

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

Faculté Des Sciences

Départements Des Sciences Agronomiques

N° : .....



DOMAINE : Science de la Nature e de la Vie

FILIERE : Sciences Agronomiques

OPTION : Production Végétale

**Mémoire présenté pour l'obtention  
Du diplôme de Master Académique**

**Intitulé**

**Comportement de la culture de blé dur (*Triticum durum*  
Desf.) vis-à-vis du semis direct en zone semi-aride. Cas de la  
région de Sétif**

**Présenté par :**

- REBIAI Rebhe

**Soutenu devant le jury composé de:**

M. AMROUNE Abdelouahed	Université de M'sila	Président
Pr BENNIOU Ramdane	Université de M'sila	Rapporteur
Pr BAHLOULI Fayçal	Université de M'sila	Examineur
M. Louahdi Nacereddine	Directeur de l'ITGC	Invité

**Année universitaire : 2017/2018**

## *Remercîment*

*Avant tout je remercie ALLAH pour nous avoir donné la volonté, le courage et la sente d'accomplir ce travail*

*Professeure BENNIOU Ramdane d'avoir accepté de diriger ce travail, pour ces aides précieuses, ces conseils fructueux.*

*Monsieur AMROUNE Abdelouaheb d'avoir accepté de présider ce jury.*

*Professeure BAHLOULI Fayçal et Monsieur d'avoir accepté d'examiner et de juger ce modeste travail.*

*je remercie ELABBADI Oumelkhier, et L'ensemble des enseignants, étudiants et personnels du département d'Agronomie de l'université de M'silla.*

*Un grand merci au directeur et à toute l'équipe de l'ITGC de Sétif, qui m'ont bien aidé durant la réalisation de ce travail*

*A tous mes amis qui m'ont encouragé :*

*BOUCHERA, IMANE, ABIRE, NASSIRA, FADAWA, MARWA,*

*WAREDA, INASSE.*

*Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail :*

*A ma mère et mon père*

*A mes très chers frères Fayçal, Siad, Lakhdar,*

*Yacine et son épouse Habiba*

*A mes sœurs AMALE, FADILA, SEHAME,*

*Et son mari NAJIBE, ADILE*

*A mon fiancé FARIDE*

*A toute ma famille*

*A mes chers amis*

*A tous ceux que j'aime et qui m'aiment.*

*A tous ceux qui connaissent REBHE*

*A tous les amis d'études surtout ceux Agronomie*

*Promotion 2017/2018*

## Liste des abréviations

- AC : Agriculture de Conservation
- Cm : Centimètre
- Cm<sup>2</sup> : Centimètre carré
- Cm<sup>3</sup> : Centimètre cube
- CV : Coefficient de variation
- Da : Densité apparent
- DDL : Degré De Liberté
- EUE : Efficience d'Utilisation de l'Eau
- FAO : Food and Agricultural Organisation (organisation de l'alimentation et de l'agriculture)
- G : Gramme
- Ha : Hectare
- H% : Taux d'humidité
- ICARDA: International Center of Agricultural Research in the Dry Area
- ITGC : Institut Technique des Grandes Cultures
- K : potassium
- Kg : kilogramme
- M : Mètre
- M<sup>2</sup> : Mètre carré
- MAP : Mono d'Ammonium Phosphate
- Mg : Magnésium
- ML : Mètre Linéaire
- Mm : Millimètre
- MO : Matière Organique
- N : azote
- NE : Nombre d'Epis
- NGE : Nombre de Grains par Epi
- ONM : Office National de Météorologie
- P: phosphore
- PH: Cologarithme décimal de la concentration en ions H<sup>+</sup>
- P : Porosité
- PF : Poids Frais
- PMG : Poids de Mille Grains
- PS : Poids Sec
- q : quintaux
- RdtE : Rendement Estimé
- RdtR : Rendement Réel
- SAU : Superficie Agricole Utile
- Sddt : Semis direct à dent
- Sdds : Semis direct à disque
- T(C°) : Température (degré Celse)
- TC : Travail Conventionnel
- TCS : Technique Culturelle Simplifiée (ou travail minimum)
- T max : Température maximale
- T min : Température minimale
- T moye : Température moyenne
- TRE : Teneur Relative en Eau
- TRCH : Teneur Relative en Chlorophylle
- TSP : Triple Super Phosphate
- V : Volume

## Liste des tableaux

	<b>Page</b>
Tableau 01 : Evolution de la superficie, production et le rendement de blé dur en Algérie (2010- 2015)	4
Tableau 02: Principales wilayas productrices de blé dur en Algérie	<b>5</b>
Tableau 03: Avantages et inconvénients des semoirs directs (Mrabet, 2001).	19
Tableau 04: Densité apparente relevée dans le contexte de non-labour	21
Tableau 05: Températures mensuelles enregistrées durant la campagne agricole 2017- 2018 dans station expérimentale de l'ITGC de Sétif.	26
Tableau 06: Relevé des précipitations mensuelles enregistrées durant la campagne agricole 2017-2018 dans la station expérimentale de l'ITGC de Sétif.	26
Tableau 07: Nombre des jours de gelées durant la campagne 2017/2018.	27
Tableau 08: Propriétés chimique du sol réalisées au niveau du laboratoire d'agronomie - M'silla de la station d'étude.	27
Tableau 09: Dose et date de fertilisation.	32
Tableau 10: Désherbage chimique de l'essai	32
Tableau11 : Résultats statistique La densité apparente g/cm <sup>3</sup>	41
Tableau 12 : Analyse de variance de teneur en chlorophylle	43
Tableau 13 : Résultats statistique de teneur en chlorophylle	43
Tableau 14 : Analyse de variance de La teneur relative en eau	44
Tableau 15 : Résultats statistique de La teneur relative en eau	45
Tableau 16 : Analyse de variance La nombre de plant levés par m <sup>2</sup>	46
Tableau 17 : Résultats statistique de La nombre de plant levés par m <sup>2</sup>	46
Tableau 18 : Analyse de variance la nombre de talle par mètre carré	48
Tableau 19 : Résultats statistique de La nombre de talle par m <sup>2</sup>	48
Tableau 20 : Résultats statistique de La hauteur de la plante	49
Tableau 21 : Analyse de variance de La longueur des racines	50
Tableau 22 : Résultats statistique de La longueur des racines	50
Tableau 23 : Analyse de variance le nombre des racines	51
Tableau 24 : Résultats statistique le nombre des racines	52
Tableau 25 : Analyse de variance la nombre d'épis par m <sup>2</sup>	53

Tableau 26 : Résultats statistique la nombre d'épis par m <sup>2</sup>	53
Tableau 27 : Analyse de variance le nombre de grains par épi	54
Tableau 28 : Résultats statistique le nombre de grains par épi	54
Tableau 29 : Résultats statistique le poids de mille grains	54
Tableau 30 : Analyse de variance La Biomasse	56
Tableau 31 : Résultats statistique La Biomasse	56
Tableau 32 : Analyse de variance du Rendement estimé	57
Tableau 33 : Résultats statistique du Rendement estimé	57
Tableau 34 : Analyse de variance du Rendement réel	59
Tableau 35 : Résultats statistique du Rendement réel	59

## Liste de la figure

	Pages
Figure 01: Phases de cycle végétal du blé.	7
Figure 02 : Pulvérisateurs à disque	15
Figure 03: Tracteur pneumatique	15
Figure 04: Relation système de semis direct, composantes de l'environnement et décisions agricoles	23
Figure 05: Schéma du dispositif expérimental adopté.	30
Figure 06 : Mesure de l'humidité de sol (%)	33
Figure 07 : Densité apparente du sol ( $\text{g/cm}^3$ )	34
Figure 8 : Mesure de la teneur relative en eau (%)	34
Figure 9 : Mesure de la teneur en chlorophylle(%)	35
Figure 10: Evolution de taux de l'humidité pondérale dans le sol (profondeur 0-20 cm).	40
Figure 11: Evolution de taux de l'humidité pondérale dans le sol (profondeur 0-20 cm).	40
Figure 12: Effet de technologie culturale sur la densité apparente	42
Figure 13: Effet de technologie culturale sur la densité apparente en profondeur (0-5 cm ; 5-10 cm ; 10-15 cm)	42
Figure 14: Effet de technologie culturale sur la teneur en chlorophylle	43
Figure 15: Effet de technologie culturale sur la teneur relative en eau	45
Figure 16: Effet de technologie culturale le nombre de plantes levés par $\text{m}^2$	47
Figure 17: Effet de technologie culturale sur le nombre des talles/ $\text{m}^2$	48
Figure 18: Effet de technique culturale sur La hauteur de la plante	49
Figure 19: Effet de technique culturale sur la longueur des racines	51
Figure 20: Effet de technologie culturale sur le nombre des racines	52
Figure 21: Effet de la technique culturale sur le nombre d'épis/ $\text{m}^2$	53
Figure 22: Effet de technique culturale sur le nombre de grains par épi	54
Figure 23: Effet de technique culturale sur le PMG	55
Figure 24: Effet de technique culturale sur la biomasse	56
Figure 25: Effet des techniques culturales sur le rendement estimé	58
Figure 26: Effet de technique culturale sur le rendement réel (q/ ha)	59

## Plan de travail

	Page
<b>Liste des abréviations</b>	
<b>Liste des tableaux</b>	
<b>Liste des Figures</b>	
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>Première partie: Synthèse Bibliographique</b>	
<b>CHAPITRE I: Généralité sur le blé dur</b>	
I.1. Origine du blé.....	3
I.1.1. Classification du blé dur (Triticum durum Desf.) .....	3
I.2. Importance de la culture de blé.....	3
I.2.1. Dans le monde .....	3
I.2.2. En Algérie .....	4
I.3. Cycle de développement du blé .....	5
I.3.1. Période végétative.....	5
a. Germination-levée.....	6
b- Tallage .....	6
I.3.2. Période reproductrice .....	6
a- Phase de la montaison.....	6
b-Phase de l'épiaison et de fécondation .....	6
c-Maturation du grain .....	7
I.4. Exigences de la culture de blé dur .....	7
I.4.1. Température.....	7
I.4.2. Humidité.....	8
I.4.3. Lumière .....	8
I.4.4. Exigences édaphiques .....	8
I.5. Contraintes de la production de blé en Algérie .....	8
I.5.1. Contraintes climatiques .....	8
A. Stress thermique.....	8
B. Stress hydrique .....	9
I.5.2. Contraintes édaphiques .....	9
I.6. Efficience d'utilisation de l'eau .....	10
I.6.1 Définitions .....	10
I.6.2. Amélioration de l'efficience d'utilisation de l'eau .....	10
I.7. Agriculture de conservation .....	10

I.7.1. Définition .....	10
I.7.2. Essor de l'agriculture de conservation.....	11
A. Au niveau mondial .....	11
B. Agriculture de conservation dans les pays du Maghreb.....	11
I.7.3. Piliers de l'agriculture de conservation .....	12
A. Couverture du sol .....	12
B. Rotation culturale .....	12

## **Chapitre II : Techniques culturales**

II.1. Techniques culturales .....	14
II.1.1. Notion d'itinéraires techniques .....	14
II.1.2. Technique de travail du sol classique .....	14
II.1.2.1. Travail conventionnel .....	14
II.1.2.1.1. Définition .....	14
A .Travail primaire du sol.....	14
B – Travail secondaire .....	15
C - Préparation lit de semence .....	15
II.1.2.1.2. Avantages et inconvénients de travail conventionnel .....	16
II.1.2.2. Techniques culturales simplifiées .....	16
II.1.2.2.1. Définition .....	16
II.1.2.2.2. Principe les techniques culturales simplifiées ou le travail minimum du sol .....	17
A. Travail primaire .....	17
B .Travail secondaire .....	17
II.1.2.2.3. Avantages et Inconvénients .....	17
II.2.3. Semis direct .....	18
II.1.2.3.1. Définition .....	18
II.1.2.3.2. Objectif du semis direct .....	18
II.1.2.3.3. Principes de système de semis direct .....	18
II.1.2.3.4. Effets du semis direct sur les composantes du sol .....	19
II.1.2.3.4.1. Sur les composantes physiques .....	19
A. Structure du sol .....	19
B. Densité apparente du sol .....	19
C. Porosité du sol .....	21
D. Conservation de l'eau .....	21
II.1.2.3.4.2. Sur les composants chimiques .....	21

A. Matière organique .....	22
II.1.2.3.4.3.Sur les composants biologiques .....	22
A. Organismes du sol .....	22

## **Deuxième partie : Etude Expérimentale**

### **Chapitre I : Matériels et Méthodes**

I.1.Objectif de l'essai.....	25
I.2.Description du site expérimental .....	25
I.3.Caractéristiques pédoclimatiques du milieu .....	25
I.3.1.Climat de la campagne d'étude .....	25
A. Température .....	25
B. Précipitations.....	26
C .Gelées.....	26
I.3.2. Caractéristiques physico-chimiques du sol de site expérimental .....	27
I.3.3. Granulométrie .....	28

### **Chapitre II : Mise en place de l'essai**

II.4. Mise en place de l'essai .....	29
II.4.1. Matériel végétal utilisé .....	29
II.4.2.Matériel de travail du sol et de semis.....	29
II.4.3.Dispositif expérimental .....	30
II.4.4. Itinéraires techniques .....	30
II.4.4.1.Précédent cultural.....	30
II.4.4.2.Préparation du sol.....	30
A. Semis direct.....	31
B. Travail Conventionnel (TC).....	31
C. Technique Culturelle Simplifiée ou Travail Minimum (TCS).....	31
II.4.4.3. Mise en place de culture .....	31
II.4.4.4.Entretien de culture .....	31
A. Fertilisation du sol .....	31
B. Désherbage .....	32

### **Chapitre III : Notations effectuées**

III.1. Notations effectuées .....	33
-----------------------------------	----

III.1.1. Notations relatives au sol .....	33
III.1.1.1. Humidité de sol .....	33
III.1.1.2. Densité apparente du sol (masse volumique) .....	33
III.1.2. Paramètres physiologiques .....	34
III.1.2.1. Teneur relative en eau .....	34
III.1.2.2. Teneur en chlorophylle .....	35
III.1.3. Notations relatives à la plante de la culture .....	35
III.1.3.1. Paramètres morphologiques de la plante .....	36
III.1.3.1.1. Taille des chaumes .....	36
III.1.3.1.2. Extension du système racinaire .....	36
III.1.3.2. Paramètres physiologiques de la plante .....	36
a. Peuplement à la levée .....	36
b. Nombre de talles herbacés .....	36
c. Nombre de talles épis .....	36
d. Composantes de rendements .....	36
d1. Nombre d'épis par mètre carré (NE/ m <sup>2</sup> ) .....	36
d2. Nombre de graines par épi (NGE) .....	36
d3. Poids de milles grains (PMG) .....	36
d4. Calcul du rendement théorique (q/ha) .....	36
e. Rendement réel (q/ ha) .....	36
f. Rendement en paille .....	37
III.2. Traitement statistiques .....	37

#### **Chapitre IV: Résultats et discussion**

IV.1 .Paramètres liées au sol.....	38
IV.1.1. Humidité du sol.....	39
IV.1.2 .Densité apparente g/cm <sup>3</sup> .....	40
IV.2. Paramètre physiologique .....	42
IV.2.1. Teneur en chlorophylle CHL .....	42
IV.2.2 .Teneur relative en eau TRE .....	42
IV.3 .Caractères agronomiques (le rendement et ses composantes) .....	44
IV.3.1. Nombre de plants levés par m <sup>2</sup> .....	45
IV.3.2. Nombre de talle par mètre carré .....	47
IV.3.3. Hauteur de la plante .....	48
IV.3.4. Système racinaire.....	49
IV.3.4.1 .Longueur des racines .....	49

IV. 3.4.2. Nombre des racines.....	51
IV.3.5. Nombre d'épis par m <sup>2</sup> .....	52
IV.3.6. Nombre de grains par épi .....	53
IV.3.7. Poids de mille grains .....	54
IV.3.8. Biomasse .....	55
IV.3.9. Rendement estimé q/ha .....	57
IV.3.10. Rendement réel q/ha .....	58
<b>Conclusion .....</b>	<b>60</b>
<b>Références bibliographies .....</b>	<b>62</b>
<b>Annexe</b>	



***Introduction***

# INTRODUCTION

---

## Introduction

En zones semi-arides la ressource en eau constitue le principal facteur limitant le développement agricole. L'environnement physique est caractérisé par une pluviométrie faible et aléatoire. Les sols sont généralement peu fertiles, peu productifs et portant une couverture végétale très éparse. Dans ces régions, la recherche d'une meilleure productivité agricole s'est faite grâce à l'intensification des systèmes de production. Cette intensification s'est matérialisée sous forme d'inputs de plus en plus complexes et d'une production minière des sols (Mrabet, 2002). Cependant, ce monde de production s'est accompagné de nombreux effets négatifs sur l'environnement; ce qui a conduit à sa remis en question dans de nombreux régions dans le monde (Lyons et *al.*, 2003). La recherche d'alternatives plus respectueuses à l'environnement et de l'outil de production de l'agriculteur est devenue une nécessité et une urgence (Halvorson et *al.*, 2000).

L'amélioration de la production végétale dans les régions semi-arides passe par l'amélioration des techniques de conservation de l'eau, du sol d'une part, et par l'utilisation du matériel végétal capable de résister à la sécheresse d'autre part (Léfi, 1997). Maximiser l'efficacité de l'utilisation de l'eau du sol, accroître la productivité de la biomasse par unité d'eau utilisée et améliorer la conversion de la biomasse végétative en rendement économique sont les objectifs recherchés en zones semi-arides (Krishnamurthy et *al.*, 2007). De nombreux travaux scientifiques attirent l'attention sur les conséquences du système conventionnel et soulignent l'intérêt économique, agronomique et le respect de l'environnement qui caractérisent l'agriculture de conservation et notamment le semis direct et les techniques culturales simplifiées (Bouzrara et *al.* 2011, Benniou, 2012). Nonobstant, le défi majeur des pays nord africains est double: assurer une sécurité alimentaire pour une population à fort taux démographique et amortir la dégradation des ressources naturelles. Ces pays ont besoin, plus que jamais de revoir leurs modes d'utilisation des terres pour assurer une sécurité alimentaire et un développement agricole durable (CDSR, 2001).

Au Maghreb, la céréaliculture occupe aussi une place stratégique dans le système de production, elle est influencée par les conditions géographiques, climatiques et agronomiques. Parmi les conditions agronomiques, on peut citer la non maîtrise des techniques d'installation des cultures ; une fertilisation non raisonnée en fonction des possibilités offertes par les milieux et notamment les sols, les précédent culturaux et le manque des mesures phytosanitaires (Bouaziz, 1999).

## INTRODUCTION

---

En Algérie, la production des céréales, occupe environ 80 % de la superficie agricole utile (SAU) du pays (Djermoun, 2009). Les céréales sont cultivées entre les isohyètes 200 et 800 mm ; elles offrent une production de 20 millions de quintaux moyennant un rendement de 7 q/ha, soit 3 fois moins le rendement moyen mondial (FAO, 1997).

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 ; Abdllaoui et al., 2010, Mrabet 2001, Benniou, 2012). Il s'agit tout simplement de corriger et réparer les erreurs commises par le travail conventionnel.

De fait, la problématique de notre travail tourne autour de plusieurs hypothèses et questionnements :

1) Quel est l'intérêt que nous portons à l'agriculture de conservation et donc le semis direct et les techniques culturales simplifiées ?

2) Est ce qu'on peut améliorer la technique de semis direct et l'intégrer dans le fonctionnement des exploitations agricoles et dans les systèmes culturaux et ce à l'échelle régional et national ?

3) Y-a-t-il un effet de semis direct sur les propriétés physico-chimiques du sol, notamment la densité du sol, et sur les paramètres physiologiques ; le développement des racines, de la biomasse, des composantes de rendement et le rendement final de la culture ?

C'est dans ce contexte que notre travail se propose d'étudier les possibilités d'amélioration de la production du blé dur (*Triticum durum* Desf.), à travers quatre techniques de travail du sol : ; semis direct à dents, semis direct à disque, travail cultural simplifié et le semis conventionnel. Nous avons consacré pour cette étude deux parties ; la première partie réservée à une synthèse bibliographique et la deuxième partie expérimentale consacrée essentiellement aux conditions de l'expérimentation, matériel et méthodes, résultats et discussion et enfin conclusion est perspectives.



*Première partie*  
*Synthèse Bibliographique*



***CHAPITRE I***  
***Généralités sur le blé dur***

## CHAPITRE I : Généralités sur le blé dur

### I.1. Origine du blé dur

#### I.1.1. Classification du blé dur (*Triticum durum* Desf.)

Le blé appartient à la famille des graminées (Gramineae = poaceae), qui comprend plus 10.000 espèces différentes (Mac key, 1978). Plusieurs espèces de ploïdie différentes sont regroupées dans le genre *Triticum* qui est un exemple classique d'allo-polyploïdie, dont les génomes huméologues dérivent de l'hybridation inter espèces appartenant à la même famille (Levy et Feldman, 2002). Le blé dur (*Triticum turgidum*ssp. *Durum* Desf.) est une espèce allo-tétraploïde ( $2n=28$ , AABB) qui a pour origine l'hybridation suivie par un doublement chromosomique entre *Triticum Urartu* (génome AA) et une espèce voisine de *Aegilops speltoides* (génome BB) (Huang et al., 2002). La domestication du blé diploïde s'est produite dans le nord du croissant fertile au proche Orient. Le blé tétraploïde a été domestiqué dans du bassin du Jourdain, plus au sud. Le blé tétraploïde s'est diversifié dans les centres secondaires représentés par les plateaux éthiopiens, le bassin méditerranéen et la Transcaucasie (Levy et Feldman, 2002).

### I.2. Importance de la culture de blé dur

#### I.2.1. Dans le monde

Dans le monde, l'union européenne (principalement l'Italie, l'Espagne et la Grèce) est le plus grand producteur de blé dur, avec une récolte annuelle moyenne de huit millions de tonnes métriques (Mouellef, 2010). Le Canada arrive au deuxième rang avec 4,6 millions de tonnes métriques par année, suivi de la Turquie et des Etats-Unis, avec respectivement 4 et 3,5 millions de tonnes métriques (Anonyme, 2008).

De point de vue importance alimentaire, les céréales occupent une place de choix parmi toutes les autres spéculations car elle constitue la base alimentaire qui fournit l'essentiel des apports énergétique et protéiques. En effet, le blé a l'avantage de fournir en abondance des calories sous la forme la moins coûteuse qui soit un kilo de pain fournit plus de 3000 calories, 14% de protéines et de 1 à 2% de matière grasse assurant ainsi une énergie suffisante pour travailler chaque jour (Universalisé, 1998 citer par Maamri et al., 2010).

## I.2.2.En Algérie

En Algérie le blé dur occupe une place très importante vu la superficie consacrée. Le tableau 1, cité ci-dessous présente l'évolution de la superficie, de la production et le rendement de blé dur en Algérie durant la période 2010-2015. On remarque que la production durant la période 2010-2015 a passé de 20.385.000 de quintaux à 20.199.390 quintaux, soit une chute de production; ceci est expliqué par la sécheresse surtout pendant le stade de remplissage du grain et également, par les mauvaises conditions d'installation de la culture. Parmi les wilayas les plus productives, on note Tebasse, Tiaret et Sétif (Tableau 2).

**Tableau 1:** évolution de la superficie, production et le rendement de blé dur en Algérie (2010-2015)

Année	Superficie (ha)	Production q/ha	Rendement (q/ha)
2010	1, 181,774	20, 385,000	17,2
2011	1, 230,414	21, 957,900	17,8
2012	1, 342,881	24, 071,180	17,9
2013	1, 180,332	23, 323,694	19,8
2014	1, 182,127	18, 443,334	15,6
2015	1, 314,014	20, 199,390	15,4

Source : (MADR, 2017)

**Tableau 2:** les principales wilayas productrices de blé dur en Algérie.

Année	Wilaya	Superficie (ha)	Production (q/ha)	Rendement (q/ha)
2011	Tébessa	105.000	556.000	05.7
	Tiaret	105.000	1.010.395	13.8
	Sétif	104.512	1.733.000	16.6
2012	Tébessa	91.000	275.000	06.9
	Tiaret	120.249	2.280.600	19.0
	Sétif	104.540	1.479.608	14.2
2013	Tébessa	91.000	141.900	21.3
	Tiaret	110.000	2.127.500	19.5
	Sétif	106.564	1.818.420	17.1
2014	Tébessa	92.000	220.400	11.8
	Tiaret	110.000	1.579.000	16.1
	Sétif	110.989	905.000	09.3
2015	Tébessa	88.000	312.000	08,0
	Tiaret	125.000	1.770.600	16,0
	Sétif	114.958	682.730	07.2

Source: (MADR; 2017)

### I.3. Cycle de développement du blé

Le cycle de développement du blé est constitué d'une série d'étapes séparées par des stades repérés, permettant de diviser en deux périodes la vie des céréales. Une période végétative durant laquelle, la plante ne se différencie que des feuilles et des racines ; une période reproductrice dominée par l'apparition de l'épi et la formation du grain (Soltner, 2005), (Figure 01).

#### I.3.1. La période végétative

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

**a. La germination-levée**

La germination de la graine se caractérise par l'émergence du coléorhize donnant naissance à des racines séminales et la date de la levée est définie par l'apparition de la première feuille qui traverse le coléoptile, gaine rigide et protectrice enveloppant la première feuille. La levée se fait réellement dès la sortie des feuilles à la surface du sol (Soltner, 2005).

Au sein d'un peuplement, la levée est atteinte lorsque la majorité des lignes de semis est visible (Gate, 1995). Les principaux facteurs édaphiques qui interviennent dans la réalisation de cette phase sont, la chaleur, l'aération et l'humidité (Eliard, 1979).

**b- tallage**

Lorsque la plante possède 3 à 4 feuilles, une nouvelle tige, la talle primaire, apparaît à l'aisselle de la feuille la plus âgée. Après l'émission de la première talle, la plante va émettre des talles primaires, qui prennent naissance à l'aisselle du maître-brin (tige principale), puis, lorsque le maître-brin a 6 feuilles au moins, des talles secondaires dont les bourgeons seront alors situés à l'aisselle des feuilles des talles primaires. Le tallage herbacé s'arrête dès l'évolution de l'apex de la formation d'ébauches de feuilles à celle d'ébauches florales (futurs épillets) qui sont suffisamment avancées (Gate et Giban, 2003).

**I.3.2. Période de reproduction**

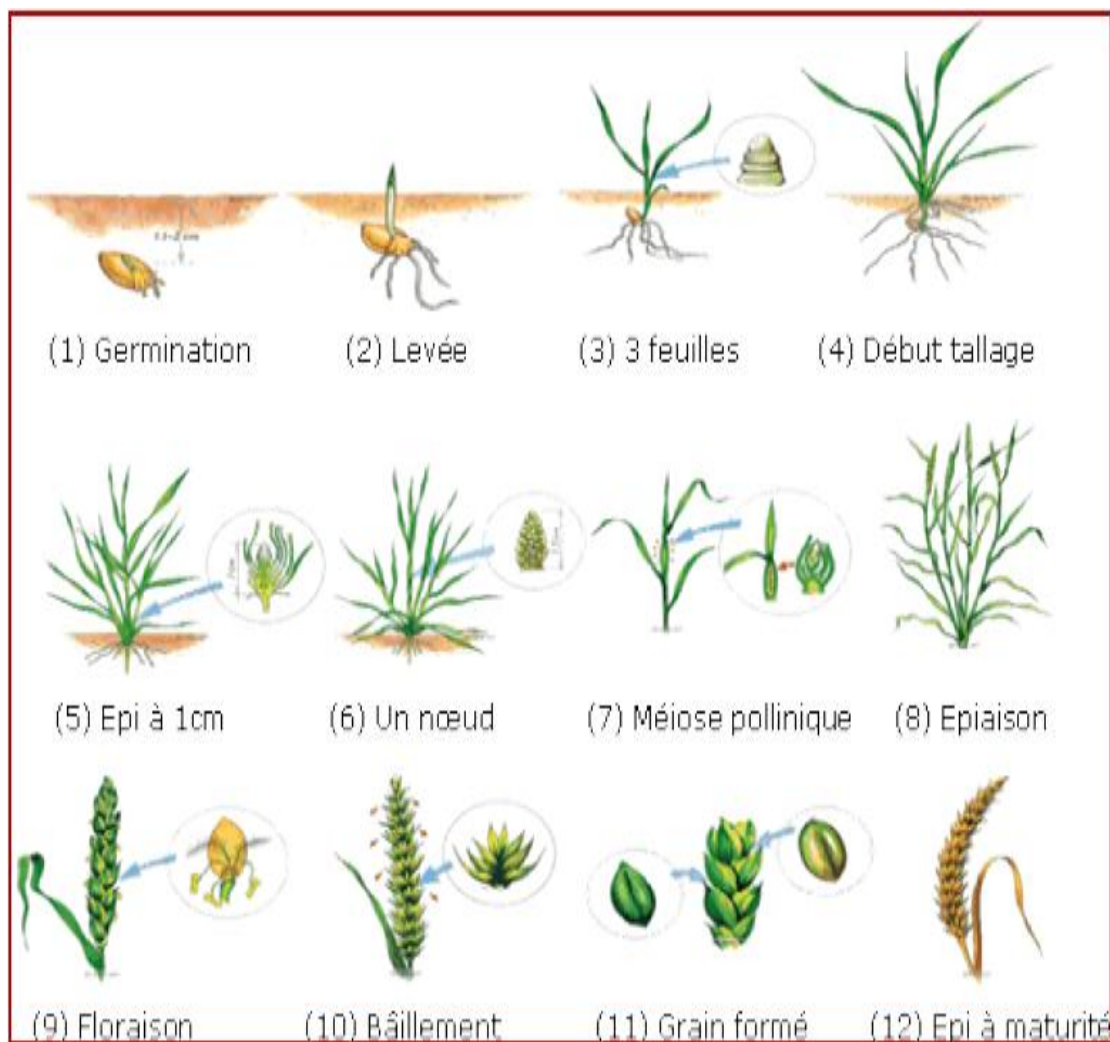
Elle comprend la formation et la croissance de l'épi.

**a- Phase de la montaison**

Au cours de cette phase, un certain nombre de talles herbacées vont évoluer vers des tiges couronnées d'épis, tandis que d'autres commencent à régresser. La croissance en taille et en matière sèche est alors active. Cette phase se termine au moment de la différenciation des stigmates. La durée de cette phase est de 29 à 30 jours (Clément-Grandcourt; Prat, 1971).

**b- Phase de l'épiaison et de fécondation**

Elle est marquée par la méiose pollinique, l'éclatement de la graine avec l'émergence de l'épi. C'est au cours de cette phase que s'achève la formation des organes floraux et s'effectue la fécondation (Soltner, 2005). La vitesse de croissance de la plante est maximale. Cette phase correspond à l'élaboration d'une grande quantité de la matière sèche, cette phase dépend étroitement de la nutrition minérale et de la transpiration qui influence le nombre final de grains par épi (Masle, 1980 ; Soltner, 2005).



Source : blé hybride HYNO (onglet "le blé en général")

**Fig 01: Les phases de cycle végétal du blé.**

### c- La maturation du grain

Au cours de cette phase, l'embryon se développe et l'album en se charge de substances de réserve. On observe une augmentation du volume du poids des grains. La phase se termine par le stade laiteux. Ensuite, le poids frais des grains continue à augmenter alors que celui des tiges et des feuilles diminue. La phase se termine par le stade pâteux. Puis les grains deviennent durs et leur couleur devient jaunâtre (Boufnar-Zaghoune et Zaghouane, 2006).

## I.4. Les exigences de la culture de blé dur

### I.4.1. Température

La température conditionne à tout moment la physiologie du blé, une température supérieure à 0°C (zéro de végétation du blé) est exigée pour la germination des céréales

comme elle conditionne la nitrification et l'activité végétative du blé au cours du tallage et de la montaison, en plus l'intensité de l'évaporation peut amener l'échaudage (Soltner, 2005). Un abaissement brutal de la  $T^{\circ}$ , associé à un dessèchement intense en surface, provoque les dégâts de nécroses (Soltner, 2005). La somme de température nécessaire durant le cycle du blé est de  $2350^{\circ}\text{C}$  (Baldy, 1986).

#### **I.4.2. L'humidité**

Les besoins en eau de la culture du blé varient entre 450 et 650 mm selon le climat et la longueur du cycle végétatif (Baldy, 1974).

#### **I.4.3. La lumière**

Une certaine durée du jour (photopériodisme) est nécessaire pour la réalisation du stade B précédant la montaison (Soltner, 2005). Quant à l'intensité lumineuse, et à l'aération, elles agissent directement sur l'intensité de la photosynthèse, dont dépend à la fois la résistance des tiges à la verse et au rendement (Soltner, 2005).

#### **I.4.4. Exigences édaphiques**

Céréale la plus cultivée dans le monde, le blé s'accommode aux terres bien différentes si l'on emploie les fumures et variétés appropriées, et éventuellement l'irrigation, notant que les trois caractéristiques qui font une bonne terre à blé: la texture fine: limono argileuse, qui assurera aux racines fasciculées la structure stable, qui résiste à la dégradation par les pluies d'hiver et la structure stable, qui résiste à la dégradation par les pluies d'hiver. Le blé n'y souffrira pas d'asphyxie et la nitrification sera bonne au printemps et enfin une bonne profondeur et une richesse suffisante (Soltner, 2005).

### **I.5. Les contraintes de la production de blé en Algérie**

#### **I.5.1. Les contraintes climatiques**

##### **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  $15^{\circ}\text{C}$  pour de nombreux géotypes 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 résistant 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).

### **I.5.2. 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.

**I.6. Efficience d'utilisation de l'eau****I.6.1. Définitions**

L'efficience d'utilisation de l'eau (EUE) a été définie différemment dans la littérature (Passioura, 1977; Turner, 1986). Étant une cible de production, l'efficience d'utilisation de l'eau pourrait être définie de plusieurs manières, selon les mesures et les unités de l'échange prises en considération (Condon *et al.*, 2004). Toutes les définitions potentielles consistent en une certaine quantité de l'eau utilisée pour une certaine unité de production. Selon les agronomes, elle est définie comme étant le rendement à la récolte obtenu à partir de l'eau rendue disponible par les précipitations et/ou l'irrigation (Condon *et al.*, 2004).

**I.6.2. Amélioration de l'efficience d'utilisation de l'eau**

L'amélioration de l'efficience d'utilisation de l'eau des productions végétales aussi bien irriguées que pluviales paraît être une urgence impérative (Hamdy *et al.*, 2003). Pour cette fin, plusieurs méthodes ont été suggérées à savoir: un semis précoce (French et Schulz, 1984), l'utilisation des fertilisants azotés, la densité élevée de plantation, l'inclusion des géotypes précoces, la bonne gestion des sols et conduite des rotations offre également la possibilité d'augmenter l'utilisation de l'eau surtout que les racines de certaines espèces ont le potentiel de pénétrer plus profond dans le sol que d'autres (Hamblin et Hamblin, 1985). Dans les dernières décennies, les agriculteurs australiens ont adopté des aménagements afin d'obtenir une meilleure efficience d'utilisation de l'eau. Ces pratiques se résument dans l'emploi des niveaux élevés des fertilisants spécialement l'azote et le phosphore, le semis direct et l'usage des rotations afin d'améliorer la nutrition et la pénétration des racines chez les céréales (Turner, 1997).

**I.7. Agriculture de conservation****I.7.1. Définition**

«L'agriculture de conservation vise des systèmes agricoles durables et rentables et tend à améliorer les conditions de vie des exploitants au travers de la mise en œuvre simultanée de trois principes à l'échelle de la parcelle: le travail minimal du sol ; les associations et les rotations culturales et la couverture du sol» (FAO, 2003).

L'agriculture de conservation maintient une couverture organique du sol, permanente ou semi-permanente, se composant d'une plante vivante ou d'un paillis mort. La fonction de la couverture organique est de protéger physiquement le sol contre le soleil, la pluie et le vent et

de nourrir les organismes vivants du sol. Par la suite, les microorganismes et la faune du sol assureront la fonction de labour et l'équilibre nutritif du sol, maintenant de ce fait la capacité de résilience du sol. Le semis direct avec conservation des résidus de culture est peut-être le meilleur exemple d'agriculture de conservation, puisqu'il évite la perturbation provoquée par le labour mécanique. Une rotation de cultures variées est également importante pour éviter des problèmes de maladies et de parasites (Derpsch, 2001 ; FAO, 2003).

### **I.7.2. L'essor de l'agriculture de conservation**

#### **A. Au niveau mondial**

Si les outils de travail du sol se sont aujourd'hui diversifiés, la charrue à versoirs reste l'outil le plus répandu. Le labour permet de contrôler le développement des adventices, d'enfouir les résidus de cultures et de fragmenter la structure du sol avant l'implantation des cultures. Cette technique a permis d'augmenter la productivité des cultures mais elle reste une technique consommatrice de temps, de main d'œuvre, de puissance tractrice et d'énergie (Monnier, 1994). Les problèmes de fertilité des sols communs aux sols labourés ont conduit au développement des techniques alternatives au labour, regroupées sous le terme de travail du sol de conservation (Köller, 2003).

Depuis les années 50, les surfaces agricoles labourées diminuent à travers le monde entier au profit du travail du sol de conservation (Lalet *al.*, 2007). Ce mode de production se pratique sur environ 95 millions d'hectares à travers le monde (Lalet *al.*, 2007). Ces techniques se sont d'abord et surtout développées aux Etats-Unis et ont rapidement gagné l'Amérique du Sud, notamment le Brésil, l'Argentine et le Chili, ainsi que l'Australie où les risques d'érosion éolienne sont élevés (Köller, 2003). D'autres raisons invoquées par les agriculteurs pour l'adoption des techniques de conservation sont l'efficacité, la largeur de travail des outils et le gain de temps, ainsi que leur potentiel de stockage du carbone dans les sols et leur capacité à favoriser l'activité biologique des sols (Kern et Johnson, 1993; Köller, 2003; Labreche *et al.*, 2007; Lalet *al.*, 2007).

#### **B. L'agriculture de conservation dans les pays du Maghreb**

Historiquement, les premiers pas du semis direct dans les pays du Maghreb remontent aux années 1970-1980, lorsque des essais ont été réalisés par les structures de recherche publiques avec des semoirs américains (de type Tye) importés pour l'expérimentation. Cette approche semble avoir été abandonnée par la suite, sauf au niveau d'essais en station menés par l'INRA du Maroc. Le véritable «démarrage» d'actions concrètes centrées sur une démarche

d'agriculture de conservation se situe à la fin des années 1990 avec, d'une part, le programme de création du «prototypé marocain» de semoir (semis direct) initié par l'INRA de Settat, et d'autre part, le programme «agro-écologie et semis direct» mis en place en Tunisie. Le début d'une véritable implication concrète des agriculteurs dans ces démarches remonte donc, globalement à cette période (Chaaban, 2009).

En Algérie, d'après Bouzerzour *et al.*, (2006), l'idée d'introduire des techniques de l'agriculture de conservation directement au niveau 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.

### **I.7.3. Les piliers de l'agriculture de conservation**

#### **A. Couverture du sol**

En systèmes de labour de conservation, la perturbation ou la manipulation du sol doit respecter la présence d'un Much d'au moins de 30 % et l'élimination de toute action de retournement ou mixage des horizons. Le maintien d'au moins 30 % de la surface du sol couverte par des résidus végétaux lors de la mise en place de la culture suivante est généralement suffisant pour contrôler l'érosion hydrique, ce qui correspond à 1120 kg ha<sup>-1</sup> pour contrôler l'érosion éolienne (Sandretto, 2001).


#### **B. Rotation culturale**

Le semis direct doit être considéré comme un système et non pas comme une simple méthode de préparation du terrain. Pour que ce système soit efficace, il faut introduire la rotation des cultures, c'est-à-dire l'utilisation dans le temps et dans l'espace d'une séquence de cultures. La rotation des cultures est fondamentale pour la durabilité des systèmes de semis direct. Le semis direct est un nouveau système d'exploitation du milieu.

Il faut l'intégrer dans des systèmes de culture qui permettent d'optimiser la gestion des ressources naturelles et l'ensemble des facteurs de production dans les exploitations. Les modalités de mise en œuvre du semis direct sont très diverses, et dépendent en premier lieu des conditions climatiques de la zone concernée. Plus la pluviométrie est importante, plus les modalités sont nombreuses et diversifiées. En plus, au cours du temps, beaucoup de modifications ont eu lieu pour réussir au maximum l'adaptation du semis direct. Ceci a permis de développer différents systèmes de semis direct selon les exigences agricoles et édaphiques.

A cause de ces développements, le semis direct a été réussi dans plusieurs cultures, (CDSR, 2001).

D'abord appliqué au maïs, le semis direct avec conservation de résidus gagne d'autres cultures, à commencer par le soja et les céréales à petites graines (blé d'hiver, orge...), puis le cotonnier, le sorgho, le tabac, les légumes et l'arachide et les cultures d'hiver (blé, trèfle, vesce, et seigle),( CDSR, 2001).



***Chapitre II***  
***Techniques culturelles***

**Chapitre II : Techniques culturales****II.1. Techniques culturales****II.1.1. Notion 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:

- 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).
- 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.1.2. Technique de travail du sol classique****II.1.2.1. Travail conventionnel****II.1.2.1.1. Définition**

Le travail du sol conventionnel ou labour 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).

**A .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 roues (Figure n° 3). Associé à une charrue en métal attelée au tracteur (Figure n° 2).



Figure n°02 : pulvérisateurs à disque



Figure n°03: Tracteur pneumatique

### B - 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).

### C - 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 (Figure n° 3) ou d'outils animés par la prise de force du tracteur (houe rotative, machine à bêcher, herse alternative, herse rotative).

L'objectif premier de ces opérations est d'obtenir un état de la couche la plus superficielle du sol qui soit favorable à la germination et à la levée des cultures.

#### **II.1.2.1.2. Avantages et inconvénients de travail conventionnel**

A. Avantages: (1) 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), (2) 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), (3) débarrasser la parcelle des mauvaises herbes, des parasites animaux ou végétaux et des résidus gênants de la culture suivante, (4) 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, ....., (5) enfouissement de la matière organique et favoriser des micro-organismes, (6) mélange des engrais chimiques et organique du profil, et créer une structure légèrement motteuse surtout dans les sol limon-sableux (Chopart et Pitrot, 1996 in Mémento de l'agronome, 2009).

B. Inconvénients: (1) un retournement excessif du sol, remontant de la terre infertile de profondeur, (2) un travail en sol humide, provoque une compaction importante, (3) 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).

#### **II.1.2.2. Techniques culturales simplifiées**

##### **II.1.2.2.1. Définition**

Les TCS sont appelées communément les Techniques Culturelles Simplifiées ou encore les Techniques de Conservation des sols. D'après plusieurs auteurs, elles consistent à supprimer le labour profond et réduire les travaux de préparation du sol pour l'implantation des cultures. Il s'agit en fait, de travailler la terre superficiellement (du genre déchaumage ou scarifiage) pour l'enfouissement d'une partie des résidus de récolte par des outils spécifiques à ces techniques dont la profondeur du travail est de 5 à 10 cm. En profondeur, les auteurs affirment que la faune du sol notamment les vers de terre qui s'occupent du reste de travail (travail profond) (Soltner 1998, Labreuche, 2007).

**II.1.2.2.2. le principe les techniques culturelles simplifiées ou le travail minimum du sol**

Le travail réduit du sol est une pratique agro–environnementale que permet de garder une partie des résidus de récoltes sur au moins 30% de la surface du sol après le semis .Ce système est moins intensif que le travail du sol conventionnel. Effectivement, ce dernier implique un retournement du sol et une couverture par les résidus de moins de 30% de la surface (Mathieu, 2004). La notion de retournement du sol n'existe plus dans de travail minimum. On privilégie l'utilisation des outils à dents ou à disque, parfois des outils animés par la prise de force.

En Algérie, surtout dans les zones où les sols sont pauvres, peu profonds et très sensibles à l'érosion éolienne, leur travail nécessite un soin particulier. La préparation du sol est réalisée soit à l'aide d'un passage de chisel suivi d'un passage de cultivateur ou directement en utilisant un cultivateur à dents en double passage (passage croisés) (Mahdi, 2004). Dans ce contexte, les outils à dent les plus utilisés sont: le chisel (pour le travail profond entre 20 et 25 cm), le cultivateur à dents (pour le travail moyen entre 10 et 15 cm), la herse (pour le travail superficiel entre 5 et 8 cm). Le travail réduit du sol se divise en deux grandes étapes :

- A. Travail primaire: étape au cours de laquelle le sol est brisé ou soulevé plutôt que retourné.
- B. Travail secondaire: étape au cours de laquelle on effectue la préparation du lit de semence, le nivellement de la surface du sol et l'incorporation des engrais et herbicides (Mathieu, 2004).

**II.1.2.2.3. Avantages et Inconvénients**

a. Avantages de techniques culturelles simplifiées: (1) Il contribue à la conservation de la ressource sol à travers l'amélioration de l'infiltration de l'eau dans le sol surtout si les résidus de surface sont maintenus en surface et la limitation de la dégradation de la structure du sol (compactage, tassement) due aux passages successifs des engins agricoles, (2) aboutit à la conservation de la ressource eau en améliorant l'infiltration de l'eau et en réduisant l'évaporation. Ces phénomènes sont accentués par la présence de résidus de culture en surface, (3) contribue à l'amélioration de la rentabilité des cultures à travers l'économie d'énergie et du temps due à la simplification des façons culturelles, et (5) aboutit à la durabilité des systèmes de culture (Aboudrare, 2009).

b. Inconvénients: Les inconvénients des TCS peuvent être résumés dans les points suivants :

- Elles ne s'adaptent pas à tous les types de sol et de culture, ce qui pose le problème de leurs applications. Certaines cultures, comme la pomme de terre, ne sont pas adaptées aux techniques simplifiées.
- La suppression des adventices est insuffisante, ce qui implique une lutte chimique.

### **II.1.2.3. Semis direct**

#### **II.1.2.3.1. Définition**

Dans le cadre de l'agriculture de conservation le « non labour », « agriculture sans labour » et « zéro labour » sont des synonymes du semis direct qui est un nouveau mode d'exploitation des ressources naturelles sol et eau, elle a été mondialement diffusée au nom du développement durable (Séguy *et al.*, 2001 ; Ares, 2006 ; Grosclaude *et al.*, 2006 ; Lahmar, 2006 ; FAO, 2007 ; Almaric *et al.*, 2008 ; El Aissaoui *et al.*, 2009 ; El-Brahli *et al.*, 2009; Serpantié, 2009).

Le semis direct est une simplification plus poussée du travail de sol, qui consiste à planter une culture sans travail préalable du sol tout en effectuant une ouverture dans le sol pour déposer la semence à la profondeur souhaitée et ceci afin d'assurer à la graine les conditions les plus favorables à la germination, la levée et à la croissance pour obtenir les rendements escomptés. Cette simplification du travail se caractérise par une absence totale de l'action d'outil aratoire (Mrabet, 2001):.

#### **II.1.2.3.2. L'objectif du semis direct**

L'objectif essentiel du semis direct est de conserver, d'améliorer et d'utiliser les ressources naturelles d'une façon plus efficace par la gestion intégrée du sol, de l'eau des agents biologiques et des apports de produits externes. L'objectif final est de mettre en place une agriculture durable qui ne dégrade pas les ressources naturelles, sans renoncer pour autant à maintenir les niveaux de production (Atares, 2006).

#### **II.1.2.3.3. Principes de système de semis direct**

Selon Raunet *et al.* (1999), du point de vue d'agronome, le système du semis direct obéit à des principes agro-écologiques :

- Limiter la modification mécanique du sol à l'endroit où devrait être déposée la semence et couvrir le sol en permanence avec de la matière végétale pour stopper totalement les

processus d'érosion et réduire les amplitudes thermique et hygrométrique d'une part, et reconstruire un écosystème stable, favorable à l'activité biologiques et à la préservation de la matière organique du sol.

- Faire travailler la nature, c'est-à-dire le système sol-biomasse, en tirant partie le plus possible de ses propres ressources (photosynthèse, macro et méso-faune, microflore, recyclage ou libération d'élément minéraux lessivés en profondeur ou bloqués) grâce à l'action des plantes de couverture annuelles ou vivaces installées en association ,ou en rotation avec la culture principale.

**Tableau 03.** Avantages et inconvénients des semis direct (Mrabet, 2001).

Semoirs à socs		Semoirs à disques	
Avantages	Inconvénients	Avantages	Inconvénients
-Contrôle de la profondeur du semis. -Pénétration en conditions de sol sec et dur. -Bon contact sol semence. -Bon tassement Meilleur emplacement des engrais. - Utilisation en conditions de terrains difficiles : sols caillouteux. rugueux. en pente.	-Besoin élevé de force de traction. -Pois élevé (transport). -Grande manipulation ou perturbation du sol (écartement faible). -Bourrage en sols. -Couverts de grandes quantités de résidus.	-Positionnement uniforme des semences si les résidus sont bien répartis en surface. -Moins de manipulation du sol. -Bon tassement	-Inopérant en conditions de fortes quantités de résidus en surface : mauvais contact sol-graine et semis superficiel. -Disques sont plus chers . -Masses alourdissant Pour pénétrer facilement (surtout en sec).

### II.1.2.3.4. Effets du semis direct sur les composantes du sol

#### II.1.2.3.4.1. Sur les composantes physiques

##### A- Structure du sol

La structure du sol est le résultat, à un moment donné, de l'équilibre entre les phénomènes de tassement ; par le passage d'engins agricoles, conditions humides d'intervention, de fragmentation ; par le climat, la faune et/ ou le travail du sol, d'agrégation ; par des compactations modérées ou par le climat et/ ou la faune et de déplacement du sol par le travail du sol (Roger-Estrade et *al.*, 2002). Il en résulte que la structure du sol est très variable au sein des couches de sol cultivées non seulement dans le temps (sous l'action des systèmes de culture, du climat), mais aussi dans l'espace, présente donc une forte variabilité spatiale des conditions locales de circulation d'eau, d'activité biologique et d'aération (Boizard et *al.*, 2004). Des résultats d'essais de différentes techniques de semis du blé dur ayant montré que la stabilité structurale est meilleure dans le semis direct car, en surface et la matière organique y est plus abondante (Benniou, 2008 ; Bellemou, 2012).

##### B. La densité apparente du sol

La densité apparente constitue une première estimation de la porosité globale du sol. La densité apparente est principalement contrôlée par plusieurs facteurs (Strudley et *al.*, 2008):

- Culturels: le travail du sol par la fragmentation du sol et la création d'une porosité artificielle. A l'inverse du passage répété d'engins tasse le sol et peuvent diminuer la porosité, notamment en cas de sol lourd;
- Hydrologiques: l'alternance des cycles des humectations- dessiccations en relation avec la présence d'argile dans le sol. Les périodes de dessiccation favorisent l'ouverture des fontes.
- Biologiques: liées l'activité de la méso-faune et au développement racinaire.

De fait, la question du changement de la densité apparente peut-elle se poser essentiellement en semis direct en raison de l'absence complète de travail du sol. Alors, la porosité est essentiellement d'origine biologique: lombrics, développement racinaire. Les études actuelles mettent en valeur les points suivants:

A court terme, c'est-à-dire moins de 10 ans, en semis direct, on constate fréquemment une augmentation de la densité apparente des 20 premiers centimètres (Culley et *al.*, 1987;

Rasmussen, 1999; Kay et Vandenbygaart, 2002; Lampurlanes et Cantero-Martinez, 2006; Strudley *et al.*, 2008) comme le montre le tableau 04. Cependant, comme le soulignent Key et Vanden (2002), il reste difficile à interpréter les différences de la densité apparente du sol, car les données précises des itinéraires techniques sont rarement mentionnés: nombre et conditions de passages, outils et les caractéristiques des terrains travaillés.

**Tableau 04:** Densité apparente relevée dans le contexte de non-labour

Rotation	pratique	Texture	Profondeur (cm)	Densité apparente
4ans: Soja-Blé-pois	Charrue	SL	0-7.5	1.34
	Charrue	SL	7.5-15	1.35
	Charrue	SL	15-22.5	1.39
	SD	SL	0-7.5	1.35
	SD	SL	7.5-15	1.35
	SD	SL	15-22.5	1.38

Source : Bhattacharyya *et al.*, (2006)

### C- Porosité du sol

La porosité du sol est une caractéristique majeure contrôlant les propriétés hydrodynamiques du sol et le développement racinaire des plantes, mais aussi un indicateur physique de la qualité du sol influencé par les différentes techniques culturales (Lahlou, *et al.*, 2005).

Dans les premiers centimètres de sol, la distribution de la taille des pores est modifiée en l'absence de travail du sol. La méso porosité et/ou la macroporosité diminuent dans un sol mis direct par rapport un sol labouré (Hill, 1990 ; Pierce *et al.*, 1994; Hussain *et al.*, 1998; Ferreras *et al.*, 2000); l'écart entre les deux situations culturales est particulièrement marquée après le travail du sol (Pierce *et al.*, 1994).

### D. Conservation de l'eau

La non-manipulation du sol et le maintien d'un couvert végétale aident à prolonger la durée du dessèchement de la surface du sol et le maintenir plus humide pour une période du temps plus longue (Mrabet, 1997). Abdellaoui *et al.*, (2010) affirment que le semis direct et les travaux simplifiés permettent une meilleure rétention en eau par rapport au labour

conventionnel avec la charrue à soc.

#### II.1.2.3.4.2. Sur les composants chimiques

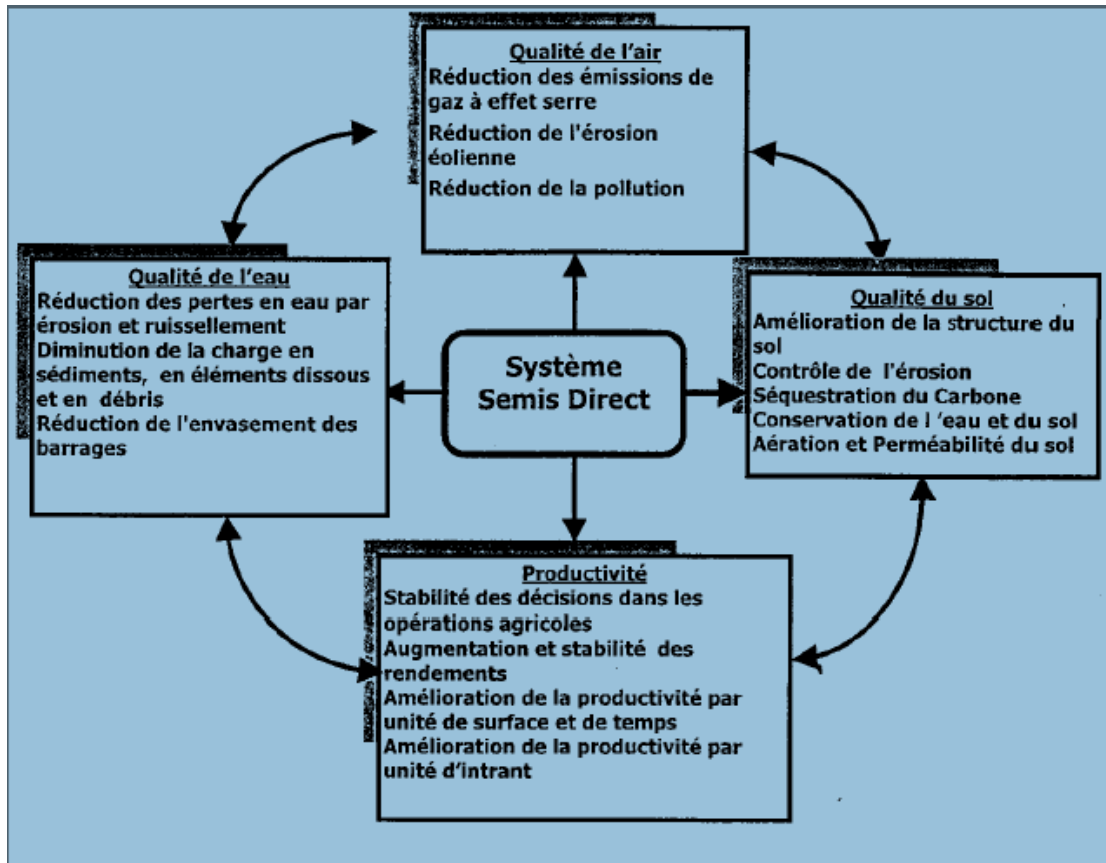
##### A. Matière organique

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.


#### II.1.2.3.4.3. Sur les composants biologiques

##### A. Organismes du sol

Les modifications des conditions climatiques en semis direct, avec des écarts en eau plus élevés (Kladivko, 2001) sont favorables à l'activité et à l'augmentation de la biomasse microbienne dans les premiers centimètres de sol (Roper et Gupta, 1995). Cette augmentation s'observe pour la population bactérienne comme pour la population fongique (Wardle, 1995). De nombreuses études montrent que dans les systèmes de travail du sol de conservation, la biomasse microbienne présente une forte stratification verticale tandis qu'elle est répartie de façon homogène sur la profondeur de la couche de sol labourée (Andrade et *al.*, 2003). L'augmentation de la matière organique en surface grâce au semis direct favorise la biomasse et la diversité microbienne dans la partie superficielle du sol. En effet, la zone 0-5 cm voit une augmentation significative des bactéries mais aussi l'apparition de nouvelles espèces non présentes en labour. Les champignons, aussi favorisé sous semis direct, participent activement à l'agrégation des sols ce qui a pour conséquence une meilleure stabilisation.



**Figure 04:** Relation système de semis direct, composantes de l'environnement et décisions agricoles Source: Mrabet, (2001)



*Deuxième partie*  
*Etude Expérimentale*



***CHAPITER I***  
***Matériels et méthodes***

---

**CHAPITRE I : Matériels et Méthodes****I.1. Objectif de l'essai**

On rappelle, l'objectif de ce travail est de comparer l'effet de quatre technologies du travail du sol, à savoir: le travail conventionnel, la technique culturale simplifiée ou le travail minimum, le semis direct à dent et le semis direct à disque sur la culture de blé dur (variété de *Bousselem*) et sur l'évolution de quelques propriétés physico-chimiques du sol en zone semi-aride, cas de la région céréalière de la zone centre de Sétif.

**I.2. Description du site expérimental**

L'étude a été réalisée à la station expérimentale agricole de l'Institut Technique des Grandes Cultures (ITGC) de Sétif, au lieu-dit Rmada, qui est situé aux coordonnées géographiques : 36° 08' N, 5° 20' E, et a une altitude de 1081 m. Le climat du site expérimental est un climat de type méditerranéen, continental, caractérisé par un été pratiquement chaud et sec et un hiver froid et humide, appartenant à l'étage bioclimatique semi-aride central.

**I.3. Caractéristiques pédoclimatiques du milieu****I.3.1. Climat de la campagne d'étude****A. Temperatures**

D'après les prélèvements des températures de l'année agricole 2017-2018 mentionnées dans le tableau 05.

Les températures moyennes de la campagne 2017 – 2018 varient de 3.43°C pour le mois de février qui correspond au mois le plus froid à 20.90°C en Septembre correspondant au mois le plus chaud pour la campagne.

**Tableau 05:** relevé des températures mensuelles enregistrées durant la campagne agricole 2017-2018 dans la station expérimentale de l'ITGC de Sétif.

Mois	T° min	T° max	T° moy
Septembre	13,50	28,30	20,90
Octobre	09,63	22,26	15,95
Novembre	4,34	14,56	09,45
Décembre	1,19	09,38	5,28
Janvier	01,05	11,81	06,43
Février	0,6	9,6	03,43
Mars	04,30	13,42	08,86
Avril	04,70	17,72	11,21
Mai	9,47	21,33	15,40
Juin	13,93	27,63	20,78

**Légende:** Tmax: Température maximal, Tmin: Température minimale, Tmoy: Température moyenne.

### B. Précipitations

D'après les données pluviométriques du tableau 06, le total de précipitation enregistré durant la campagne agricole 2017- 2018 s'élève à 419.40 mm, avec une bonne répartition dans l'espace et dans le temps, pour la période allant de septembre à juin. Cette campagne agricole est considérée comme pluvieuse comparée à l'année 2016-2017 (195,12 mm). La période humide s'étale du mois de novembre jusqu'au mois de mai. Le mois de mai était pluvieux (51,90 mm) qui a coïncidé avec le stade fin montaison et épiaison. La pluviométrie la plus élevée a été enregistré pendant le mois d'avril avec 81.30 mm.

**Tableau 06:** relevé des précipitations mensuelles enregistrées durant la campagne agricole 2017-2018 dans la station expérimentale de l'ITGC de Sétif.

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fér	Mars	Avril	Mai	Juin	Total
(mm)	41	10,70	55,70	33,50	13,90	23,2	90,20	81,30	51,90	17,80	419,40

**C. Gelées :** D'après les données enregistrées dans le tableau 07, le nombre des jours de gelées s'élève à 50 jours. Etant donné que la variété *Bousselem* est mi-tardive, les gelées du mois de mars et avril (04 jours et 01 jour) respectivement n'affectent pas l'épiaison.

**Tableau 07:** Le nombre des jours de gelées durant la campagne 2017/2018.

Mois	Sep	Oct	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Total
Nbrjrs	0	0	0	12	15	18	04	01	0	0	50

### I.3.2. Caractéristiques physico-chimiques du sol de site expérimental

L'échantillon du sol soumis à l'analyse ont été prélevés à deux niveaux de profondeurs: 0-20 cm et 20-40 cm. L'échantillon d'analyse est la somme de plusieurs échantillons élémentaires réalisés diagonalement dans la parcelle expérimentale.

L'analyse du sol de site expérimental a montré selon les normes adoptées par Baize (1988) que le pH eau (8.27) est basic et le taux du calcaire total % (27.3%) révèle que le sol est fortement calcaire, avec un taux élevé de calcaire actif (11.69 %). Selon l'I.T.A (1977) le pH kcl (7,52) est légèrement alcalin. Cependant, la conductivité électrique (154.4 us/ cm) est faible et il est qualifié selon Aubert (1978) comme des sols non salé. Le taux de matière organique (2.13%) est moyen (tableau 08).

**Tableau 08:** Propriétés chimiques du sol de la parcelle expérimentale (analyses réalisées au niveau du laboratoire d'agronomie)

Nature	Semis direct à dents	Semis direct à disque	Travail conventionnel	Travail minimum	Moyenne
pH eau	8.20	8.31	8.26	8.31	8.27
pH kcl	7.55	7.53	7.47	7.51	7,52
Calcaire totale (%)	27.6	27.3	25.8	28.5	27.3
Calcaire actif (%)	13.75	13.25	6.25	13.5	11.69
Conductivité électrique (µs\ cm)	156.65	141.9	144.35	174.55	154.4
Taux de la matière organique (%)	2.2	2.3	1.9	2.1	2,13

**I.3.3. Granulométrie**

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 (ITGC, 2011).



***Chapitre II***  
***Mise en place de l'essai***

---

## Chapitre II : Mise en place de l'essai

### II.1. Matériel végétal utilisé

L'étude a porté sur une culture de céréale, en utilisant une seule variété de blé dur dénommée *Bousselam*. La variété *Bousselam* est caractérisée par un gros grain (PMG= 41,08 g) de couleur jaune-clair. L'épi de la plante est blanc avec une barbe noir-grise, long et robuste, à forte tallage, la hauteur de la plante est de 90-100 cm ; c'est une variété résistante aux maladies cryptogamiques, tolérante au froid, à la sécheresse et à la verse. Le cycle végétatif est mi-tardif comparée à la variété Waha et mi-précoce en comparée à la variété Mohamed Ben Bachir considérée comme variété locale. La variété *Bousselam* est originaire de l'ICARDA (Syrie) et sélectionnée par la station expérimentale de l'ITGC de Sétif (ITGC, 2009).

### II.2. Matériel de travail du sol et de semis

Trois techniques de travail du sol qui diffèrent par leur degré de fragmentation de la couche arable, par l'effet de retournement ou non de la couche du sol travaillée, par leur degré de mélange de la matière organique au sol et par le tassement du sol qu'ils engendrent, ont été comparées.

#### A. Travail conventionnel

Un travail profond du sol a été effectué à l'aide d'une charrue à soc de profondeur avoisinant 30 cm. Suivi d'un passage de cover-crop et un hersage. Le semis est réalisé à l'aide de semoir en lignes conventionnel de trois mètres à espacement 18 cm

#### B. Le travail minimum ou technique culturale simplifiée

Dans ce mode de travail du sol, un passage de cultivateur à dents et d'un cover-crop suivi d'un hersage et un semoir en lignes conventionnel de trois mètres, avec un écartement entre les lignes de 18 cm

#### C. Le semis direct (à dent et à disque)

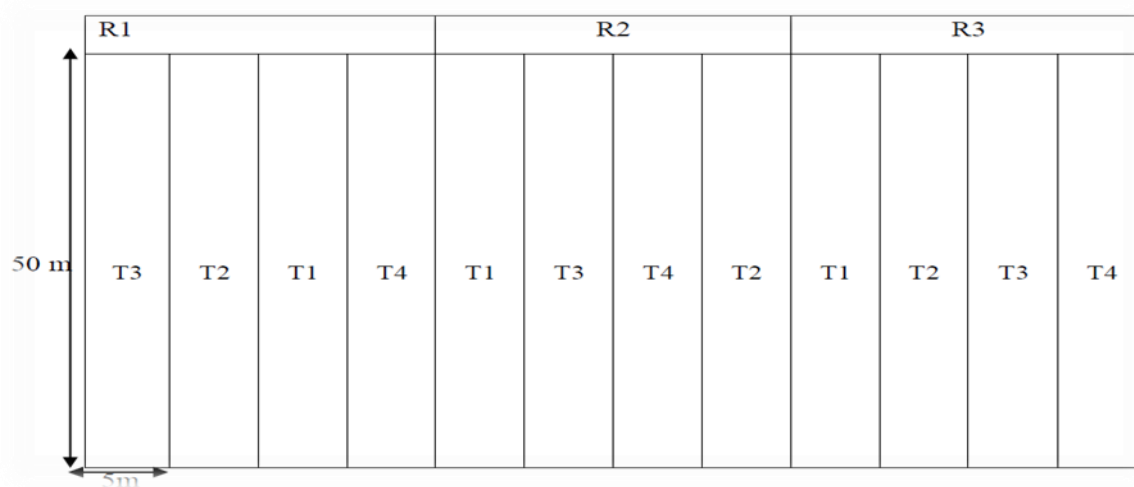
Aucun travail du sol n'a été effectué avant le semis, (i) le semis s'est fait directement avec un semoir spécial de type Semoir John Shearer à disque, utilisé en semis direct à disque. (ii) le

semoir John Shearer à dent, utilisé en semis direct à dent. A noter que l'écartement entre les lignes, de ces deux semoirs, est de 23 cm, quant à la largeur de travail est de 2,5 m.

### II.3. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté est un dispositif en bloc à un seul facteur, avec trois répétitions, comporte quatre niveaux: le semoir de semis direct (SD) à disque: (T1), le semoir de semis direct à dent: (T2), le travail conventionnel (TC): (T3) et le travail minimum ou technique culturale simplifié (TCS): (T4), avec trois répétitions et une seule espèce: le blé dur (Variété Bousselem). De fait, le nombre de traitements étudiés est 4 dans chaque répétition. (4 techniques X une culture) X 3 répétitions = 12 traitements.

Le matériel végétal a été semé sur une parcelle homogène de 250 m<sup>2</sup>. La parcelle est divisée en parcelles parallèles (Parallèle plots), organisée en trois répétitions, chaque répétition a été divisée en quatre traitements. La dimension de l'unité expérimentale est de 250 m<sup>2</sup> (50 m x 5 m). 0,5 m est la distance entre les unités expérimentales (Fig. 05).



**Figure 05** : Schéma du dispositif expérimental adopté.

### II.4. Itinéraires techniques

#### II.4.1. Précédent cultural

Pour l'espèce cultivée; le précédent cultural est le blé dur, variété Bousselem.

Pour le travail du sol; la même technique a été pratiquée sur chaque micro-parcelle (TC/TC, TCS/TCS; SD à dent/ SD à dent, SD à disque /SD à disque).

**II.4.2. Préparation du sol**

**A. Semis direct :** Aucune préparation du sol n'a été réalisée (travail du sol zéro).

**B. Travail conventionnel (TC) :**

Un labour profond de 30 cm à l'aide d'une charrue à disque a été réalisé en 21/11/2017, suivi par un passage de cover-crop le 06/12/2017 et un hersage le 13/12/2017.

**C. technique culturale simplifié ou travail minimum (TCS) :** Un passage de cultivateur à dents, suivi par un passage de la herse ; qui ont été réalisés en 06/12/2017.

**II.4.3. Mise en place de culture**

La mise en place de l'essai a été réalisée le 14/12/2017, pour le semis direct à dent et à disque à une profondeur de 3 cm et à une profondeur de 3-4 cm pour le travail conventionnel et le travail culturale simplifié. La dose de semis appliquée, pour les quatre traitements, s'élève à 140 kg/ ha, afin de permettre l'obtenir une densité de semis de 300 graines/ m<sup>2</sup> comme préconiser dans la zone centre du Sétif.

**II.4.4. Entretien de culture****A. Fertilisation du sol**

L'épandage d'engrais de fond, phospho-potassique, a été réalisé manuellement juste une journée avant la mise en place de la culture, et ce en technique conventionnelle et en travail culturale simplifié. Par contre, en semis direct, l'épandage d'engrais a été combiné avec l'opération du semis.

L'épandage d'engrais de couverture sous forme Urée 46% a été réalisé mécaniquement en deux fractions ; la première fraction au stade trois feuilles (12/02/2018) à raison de 40 kg et le deuxième apport a été réalisé au stade épi un centimètre (12/03/2018) à raison de 60 kg (soit de 27.5 unité d'azote), tableau 9.

**Tableau 09:** Dose et date de fertilisation.

Type d'engrais	Engrais	Dose ( Kg/ ha)	Date
Engrais de fond	MAP 12-52	85 Kg / ha	Avant semis (TC et TCS 13/12/2017)
			Au semis (SD 14/12/2017)
Engrais de couverture	Urée 46 %	40 Kg / ha	Stadetroisfeuille 12/02/2018
		60 Kg / ha	Stadeépi un centimeter12/03/2018

### B. Désherbage

Afin d'éliminer l'ensemble des adventices de l'essai, l'opération de désherbage a été effectuée en deux passage pour le système semis direct et un seul passage pour le système conventionnel (Tableau 10).

**Tableau 10:** désherbage chimique de l'essai

Système	Herbicide utilisé	Dose	Date
Semis directe (à dent et à disque)	Herbicide total : Glyphosate	3 litres/ hectare	Avant semis (04/12/2017)
	Double action : Topik / Zoom	0.75 litre/ ha et 150 g/ha	12/03/2018
Système conventionnel et travail minimum (TCS)	Double action : Topik / Zoom	0.75 litre/ ha et 150 g/ha	12/03/2018



***Chapitre III***  
***Notations effectuées***

## Chapitre III : Notations effectuées

### III.1. Notations relatives au sol

#### III.1.1. L'humidité de sol

Plusieurs prélèvements ont été faits, au cours de l'année, sur deux profondeurs (0-20 cm, 20-40 cm). La prise des échantillons est réalisée avec une tarière. Les échantillons sont placés dans des boîtes métallique et mis à l'étuve après avoir été pesées. Après une durée de 24 heures, à une température de 105° C, ces échantillons sont à nouveau pesés, et le pourcentage d'humidité relative au poids sec du sol est donné par la formule suivante (Baize, 2000).

$$\text{Humidité pondérale (\%)} = (\text{Poids humide} - \text{Poids sec} / \text{Poids sec}) * 100$$



Figure 06 : Mesure de l'humidité de sol

#### III.1.2. Densité apparente du sol (masse volumique)

La mesure de la masse volumique du sol, est un indicateur du tassement du sol et de la porosité totale du sol. Elle a été mesurée par la méthode du cylindre calibré (dimension de 5.2 cm x 4,1 cm). Les mesures sont réalisées sur deux profondeurs (0-5cm, 5-10 cm et 10-15 cm) avec trois répétitions pour chaque traitement. La masse volumique du sol (g.cm<sup>-3</sup>) est calculée selon l'équation (Baize, 2000).

$$(D_a) = P / V$$

Da: la densité apparente;

P: le poids sec de l'échantillon du sol exprimé en grammes,

V: le volume du cylindre utilisé exprimé en cm<sup>3</sup>.



Figure 07 : La densité apparente du sol

## III.2. Les paramètres physiologiques

### III.2.1. La teneur relative en eau

Elle est déterminée sur la feuille étendard par la méthode décrite par Stocker 1929. Cinq feuilles de chaque parcelle élémentaire sont coupées à la base du limbe et pesées immédiatement à l'aide d'une balance de précision pour avoir le poids frais (PF). Les feuilles sont mises par la suite dans des tubes à essai contenant de l'eau distillée et placées à l'obscurité, après 4 heures, les feuilles sont pesées de nouveau, après avoir pris soin de les essuyer de l'eau restante à la surface avec du papier buvard pour obtenir le poids turgide (PT). Les feuilles sont enfin mises à l'étuve à 85°C pendant 48 heures et pesées pour avoir leur poids sec (PS) (Fig10). La teneur relative en eau est calculée par la formule de (Matin M.A. 1998) comme suit :

$$TRE (\%) = [(PF-PS) / (PT- PS)] \times 100$$



Figure 08 : la teneur relative en eau

### III.2.2. La teneur en chlorophylle

La teneur en chlorophylle totale présente dans les feuilles a été déterminée à l'aide d'un chlorophyllo-mètre digital de type SPAD 501, qui donne des lectures en unité SPAD (Le SPAD-501 est appareil compact et facile à utiliser pour mesurer la teneur en chlorophylle des feuilles des plantes sans les détériorer). Il est utilisé pour évaluer la teneur en azote des feuilles puisque la majeure partie de l'azote est contenue dans la chlorophylle. Le principe repose sur la mesure de la fraction de la lumière transmise par la feuille à deux ondes (650 nm et 940 nm) sur une surface de 2 mm × 3 mm. Sur le milieu de la feuille étendard. Nous avons mesuré la teneur moyenne en chlorophylle total à raison de dix plants par chaque traitement étudié.



Figure 09 : Mesure du la teneur en chlorophylle

## III.3. Notations relatives aux plantes de la culture

### III.3.1. Paramètres morphologiques de la plante

#### III.3.1.1. Taille des chaumes

On a mesuré la hauteur moyenne des tiges par prélèvement de cinq (5) tiges au hasard par unité expérimental à l'aide d'une règle graduée centimètres à partir du niveau de sol jusqu'à l'extrémité de l'épi.

#### III.3.1.2. Extension du système racinaire

La mesure de la longueur moyenne des racines a été effectuée à partir de collet jusqu'à l'extrémité a concerné l'ensemble de traitements. (15) plantes ont été prises au hasard et mesurées à l'aide d'une règle graduée-centimètres.

### III.3.2. Paramètres physiologiques de la plante

#### a. Peuplement à la levée :

Le peuplement à la levée est estimé par le comptage du nombre de plants levés.

#### b. Nombre de talles herbacés

Cette mesure a été effectuée en stade tallage par le comptage du nombre de talles herbacés, produites par la culture.

#### c. Nombre de talles épis

Cette mesure a été effectuée en stade d'épiaison par le comptage du nombre de talles épis, produites par la variété *Bousselam*.

#### d. Composantes de rendements

**d1. Nombre d'épis par mètre carré (NE/ m<sup>2</sup>) :** au stade de maturation on a mesuré le nombre d'épis par un mètre carré dans chaque parcelle élémentaire (traitement).

**d2. Nombre de graines par épi (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.

**d3. Poids de milles 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.

#### d4. Le calcul du rendement théorique (q/ha)

Le rendement théorique est calculé partir de la formule suivante:

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

#### e. Rendement réel (q/ ha)

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

**f. Rendement en paille**


La mesure du poids des tiges sans épis de chaque parcelle élémentaire a concerné l'ensemble de traitement.

**III.6. Traitement statistiques**

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide de logiciel Constat. Pour Réaliser le test, on étudie le rapport variance de traitement et variance résiduelle, ce rapport donne ( $F$ ) observé qui sera comparé au ( $F$ ) théorique. La signification des résultats exprimés en fonction de la probabilité pour l'erreur réellement commise si:

- $P < 0.001$ , la différence entre les traitements est très hautement significative (**THS**).
- $0.001 < P < 0.01$ , la différence entre les traitements et hautement significative (**HS**)
- $0.01 < P < 0.05$ , la différence entre les traitements est significative(**S**).
- $P > 0.05$ , la différence entre les traitements est non significative (**NS**). Nous avons utilisé pour notre étude la probabilité d'erreur 5 %.

Une fois que les différences significatives ont été mises en évidence, on procède à la constitution des groupes de traitements homogènes grâce au test de *NEWMANKEULS*. Ce dernier classe les groupes de traitements homogènes en se basant sur les plus petites amplitudes significatives (*ppas*). Lorsque l'amplitude observée entre les moyennes extrêmes d'un groupe de ( $K$ ) moyennes est inférieure à la *ppas*, alors on en déduit que les ( $K$ ) moyennes constituent des groupes homogènes.



***Chapitre IV***  
***Résultats et discussion***

---

**Chapitre IV : Résultats et discussion****IV.1 Paramètres liées au sol****IV.1.1 L'humidité du sol**

Les courbes d'évolution de l'humidité pondérale du sol dans les quatre systèmes et les deux horizons (0-20cm et 20-40cm), illustrées dans les figures n° 10 et 11, montrent des variations par rapport au cycle de culture de blé.

Par rapport à la technologie culturale, le semis direct à disque (SD à disque) a donné au début du cycle végétatif (au stade levée ou stade première feuille) une humidité moyenne relativement élevée: 21,56 % en profondeur 0-20 cm, suivi par la technique culturale simplifiée (TCS): 20,64 %, le travail conventionnel (TC): 20,22 % et en dernier le semis direct à dent (SD à dent): 20,20 %.

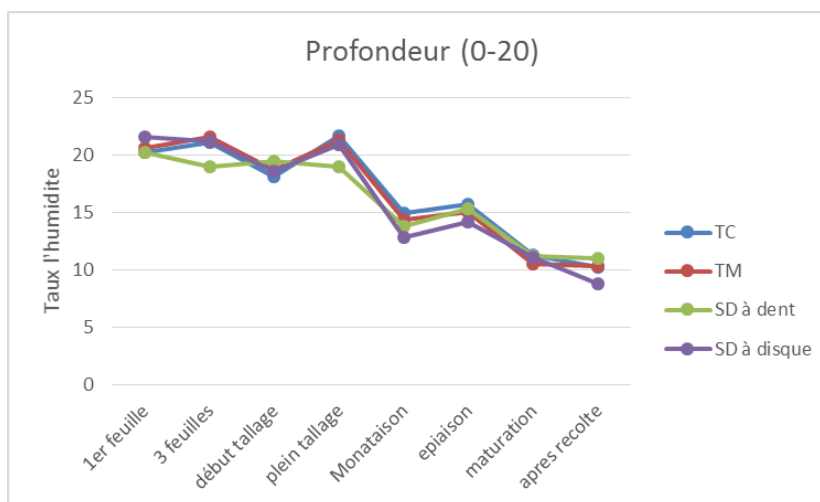
Par contre, en profondeur (20-40 cm), la différence entre les différentes techniques est plus ou moins faible. On distingue en premier, la technique culturale simplifiée (TCS): 20,94 %, suivie respectivement par le semis direct à dent (SD à dent): 20,52%, le semis direct à disque (SD à disque): 20,47% et en dernier le travail conventionnel (TC): 20,25%. Le taux d'humidité élevé dans la TCS est dû probablement à la porosité du sol et par conséquent l'infiltration qui favorise l'augmentation du volume d'eau stockée.

Par rapport à la technologie culturale, on souligne que les quantités importantes de pluies tombées durant presque tout le cycle végétatif, notamment en fin de cycle (tableau 6): février: 23,2 mars: 90,20, avril: 81,30, mai: 51,80 et juin: 17,80 mm et vue la texture fine du sol (limono-argileuse) (tableau 8), l'état hydrique du sol été bonne. Ainsi, à la couche supérieur du sol (profondeur 0-20 cm), a donné au fin du cycle végétatif (stade maturation, laiteux-pâteux) une humidité moyenne relativement élevée dans le travail conventionnel :11,29 % ; Cela revient que ce dernier a permis un stockage d'eau plus rapide comparé aux autres technologies grâce à l'ouverture du sol par l'effet du labour. Ceci montre aussi que le travail conventionnel présent des caractéristiques hydrodynamiques plus favorables à l'absorption des eaux de pluie. Suivi par le semis direct à dent (SD à dent):11,17%, le semis direct à disque (SD à disque):11,08% et en fin la technique culturale simplifiée (TCS):10,57%.

Par contre, en profondeur (20-40 cm), on distingue en premier le semis direct à dent (SD à dent): 11,52%, suivi par la technique culturale simplifiée (TCS):11,29%, le semis direct à disque (SD à disque):11,10%, et en dernier lieu le travail conventionnel (TC), avec 10,88%, soit un écart, faible, de 0,20 % entre SD à dent et TC.

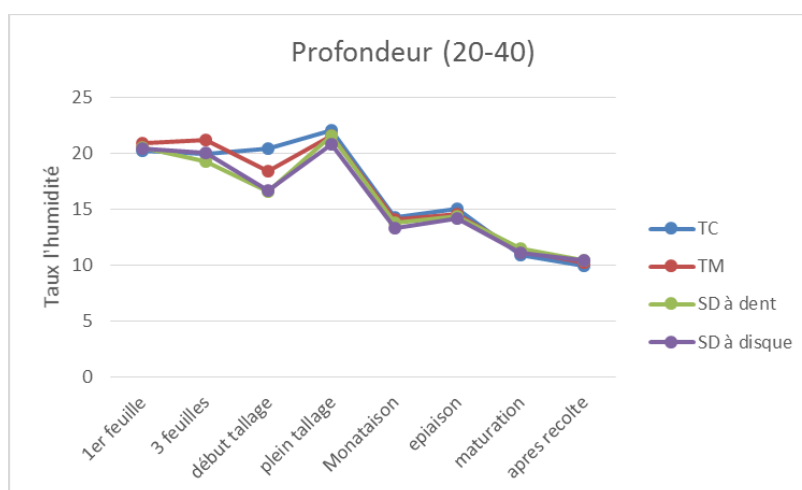
En fin de cycle, en comparaison des deux profondeurs: 0-20 cm et 20-40 cm, les résultats ont montré que la profondeur 0-20 cm présente un taux d'humidité légèrement supérieur (16,37%)

comparée à la profondeur 20-40 cm (16.25%), soit un écart de 0,12% ; à l'inverse en année sèche (190 mm), en profondeur du sol (profondeur 20-40 cm), le taux d'humidité est plus élevé (13,20%) par rapport à la surface (profondeur 0-20 cm): 11,94, soit un écart de 1,25% (Tayeb Bey et Yahiaoui, 2017). Cette tendance est au profit du semis direct comparé au travail conventionnel ; ceci montre clairement l'effet bénéfique du semis direct (à dent et à disque). Selon MRABET (1997), la non manipulation du sol et le maintien d'un couvert végétal aident à prolonger la durée de dessèchement de la surface et gardent le sol plus humide une période du temps plus longue, notamment en profondeur. Selon Mkhabela et Mashinini, (2005), l'eau du sol est importante au cours de la période de la croissance de blé d'hiver (Zhou, 1995), il est intéressant de noter que la disponibilité de l'humidité du sol durant le début de cycle détermine la densité des plantes, par contre, le stade de maturité est le plus critique, en déterminant le rendement grain (Benniou, 2013). Par rapport à l'effet année, en comparant le profil hydrique dans l'ensemble des techniques culturales (TC, SD, STC), on tendance lourdes de la céréaliculture dans la zone semi-aride. En année de sécheresse (190 mm), le taux d'humidité est de 18,35% en début de cycle et 12,56% en fin de cycle. Cependant, en année pluvieuse (420 mm), ce taux s'élève à 44,06% en début de cycle et 16,03% en fin de cycle, soit un écart de 25,71% et 3,47% respectivement. Cette différence montre clairement les difficultés dès la céréaliculture en zone semi-aride, notamment en années de sécheresse, de fait, le rôle de semis direct permet de créer, d'entretenir et de préserver une bonne structure du sol dans tout le profil cultural, et permettre de garder un bon profil hydrique (BELGUERI et *al.*, 2007) et de limiter l'érosion en cas d'une pluviométrie excessive . Le profil hydrique, différencie par la teneur en eau, et plus élevé en semis direct serait le résultat de l'évaporation réduite et du faible écoulement de l'eau due à la présence des résidus de culture à la surface et/ ou de la plus grande rétention en eau (SHUKLA, 2003) ; ce qui traduit le taux d'humidité le plus élevée sous le régime du semis direct. Le système semis direct limite les pertes en eau, permettant ainsi, une meilleure alimentation hydrique des cultures surtout en fin de cycle végétatif des cultures. En plus, la réduction de ruissellement est suite à une meilleure protection de la surface du sol contre la battance du sol (Tayeb Bey et Yahiaoui, 2017).



**Légende:** SD: semis direct, TC: travail conventionnel, TCS : travail cultural simplifié

**Figure 10:** Evolution de taux de l'humidité pondérale dans le sol (profondeur 0-20 cm).



Légendes: SD: semis direct, TC: travail conventionnel, TCS : travail cultural simplifié

**Figure 11:** Evolution de taux de l'humidité pondérale dans le sol (profondeur 20-40 cm).

#### IV.1.2. La densité apparente (g/cm<sup>3</sup>)

L'analyse de la variance a montré une différence significative pour la densité apparente du sol, avec un coefficient de variation de 4, 63 %, La moyenne de l'essai s'élève de 0,99 g/cm<sup>3</sup>, avec un écart type de 0,05 g /cm<sup>3</sup>.

On distingue en premier le semis direct à dents à donne au début cycle végétative (au stade levée ou stade première feuille) avec une densité apparente de (1,07 g/cm<sup>3</sup>) qui le présente le groupe A , suivi par le semis direct à disque qui a montré une densité apparente de (1.01 g/cm<sup>3</sup>) qui le présente groupe AB et en dernier lieu respectivement la technique

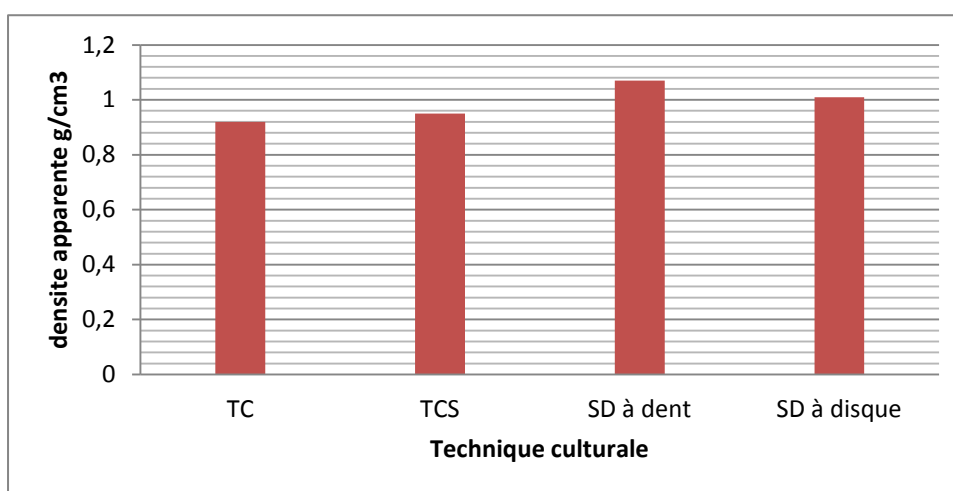
culturelle simplifiée qui le présente groupe B et le travail conventionnel qui le présente groupe B avec ( $0.95 \text{ g/cm}^3$ ) et ( $0.92 \text{ g/cm}^3$ ). L'écart de chaque valeur par rapport à la moyenne de l'essai est comme suit  $0,08 \text{ g/cm}^3$  ;  $0,02 \text{ g/cm}^3$  et  $-0,04 \text{ g/cm}^3$ ;  $- 0.93 \text{ g/cm}^3$  (Figure 12, Tableau 11).

Par profondeur, la densité apparente du sol est élevée au profond (10-15 cm), avec une moyenne de  $1,03 \text{ g/cm}^3$ , comparée respectivement à profondeur (5-10 cm) et (0-5 cm), avec une moyenne de  $0,98 \text{ g/cm}^3$  et  $0,957 \text{ g/cm}^3$ ) (Figure 13).

Nos résultats sur la densité apparente convergent vers ceux obtenus par de nombreuses études réalisées dans des conditions pédoclimatiques variées qui concluent tous à une augmentation de la densité apparente en semis direct dans les cinq à dix premiers centimètres de sol (Ehlers et al., 1983 ; Hammel, 1989 ; Hill, 1990 ; Grant et Lafond, 1993 ; Unger et Jones, 1998 ; Lampurlanes et Cantero-Martinez, 2003 ; Basic et al., 2004).

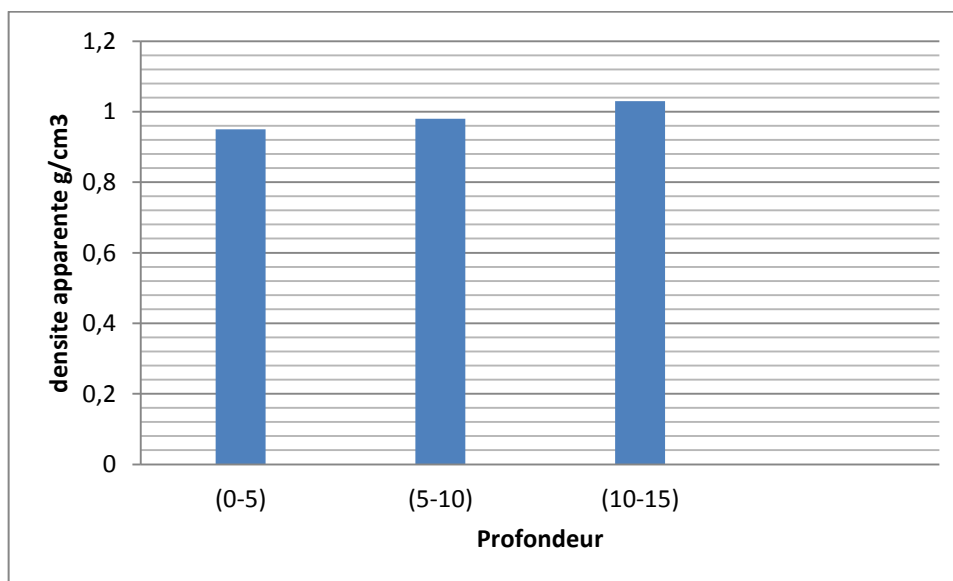
**Tableau 11:** Résultats statistique de la densité apparente  $\text{g/cm}^3$

Technique culturale				MG	ET	CV%
SD à dent	SD à disque	TCS	TC	0,99	0,05	4,63%
1,07	1,01	0,95	0,92			
A	AB	B	B			
Profondeur						
0-5		5-10	10-15			
0.95		0.98	1.03			



Légendes: *SD*: semis direct, *TC*: travail conventionnel, *TCS*: techniques culturales simplifiées

**Figure 12:** Effet de technologie culturale sur la densité apparente



**Figure 13:** Effet de technologie culturale sur la densité apparente en profondeur (0-5 cm ; 5-10 cm ; 10-15 cm)

## IV.2 Paramètre physiologique

### IV.2.1 La teneur en chlorophylle

Les résultats de l'analyse de la variance pour la teneur en chlorophylle de la variété *Boussellem* par rapport aux techniques culturales ont montré une différence non significative, avec un coefficient de variation de 7,35% (tableau 12).

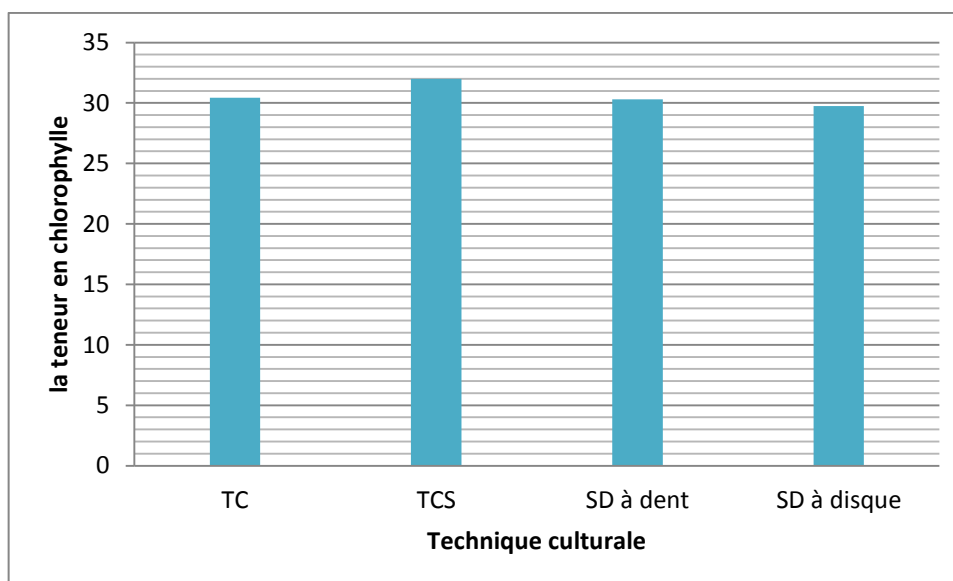
La moyenne de l'essai s'élève 30,62%, avec un écart type de 2,25% (Tableau 13). Alors, par technique culturale, la moyenne varie de 32% pour la technique culturale simplifiée à 29,74% pour le semis direct à disque, soit un écart de 2,26 % entre la valeur la plus élevée et la plus faible. En deuxième position, vient le travail conventionnel de 30,43% et en troisième position, le semis direct à dent, avec 30,29%. L'écart de chaque valeur par rapport à la moyenne de l'essai est comme suit: 1,38%, -0,19%, -0,33% et -0,88% (Fig.14) Ces résultats corroborent ceux de Liu et Wiatrak (2012), qui montrent également que les systèmes de travail du sol n'ont eu aucun effet significatif sur le taux de chlorophylle.

**Tableau 12:** Analyse de variance de teneur en chlorophylle

Source	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Totale	47,69	11	4,34				
Technique	8,48	3	2,83	0,56	0,66375		
Blocs	8,83	2	4,41	0,87	0,46761		
Résiduelle	30,38	6	5,06			2,25	7,35%

**Tableau 13:** Résultats statistique de la teneur en chlorophylle

Technique culturale				MG	ET
TC	TCS	SD à dent	SD à disque	30,62	2,25
30,43	32	30,29	29,74		



Légendes: *SD*: semis direct, *TC*: travail conventionnel, *TCS*: techniques culturales simplifiées

**Figure 14:** Effet de technologie culturale sur la teneur en chlorophylle

### IV.2.2 La teneur relative en eau (TRE)

Les résultats de l'analyse de la variance pour la teneur relative en eau de la variété *Boussellem* par rapport aux techniques culturales montrent une différence non significative, avec un coefficient de variation de 5,26% (tableau 14).

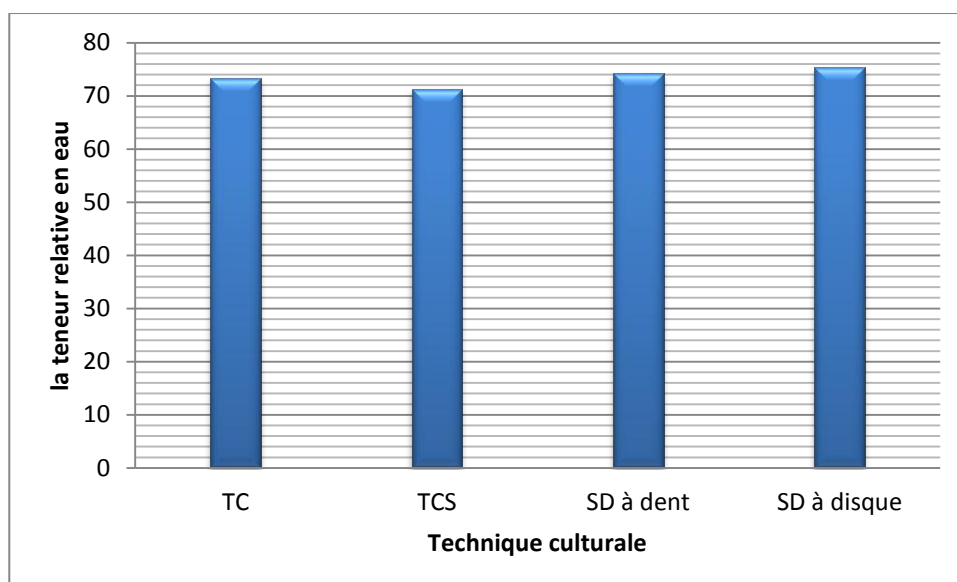
La moyenne de l'essai s'élève 73,58 %, avec un écart type de 3,873% (tableau 15). Les moyennes varient de 75,33% (valeur la plus élevée) pour le semis direct à disque à 71,33% pour le technique culturale simplifiée (valeur la moins élevée), soit un écart 4%. De fait, le semis direct à disque accapare la première place (75,33%), suivi par le semis direct à dent (74,33%), travail conventionnel (73,33%) et enfin la technique culturale simplifiée (71,33%). Les écarts de ces techniques par rapport à la moyenne de l'essai sont très faibles et ils se rapproches ; sont respectivement: 1,75%, 0,75%, -0,25% et -2,25% (Fig.15). Ces résultats montrent que les techniques culturales évaluées n'ont pas une influence sur la teneur relative en eau et ce dernier demeure un caractère génétique lié uniquement à la variété (Araus *et al.*, 2003). Ce même auteur, signale que la teneur relative en eau ou turgescence foliaire est une caractéristique génotypique qui est liée à la capacité de la plante à maintenir un niveau d'eau dans la feuille qui soit à même de garantir la continuité de l'activité métabolique dont, entre autres, la photosynthèse. Cette capacité est liée aux possibilités de la plante à s'alimenter, de manière constante (nombre et diamètres des stomates, résistance stomatique à la sortie de la vapeur d'eau) et à l'ajustement osmotique.

**Tableau 14** : Analyse de variance de La teneur relative en eau

Source	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Totale	124,917	11	11,356				
Technique	26,25	3	8,75	0,583	0,64944		
Blocs	8,667	2	4,333	0,289	0,76082		
Résiduelle	90	6	15			3,873	5,26%

Tableau 15 : Résultat statistique de La teneur relative en eau

Technique culturale				MG	ET
TC	TCS	SD à dent	SD à disque	73,58	3,873
73,33	71,33	74,33	75,33		



Légendes: *SD*: semis direct, *TC*: travail conventionnel, *TCS*: techniques culturales simplifiées

**Figure 15:** Effet de technologie culturale sur la teneur relative en eau (TRE)

### IV.3 Caractères agronomiques (le rendement et ses composantes)

Dans l'ensemble, les résultats des analyses de la variance ont montré des effets non significatifs pour les caractères agronomiques mesurés, à l'exception pour de la hauteur de plante et poids de mille graine

#### IV.3.1. Nombre de plants levés par m<sup>2</sup>

L'analyse de la variance a montré une différence non significative pour le nombre de plants levés par m<sup>2</sup>, avec un coefficient de variation de 7,07% (tableau 16).

Le test des moyenne a montré que la moyenne générale de l'essai s'élève à 242,58 plants/m<sup>2</sup> et un écart type est de 17,15 plants /m<sup>2</sup> (tableau 17). Les moyennes varient de 263,19 plants/m<sup>2</sup> pour le travail conventionnel (valeur élevée) à 220,33 plants/m<sup>2</sup> (valeur moins élevée) pour le semis direct à disques, et un l'écart de 42,86 plants/m<sup>2</sup>.

Par traitement, on remarque que les parcelles semées en travail conventionnel présentent une densité de plants levés par mètre carré la plus élevée (263,19 pieds/ m<sup>2</sup>) et nettement supérieure à la moyenne de l'essai (242,58 pieds/ m<sup>2</sup>), suivi de la technique culturale simplifiée avec 253,47 pieds/ m<sup>2</sup>, alors que celles de semis direct à dent et de semis direct à disque s'élèvent respectivement à 233,33 pieds/ m<sup>2</sup> et 220,33 pieds/ m<sup>2</sup> (Figure16).

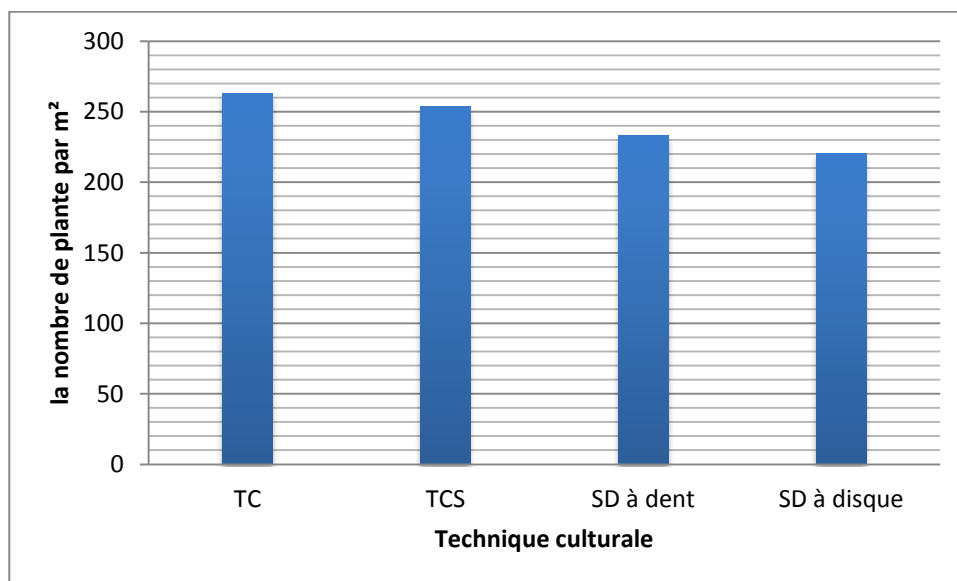
Le nombre de plants levés est souvent inférieure au nombre de graines semés ; ceci est dû en grande partie à plusieurs facteurs, comme les conditions d'installation, mauvaise recouvrement des grains au cours de l'installation et plus particulièrement chez le semoir semis direct à disque et la dureté de la couche superficielle du sol. Selon Soltner (1998), le travail conventionnel du sol qui crée un milieu favorable pour la germination des graines et leur croissance. La préparation du lit de semences par la technique culturale simplifiée a permis de créer un milieu favorable pour la germination des graines lorsque le taux de recouvrement des terres est homogène. Par contre, dans le semis direct à dent et à disque 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.

**Tableau 16:** Analyse de variance de La nombre de plants levés par m<sup>2</sup>

Source	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Totale	5752,68	11	522,97				
Technique	3371,53	3	1123,84	3,82	0,07661		
Blocs	616,09	2	308,05	1,05	0,40894		
Résiduelle	1765,07	6	294,18			17,15	7,07%

**Tableau 17 :** Résultat statistique La nombre de plants levés par m<sup>2</sup>

Technique culturale				MG	ET
TC	TCS	SD à dent	SD à disque	242,58	17,15
263,19	253,47	233,33	220,33		



**Légendes:** *SD*: semis direct, *TCS*: technique culturale simplifiée, *TC*: travail conventionnel.

**Figure 16:** Effet de technologie culturale le nombre de plantes levés par m<sup>2</sup>

### IV.3.2 .Nombre de talles par mètre carré

Les résultats de l'analyse de la variance ont montré une différence non significative pour le nombre de talles par m<sup>2</sup>, avec un coefficient de variation de 15,47%(tableau 18).

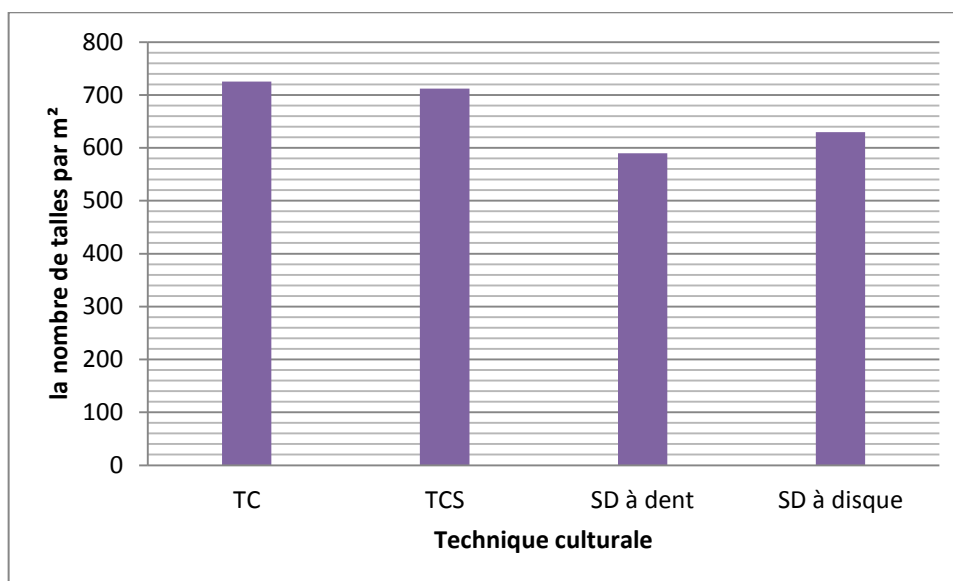
La moyenne générale de l'essai s'élève à 664,15 talles/m<sup>2</sup> et un écart type de 102,75 plants/m<sup>2</sup> (tableau 19). C'est anormale Les moyennes varient de 725 talles/m<sup>2</sup> (valeur maximale) pour le travail conventionnel à 589,86 talles/m<sup>2</sup> (valeur minimale) pour le semis direct à dents, soit un écart de 135,14 talles/ m<sup>2</sup>. De fait, le travail conventionnel présente le nombre le plus élevé de talles/m<sup>2</sup> (725 talles/ m<sup>2</sup>), suivi par la technique culturale simplifiée (711,8 talles/ m<sup>2</sup>), le semis direct à disque (629,95 talles/ m<sup>2</sup>) et enfin le semis direct à dent (589,86 talles/ m<sup>2</sup>). L'écart de chaque valeur par rapport à la moyenne de l'essai est comme suit: +60,85 talles/ m<sup>2</sup>, +47,65 talles/ m<sup>2</sup>, -34,2 talles/ m<sup>2</sup> et -74,29 talles/ m<sup>2</sup>. Cette différence est due probablement à la densité du nombre de pieds levés par mètre carré dans chaque technologie culturale ; donc, il faut comparer avec les pieds levés/m<sup>2</sup> (Fig.17)

**Tableau 18:** Analyse de variance de La nombre de talles par m<sup>2</sup>

Source	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Totale	117313,9	11	10664,9				
Technique	37987,42	3	12662,47	1,2	0,38762		
Blocs	15980,85	2	7990,43	0,76	0,512		
Résiduelle	63345,59	6	10557,6			102,75	15,47%

**Tableau 19:** Résultat statistique La nombre de plants levés par m<sup>2</sup>

Technique culturale				MG	ET
TC	TCS	SD à dent	SD à disque	664,15	102,75
725	711,8	589,86	629,95		



**Légendes:** *SD*: semis direct, *TCS*: technique culturale simplifiée, *TC*: travail conventionnel

**Figure 17:** Effet de technologie culturale sur le nombre des talles/ m<sup>2</sup>

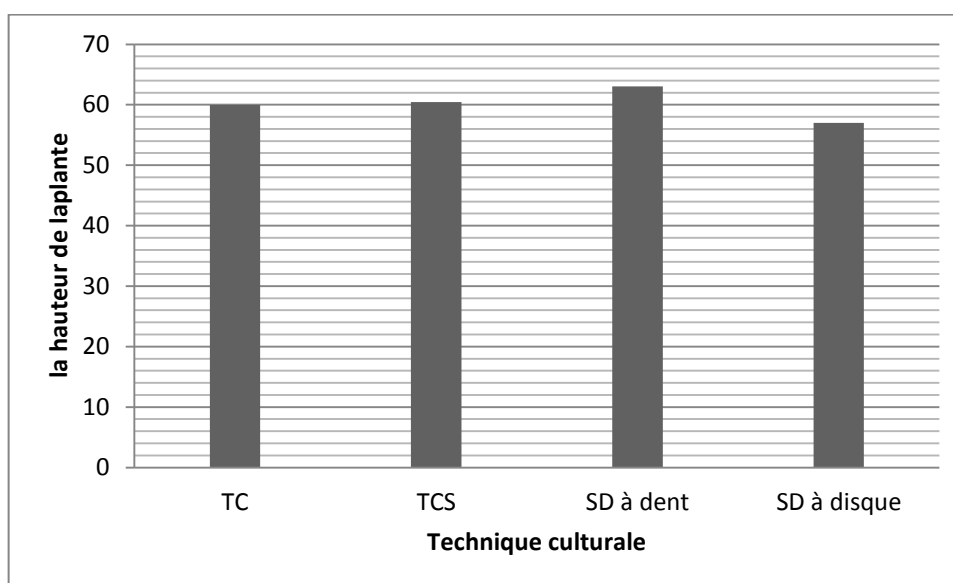
### IV.3.3. La hauteur de la plante

L'analyse de la variance a montré une différence significative pour la hauteur de la plante, avec un coefficient de variation de 2,79% La moyenne générale de l'essai pour la hauteur de la plante s'élève à 60,12 cm, avec un écart type de 1,67 cm.

La hauteur des plantes varient aux moyennes de 63,06 cm (valeur maximale) pour le semis direct à dent qui le présente groupe A à 56,98 cm (valeur minimale) pour le SD à disque qui le présente groupe B. L'écart entre ces deux valeurs est de 6,08 cm. La deuxième position revient au la technique culturale simplifiée qui le présente groupe AB, avec 60,47 cm et la troisième position revient au travail conventionnel qui le présente groupe AB (59,97 cm). (Tableau 20 et figure 18).

**Tableau 20** : Résultat statistique de la hauteur de la plante

Technique culturale				MG	ET	CV%
SD à dent	TCS	TC	SD à disque	60,12	1,67	2,79
63,06	60,47	59,97	56,98			
A	AB	AB	B			



**Légendes:** *SD*: semis direct, *TCS*: technique culturale simplifiée, *TC*: travail conventionnel.

**Figure 18:** Effet de technique culturale sur La hauteur de la plante.

#### IV.3.4. Système racinaire

##### IV.3.4.1. La longueur des racines

En rappel, les techniques culturales ont une grande influence sur le système racinaire ; certaines techniques agissent sur le développement et la croissance des racines, comme la forme et la longueur des racines des plantes, car elles touchent de nombreux aspects de l'environnement racinaires, à savoir: l'humidité, la température du sol, l'espace entre les

pores, la concentration en oxygène, la répartition de la matière organique, la mobilisation des substances nutritives et la configuration physiques du sol en surface (Tayeb Bey et Yahiaoui, 2017) .

L’analyse de la variance a montré une différence non significative pour la longueur des racines, avec un coefficient de variation de 4.44% comme le montre le (tableau 21).

La moyenne générale de l’essai s’élève à 11,46 cm, avec un écart type de 0,51 cm (tableau 22). L’analyse agronomique des moyennes de la longueur des racines montrent des différences peu variées pour les différentes techniques culturales. Ces moyennes varient de 11,64 cm (valeur maximale) pour la technique culturelle simplifiée à 11,33 cm (valeur minimale) pour le semis direct à dents. L’écart entre les deux valeurs est faible : 0,31 cm.

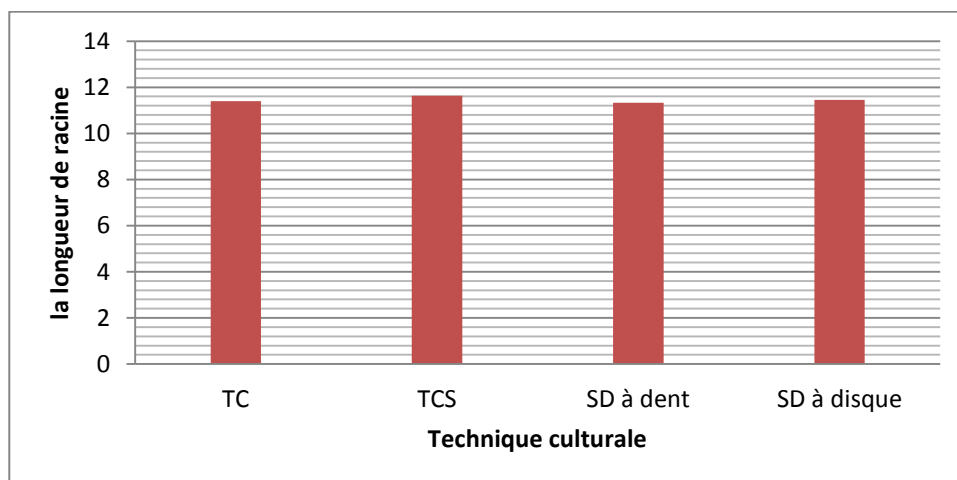
Les résultats obtenus relatives à la croissance des racines montrent qu’elle est faible et sans aucune différence palpable entre les quatre technologies culturales. Cependant, la technique culturelle simplifiée se classe en premier avec 11,64 cm puis en seconde place le semis direct à disque avec 11,45 cm, suivi par le travail conventionnel avec 11,4 cm et en dernier lieu le semis direct à dents avec 11,33 cm (Figure 19).

**Tableau 21 :** Analyse de variance de la longueur de racine

Source	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Totale	5,14	11	0,47				
Technique	0,16	3	0,05	0,21	0,88837		
Blocs	3,43	2	1,71	6,64	0,03058		
Résiduelle	1,55	6	0,26			0,51	4,44%

**Tableau 22:** Résultat statistique La longueur de racine

Technique culturelle				MG	ET
TC	TCS	SD à dent	SD à disque	11,46	0,51
11,4	11,64	11,33	11,45		



**Légendes:** *SD*: semis direct, *TCS*: technique culturale simplifiée, *TC*: travail conventionnel.

**Figure 19:** Effet de technique culturale sur la longueur des racines (cm).

### I.3.4.2. Nombre des racines

L'analyse de la variance a montré une différence non significative pour le nombre des racines, avec un coefficient de variation de 7.03% comme le montre le tableau 23.

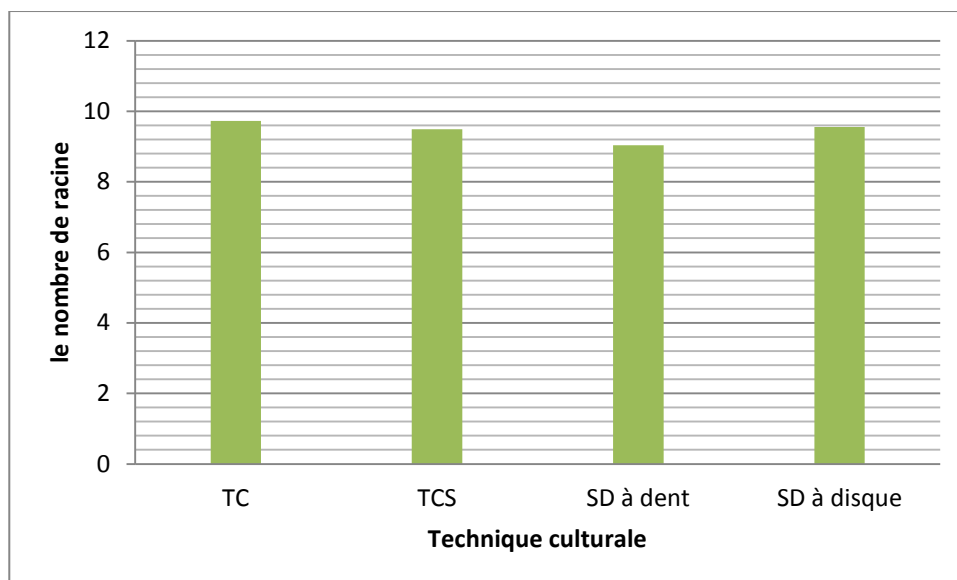
La moyenne générale de l'essai est de 9,45, avec un écart type de 0,66 (tableau 24). L'analyse des moyennes montre que le nombre de racines varie de 9,73 pour le travail conventionnel, comme valeur maximale à 9,04 pour le semis direct à dents, comme valeur minimale. L'écart entre ces deux valeurs extrêmes est de 0,69 racines, elle est considérée comme faible et insignifiante. De fait, les résultats obtenus relatives au nombre des racines montrent que ce dernier est faible et sans aucune différence entre les quatre technologies culturales. Le travail conventionnel se classe en premier avec 9,73 racines puis en seconde position le semis direct à disque avec 9,55 racines, suivi par la technique culturale simplifiée (9,49) racines et en dernier lieu le semis direct à dents avec 9,04 racines (Figure 20).

**Tableau 23 :** Analyse de variance le nombre racine

Source	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Totale	3,85	11	0,35				
Technique	0,78	3	0,26	0,59	0,64582		
Blocs	0,43	2	0,21	0,48	0,64296		
Résiduelle	2,65	6	0,44			0,66	7,03%

**Tableau 24:** Résultat statistique Le nombre de racine

Technique culturale				MG	ET
TC	TCS	SD à dent	SD à disque	9,45	0,66
9,73	9,49	9,04	9,55		



**Légendes:** *SD*: semis direct, *TCS*: technique culturale simplifiée, *TC*: travail conventionnel.

**Figure 20:** Effet de technologie culturale sur le nombre des racines

#### IV.3.5. Nombre d'épis par m<sup>2</sup>

L'analyse de la variance a montré une différence non significative pour le nombre d'épis par m<sup>2</sup>, avec un coefficient de variation de 9,87% (tableau 25).

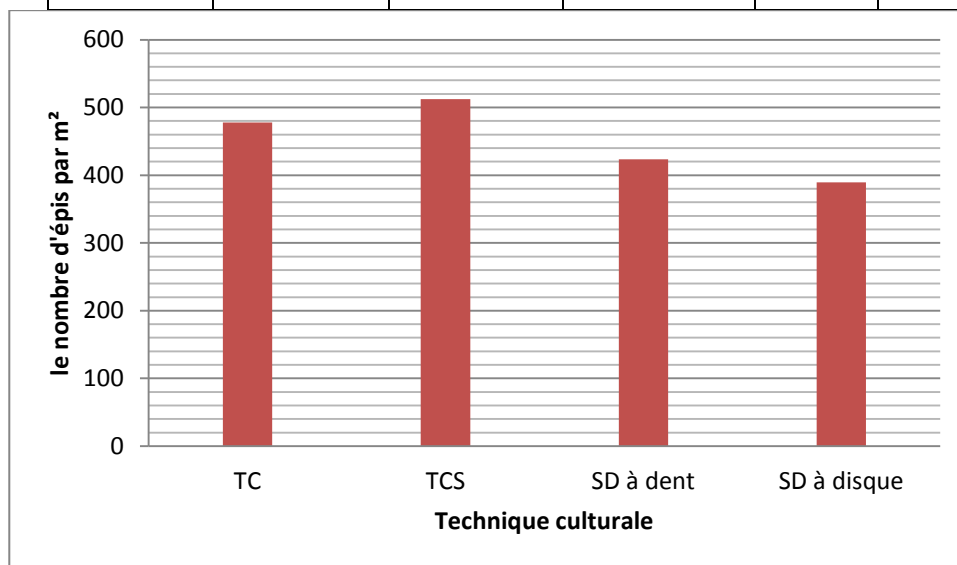
Le moyenne générale de l'essai est de 450,83 épis/m<sup>2</sup>, avec un écart type de 44,48 d'épis/m<sup>2</sup> (tableau 26). Les moyennes par traitement varient de 512,5 épis/ m<sup>2</sup> pour la technique culturale simplifiée, comme valeur maximale, à 389,37 d'épis/ m<sup>2</sup> pour le semis direct à disque comme valeur minimale. L'écart entre ces deux valeurs extrêmes est de 123,13 épis/m<sup>2</sup>. De fait, la technique culturale simplifiée présente un nombre d'épis/ m<sup>2</sup> plus élevée (512,5 épis/ m<sup>2</sup>), suivi par le travail conventionnel (477,78épis/ m<sup>2</sup>) alors, le semis direct à dent (423,67 épis/ m<sup>2</sup>) et enfin le semis direct à disque (389,37 épis/ m<sup>2</sup>) vient en dernier lieu. Ceci est probablement dû à la densité du nombre de pieds levés et du nombre de talles produits par technique culturale (Figure 21).

**Tableau 25 :** Analyse de variance le nombre d'épis par m<sup>2</sup>

Source	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Totale	39800,82	11	3618,26				
Technique	27132,93	3	9044,31	4,57	0,05459		
Blocs	796,09	2	398,04	0,2	0,82362		
Résiduelle	11871,81	6	1978,63			44,48	9,87%

**Tableau 26:** Résultat statistique Le nombre d'épis par m<sup>2</sup>

Technique cultural				MG	ET
TC	TCS	SD à dent	SD à disque	450,83	44,48
477,78	512,5	432,67	389,37		



**Légendes:** *SD*: semis direct, *TCS*: technique culturale simplifiée, *TC*: travail conventionnel.

**Figure 21:** Effet de la technique culturale sur le nombre d'épis/m<sup>2</sup>.

#### IV.3.6. Nombre de grains par épi

L'analyse de la variance a montré une différence non significative pour le nombre de grains par épi, avec un coefficient de variation de 6,65% (tableau 27).

La moyenne générale de l'essai est de 28,3 grains/ épi et écart type est de 1,88 grains/ épi (tableau 28). Les moyennes par traitement varient de 29,31 grain/ épis pour la technique culturale simplifiée, comme valeur maximale, à 27,42 grain/ épis pour le semis direct à dent

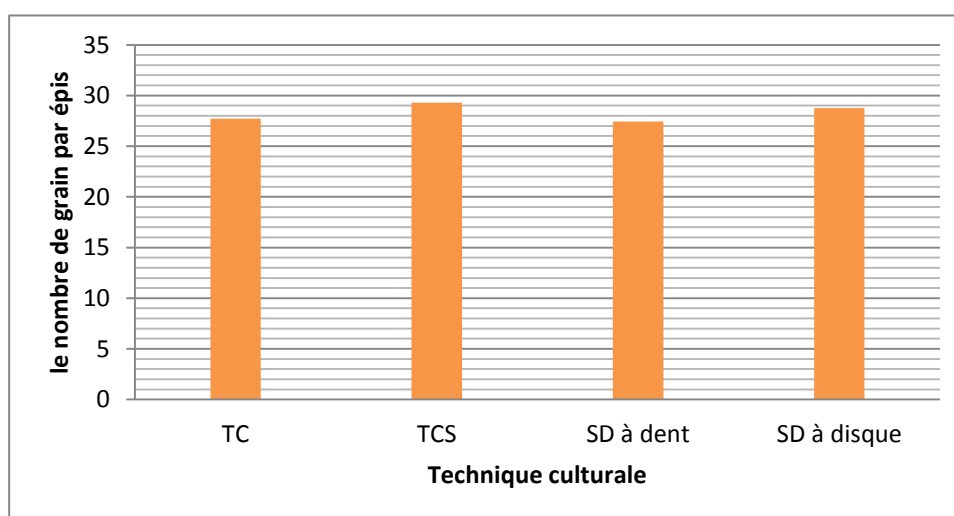
comme valeur minimale. L'écart entre ces deux valeurs extrêmes est de 1,89 grain/épis. De fait, la technique culturale simplifiée présente un nombre grain/épis plus élevée (29,31 grain/épis), suivi par le SD à disque (28,75 grain/épis) alors, le travail conventionnel (27,73 grain/épis) et enfin le semis direct à dent (27,42 grain/épis) vient en dernier lieu (Figure 22).

**Tableau 27 :** Analyse de variance le nombre de grain par épis

Source	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Totale	46,34	11	4,21				
Technique	6,95	3	2,32	0,65	0,61119		
Blocs	18,1	2	9,05	2,55	0,1572		
Résiduelle	21,28	6	3,55			1,88	6,65%

**Tableau 28:** Résultat statistique Le nombre de grain par épis

Technique culturale				MG	ET
TC	TCS	SD à dent	SD à disque	28,3	1,88
27,73	29,31	27,42	28,75		



**Légendes:** *SD*: semis direct, *TCS*: technique culturale simplifiée, *TC*: travail conventionnel.

**Figure 22:** Effet de technique culturale sur le nombre de grains par épi

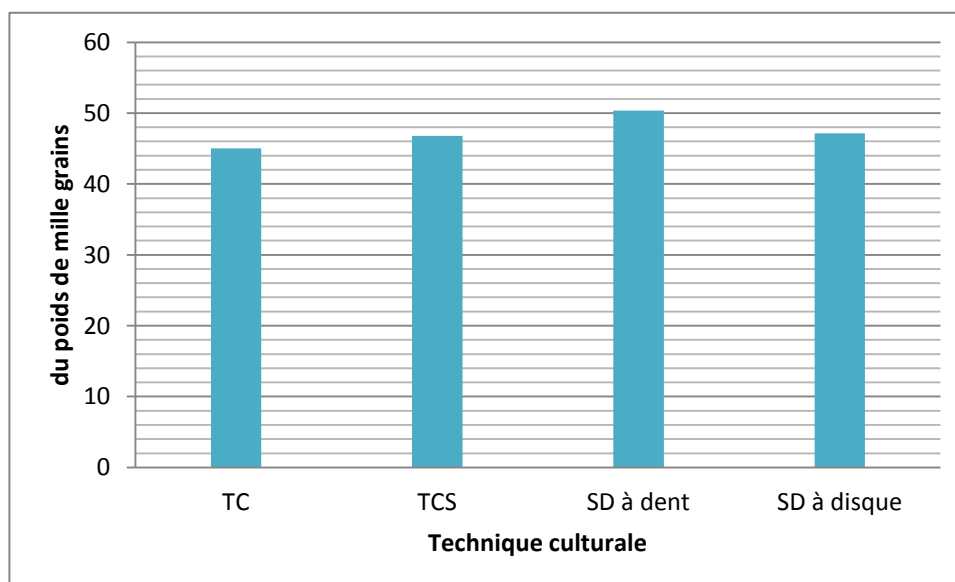
## IV.3.7. Poids de mille grains

L'analyse de la variance a montré une différence significative pour le poids de mille grains, avec un coefficient de variation de 2,94%.

La moyenne générale de l'essai est de 47,35 g et l'écart type est de 1,39 g. Les moyennes des essais varient de 50,36 g, comme valeur maximale, pour le semis direct à dent avec 45,05 g pour le travail conventionnel. L'écart entre ces deux valeurs, extrêmes, est de 5,31 g. de fait, le poids de mille grains le plus élevé est obtenu chez la technique du semis direct à dent (50,36 g) qui le présente groupe A, il est supérieur à valeur de moyenne de l'essai, suivi par le semis direct à disque (47,17 g) qui le présente groupe B, il est inférieur à la moyenne de l'essai suivie par la technique culturale simplifiée (46,81 g) qui le présente groupe B, il est inférieur à la moyenne de l'essai et en dernier le travail conventionnel (45,04 g) qui le présente groupe B (Figure 23 et tableau 29).

**Tableau 29** : Résultat statistique du poids de mille grains

Technique culturale				MG	ET	CV%
SD à dent	SD à disque	TCS	TC	47,35	1,39	2,94
50,36	47,17	46,81	45,04			
A	B	B	B			



**Légendes:** *SD*: semis direct, *TCS*: technique culturale simplifiée, *TC*: travail conventionnel.

**Figure 23:** Effet de technique culturale sur le PMG.

**IV.3.8. La Biomasse**

L'analyse de la variance a montré une différence non significative pour la biomasse totale, avec un coefficient de variation de 13,22% (tableau30).

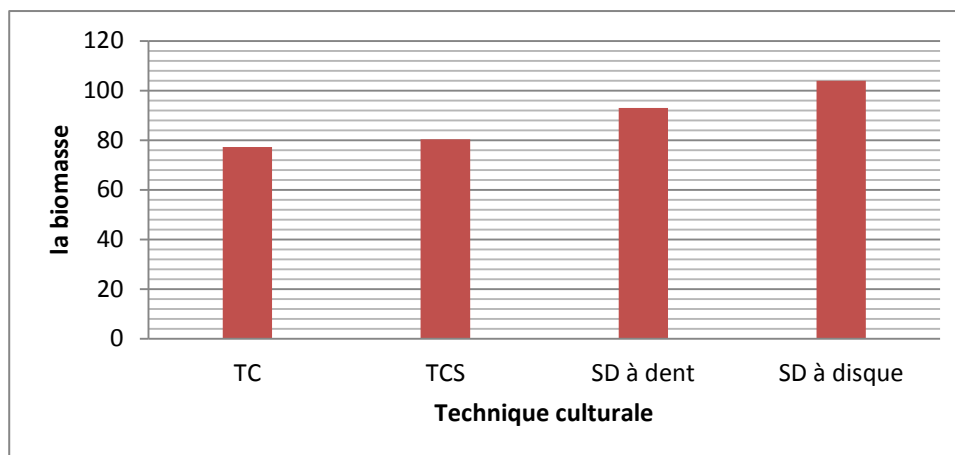
La moyenne générale de l'essai s'élève à 88,63 g/ m<sup>2</sup> et écart type est de 11,72 g/m<sup>2</sup>. Le classement des moyennes n'indique aucun groupe homogène. Les moyennes varient de 103,98 g/m<sup>2</sup>, comme valeur extrême, pour le semis direct à disque à 77,26 g/ m<sup>2</sup>, comme valeur minimale, pour le travail conventionnel. L'écart entre les deux valeurs est de 26,72 g/m<sup>2</sup>. Le semis direct à disque présente une biomasse la plus élevée avec 103,98 g/ m<sup>2</sup>, qui est supérieur à celle de l'essai (+15,35 g/m<sup>2</sup>) et suivie respectivement par le semis direct à dent, La technique culturale simplifiée et le travail conventionnel : 92,96 g/ m<sup>2</sup>, 80,33 g/ m<sup>2</sup> et 77,26 g/ m<sup>2</sup> avec des écarts respectives: +4,33 g/ m<sup>2</sup> ; -8,3 et -11,37 g/m<sup>2</sup> (Figure 24 et tableau 31).

**Tableau 30 :** Analyse de variance la biomasse

Source	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Totale	2369,96	11	215,45				
Technique	1357,62	3	452,54	3,3	0,09958		
Blocs	188,8	2	94,4	0,69	0,5414		
Résiduelle	823,55	6	137,26			11,72	13,22%

**Tableau 31:** Résultat statistique La biomasse

Technique culturale				MG	ET
TC	TCS	SD à dent	SD à disque	88,63	11,72
77,26	80,33	92,96	103,98		



**Légendes:** SD: semis direct, TCS: technique culturale simplifiée, TC: travail conventionnel.

**Figure 24:** Effet de technique culturale sur la biomasse.

## IV.3.9. Rendement estimé

L'analyse de la variance a montré une différence non significative pour le rendement estimé, avec un coefficient de variation de 9,62% (tableau 32).

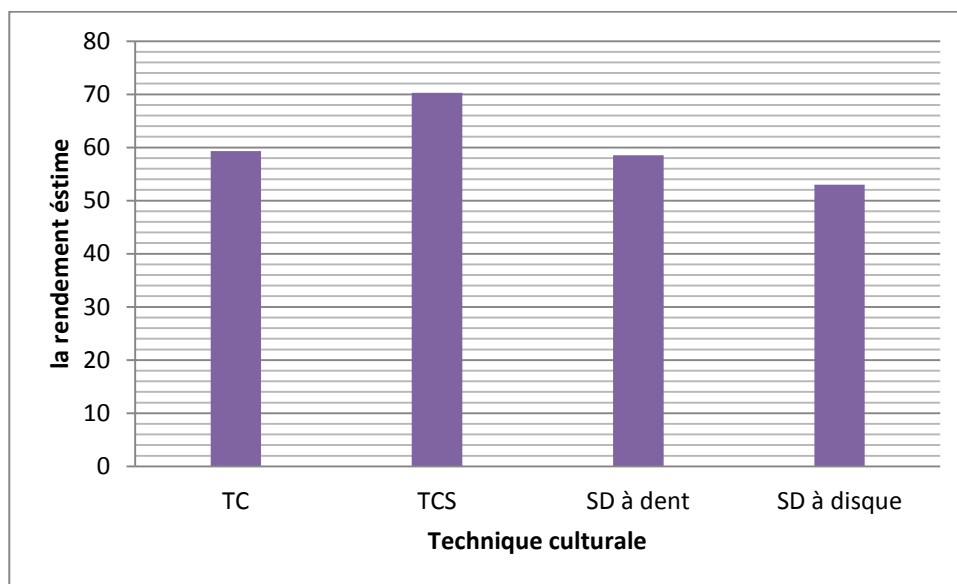
La moyenne générale de l'essai est de 60,27 q/ ha et écart type est de 5,8 q/ ha, Le classement des moyennes n'indique aucun groupe homogène. Les moyennes varient de 70,27 q/ ha pour le technique culturale simplifiée à 53 q/ ha pour le semis direct à disque. L'écart entre les deux valeurs extrêmes est de 17,27 q/ ha. De fait, le technique culturale simplifiée présente le rendement le plus élevé avec 70,27 q/ ha comparé respectivement au travail conventionnel, le semis direct à dent et au semis direct à disque: 59,3 q/ ha, 58,53 q/ ha et 53 q/ ha (Figure 25, tableau 33)

**Tableau 32 :** Analyse de variance le rendement estimé

Source	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Totale	794,84	11	72,26				
Technique	470,28	3	156,76	4,66	0,05246		
Blocs	122,94	2	61,47	1,83	0,23955		
Résiduelle	201,63	6	33,6			5,8	9,62%

**Tableau 33:** Résultat statistique Le rendement estime

Technique culturale				MG	ET
TC	TCS	SD à dent	SD à disque	60,27	5,8
59,3	70,27	58,53	53		



**Légendes:** *SD*: semis direct, *TCS*: technique culturale simplifiée, *TC*: travail conventionnel.

**Figure 25:** Effet des techniques culturales sur le rendement estimé.

#### IV.3.10. Rendement réel

L'analyse de la variance a montré une différence non significative pour le rendement réel, avec un coefficient de variation de 8,09 % (tableau 34).

La moyenne générale de l'essai est de 44,06 q/ ha, avec un écart type de 3,56 q/ ha. Le classement des moyennes n'indique aucun groupe homogène. Alors, les moyennes varient de 47,08 q/ ha, comme le rendement le plus élevé, pour le semis direct à dent à 37,63 q/ ha, comme le rendement le moins élevé, pour le travail conventionnel. L'écart entre ces deux valeurs extrêmes est de 9,45 q/ ha. Donc, le semis direct à dent présente le rendement réel le plus élevée avec 47,08 q/ ha, suivi par le semis direct à disque, avec 46,23 q/ ha, la technique culturale simplifiée, avec 45,30 q/ ha et enfin le travail conventionnel (37,63 q/ ha). L'écart de chaque valeur par rapport à la moyenne de l'essai est comme suit : +3,02 q/ ha, +2,17 q/ ha, +1,24 q/ ha et -6,43 q/ha (Figure 26, tableau 35).

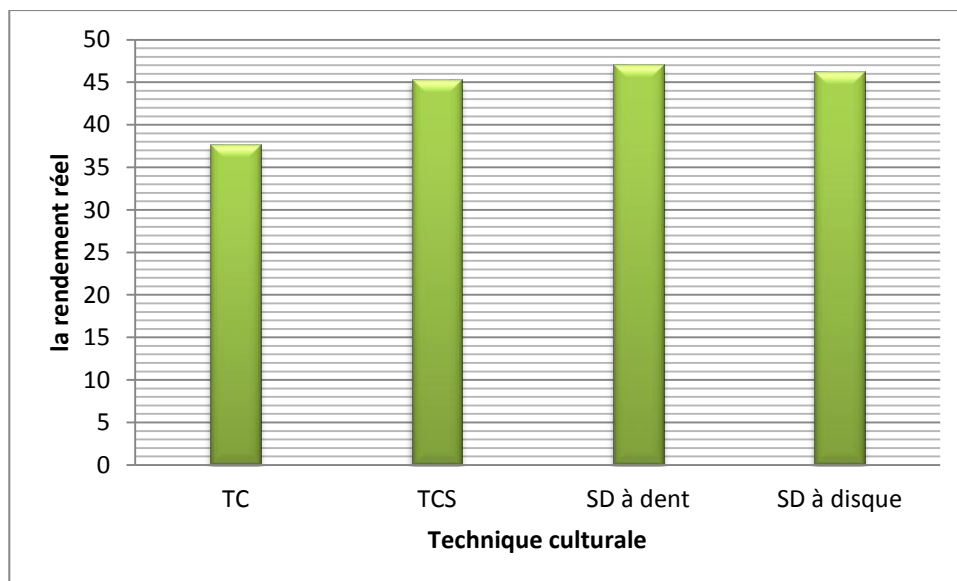
Les résultats d'essais chez des agriculteurs ont montré que le semis direct (semis direct à dent et semis direct à disque) permet généralement des rendements de blé largement plus élevés comparés à ceux obtenus avec les façons culturales conventionnelles (Mrabet, 2001).

Tableau 34 : Analyse de variance le rendement réel

Source	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Totale	649,38	11	59,03				
Technique	170,25	3	56,75	4,47	0,0571		
Blocs	402,89	2	201,44	15,85	0,00458		
Résiduelle	76,24	6	12,71			3,56	8,09%

Tableau 35: Résultat statistique Le rendement réel

Technique culturale				MG	ET
TC	TCS	SD à dent	SD à disque	44,06	3,56
37,63	45,3	47,08	46,23		



Légendes: *SD*: semis direct, *TCS*: technique culturale simplifiée, *TC*: travail conventionnel.

Figure 26: Effet de technique culturale sur le rendement réel (q/ ha).



***Conclusion***

## CONCLUSION

---

### Conclusion

On rappelle que l'objectif de ce travail est d'évaluer et comparer l'effet de quatre technologies du travail du sol, à savoir: le travail conventionnel, la technique culturale simplifiée, le semis direct à dent et le semis direct à disque sur la culture de blé dur (variété de *Bousselem*) et sur l'évolution de quelques propriétés physico-chimiques du sol en zone semi-aride, cas de la région céréalière de la zone centre de Sétif.

A travers les résultats obtenus durant cette campagne agricole 2017/ 2018, il apparaît nettement que les principales variables étudiées sont influencées par les techniques culturales notamment l'humidité du sol, la densité apparente du sol et le nombre de plants levés/m<sup>2</sup>. Ces paramètres ont manifesté des nettes différences. Néanmoins, l'analyse agronomique nous a permis de distinguer l'effet des techniques culturales sur l'ensemble des variables étudiées ; le profil hydrique, propriétés physiques du sol, caractères morphologiques, composantes de rendement et le rendement final en grain.

L'examen de l'ensemble des résultats portés sur l'effet des techniques culturales sur les paramètres étudiés et ces conséquences sur le rendement, permet de tirer les conclusions suivantes:

Le profil hydrique demeure un paramètre très important pour déceler son importance sur l'évolution du cycle physiologique de la culture du blé, notamment enfin du cycle, période très critique pour le remplissage du grain en Algérie. L'humidité du sol est apparemment liée positivement aux techniques de conservation (semis direct).

La densité apparente du sol été relativement élevée (1,07 g/cm<sup>2</sup>) en semis direct à dent, et en semis direct à disque (1.01 g/cm<sup>3</sup>).

Le travail conventionnel comparé aux autres techniques a enregistré a été plus favorable au démarrage du cycle végétatif ; en donnant un nombre élevé en plants levés (263,19 plants/m<sup>2</sup>) et un en nombre de talles (725 talles/ m<sup>2</sup>). Cependant, la teneur en chlorophylle été au profit de la technique culturale simplifiée comparée aux autres techniques. L'inverse pour la teneur relative en eau, elle été en faveur de semis direct (à disque).

Par mode de semis direct, on souligne que pour la majorité des variables étudiées, le semis direct à disque se place en avant par rapport au semis direct à dent.

Enfin, nous avons pu constater que l'humidité du sol est plus positive chez la technique de conservation. De fait, l'évolution de l'eau dans le sol est fortement influencée par la technique culturale, d'où l'importance de choisir correctement le type des pièces travaillantes voir

## CONCLUSION

---

complètement les éviter. Le choix en matière de travail du sol, au niveau de l'exploitation, doivent entre autre, tenir compte de l'effet qu'aura ou non le travail sur les propriétés du sol, grâce auxquelles se fera l'alimentation en eau et en éléments minéraux durant tout le cycle de développement de la culture.

D'après de nombreux chercheurs, un minimum d'une rotation triennale est nécessaire pour observer des différences significatives et commencer à apprécier les effets bénéfiques du semis direct. Il faut retenir aussi, l'aspect économique de non labour qui est représenté par la suppression des coûts du labour et des façons superficielles et par l'économie du temps et du carburant réalisé. La protection de l'environnement gagne aussi, avec moins de pollution, ce qui assure la durabilité des systèmes de production

Ce travail mérite une continuité pour mieux comprendre les avantages et les inconvénients du non labour avant de l'adopter comme alternative aux techniques conventionnelles.



***Références bibliographiques***

### Références bibliographiques

- **Abdellaoui Z., Tissekrat H., Belhadj A. et Zaghouane O., 2010.** Etude comparative de l'effet du travail conventionnel, semis direct et travail minimum sur le comportement du blé dur. Actes du 4<sup>ème</sup> rencontre méditerranéen du semis direct. Sétif, Algérie, du 3 à 5 mai 2010, pp: 68-82 ;
- **Aboudrare A., 2009.** Agronomie durable : principe et pratique, Ed. Rapport de formation continue, p 46.
- **Almarie N., M. Brezillon, C R E. Faiq, M. Schroeder, A., 2008.** La vulgarisation de l'agro-écologie: de la théorie au terrain. Octobre 2008 Projet INPENSAT/ Sol agro. PP: **1-4**.
- **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.
- **Andrade D. S., Colozzi-Filho A. et Giller K. E., 2003.** Contribution à l'étude des effets du semis direct sur l'efficience d'utilisation de l'eau et le comportement variétal de la culture de blé en région semi-aride, Mémoire de magistère: université de Sétif, 33 p.
- **Anonyme, 2008.** Bilan des activités agro-techniques de l'institut technique des Grandes Culture, Algérie ITGC p13.
- **Araus, J-L., Villegas, D., Aparicio, N., Garcia del Moral, L-F., El Hani, S., Rharrabti, Y., Ferrio, J-P., and Royo, C. 2003.** Environmental factors determining carbon isotope discrimination and yield in durum wheat under Mediterranean conditions. *Crop Sci.*, n. 43, p. 170-180.
- **Ares E., 2006.** Le semis direct économique et écologique. Le coopérateur agricole juillet-août 2006; la Coop fédérée [www.lacoop.coop](http://www.lacoop.coop). Pp : 22-30.
- **Atares P. 2006.** Semis direct dans la vallée moyenne de l'Ebre: résumé des résultats et analyse économique. *Troisièmes rencontres méditerranéennes du semis direct – Zaragoza*. Ed.: *Options méditerranéennes*, série A, n 69, pp 77- 80.
- **Bahlouli F., Bouzerzour H., Benmahammed A. et Hassous K. L. 2005.** Selection of high yielding and risk efficient durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivars under semi-arid conditions. *Agronomy Journal*.4, pp: 360-365.
- **Baize D., 2000.** Guide des analyses en pédologie, Paris.
- **Baize D., 1988.** Guide des analyses courantes en pédologie. Ed INRRA paris, 172 p.
- **Baldy C., 1974.** Contribution à l'étude fréquentielle des conditions climatiques. Leurs influences sur la production des principales zones céréalières d'Algérie. INRA (France)-CCCE (France)-Projet céréales (Algérie). 183 p.
- **Baldy C. 1986.** Effets du climat sur la croissance et le stress hydrique des blés en méditerranée occidentale in: tolérance à la sécheresse des céréales en zones méditerranéenne,

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- diversité génétique et amélioration variétale. Les colloquents, n° 64, Montpellier .Ed .INRA, Paris 1993.
- **Basic F., Kusic I., Mesic M., Nestroy O. et Butorac A. 2004.** Tillage and crop management effects on soil erosion in central Croatia. *Soil & Tillage Research*, **78**, 197-206
  - **Bellemou A., 2012.** Etude des résultats d'essais de différentes techniques de semis du blé dur (CHEN'S), mémoire de magistère: INA-Alger : 123 p.
  - **Benniou R., 2008.** Les systèmes de production dans les milieux semi-arides en Algérie: analyse agronomique de leur diversité et des systèmes de culture céréalières dans les Hautes Plaines Sétifiennes. Thèse de Doctorat, INA-Alger ; 293 p.
  - **Benniou R., 2012.** Agriculture conservation roll of moisture and soil organic matter semi-arid *journal of Mat. Env scn*, 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.
  - **Boizard H., Richard G., Defossez P., Roger-Estrade J. et Boiffin J. 2004.** Contribution à l'étude des effets de semis direct sur l'efficience de l'utilisation de l'eau et le comportement variétale de la culture de blé en région semi-aride, Mémoire de magistère: université de Sétif, 29 p.
  - **Boizard H., Richard G., Defossez P., Roger-Estrade J. et Boiffin J. 2004.** Etude de l'effet à moyen et long terme des systèmes de culture sur la structure d'un sol limoneux-argileux du Nord du Bassin Parisien: les enseignements de l'essai de longue durée d'Estrées-Mons (80). *Etude et Gestion des Sols* 11:11-20.
  - **Bootsma A., Boisvert J. B., Dejong R. et Baier W. 1996.** La sécheresse et l'agriculture canadienne. *Sécheresse*, pp: 277-285.
  - **Boufenar-Zaghouane F. et Zaghouane O., 2006.** Guide des principales variétés de céréales à paille en Algérie (blé dur, blé tendre, orge et avoine). ITGC, ICARDA., Alger. 154 p.
  - **Bouzerzour H., Mahnane S., Makhlof 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. Sci*, New series. 218, pp: 443 - 448.
  - **Bouzerzour H. et Benmahammed A. 1994.** Environmental factors limiting barley grain yield in the high plateaux of eastern Algeria. *Rachis*, 12: 11-14.
  - **Boyer J. S. 1982.** *Plant productivity and environment. Sci*, New série. 218: 443 - 448 p.
  - **Candelou A., 1981.** Les machines agricoles, Ed . j.b bailere , vol. 2, Parise, 180p.
  - **Cedra C., 1993.** Les matériels de travail du sol, semis et plantation, Ed Tec, Doc. Volume III: pp: 384.
  - **CDSR. 2001.** Le semis direct: potentiel et limites pour une agriculture durable en Afrique du Nord. Tanger-Maroc. p38.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- **Chaaban I. 2009.** Effets de trois modes de conduite culturale (semis direct, travail simplifié et conduite conventionnelle) sur l'évolution de l'humidité du sol en relation avec le comportement des cultures. . Mémoire d'ingénieur d'état. UFAS 55 p.
- **Chopart J. L et Pitrot R.1996 .** L'amélioration des propriétés physiques du sol, in Mémento de l'agronome, (2009). Ed. QUAE, paris, 583 P.
- **Clement-Grandcourt M. et Prats J., 1971.** Les céréales Collections d'enseignement agricole 2eme Ed, Ballier France. 351p.
- **Condon A. G., Richards R. A., Rebetzke G. J. et Farquhar GD. 2004.** Breeding for high water-use efficiency. *Journal of Experimental Botany* 55, pp: 2447-2460.
- **Couvreur F., 1981.** La culture du blé se raisonne, cultivar. Juin 1981, ITCF. pp, 39-41.
- **Culley, J.L.B., Larson, W.E. and Randall, G.W., 1987.** Physical properties of a Typic Haplaquoll under conventional and no-tillage. *Soil science society of america Journal* , 51, pp: 1587-1593.
- **Daniel et Galardon ., 2008.** Technique culturale sans labour en Bretagne. Guide pratique, Ed ARVALIS, 43p.
- **Derpsch R., 2001.** Conservation tillage, no-tillage and related technologies. In: Garc'ia-Torres, L., Benites, J., Mat'nez-Vilela, A. (Eds.), *Conservation Agriculture, A Worldwide Challenge*, vol. I. ECAF and FAO, Spain, pp. 161–170.
- **Diehl R., 1995.** Agriculture générale 2eme édition, Ballières . Paris pp 362-364.
- **Djermoun, A. 2009.** La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques. *Nat. Techn.*, Juin 2009, n. 01, pp : 45-53.
- **Ehlers W., Kopke U., Hesse F. etBohm W. 1983.** Penetration resistance and root growth of oats in tilled and untilled loess soil. *Soil& Tillage Research*, **3**, 261-275.
- **El Aissaoui A., A. El Brahli, O. El Gharras, N. El Hantaoui, 2009.** Le semis direct pour une agriculture pluviale de conservation. symposium internationale « agriculture durable en région méditerranéenne (AGDUMED) », Rabat, Maroc, Pp : 249-256
- **El Brahli A., O. El Gharras, N. El Hantaoui, 2009.** Le système semis direct. Nouveau mode de production et modèle d'agrégation pour une agriculture pluviale durable au Maroc Transfert de Technologie en Agriculture n° 182.
- **Eliard JL., 1979.** Manuel d'agriculture générale. Bases de la production végétale. Ed. J.B. Baillièrre. 344 p.
- **FAO, 2003.** Economie de l'agriculture de conservation. Service de la gestion des terres et de la nutrition des plantes. Division de la mise en valeur des terres et des eaux. Rome, Italie, 77 p.
- **FAO., 2007.** AG: Agriculture de conservation (<http://www.fao.org/ag/ca/fr/1a.htm>), 42 p.
- **FAO. 1997.** Production. *Ann.*, Vol. 51, 239 p.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- **Ferreras L.A., Costa J.L., Garcia F.O. et Pecorari C., 2000.** Effect of no-tillage on some soil physical properties of a structural degraded Petrocalcic Paleudoll of the southern "Pampa" of Argentina. *Soil & Tillage Research*, 54, pp: 31-39.
- **Fortas B., Mekhlouf A., Hamsi K., Boudiar R., Laouar .A.M., Djaidjaa Z., 2013,** Impacts des techniques culturales sur le comportement physique du sol et la culture du blé dur (*Triticum durum* Desf.) sous les conditions semi-aride de la région de Sétif. Université Ferhat Abbas Sétif1.
- **French R. J. et Schultz, J. E. 1984.** Water use efficiency of wheat in a Mediterranean-type environment. I.The relation between yield, water use and climate. *Australian Journal Agricultural Research* 35, pp: 743-764.
- **Gate P., 1995.** Ecophysiologie du blé. *Technique et documentation. Lavoisier, Paris*, 351 p.
- **Gate P., 1995.** Ecophysiologie du blé. Ed. Lavoisier, Paris. 429 p.
- **Gate Ph. Et Giban M., 2003.** Stades du blé. Edition ITCF, Paris. 68 p.
- **Grant C.A. et Lafond G.P. 1993.** The effects of tillage systems and crop sequences on soil bulk density and penetration resistance on a clay soil in southern Saskatchewan. *Canadian Journal of Soil Science*, 73, 223-232.
- **Grosclaude J-Y., J-Ch. Deberre, M-A. Martin, G. Matheron., 2006.** Le Semis direct sur couverture végétale permanente (SCV) une solution alternative aux systèmes de culture conventionnels dans les pays du Sud.
- **Halvorson, A.D., Black A.L., Krupinsky J.M., Merrill S.D., Wienhold B.J. et Tanaka D.L., 2000.** Spring Wheat Response to Tillage System and Nitrogen Fertilization Within a Crop-Fallow System. *Agron. J.* 92, pp: 288-294.
- **Hamblin AP. et Hamblin J., 1985.** Root characteristics of some temperate legume species and varieties on deep, free-draining anti-sols. *Australian journal of agricultural research* 36: 63-72.
- **Hamdy A., Ragab R., Scarascia-Mugnozza E., 2003.** Coping with water scarcity: water saving and increasing water productivity. *Irrigation and Drainage* 52, pp: 3-20.
- **Hussain I., Olson K.R. et Siemens J.C. 1998.** Long-term tillage effects on physical properties of eroded soil. *Soil Science*, 163, pp : 970-981.
- **Hazmoune T. 2000.** Etude comparée de l'appareil racinaire de quelques variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.). *1er Symposium International sur la filière blé*. Enjeux et Stratégie du 07 au 09 fev. Alger. P 181-185.
- **Hill R.L. 1990.** Long-term conventional and no-tillage effects on selected soil physical properties. *Soil Science Society of America Journal*, 54, pp: 161-166.
- **Hammel J.E. 1989.** Long-term tillage and crop rotation effects on bulk density and soil impedance in Northern Idaho. *Soil Science Society of America Journal*, 53, 1515-1519.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- **Hussain I., Olson K.R. et Siemens J.C. 1998.** Long-term tillage effects on physical properties of eroded soil. *Soil Science*, 163, pp: 970-981.
- **Huang, J., Rozelle, S., Pray, C. & Wang, Q., 2002.** Plant Biotechnology in China. *Sci.*, 25, pp: 676.
- **ITGC, 2009.** Guide des principales variétés de céréales à paille en Algérie (blé dur, blé tendre, orge et avoine). Bouge nara sa chouans f. et zaghoune O. Première édition. ITGC. ICARDA. 153.
- **Kay, B.D. and Vandenbygraat, A.J., 2002.** Conservation tillage and depth stratification of porosity and soil organic matter. *Soil and tillage research*, 66 (2), pp: 107-118.
- **Kern J. S. et M. G. Johnson. 1993.** Conservation tillage impacts on national soil and atmospheric carbon levels. *Soil Science Society of America Journal* 57:200-210.
- **Kladivko E.J, 2001.** Etude des résultats d'essais de différentes techniques de semis du blé dur (Chen's), Mémoire de magistère : INRA, 35 p.
- **Köller K., 2003.** Techniques of Soil Tillage, p. 1-25, *In* A. El Titi, ed. *Soil Tillage in Agroecosystems*. CRC Press LLC, Boca Raton.
- **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.
- **Krishnamurthy L. V., Vadez M., JyotsnaDevi R., Serraj S. N., Nigam Sheshshayee. M. S., Chandra R. Aruna, 2007.** Variation in transpiration efficiency and its related traits in a groundnut (*Arachishypogaea L.*) mapping population, *Field Crops Research*.
- **Labreuche J., Viloingt T., Caboulet D., Daouze J. P., Duval R., Ganteil A., Jouy L., Quere L., Boizard H. et J. Roger-Estrade. 2007.** Evaluation des impacts environnementaux des Techniques Culturelles Sans labour (TCSL) en France. Partie I: La pratique des TCSL en France. ADEME.
- **Lahmar R., 2006.** Opportunités et limites de l'agriculture de conservation en Méditerranée. Les enseignements du projet KASSA Options Méditerranéennes, Série A, Numéro 69. pp 11-18.
- **Lahlou S., M. Ouadia, O. Malamlssa, Y. Le Bissonnais et R. Mrabet . 2005.** La porosité du sol charge en culture technique de conservation dans la zone semi-aride marocaine. Etude et gestion des sols, volume 12, 1; 2005: 69-70.
- **Lal R., Reicosky D. C. et J. D. Hanson. 2007.** Evolution of the plow over 10,000 years and the rationale for no-till farming. *Soil and Tillage Research* 93:1-12.
- **Lampurlanés J. etCantero-Martínez C. 2003.** Soil bulk density and penetration resistance under different tillage and crop management systems and their relationship with barley root growth. *AgronomyJournal*, 95, 526-536.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- **Lampurlonés, J. and Cantero-Martinez, C., 2006.** Hydraulic conductivity, residue cover and soil surface roughness under different tillage systems in semiarid condition. *Soil and tillage research*, 85: 13-26.
- **Levy, AA. & Feldman, M., 2002.** The Impact of Polyploidy on Grass Genome Evolution. *Plant physiol.*, 130: 1587-1593.
- **Léifi N., 1997.** Biodiversité racinaire et résistance à la sécheresse. Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation université Laval Québec 168 p.
- **Lynes, D.J., Hammer, G.L., Mclean, G.B. & Blumenthal, J.M., 2003.** Simulation supplements field studies to determine no-till dry land com population recommendations for semi-arid western Nebraska. *Agron. J.* 95: 884-891.
- **M. dekkiche et S. Eba. ITGC, 2011.** Cartographie et caractérisation morphologique de ferme de démonstration et production de semence de l'ITGC par SIG. 64 p.
- **Maamri A. et Silem M., 2010.** Contribution à l'étude de l'effet de la technique du semis direct sur la production céréalière en milieu semi -aride. Cas de la région de Béni-Fouda-Sétif, Thèse d'ingénieur, Université de M'sila; 80 p.
- **Mac Key, J. 1978.** Wheat domestication as shoot: root interrelation process, In: *Proceedings of Fifth International Wheat Genetics Symposium*, New Delhi, (India), S. Raman jam (ed.), pp: 875-890.
- **Madhava Rao K.V., Raghavendra A.S. et Janardhan Reddy K., 2006.** Printed in the Netherlands. *Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants*. Springer: 1-14 p.
- **Mahdi M., 2004.** Contribution à l'étude de la technique du semis direct sous pivots. Mémoire d'ingénieur INA El-Harrach, pp:9-30.
- **Matin M.A., Brown J.H. et Ferguson H., 1989.** Leaf water potential, relative water content and diffusive resistance as screening techniques for drought resistance in barley, *Agron, J.* n° 81, pp: 100-105.
- **Mathieu S., 2004.** Techniques de travail réduit <http://www.clubsconseils.org/778-30k>
- **Masale M.J., 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.
- **Mazouz L., 2006.** Etude de la contribution des paramètres phéno-morphologiques dans l'adaptation du blé dur (*Triticum durum* desf.) dans l'étage bioclimatique semi- aride. *Thèse de magister. Institut d'Agronomie, Université Colonel El Hadj Batna*, 65 pages,
- **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.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- **Monnier G., 1994.** Introduction à la simplification du travail du sol, p. 5-9, *In* G. Monnier, et al. eds. Simplification du travail du sol, INRA (Les Colloques n° 65) ed, Paris.
- **Mouellef A., 2010.** Caractères physiologiques et biochimiques de tolérance du blé dur (*Triticum durum* Desf) au stress hydrique. Mémoire de Magister en Biotechnologies Végétales, éditeur. *Lakhdar, Batna*, 93 p.
- **Mrabet, R., 1997.** Crop residue management and tillage systems for water conservation in a semiarid area of Morocco. PhD dissertation. Colorado State Univ.
- **Mrabet, R., 2000.** Response of wheat to tillage management systems under continuous cropping in a semiarid area of Morocco. *Field crops Res.*, 66:165-174.
- **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.
- **Mrabet R., 2001.** Le semis direct potentiel et limite pour une agriculture durable en Afrique du Nord. <http://w.w.w.unca.na.org/pdf>.
- **Passioura J.B., 1977.** Grain yield, harvest index and water use of wheat. *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science* 43: 117-120.
- **Pierce F.J., Fortin M.C. et Staton M.J., 1994.** Periodic plowing effects on soil properties in a no-till farming system. *Soil Science Society of America Journal*, 58: 1782-1787.
- **Prévost P., 2006.** *Les bases de l'agriculture. Troisième Edition tec et doc*. Lavoisier, pp:190.
- **Radford, B.J., B.J Bridge., R.J Davis., D. Mc Garry., U.P. Pillali., J.F Rickman., P.A. Walsh. Et D.F. Yue., 2000.** «Changes in the properties of avert sol and responses of wheat after compaction with harvester traffic», *Soil & Tillage Research*. V.54, n° (3-4) ,155-170.
- **Roger-Estrada 2002.** Morphological characterization of soil structure in tilled fields: from a diagnosis method to the modeling of structural changes over time. *Soil Tillage Research*, 79:33-49.
- **Roper et Gupta S., 1995.** Etude des résultats d'essais de différentes techniques de semis du blé dur (Chen's), Mémoire de magistère : INRA, 35 p.
- **Rouabah A., 2012.** L'Agriculture de Conservation dans les hautes plaines Sétifiennes : Situation Actuelle et Perspectives - Témoignage d'un agriculteur -. Fichier Power Point. Rencontres des Groupes Témoins du RCM, Bizerte, Tunisie, 14 – 16 p, Mars 2012.
- **Sandretto C., 2001.** Conservation tillage firmly planted in US agriculture. *Agricultural Outlook*, March, pp : 5-6.
- **Sebillotte M., 1978.** Itinéraire technique et évolution de la pensée agronomique, *Racad, AGR.FR* 11-9: 069-913.
- **Seguy L., S., Bouzinac, C. Maronzi, 2001.** Système de culture et dynamique de la matière organique. [http // agro-écologie. Cirad. fr./PDF/ postls fr. Pdf](http://agro-écologie.Cirad.fr/PDF/postls.fr.Pdf), 200p.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- **Serpantié., G., 2009.** L' « agriculture de conservation » à la croisée des chemins (Afrique, Madagascar). *Vertigo – La revue en sciences de l'environnement*, Volume 9, n° 3, pp 1-21.
- **Soltner., 1988.** Les grandes productions végétales. Les collections science et technique agricoles, Ed .17<sup>ème</sup> édition 71p,
- **Soltner D., 1998.** Les techniques culturales simplifiées, pourquoi. Guide d'agriculture intégrée. Science et techniques agricoles.
- **Soltner P., 2005.** Les bases de la production végétales: La plante et son amélioration.4<sup>ème</sup>Ed. Collection et Techniques Agricoles. 248p.
- **Strudley M.W., Green, T.R. and Ascough, J.C., 2008.** Etude des états de surface du sol et de leur dynamique pour différentes pratiques de travail du sol. Mise au point d'un indicateur de ruissellement, Thèse de doctorat : université de Strasbourg, pp : 73-38.
- **Tayeb Bey et Yahiaoui, 2017.** *Comparaison de l'effet de différentes technique du sol : travail conventionnel, technique culturale simplifiée, semis direct sur la production de blé dur en zone semis aride la région de Sétif université de m'silla : Mémoire de master, 36p.*
- **Turner N. C., 1986 (a).** Adaptation to water deficit: a changing perspective. *Australian Journal of Plant Physiology*. 13: 175- 90 p.
- **Turner N. C., 1986 (b).** Crop water deficits: a decade of progress. *Advances in Agronomy* 39:1-51.
- **Turner N. C., 1997.** Further progress in crop water relations. *Advances in Agronomy* 58: 293-338.
- **Unger P.W. et Jones O.R. 1998.** Long-term tillage and cropping systems affect bulk density and penetration resistance of soil cropped to dryland wheat and grain sorghum. *Soil & Tillage Research*, **45**, 39-57.
- **Wardle I.F., 1995.** Etude des résultats d'essais de différentes techniques de semis du blé dur (Chen's), Mémoire de magistère: INRA, 35p.
- **Xanxo L., A. Solans, C. Cantero-Martínez , 2006.** Système de production de cultures fourragères en semis direct dans la zone de la Seud d'Urgel, à Lleida, en Espagne. *Options Méditerranéennes, Série A, numéro 69*: pp: 7-36.
- **Zhou, L-Y. 1995.** Water consumption and water use efficiency of wheat field in Fengqiu region. *Chin. J. Appl. Ecol.*, n. 6, p. 57–61 (in Chinese with English abstract).



***Annexe***

## ANNEXE

### Annexe

**Tableau 01 :** Analyse de variance la densité apparente g/cm<sup>3</sup>

Source	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Totale	0,06	11	0,01				
Technique	0,04	3	0,01	6,32	0,02823		
Blocs	0,01	2	0,01	2,63	0,15111		
Résiduelle	0,01	6	0			0,05	4,63%

**Tableau 02:** Analyse de variance de La hauteur de la plante (cm)

Source	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Totale	78,38	11	7,13				
Technique	56,01	3	18,67	6,66	0,02527		
Blocs	5,55	2	2,77	0,99	0,42729		
Résiduelle	16,82	6	2,8			1,67	2,79%

**Tableau 03 :** Analyse de variance de La poids de mille grains (g)

Source	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Totale	57,33	11	5,21				
Technique	44,27	3	14,76	7,59	0,01901		
Blocs	1,4	2	0,7	0,36	0,71389		
Résiduelle	11,66	6	1,94			1,39	2,94%



**Figure 01:** La longueur de racinaire en TC



**Figure 02:** La longueur de racinaire en TCS

## ANNEXE

---



**Figure 03: système racinaire en SD à  
Disque**



**Figure 04 : La longueur des racines en  
SD à dent**

الهدف من هذه الدراسة هي تقييم تأثير بدون الحرث مقارنة مع العمل التقليدي سلوك القمح الصلب. وقد أجريت التجربة في المحطة الزراعية التجريبية للمعهد التقني للزراعات الواسعة (ITGC) بسطيف خلال موسم 2017/2018. المحاصيل و تعتبر الامطار (444 ملم). النتائج التي تم الحصول عليها تبين ان البذر المباشر مع بالبذر التقليدي علي المياه، ووزن 1000 حبه، ومع ذلك فإن العمل التقليدي أظهر التحليل الاقتصادي الزراعي اهميتها على معظم المتغيرات الفسيولوجية موفرو، العائد المقدر والكثافة الظاهرية للتربة. هذه النتائج هي عكس تلك التي تم الحصول عليها في عام الجفاف. وتشير نتائج هذه الدراسة أن عدم الحراثة يمكن أن تكون بديلا عمليا لتكثيف إنتاج القمح القاسي تحت ظروف شبه القاحلة.

**الكلمات المفتاحية :** عدم الحراثة، الرطوبة، شبه الجاف ، القمح الصلب، الحرث التقليدي، الزراعة المبسطة، المحصول

## Résumé

L'objectif de l'étude vise à évaluer l'effet du semis direct comparé au travail conventionnel sur le comportement de blé dur (*Triticum durum* Desf.), en zone semi-aride. L'expérimentation a été réalisée au niveau de la station expérimentale agricole de l'Institut Technique des Grandes Cultures (ITGC) de Sétif au cours de la campagne agricole 2017/18, considérée comme pluvieuse (444 mm). Les résultats obtenus montrent que le semis direct à dent a exprimé positivement sur le profil hydrique et le poids de mille grains. Cependant, le travail conventionnel, l'analyse agronomique a montré sa dominance sur la majorité des variables morpho-physiologiques, rendement estimé et la densité apparente du sol. Ces résultats sont à l'inverse de celles qu'on a obtenu en année de sécheresse. Les résultats de la présente étude suggèrent que le non labour pourrait être une alternative viable pour intensifier la production du blé dur sous les conditions semi-arides.

**Mots clés :** semis direct, humidité, semi-aride, blé dur, travail conventionnel, travail minimum, rendement

## Summary

The objective of the study is to evaluate the effect of direct seeding compared to conventional work on the behavior of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) In the semi-arid zone. The experiment was carried out at the agricultural experimental station of the Technical Institute of Field Crops (ITGC) of Setif during the 2017/18 crop year, considered rainy (444 mm). The results obtained show that the direct seeding with tooth expressed positively on the water profile and the weight of a thousand grains. However, conventional work, agronomic analysis has shown its dominance over the majority of morpho-physiological variables, estimated yield and bulk density of the soil. These results are the opposite of those obtained in a drought year. The results of this study suggest that no-till could be a viable alternative for intensifying durum wheat production under semi-arid conditions.

**Key words:** no-till, moisture, semi-arid, durum wheat, conventional labor, minimum labor, yield