63	57	53	59	69	52	58, 33	6,4	10,97



Légende : V1 : variété Oued el bard ; V2: var. Mansourah ; V3: var. Megrehss ; V4: var. Simeto ; V5: var. Boutaleb et V6: var. GTA.

Figure n° 14: la moyenne des hauteurs des plantes étudiées.

III.2.3 Nombre d'épis par mètre carré (NE/ M²)

Le nombre d'épis par unité de surface (mètre carré) est un paramètre important qui conditionne le rendement final en grain, La moyenne générale de l'essai est de 332,5 épis/ m², avec un écart type de 107,92 d'épis/ m² et un coefficient de variation de 32,45 % comme le montre le tableau 9. Les moyennes par traitement varient de 350 épis/ m² pour la variété V3 (Megrehss), comme valeur maximale, à 110 d'épis/ m² pour V4 (Simeto) comme valeur minimale. L'écart entre ces deux valeurs et la moyenne de l'essai sont respectivement : +17,5 épis/ m² et -222,5 épis /m². Ceci peut être dû aux potentialités génétiques de chaque variété et soit à la réponse de ces variétés aux changements du milieu évoqués par le semis direct.

Tableau 10: Résultat statistique Le nombre d'épis

Les variétés	V1	V2	V3	V4	V5	V6	Moy	Ecart type	CV%
Nombre épi par m ²	325	125	350	110	175	310	332,5	107,92	32,45

Légende: V1:variété Oued el bard; V2: var. Mansourah; V3: var. Megrehss; V4: var. Simeto; V5 : var. Boutaleb et V6 : var. GTA.



Figure 15: Nombre d'épis/ m² par variété

III.2.3. Nombre de grains par épi

Les résultats relatifs au nombre de grains par épi sont représentés par le tableau 10, et illustres par histogramme, figure 16.

L'analyse de la variance a montré une différence pour le nombre de grains par épi, avec un coefficient de variation de 12% (tableau 10).

Alors, les résultats de l'analyse de la moyenne générale de l'essai est de 44,16 grains/épi et un écart type est de 5,3 grains/épi comme le montre le tableau 10. Les variétés étudiées ont marqué une moyenne de nombre de grains variant entre 37,4 ; 40 ; 42 ; 46 ; 47,5 et 52 grains par épi pour chaque variété (v3, v6, v2, v5, v1, v4). de fait, les moyennes par traitement varient de 52 grains/épi pour la variété Simeto (V4), comme valeur maximale, à 37,4 grains/épi pour la variété Megrehss (V3) comme valeur minimale. Selon les potentialités de chaque variété, il est probable que le nombre de grains par épis est bien exprimé par le semis direct. Mais, on absence d'un témoin, ce résultat reste à vérifier.

Tableau 11: Nombre de grains par épi (NG/E)

Variété	V1	V2	V3	V4	V5	V6	Moy	Ecart type	CV%
NG/E	47,5	42	37,4	52	46	40	44,16	5,3	12

Légende: V1:variété Oued el bard; V2: var. Mansourah; V3: var. Megrehss; V4: var. Simeto; V5 : var. Boutaleb et V6 : var. GTA.



Figure n° 16: Nombre de grains par épi

III.2.4. Poids de mille grains (PMG)

Les résultats de l'analyse de la variance pour le poids de mille grains (PMG) montrent un effet non significatif pour le semis direct avec un coefficient de variation de 14,53 %.

La moyenne de l'essai s'élève à 52 g, avec un écart-type 7,56 g comme le montre le tableau 11.

Mais l'analyse agronomique, comme le montre les histogrammes de la figure 16 relève que le poids de 1000 grains (PMG) pour les six types de variétés de blé dur est varié. On souligne que la variété V3 (Megrehss) a donné le PMG le plus élevé (60 g) suivie par la variété V1 (Oued el bared): 54 g cependant, la variété V4 (Simeto) a occupé la dernière place, avec 40 g.

A souligner que le poids de mille grains est généralement peu maîtrisable, car il est fortement lié aux effets de l'environnement au moment de la formation et du remplissage du grain.

Un manque d'eau après la floraison combiné aux températures élevées (conditions fréquentes en Algérie), entraîne une diminution du poids de 1000 grains par altération de la vitesse et/ou de la durée de remplissage, ce qui se traduit par l'échaudage des grains (Zouaoui, 1993 ; Chaker, 2003) Mais les travaux réalisés par les étudiants de l'université de M'sila depuis 2007 à ce jour, 2020 (Oudina, 2018; Khaoui et Marouche, 2019) sous l'encadrement du professeur *Ramdane Benniou*, montrent qu'en conditions de sécheresse en fin de cycle

(conditions fréquentes en Algérie), l'humidité en profondeur du sol demeure plus élevée en semis direct comparé au travail traditionnel et est le facteur important pour le remplissage du grain des céréales.

Tableau 12: Le poids de 1000 grains.

Variétés	V1	V2	V3	V4	V5	V6	Moy	Ecart type	CV%
PMG	54	44	60	40	52	44	52	7.56	14,53

Légende : V1 : variété Oued el bard; V2: var. Mansourah; V3: var. Megrehss; V4: var. Simeto; V5 : var. Boutaleb et V6 : var. GTA.

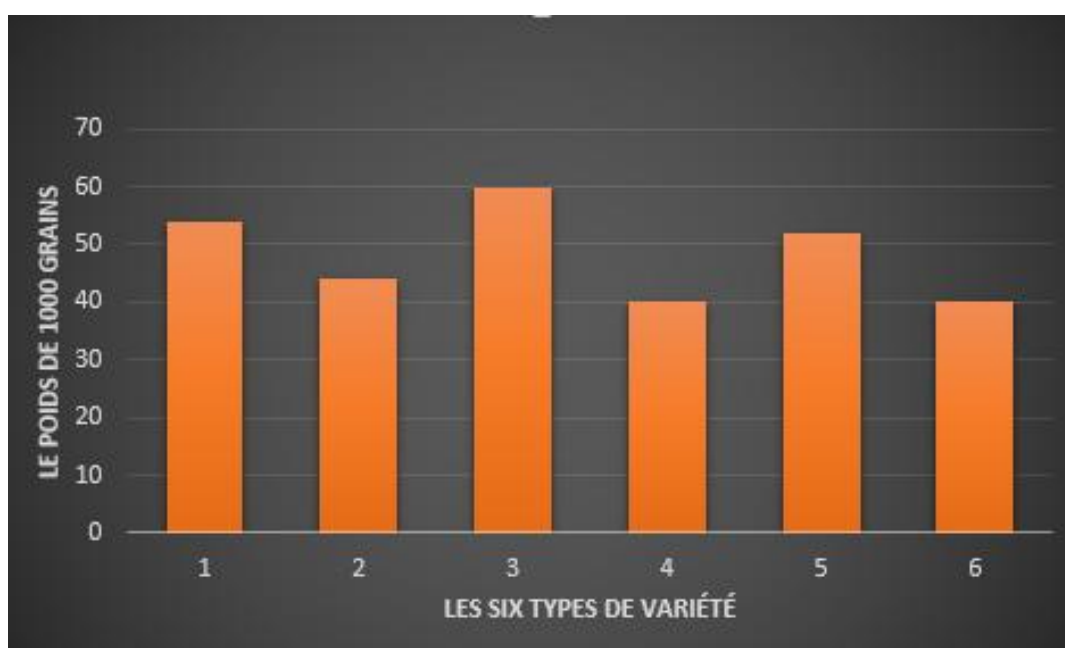


Figure n°17 : Le poids de 1000 grains.

IV.2.5. Biomasse

Les résultats relatifs à la biomasse sont représentés par le tableau 12 et illustrés par les histogrammes de la figure18. La moyenne générale de l'essai s'élève à 53,8 q/ ha et écart type est de 26,11 q/ ha, avec un CV de 48,53 %.

Les moyennes varient de 84,8 q/ ha, comme valeur extrême, pour la variété V1 (Oued el bard) et V3 (Megrehss) : 77 q/ ha. Par contre, la variété V4 (Simeto) a enregistré la valeur la plus faible de biomasse, avec 22 q/ ha.

Le rythme de croissance de la céréale est déficient, il est plus élevé en V1 par rapport autres variétés. Ces résultats montrent que dans les conditions de la présente expérimentation, les variétés favorisent la production de biomasse.

En semis direct, l'accroissement de la production de la biomasse est fonction du taux de la couverture du sol. Plusieurs auteurs ont rapporté l'amélioration du confort hydrique de la culture semée sous la couverture végétale, relativement à un sol nu. En effet, l'augmentation des résidus facilite l'infiltration, réduit la vitesse du vent et du ruissellement, limite l'évaporation et favorise la remontée par capillarité de l'eau des profondeurs du sol, maintenant une humidité supplémentaire dans le sol qui est valorisée par la culture (Mrabet, 2002 ; Findeling et *al.*, 2003 ; Khaledian et *al.*, 2006). Le taux de croissance de la culture augmente en fonction de la quantité des résidus (Fellahi, Z. et *al.* 2013).

Tableau 13: la biomasse des variétés de blé dur

Variété	V1	V2	V3	V4	V5	V6	Moy	Ecart type	CV%
Biomase	84,8	25	77	22	62	52	53,8	26,11	48,53

Légende: V1:variété Oued el bard; V2: var. Mansourah; V3: var. Megrehss; V4: var. Simeto; V5 : var. Boutaleb et V6 : var. GTA

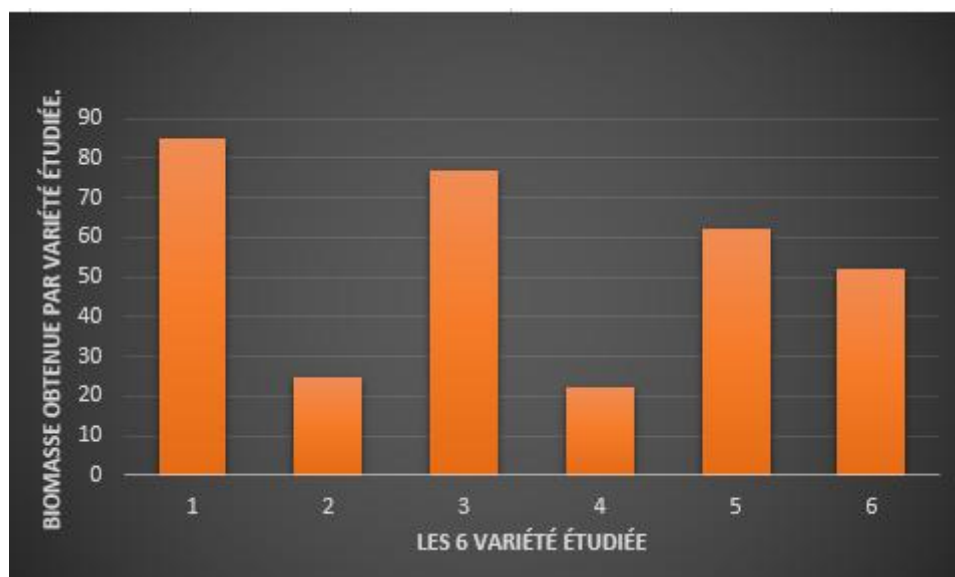


Figure 18: Biomasse obtenue par variété étudiée.

IV.2.6. Rendement théorique (RT)

Ce caractère est un indicateur de la productivité propre à chaque variété, il est l'objectif final du processus de sélection. C'est un caractère complexe sous contrôle polygénique (McNeil et *al.*, 1978). Il est fortement variable sous l'influence des facteurs du milieu, d'où son inefficacité comme critère de sélection (Morgues 2006 ; Belhacene et *al.*, 2006). Il est déterminé directement par le produit du nombre de grains/ m² et le poids de 1000

grains (Chennafi et al. 2006). Mekhlouf et Bouzerzour (2000), indiquent qu'il est la résultante des caractères impliqués directement et indirectement dans sa formation, tels que le poids du grain, le nombre d'épis par unité de surface et la biomasse. Le rendement théorique est calculé selon la formule :

$$\text{Rdt (q/ ha)} = [(\text{nombre d'épis/ m}^2) \times (\text{nombre de grains/ épi}) \times \text{PMG}] / 1000$$

Les résultats d'analyse de la variance obtenus montrent un coefficient de variation 66,98 %, quant à la moyenne générale de l'essai, elle s'élève à 52,13 q/ha et un écart type est de 34,92 q/ ha comme il est présenté dans le tableau 15.

Le rendement obtenu dans chacune des variétés de blé dur se diffère. Alors, les moyennes varient de 83,36 q/ ha comme le rendement le plus élevé, obtenu chez les variétés V1 (Oued el Bard) et 22,88 q/ ha, comme le rendement le moins élevé, obtenu par la variété V4 (Simeto).

Tableau 14: Résultats statistiques du rendement théorique

Variétés	V1	V2	V3	V4	V5	V6	Moy	Ecart type	CV%
RT (q/h)	83,36	23,1	78,54	22,88	74,15	30,8	52,13	34,92	66,98

Légende: V1:variété Oued el bard; V2: var. Mansourah; V3: var. Megrehss; V4: var. Simeto; V5 : var. Boutaleb et V6 : var. GTA.



Figure 19 : le rendement théorique (q/ ha).

IV.2.7. Rendement réel du grain (q/ ha)

La récolte a été réalisée le 08/ 07/ 2020 à l'aide d'une moissonneuse-batteuse. Les résultats de l'analyse de la variance pour le rendement réel en grains obtenu montrent un effet non significatif, avec un coefficient de variation de 57,33 % comme le montre (le tableau 16). Quant à la moyenne de l'essai en rendements final, elle s'élève 15,54 q/ ha avec un écart type de 8,91 q/ ha (tableau 16). Selon les histogrammes de la figure n°19, Le rendement obtenu dans chacune des variétés de blé dur se diffère. Alors, les moyennes varient de 25 q/ ha, comme le rendement le plus élevé, obtenu chez les variétés V1 (Oued el bard) et V3 (Megrehss), à 23,56 q/ ha, comme le rendement le moins élevé, obtenu par la variété V6 (GTA).

Les résultats d'essais chez des agriculteurs ont montré que le semis direct permet généralement des rendements de blé largement plus élevés comparés à ceux obtenus avec les façons culturales conventionnelles (Mrabet, 2001).

La déférence plus élevée en rendement théorique comparé au rendement réel est dû au nombre d'épis par mètre carré, le nombre grain par épis et le poids de mille grains. Selon El BAHRI et al, (200), cités par MRABET (2001), les résultats d'essais chez les agriculteurs ont montré que le semis direct permet généralement des rendement de blé largement plus élevés comparées à ceux obtenus avec les façons culturales conventionnelles.

Tableau 15: Résultat statistique de rendement réel (q/ ha).

Variétés	V1	V2	V3	V4	V5	V6	Moy	Ecart type	CV%
Rdt réel	25,00	6,39	23,56	6,86	22,24	9,24	15,54	8,91	57,33

Légende: V1:variété Oued el bard; V2: var. Mansourah; V3: var. Megrehss; V4: var. Simeto; V5 : var. Boutaleb et V6 : var. GTA.

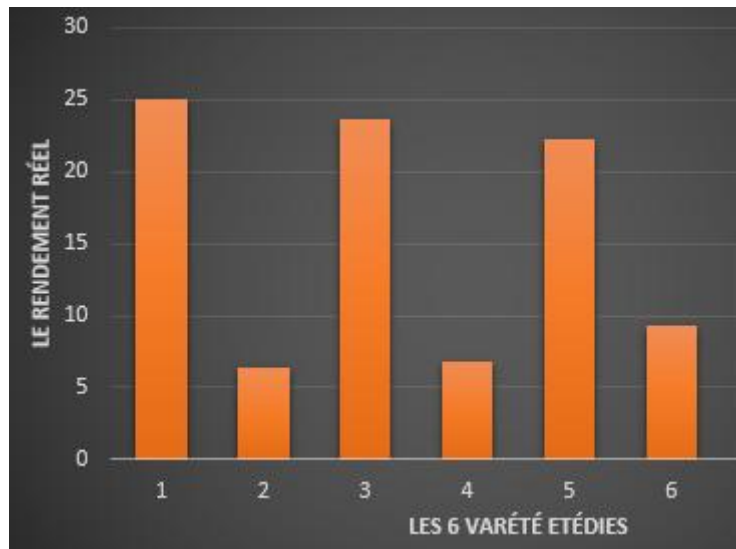


Figure 20: le rendement réel.

IV.2.8. Indice de récolte

On rappelle que l'indice de récolte est le rapport du rendement en grains sur la quantité totale de biomasse qui a été produite, exprimée en matière sèche. Bouzerzour, (1998), rapporte que dans les milieux variables, il faut assurer une production de biomasse aérienne suffisante pour garantir un rendement acceptable.

Les résultats de l'analyse de coefficient de variation 27,1 % (tableau 15). Alors, l'analyse des moyennes montrent que la moyenne générale de l'essai s'élève à 23,46 %, avec un écart type de 6,36 %.

Les moyennes par variété et qui sont illustrées par es histogrammes de la figure n° 20, révèlent des différences agronomiques appréciables pour les 6 variétés, L'indice de récolte le plus élève est constaté chez la variété V1 (Oued el bared), avec 35,48 %, suivi V3 (Megrehss): 29,59 % et l'indice de récolte le mois élève est chez la variété V6 (GTA): 17,76 %.

Tableau 16: Résultat statistique de Indice de récolte

<i>Variétés</i>	VA	V2	V3	V4	V5	V6	<i>Moyen</i>	<i>Ecart type</i>	<i>Cv%</i>
	35,48	25	29,59	21,18	28,87	17,76	23,46	6,36	27,1

Légende: V1:variété Oued el bard; V2: var. Mansourah; V3: var. Megrehss; V4: var. Simeto; V5 : var. Boutaleb et V6 : var. GTA



Figure 21: L'indice de récolte

CONCLUSION

Cette étude a été menée sur quelques variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) cultivés en zone semi-aride conduit en semis direct afin de connaître le comportement physiologique et agronomique vis-à-vis de cette nouvelle technologie, de fait, l'objectif principal est d'étudier les réponses de six variétés blé dur (Oued el bard, Mansourah. Megrehss, Simeto, Boutaleb, GTA), conduits en semis direct. D'autre part, plusieurs paramètres étudiés ont concerné les propriétés hydriques et physiques du sol.

Les résultats obtenus au terme d'une année de conduite de la culture et les analyses agronomiques et statistiques révèlent des variations entre les différentes variétés. Les conditions de l'essai ont permis à chaque variété d'exprimer ses potentialités.

Le suivi du profil d'humidité du sol par rapport au cycle cultural est malheureusement n'a pas été achevé, vu la période de confinement qui a énormément perturbé le suivi sur terrain. Cependant et en absence d'un témoin, on peut dire que l'humidité du sol été relativement élevée entre le stade levé et le stade tallage.

Quant à la réponse par variété, elle a été plus favorable au démarrage du cycle végétatif, en donnant un nombre élevé en plantes levées par unité de surface, qui s'élève à 290,3 plantes/ m², et un en nombre d'épis par mètre carré (350 épis/ m²).

Par variété, on remarque que la variété Oued el bard a eu la hauteur des plantes la plus élevée et le nombre de grains par épi le plus élevé. Alors, la variété Megrehss a enregistré mu poids de mille grains (PMG) le plus élevé.

On peut conclure que techniquement la variété Oued-el-bard porte les meilleurs caractéristiques agronomiques et se comporte mieux que les autres variétés de point de vu production et le rendement. Par contre, le plus faible résultat est relativement marqué chez les deux variétés: Mansourah et Simeto. Quant aux variétés Megrehss, Boutaleb, ont donné des valeurs proches et surtout presque le même rendement. Mais le choix de celles-ci reste tributaire à la disponibilité de manière suffisante de semences.

Nos résultats montrent qu'il y a une réponse positive entre les six variétés utilisées par rapport au semis direct et ce par rapport à la plupart des paramètres étudiés. Cette technique culturale (semis direct) est adoptée par l'agriculteur. Même si la mise en culture était tard à cause des plusieurs paramètres (manque de semoirs semis direct, essentiellement) en plus de confinement (à cause du Covid-19), qui nous a obligé à ne pas complété notre suivi sur terrain.

En fin, et selon des résultats de recherche, on peut dire que le semis direct améliore le taux de la matière organique dans le sol et permet effectivement de préserver les ressources naturelles: comme l'eau et le sol et permet à améliorer le potentiel de production du sol, assurer la réduction du temps des travaux agricoles et permettre à l'agriculteur d'économiser sur les charges engendrées par l'installation des cultures.

Cependant, les effets bénéfiques du semis direct sur la réponse de développement et de la croissance de la culture de blé et ces composants de rendement ne sont pas aisément constatés en une année ou deux mais probablement sur plusieurs années de pratique sur la même parcelle.

Références bibliographiques

- **Abdellaoui., 2010.** Etude comparative de l'effet du travail conventionnel, semis direct et travail minimum sur le comportement du blé dur. Actes du 4ème rencontre méditerranéen du semis direct. Sétif, Algérie, du 3 à 5 mai 2010, pp: 68-82.
- **Abdelkrim H., 1995.** Contribution à la connaissance des groupements de mauvaises herbes des cultures du secteur algérois : approche syntaxonomique et phrénologique. Thèse. Doct. Univ. Paris-sud.151 p.
- **Aboudrare A., 2009.** Agronomie durable : principe et pratique, Ed. Rapport de formation continue, p 46.
- **Amghar F. et Leftaha S., 2009.** Effet de précédent cultural sur les composantes de rendement de blé dur. Thèse Ing. Agr Univ de Sétif, 72 P.
- **Anonyme., 1999.** ITGC, Analyse des contraintes liées à la céréaliculture. Programme de développement de la filière céréale, p 8-10.
- **Anonyme, 2002.**ITDAS bilan de activité.
- **Anonyme, 2003.** Le blé dur : qualité, importance et utilisation dans la région des hauts plateaux (Tialet et Tissemsilt), ITGC. 7p Boulai H., Zaghouane O., El Mourid M. et Rezgui S., 2007 : Guide pratique de la conduite des céréales d'automne (blés et orges) dans le Maghreb (Algérie,
- **Bahloul A. 1989.** La fertilisation azotée raisonnée des céréales. (20) : 15-19.
- **Belaid, D., 1986** - Aspect de la céréaliculture algérienne, Ed- O.P.U, 217p.
- **Benbelkacem A., Kellou K. (2000).**Evaluation du progrès génétique chez quelques variétés de blé dur (*Triticum turgidu* m L. var. *durum*) cultivées en Algérie. In Royo C. ed., NachitM., Di Fonzo N., Araus J.L. Durum wheat improvement in the Mediterranean region: New challenges. Zaragoza: Ciheam, p. 105-110.
- **Benniou R., 2012.**Agriculture conservation roll of moisture and soil organic matter semi-arid journ. of Mat. Envscn, 3(1), pp: 91-98.
- **Biosgontier D., 1999.** Etude des effets de l'agriculture de conservation par rapport à l'agriculture traditionnelle, à compléter, revue, pp : 12-14.
- **Bonjean., 2001 Boulal . 2007.** Guide pratique de la conduite des céréales d'automne (blé et orge) dans le Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie). Ed. TIGC, INRA, ICARDA, Algérie, p 176 Références bibliographiques.
- **Bouzerzour H., Mahnane S., Makhlouf M. 2006.** Une association pour une agriculture de conservation sur les hautes plaines orientales semi-arides d'Algérie. Options méditerranéennes. Série a. n) 69, pp: 107-111.

- **Boyer, J.S. (1982)** .Plant Productivity and Environment. Science, 218, 443-448<http://dx.doi.org/10.1126/science.218.4571.443> .
- **Buyser J. (2001)** L'origine des blés. In : Belin. Pour la science. (eds) De la graine à la plante. Ed. Belin, Paris : 69-72.
- **Candelou A., 1981.** Les machines agricoles, Ed. j. bailiere, vol. 2, Parise, 180p.
- **Chennafi H., Aidaoui A., Mekhlouf A., Bouzerzour H., Bemahammed A., Hadj Sahraoui A. et Harkati N. 2006.** Adaptation des variétés de blé dur (*Triticum durum*, Desf.) au climat semi- aride. Sécheresse 17 (4 - 507-513).
- **Diehl R. 1995.** Agriculture générale 2eme édition, Ballières. Paris pp 362-364.
- **Djermoun A. 2009.** La production céréalière en Algérie et les principales caractéristiques Revue Nature et Technologie. N° 01/Juin 2009. Pages 45 à 53.
- **Doussinault et Auriou., 1992.** Les céréales à paille : présentation générale. In : Gallais A. et Bannerot H. (Ed), Amélioration des espèces végétales cultivées. Ed. INRA, Paris, pp.13-21.
- **Eliard JL., 1979.** Manuel d'agriculture générale. Bases de la production végétale. Ed. J.B. Baillièrre. 344 p.
- **FAO .**Les principes de l'agriculture de conservation. FAO, Département de l'agriculture et de la protection des consommateurs. www.fao.org/ag/cafr/1a.html.
- **Feillet P., 2000.** Le grain de blé composition et utilisation. Ed. INRA, Paris, 308p.
- **Gate P., 1995.** Ecophysiologie du blé. Technique et documentation. Lavoisier, Paris, 351p.
- **Hazmoune T., 1994 .**Contribution à la caractérisation de l'appareil racinaire de quelques variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) en relation avec les composants de rendement .Thèse Magistère. Univ. Batna : 80p.
- **Henry Y. et De Buyser J. (2001)** L'origine des blés. In : Belin. Pour la science. (eds) De la graine à la plante. Ed. Belin, Paris : 69-72.
- **Kellou Rym 2008.** 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. (Master of Science, IAMM, 2008, Série Thèses & Masters n°93).
- **Kribaa M., 2003.** Effet de la jachère sur les sols en céréaliculture pluviale dans les zones semi-arides méditerranéennes. Cas des hautes plaines sétifiennes en Algérie. Impact des différentes techniques de travail de la jachère sur les caractéristiques structurales et hydrodynamiques du sol. Thèse de doctorat. INA El-Harrach Alger P 121.
- **Lery., 1982.** L'agriculture au Maghreb ou pour une agronomie méditerranéenne. Ed.-
Mackey J., 1966. Species relation ship in *Triticum*. Proc. 2nd Int. Wheat Genet. Symp., Lund 1965. Hereditas, suppl; 2: 237-276.

- **Masale MJ., 1980.** L'élaboration du nombre d'épi chez le blé d'hiver. Influences de différentes caractéristiques de la structure du peuplement sur l'utilisation de l'azote et de la lumière. Thèse doctorat. ING. INA, Paris Grignon, 274 p.
- **Mrabet R., 2001.** Le Semis Direct: Une technologie avancée pour une Agriculture durable au Maroc. Dans: Bulletin de Transfert de Technologie en Agriculture MADREF-DERD, no 76, pp. 4.
- **Moule C. 1971.** Céréales II. Phytotechnique spéciale. Ed. La maison rustique, Paris, 236 p

ملخص

ركزت الدراسة على مقارنة أصناف مختلفة من القمح القاسي الذي زرع بالبذر المباشر في منطقة شبه قاحلة (عين سلطان) في برج بوعريج. بعد عام من التجارب عند المزارع. يتم تقييم المعايير الخاصة بالتربة و الزراعة و مقارنة نتائج البذر المباشر بسلوك أصناف القمح الستة(واد البارد ، المنصورة ، مجرس ، سميتو ، بوطالب ،)التي . اظهرت إجابات متباينة حسب إمكانيات كل صنف . وسلوكيات مواتية للمحصول النهائي للحبوب مقابل البذر المباشر. في الواقع ، يمكن أن يكون البذر المباشر بديلاً قابلاً للتطبيق لتكثيف زراعة القمح القاسي والمساهمة فيه فيما يتعلق بتحسين الغلات وتحسين الموارد الطبيعية

الكلمات المفتاحية: الزراعة على الحبوب ، الإنتاج الموارد ، شبه القاحلة

Résumé

L'étude a porté sur la comparaison de la réponse de différentes variétés de blé dur (Triticum durum Desf) cultivés en semis direct en zone semi-aride ,Ain-Soltain dans la wilaya de B.B.A . Après une année d'expérimentation Chez un agriculteur. , Différents paramètres liés à sol et à la culture sont évalués. La comparaison des résultats du semis direct sur le comportement des six variétés de blé dur (, Oued el bard, Mansourah, Megrehss, Simeto, Boutaleb, GTA) a montré des réponses variées selon les potentialités de chaque variété vis-à-vis du semis direct. les six variétés étudiées présentent des comportements favorables au rendement final du grain. De fait, donc le semis direct pourrait être une alternative viable pour intensifier aussi la culture de blé dur et contribue relativement à l'amélioration du rendement et à l'amélioration des ressources naturelles .

Mots clés: agriculture de conservation céréales, production, ressources, semi aride.

Summary

The study focused on comparison of the response of different varieties of durum wheat (Triticum durum Desf) cultivated by direct sowing in semi-arid zone,. , Ain-Soltain in. After a year of experimentation at a farmer's house. , Various parameters related to soil and culture are evaluated The comparison of the results of direct sowing on the behavior of the six varieties of wheat dur (, Oued el bard, Mansourah, Megrehss, Simeto, Boutaleb, GTA) showed answers varied according to the potential of each variety vis-à-vis direct sowing. the six varieties studied show behaviors favorable to the final grain yield. In fact, therefore direct seeding could be a viable alternative to also intensify the cultivation of durum wheat and contribute in relation to improving yields and improving natural resources.

Keywords: cereal conservation agriculture, production, resources, semi-arid.