

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° : 11/ DSA/ 2021



DOMAINE : SNV

FILIERE : Science Agronomique

OPTION : production végétale

Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique

Intitulé

**Synthèse des études réalisées sur les
techniques culturelles innovantes**

En zone semi-aride (M'sila, Sétif, et Bori-Bou-Arraridi).

Présenté par : M^{lle} DJEDILI Nassima M^{lle} OUAHABI Barkahoum

Soutenu devant le jury composé de:

M ^{me} BEDDAL Dalila	MCB	Université de M'sila	Président
M ^r BENNIOU Ramdane	Prof	Université de M'sila	Rapporteur
M ^{me} SALEM ATIA Saliha	MAA	Université de M'sila	Examineur

Année universitaire: 2020 / 2021

DEDICACE

Je dédie ce travail :

A ma chère Mère, mon chère Père,

*En qui j'ai trouvé le soutien immense et l'amour dans le parcours de ma vie,
j'espère que ce travail déployé avec beaucoup d'effort exprime pour eux le
témoignage incère de mon amour, ma profonde affection et mon grand
respect.*

A mes très chers, pour leur amitié, leur aide, leur soutien, leur disponibilité.

A toute ma famille

A toutes mes amies Nassima, Karima, Khaoula, Imane, et Riadh

A tous mes les amis d'études surtout ceux Agronomes

Promotion 2020/2021

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

A tous ceux qui ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui

Ouahabi Barkahoum

DEDICACE

Je dédie ce mémoire à :

Ma mère, qui la personne la plus chère et la plus précieuse de ma vie, qui a travaillé pour ma réussite, par son amour, son soutien et ses précieux conseils.

Mon père, qui a orné ma vie de l'éclat de la pleine lune, qui m'a donnée force et détermination, et a été une raison pour continuer mes études.

A mes chère sœurs Khaira, Wiam, Fadwa, nesrine, pour leur encouragements permanents, et leur soutien moral. A toute ma famille : ma grande mère, et grande père.

A mes amis : Karima, Aya, Nafaa et Barkahoum qui m'ont soutenu et m'on aidé.

A siham, qui a toujours été avec moi et m'a aidé dans ce travail.

A tous ceux qui ont oublié le stylo et sauvé le cœur.

A mes collègues de production végétale 2020/2021

Djedili Nassima

REMERCIEMENTS

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

*Au terme de ce travail, on remercie vivement notre promoteur **Professeur BENNIOU Ramdane.***

Qui nous a orienté pour la réalisation de ce travail, ont tient également à lui exprimer notre grand respect.

***Madame BEDDALE Dalila**, enseignante à l'université Mohamed Boudiaf-M'sila d'avoir accepté de présider ce jury et **Madame SALEM ATIA Saliha**, enseignante à l'université Mohamed Boudiaf-M'sila, d'avoir accepté d'examiner et de juger notre modeste travail.*

Nos remerciements vont aussi à tous les enseignants et étudiants de département des sciences agronomiques.

A tous nos amis qui nous ont encouragés: Karima, Riyadh, Aya, Nafaa, Imane, Sihame.

Enfin à tous ceux qui ont de près ou de loin contribué à la réalisation de ce travail et soucieux de notre réussite.

Liste des abréviations

Da : Densité Apparent

FAO : Food and Agricultural Organisation (organisation de l'alimentation et l'agriculture)

ha : hectare

IR : Indice de Récolte

MO : Matière Organique

NE : Nombre d'Epis

NGE : Nombre de Grains par Epi

PMG : Poids de Mille Grain

RP : Résistance Pénétrométrique

SD : Semis Direct

SDD : Semis Direct à Disque

SDT : semis direct à dent

T : Tonne

TC : Travail Conventionnel

TCS : Technique Culturelle Simplifiée

TM : Travail Minimum

Liste des tableaux

Titre	Page
Tableau 01: Résultats statistique de matière organique en deux horizons (%).	23
Tableau 02: Résultats statistique de la densité apparente g/cm ³	24
Tableau 03: L'effet de techniques culturales sur la résistance pénétrométrique (N/ cm ²) par profondeur.	31
Tableau 04: l'effet de techniques culturales sur l'infestation par les mauvaises herbes.	33
Tableau 05: le nombre des adventices après la levée et (Amroune 2013).	34
Tableau 06: le nombre des adventices durant le cycle végétatif par désherbage: blé dur et orge dans la région de M'sila.	34
Tableau 07: le nombre des adventices au stade végétatif par type de rotation (Zabi et Terafi, 2015).	35
Tableau 08: le nombre des adventices au stade végétatif par type de rotation dans la région de Sétif (Oudina, 2018)..	35
Tableau 09: le nombre des adventices au stade végétatif par type de rotation dans la région de M'sila (Nasri et Souadia 2014).	35
Tableau 10: L'effet de technique culturale sur la longueur des racines.	36
Tableau 11: Analyse de variance de nombre grains par épi.	51
Tableau 12: Résultat statistique de l'indice de récolte.	53
Tableau 13: Résultat statistique de la rotation sur l'indice de récolte. (Zabi et Taradif, 2015).	53
Tableau 14: Résultats statistique de la rotation sur l'indice de récolte. (Oudina, 2018).	54
Tableau 15: Résultats statistique de l'indice de récolte par désherbage. (Siyoucef , 2015).	54

Liste des figures

Titre	Page
Figure 01: relation système de semis direct, composantes de l'environnement et décisions agricoles (Mrabet, 2001).	09
Figure 02: Evolution du taux de l'humidité pondérale en zone semi-aride supérieure de la région de Sétif, à Béni-Fouda, dans les horizons 0-30 et 0,60 cm (Belgeuri et <i>al.</i> (2007)	25
Figure 03: Evolution du taux de l'humidité pondérale dans le sol en zone semi-aride centrale de la région de Sétif à l'ITGC (Chikhi et Kara 2009).	26
Figure 04: Evolution du taux de l'humidité pondérale dans le sol en zone semi-aride supérieure de la région de Sétif à Béni-Fouda (Maamri & Silem 2010).	26
Figure 05: Evolution du taux de l'humidité pondérale dans le sol en zone semi-aride centrale de la région de Sétif à l'ITGC (Belgasmi & Mezaache (2012).	27
Figure 06: Evolution de taux de l'humidité pondérale dans le sol par profondeur (P ₁ : 0-20 cm et P ₂ 20-40 cm) dans la zone semi-aride centrale (ITGC Sétif) de la région de Sétif (Tayeb-Bey et Yahiaoui, 2017).	27
Figure 07: Evolution de taux de l'humidité pondérale dans le sol par profondeur (P ₁ : 0-20 cm et P ₂ 20-40 cm) dans la zone semi-aride centrale (ITGC Sétif) de la région de Sétif (Rebiai, 2017).	28
Figure 08: Evolution de taux de l'humidité pondérale dans le sol par profondeur (P ₁ : 0-20 cm et P ₂ 20-40 cm) dans la zone semi-aride centrale (ITGC Sétif) de la région de Sétif (Khaoui et Marouche, 2019).	28
Figure 09: Evolution de taux de l'humidité pondérale dans le sol par profondeur (P ₁ : 0-20 cm et P ₂ 20-40 cm) dans la zone semi-aride centrale (ITGC Sétif) de la région de Sétif (Hafidi et Chemissa, 2020).	29
Figure 10: Evolution de taux de l'humidité pondérale dans le sol par profondeur (P ₁ : 0-20 cm et P ₂ 20-40 cm) dans la zone dans la zone potentille de Bordj-Bou-Arreridj conduit en semis direct sur la culture de blé dur (Abada et Gasmi, 2020).	29
Figure 11: Evolution de taux de l'humidité pondérale dans le sol par profondeur (P ₁ : 0-20 cm et P ₂ 20-40 cm) et par rotation dans la zone dans la zone semi-aride centrale (ITGC) de la région de Sétif conduit en semis direct sur la culture de blé dur (Oudina, 2018).	30
Figure 12: Evolution de taux de l'humidité pondérale dans le sol par profondeur (P ₁ : 0-20 cm et P ₂ 20-40 cm) et par rotation dans la zone dans la zone semi-aride centre de Sétif (ITGC) conduit en semis direct sur la culture de blé dur (Bliel et Djemiat, 2020).	30
Figure 13: Effet de la technologie culturale sur les résidus de culture, (Khaoui & Marouche, 2019)	32
Figure 14: L'effet de technique culturale sur la profondeur de la semence (Khaoui et Merouche, 2019).	37
Figure 15: L'effet de techniques culturales sur le nombre d'épis par m ² .	40

Figure 16: Effet de technique culturale sur le nombre de grains par épi (Belgueri et <i>al.</i> , 2007).	41
Figure 17: Effet de technique culturale sur le nombre de grains par épis (Chikhi et Kara, 2009).	41
Figure 18: Effet de technique culturale sur le nombre de grains par épis (maamri silem, 2010)	41
Figure 19: Effet de technique culturale sur le nombre de grains par épi (Belgasmi et Mezaache, 2012).	42
Figure 20: Effet de technique culturale sur de nombre de grains par épi (Ghersallah, 2012).	42
Figure 21: Effet de technique culturale sur de nombre de grains par épis (Tayeb-Bey et Yahiaoui, 2017).	42
Figure 22: Effet de technique culturale sur le nombre de grains par épi (Rebiai Rebhe 2018).	43
Figure 23: Effet de technique culturale sur le nombre de grains par épi (Khaoui et Marouche, 2019).	43
Figure 24: effet de technique culturale sur le nombre de grains par épis (Hafidi et Chemissa, 2020).	43
Figure 25: Effet de techniques culturales sur le poids de mille grains.	44
Figure 26: L'effet de technique culturale sur le poids de mille grains (Chikhi et Kara, 2009).	45
Figure 27: Effet de technique culturale sur de poids de mille grains (Maamri et Silem, 2010).	45
Figure 28: L'effet de technique culturale sur le poids de mille grains (Ghersallah, 2012	45
Figure 29: Effet de technique culturale sur de poids de mille grains (Belgasmi et Mezaache, 2012)	46
Figure 30: Effet de technique culturale sur le PMG (Tayeb-Bey et Yahiaoui, 2017).	46
Figure 31: Effet de technique culturale sur le poids de mille grains (Rebiai, 2018).	46
Figure 32: Effet de technique culturale sur le poids de mille grains (Khaoui et Marouche, 2019).	47
Figure 33: effet de technique culturale sur le poids de mille grains (Hafidi et Chemissa, 2020).	47
Figure 34: nombre d'épi/m ² des plantes de blé dur dans la rotation Lentille/ Blé dur.	48
Figure 35: effet de la rotation culturale sur le nombre des épis/m ²	48
Figure 36: Nombre de grain /épis dans le culture pures (Zabi et Taradif, 2015).	48
Figure 37: Effet de rotation culturale sur le nombre de grains par épis (Nasri et Souadia, 2014).	49
Figure 38: Effet de rotation culturale sur le nombre de grains par épis (Oudina, 2018).	49
Figure 39: Variation de nombre de grain/ épis Blé dur sur bloc	49
Figure 40: Effet de la rotation culturale sur les pois de mille grains (Nasri et Souadia, 2014).	49
Figure 41: Pois de mille grains chez les culture pures (Zabi et Taradif, 2015) .	50

Figure 42: Variation de pois de mille grains (Oudina, 2018).	50
Figure 43: pois de mille grins sur les culture de blé dur (Beliel et Djemiat, 2020).	50
Figure 44: Nombre d'épis/m ² dans les trois traitements.	50
Figure 45: poids de mille grains par traitement.	51
Figure 46 : nombre d'épi par m ² .	51
Figure 47: Poids de 1000 grains (Abada et Gasmi, 2020).	51
Figure 48: moyenne de nombre d'épis par m ² .	52
Figure 49: Moyenne de nombre des grains par épis.	52
Figure 50: Moyenne du poids de mille grains.	52

Sommaire

	Page
Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction.....	01

Chapitre I: Synthèse sur les techniques culturales

3.1.1. Notion sur les itinéraires techniques	4
-La culture considérée.	4
-Les pratiques culturales	4
I.2. Technique de travail du sol classique.....	4
I.2.1. Travail conventionnel.....	4
A - Le labour	4
B- Reprise de labour.....	4
C- Préparation de lit de semence	4
I.2.1.1. Avantages et inconvénients de travail conventionnel	5
I.2.2 Travail culturales simplifiées (TCS)	5
I.2.2.1 Définition	5
I.2.2.2 Principe de la technique culturale simplifiée ou le travail minimum du sol	6
I.2.2.3 Avantage et inconvénients	6
I.2.3 Semis direct.....	7
I.2.3.1 Définition	7
I.2.3.2 Objectif du semis direct	7
I.2.3.3 Aperçu historique de système de semis direct en Algérie.....	7
I.2.3.4 Types de semis direct.....	8
a-Travail du sol par bondes	8
b-Semis en sillon.	8
c-Travail préliminaire du sol	8
d-Billonnage	8
I.2.3.5 Avantages et inconvénients de semis direct	8
I.2.3.6 Impact du semis direct sur l'environnement	10
I.2.3.7 Impact du semis direct sur le sol	10
a-Structure du sol.....	10
b- Matière organique	11
c- Composante biologique.....	11
I.2.3.8 Impact du semis direct sur le plan agronomique.....	11
•Adventices	11
•Maladies cryptogamiques	11
I.3. Adaptation de la plante aux conditions pédoclimatique	12
I.3.1 Adaptation à la sécheresse	12
I.3.2- Résistance au froid.....	12
➤Précocité.....	13
➤Productivité	13
➤Choix de variété	14
I.3.3- Résistance aux maladies	14
I.3.4- Résistance à la verse physiologique.....	14
I.3.5 Les composants du rendement	15
I.3.5.1- Nombre de plantes levées/ m ²	15
I.3.5.2- Nombre d'épis au m ²	15

I.3.5.3- Nombre de grain par épi	15
I.3.5.4- Nombre de grains par m ²	15
I.3.5.5- Poids de mille grains.....	16
I.3.5.6. Caractères morphologique	16
I.3.5.1. Longueur de l'épi et du col de l'épi	16
I.3.5.6.2. Longueur des barbes	16

Chapitre II: Méthode de travail

II.1 Objectif du travail	19
II.2. Paramètres mesurés.....	19
5. Les résidus de cultures	19
9. Composant de rendement	19
9.1.2 Nombre de grains/ épi	20
9.1.3. Poids de mille grains (PMG)	20
10. Indice de récolte	20
II.3. Les thèses traitées	20

Chapitre III: Résultats et Discussion

1. Matière organique.....	23
2. Densité apparente	24
3. Profil hydrique	25
4. Résistance pénètrométrique du sol: R (N/ cm ²).....	31
5. Les résidus de cultures	32
6. Les paramètres de salissements.....	33
6.1. Etude de l'infestation par les mauvaises herbes par technique culturale.....	33
6.2. Etude de l'infestation par mauvaises herbes par désherbage :.....	34
6.3. Etude de l'infestation par les mauvaises-herbes par type de rotation.....	35
7. Extension du système racinaire.....	36
8. Profondeur de semis (cm)	37
9. Composants de rendement	38
9.1. Etude de l'effet de technique culturale sur les composants de rendement	38
9.1.1. Nombre d'épis/ m ²	38
9.1.2 Nombre de grains/ épi	41
9.1.3. Poids de mille grains (PMG)	45
9. Indice de récolte	53
a. Effet de technique culturale sur l'indice de récolte	54
b. Effet de la rotation sur l'indice de récolte	54
c. Etude de l'indice de récolte par désherbage	54
Conclusion	57

Référence bibliographiqu



Introduction

Introduction

Le semis direct est un système intégré de système agricoles modernes et non un processus unique des opérations habituellement effectuées par les agriculteurs. En d'autres termes, il s'agit d'un ensemble d'application et de technique de conservation pour une exploitation plus efficace et durable du sol.

En Algérie, les années de sécheresse ont montré que les systèmes de production avancés ne sont plus valables sans le soutien de l'état (procédés de fertilisation) éradication des mauvaises herbes parasites. Adoptant ainsi de nouvelles méthodes qui donnent la priorité à la préservation des ressources naturelles. Utilisation optimale de l'eau. Economie dans la production la gestion des intrants et des risques est le seul moyen d'assurer une agriculture durable et compétitive.

Ce procédé vise à préserver la composition structurale et biologique du sol et à ne pas être exposé aux facteurs d'érosion du au labour. Ce système repose sur trois fondements : un léger ameublissement du sol et pas de labour, comme c'est le cas pour la culture ordinaire, conserver sa bonne proportion de résidus des cultures, adopter un cycle agricole adopté et diversifié.

La technique de semis direct permet une bonne utilisation de l'eau de pluie, en réduisant le taux d'évaporation et en augmentant le niveau d'intrusion d'eau. Il a également pu améliorer l'efficacité de l'épandage d'engrais en le concentrant sur la ligne de semis. Il se caractérise également par une grande flexibilité quant à l'agriculteur de s'affranchir d'autres opérations pour préparer le terrain avant le semis.

En semis direct, le sol n'est pas travaillé. Il est maintenu couvert en permanence par une biomasse sèche (paillis ou mulch) de résidus végétaux, retrouve son état naturel, sa vie biologique s'anime, sa qualité se redresse, sa fertilité s'enrichit et il est à l'abri des différentes formes de dégradation. Le système permet une augmentation notable des rendements (en qualité et en quantité) et une amélioration des indices qualitatifs du sol. Il entraîne aussi avec lui différentes industries (fabrication de machines spécialisées pour le semis et la gestion des résidus, industrie chimique des herbicides ...) et aidera les agriculteurs à réduire les coûts de production et les temps de travaux pour une diversification des cultures et des activités agricoles au sein de l'exploitation. Le gain en temps, associé à des humidités élevées du sol, permet des semis indépendamment des pluies et des difficultés d'accès au terrain. Ce système est sans doute la voie pour une nouvelle révolution agricole.

L'objectif de notre travail est de faire une synthèse à partir des travaux de recherche réalisés par les étudiants de master production végétale depuis 2007 jusqu'au 2020 soit 13 ans des essais expérimentales pour évaluer l'intégration du semis direct dans la conduite des cultures céréalière en zones semi-arides.

Première partie

Synthèse Bibliographique

Chapitre I: Synthèse sur les techniques culturales

I.1. Notion sur les itinéraires techniques

Par définition, l'itinéraire technique est une combinaison logique et ordonnée des étapes à suivre afin d'atteindre un objectif de rendement bien déterminé. L'itinéraire technique consiste sur le choix des outils, les interventions successives et les décisions d'apport des fertilisants et des traitements phytosanitaires 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 présentation 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 sont des opérations culturales liées souvent à l'environnement économique ou socioculturel d'une région donnée (Prevost, 2006).

I.2. Technique de travail du sol classique

I.2.1. Travail conventionnel

A- Le labour

Le labour est un travail du sol profond avec retournement de la bande de terre (Soltner, 1988). Théoriquement, il consiste à découper une bande de terre de section rectangulaire par un soc et à la faire retourner par un versoir (Candelou, 1981 in Amghar et Leftaha, 2009). Le labour s'effectue sur un sol qui n'a pas été travaillé depuis l'année agricole précédente. Le labour s'effectue par des charrues simples ou réversibles.

B- Reprise de labour

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). La reprise de labour se fait par des outils à disques (cover crop) ou des outils à dents (cultivateur) en fonction de l'état du sol.

C- Préparation de lit de semence

La préparation de lit de semences est la dernière étape du travail conventionnel. Cette opération dont l'action est superficielle et 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'opération de travail du sol superficiel (5 à 10 cm) réalisées à l'aide d'outil attelés à dents (cultivateurs

légers), ou à pointes (herse). Elle peut se faire aussi par des rouleaux ou avec d'outil animés par la prise de force du tracteur (houe rotative, machine à bêcher, herse alternative, herse rotative). Le but de cette opération est d'obtenir une couche superficielle du sol favorable à la germination et à la levée des cultures.

I.2.1.1. Avantages et inconvénients de travail conventionnel

A. Avantages

Le travail conventionnel avec le travail du sol profond assure:

- ✓ 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 (Aboudrar, 2009).
- ✓ Un enfouissement des semences des adventices; ce qui réduit l'infestation des cultures par celles-ci et diminue l'utilisation des herbicides chimiques et améliore le rendement (Aboudrare, 2009).
- ✓ La mise en place et implantation des cultures en favorisant l'approvisionnement en eau, en augmentation la circulation de l'air dans le sol, en régulant la température et en réduisant les anomalies structurales: tassement, battance, lissage.
- ✓ Un enfouissement de la matière organique; ce que favorise un environnement adéquat pour les micro-organismes.

Enfin, le labour mélange des engrais chimiques et organiques du profil, et crée une structure légèrement motteuse surtout dans les sols limono-sableux (Chpart et Pitrot, 2009).

B. Inconvénients

- ✓ Un retournement excessif du sol, remonte de la terre infertile en surface.
- ✓ Un travail en sol humide, provoque une compaction importante du sol.
- ✓ Un travail trop rapide produisant beaucoup de terre fine ; ce qui peut bouleverser l'équilibre biologique du sol, facteur important d'amélioration de la structure (Chopart et Pitrot, 2009).

I.2.2 Travail culturales simplifiées (TCS)

I.2.2.1 Définition

Les techniques culturales simplifiées (TCS) sont appelées aussi les techniques de conservation des sols (TCS). Les TCS consistent à supprimer le labour profond et réduire les travaux de préparation du sol pour la mise en place 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 dont la profondeur de travail ne dépasse pas 10 cm.

I.2.2.2 Principe de la technique culturale simplifiée ou le travail minimum du sol

Le travail minimum du sol est une pratique agro-environnementale permet de garder une partie des résidus de récolte sur ou moins 30% de la surface du sol après le semis. Ce système est moins intensif que le travail du sol conventionnel. La notion de retournement du sol n'existe plus dans le travail minimum. On privilégie l'utilisation des outils à dent ou à disque, parfois des outils animés par la prise de force.

En Algérie, surtout dans les zones où les sols sont pauvres, peu profond 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 (Mahdi, 2004). Dans ce contexte, les outils à dent les plus utilisés sont: le chisel (pour le travail profond moyen entre 25 à 30 cm), le cultivateur dent (pour le travail moyen entre 10 à 15cm), la herse (pour le travail superficiel entre 5 à 8cm).

Le travail réduit du sol se divise en deux grandes étapes :

- Travail primaire: consiste à briser ou soulever le sol plutôt que le retourner.
- Travail secondaire: c'est la préparation du lit de semence, le nivellement de la surface du sol et l'incorporation des herbicides (Mathieu, 2004).

I.2.2.3 Avantage et inconvénients

A- Avantages

Le travail minimum du sol 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 surface du sol (comptage, tassement) due aux passages successifs des engins agricoles.
- ✓ La conservation de la ressource eau en améliorant son efficacité à travers l'infiltration de l'eau et la réduction de l'évaporation. Ces phénomènes sont accentués par la présence de culture en surface.
- ✓ L'amélioration de la rentabilité des cultures à travers l'économie d'énergie et du temps due aux façons culturales simplifiées.
- ✓ La durabilité de 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.
- ✓ La suppression des adventices est insuffisante ; ce qui implique une lutte chimique.

I.2.3 Semis direct

I.2.3.1 Définition

Selon Mrabet (2001), le semis direct est un système conservatoire de gestion des sols et des cultures, dans lequel les semences sont placées directement dans le sol qui n'est pas travaillé. Dans le système de semis direct, les opérations se limitent à l'ensemencement de la culture sans travail du sol. Le non labour, ou agriculture sans labour et zéro-labour sont des synonymes du semis direct dans le contexte de l'agriculture de conservation, qui est un nouveau mode d'exploitation des ressources naturelles du sol et de l'eau. Cette agriculture a été mondialement diffusée au nom du développement durable (Seguy et *al.*, 2008 ; Ares, 2006 ; Lahmar, 2006 ; FAO, 2007 ; Almarie et *al.*, 2008 ; El Aissaoui et *al.* ;2009, El brahli et *al.* ,2009, Serpantie, 2009).

Les techniques culturales simplifiées et le semis direct sous couvert végétal apparaissent comme des alternatives à même de corriger l'impact négatif des systèmes de reproduction adoptés par les agriculteurs. Ces techniques arrivent à mieux contrôler l'érosion. Stocker la matière organique, améliorer l'efficacité hydrique et restructurer le sol sous l'effet d'une meilleure activité biologique (Mrabet, 2000; Benniou, 2012).

I.2.3.2 Objectif du semis direct

L'objectif essentiel du semis direct est de conserver, améliorer et utiliser les ressources naturelles d'une façon plus efficace par 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 (Atres, 2006).

I.2.3.3 Aperçu historique de système de semis direct en Algérie

En Algérie, les premiers essais en agriculture de conservation remontent à l'année 2004, plus précisément, après la tenue de deux rencontres méditerranéennes du semis direct à Tabarka en Tunisie (essai longue durée à la ferme de démonstration et de production de semences d'Oued Smar, Alger), et ce afin d'évaluer l'effet du mode de gestion du sol sur le comportement du blé et sur l'évolution de la structure du sol et la conservation en eau (Abdellaoui et Zaghouane, 2011). Depuis 2007, les premiers travaux initiés sur le semis direct par le département d'agronomie de l'université de M'sila ont été menés dans la région de Sétif, Bordj-Bou-Argeridj et Msila encadrés par Benniou.

I.2.3.4 Types de semis direct

On peut constater différents types de semis direct:

a- Travail du sol par bandes: les planteurs et les semoirs dotés d'un ou de plusieurs coutres par rangée de semis et parfois de sarcleuses pour préparer les bandes peut être adapté à de nombreuses conditions, peu importe la culture.

b- Semis en sillon: un sillon est creusé dans le sol non labouré et les semences y sont déposées à une profondeur opportune. Plusieurs combinaisons d'accessoires de tassement des semences et roues plombeuses servent à remplir le sillon afin d'assurer un bon contact semences-sol. Il s'agit du semis direct dans sa forme la plus pure ; il est idéal pour le soya, le blé et d'autres céréales dans de nombreux types de sols. Le semis en sillons n'est pas très efficace dans les résidus de cultures abondants et dans les sols humides à texture fine.

c- Travail préliminaire du sol: une étroite bande de sol est labourée à l'aide de divers accessoires. Ce processus aide les résidus à s'amollir et à se décomposer pendant l'hiver et accélère l'assèchement au printemps. Les sols sont donc prêts pour le semis plus tôt au printemps. Les bandes labourées d'avance font accélérer la germination et levée et facilitent la rotation des céréales.

d- Billonnage: à l'aide de socs à ailes ouverts, de disque rayonners, de coutres ou de sarcleuses, le billon est dégagé pour le semis. Les résidus restent à la surface, entre les rangées. La température plus élevée du sol aide les semis des billons à sortir du sol plus tôt. Les billons reformés par le travail du sol ; ce qui permet de lutter contre les mauvaises-herbes de façon mécanique et de réduire l'utilisation d'herbicides. Le billonnage exige une limite de la circulation et empêche l'encroûtement du lit de semence. Il convient bien aux sols à texture fine, surtout lors des printemps froids et humides.

I.2.3.5 Avantages et inconvénients de semis direct

1/ Avantages

- le semis direct est le meilleur moyen pour protéger les sols et leurs activités biologiques. Cependant, et dans le but de redresser rapidement l'organisation structurale, il faut bien recycler et produire des éléments minéraux, améliorer l'activité biologique et recharger le sol en carbone (Thoms, 2006).
- Réduction des coûts de production: en renonçons au labour, on réduit de façon importante les coûts de production par réduction des dépenses d'énergie (diminution consommation de carburant par hectare). Et de main d'œuvre et d'équipement (baisse d'investissement en machines et une augmentation des longévités tracteurs) (Mrabet, 2001).
- Diminution du temps de travail: la suppression totale du labour engendre une réduction de temps du travail mais elle implique cependant une grande disponibilité de la main d'œuvre. De fait, pour réaliser un lit de semence de qualité de travail doit être effectué en condition optimale (Anonyme, 2005).

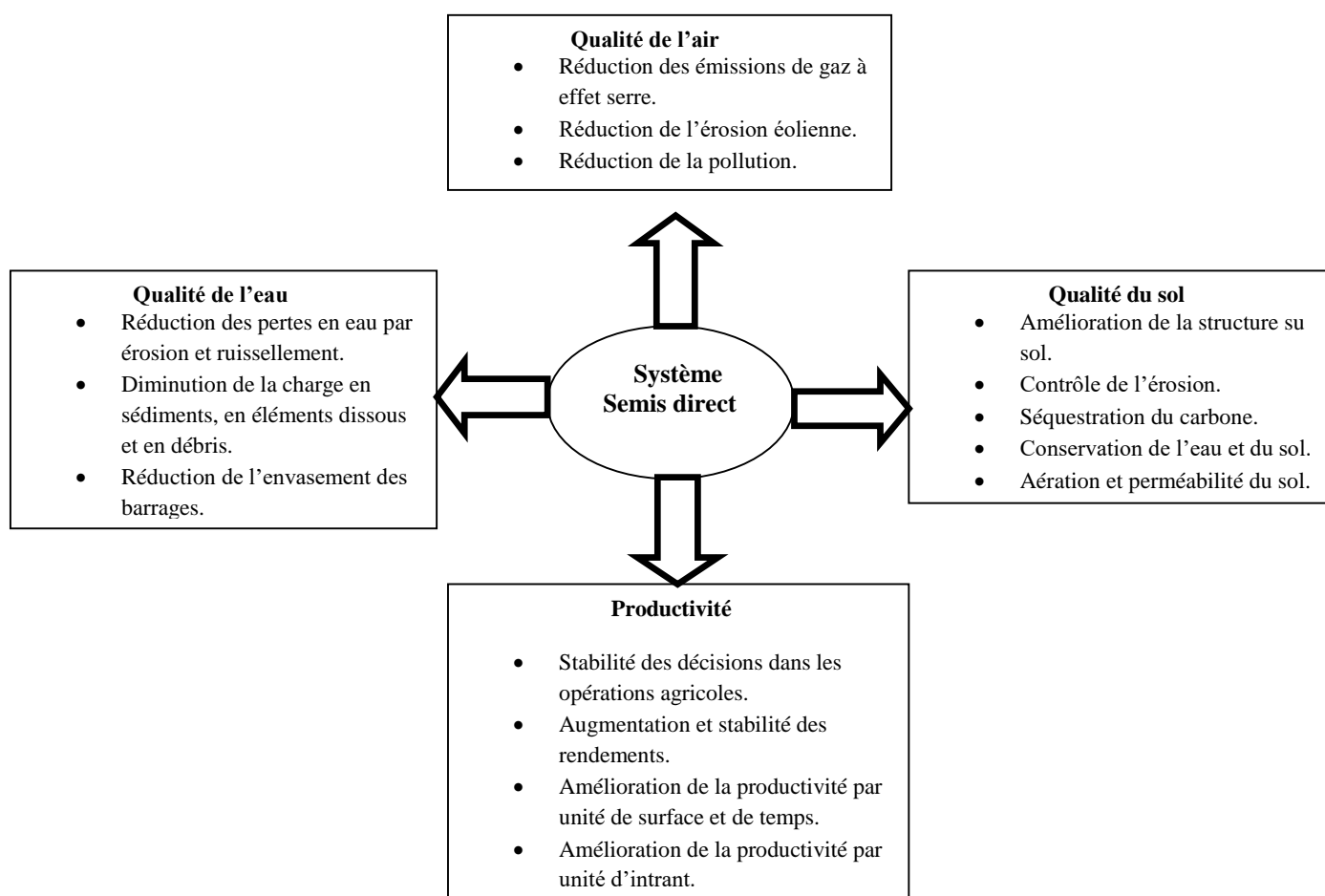


Figure 01: relation système de semis direct, composantes de l'environnement et décisions agricoles (Mrabet, 2001).

2/ Inconvénients

- Une grande quantité de résidus en surface peut rendre le sol plus froid et la croissance de la plante cultivée plus lente. Mais cela ne gêne pas tellement en zones semi-arides à sols légers,
- Un compactage superficiel du sol peut être généralement causé par le passage de la machine, ou par le piétinement du bétail lorsque le sol est humide. Les vers et les taupes peuvent également causer des dommages.
- La fraîcheur et l'humidité élevée du sol qui vont de pair avec le labour de conservation peuvent augmenter l'incidence de maladies causées par des champignons du sol.
- Les résidus de récolte peuvent poser des difficultés de gestion (Aibar, 2006).
- La lutte contre les mauvaises-herbes présentes les plus grands inconvénients. (Anonyme 2002).
- Ne convient pas au terrain mal drainé.

- Nécessite une lutte plus attentive contre les mauvaises-herbes et d'utiliser d'avantage de pesticides (Anonyme 2006).

I.2.3.6 Impact du semis direct sur l'environnement

Le semis direct par la présence de résidus en surface, limite fortement l'érosion grâce à la protection qu'ils fournissent au sol (réduction de l'impact des gouttes de pluie) et la présence d'agrégats plus stables. De plus, le semis direct conserve l'humidité et réduit le ruissellement (Attahk et Boame, 2015). D'un autre côté, l'érosion mécanique caractérisée par les pertes directes de terre engendrées par les techniques culturales. En semis direct, le fait de ne plus travailler le sol et d'implanter sur une couverture végétale, permet une meilleure stabilité du sol. Il semble que le ruissellement érosif diminue de façon significative après l'abandon du labour (Delaunois, 2004).

I.2.3.7 Impact du semis direct sur le sol

a- Structure du sol

La structure du sol est le résultat de l'équilibre entre les phénomènes de tassement, d'une part, par le passage d'engins agricoles, les conditions humides au cours des interventions et de la fragmentation et d'autre part, par le climat, la faune et le travail du sol (Roger-Estrade et *al.*, 2002). Il en résulte que la structure est très variable au sein des couches de sol cultivées, non seulement dans le temps (sous l'action du système 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). En effet, 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, la matière organique y est plus abondante (Benniou, 2008 ; Bellemou, 2012). Tandis que la porosité qui est un indicateur de la qualité du sol, est influencée 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 en semis direct par rapport à un sol labouré (Huille, 1990 ; Pierce et *al.*, 1994 ; Hussain et *al.*, 1998 ; Ferreras et *al.*, 2000). Alors, l'humidité du sol est maintenue par le couvert végétal qui aide à prolonger la durée du dessèchement de la surface du sol et de le maintenir plus humide pour une longue période (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.

b- Matière organique

La matière organique est une composante importante dans le sol ; c'est un indicateur de la fertilité des sols. Elle assure un bon équilibre physico-chimique et biologique pour le bon développement des végétaux.

Le semis direct permet de conserver leurs capacités potentielles (Xanxo et *al.*, 2006). Plusieurs résultats de recherche concernant des études comparatives des techniques de travail du sol montrent que les meilleurs teneurs en matière organique dans le sol sont mesurés en non labour (Abdellaoui et *al.*, 2010). Selon Daniel et Galardon (2008), et Mrabet (2001), le non travail du sol et sa faible perturbation en présence des résidus en surface, sont des conditions favorables au développement de la biodiversité et au recyclage de la matière organique.

C- Composante biologique

Les conditions climatiques favorables en semis direct, avec des écarts en eau plus élevées sont très bénéfiques à l'activité biologique et à l'augmentation de la biomasse microbienne dans les premiers centimètres de sol (Kladivko, 2001 ; Roper et Gupta, 1995).

Cette augmentation s'observe pour la population bactérienne comme pour la population fongique (Wardle, 1995). De nombreuses études montrent qu'en semis direct, 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 (Andrad et *al.*, 2003). L'augmentation de la matière organique en surface grâce au semis direct favorise donc la biomasse et la diversité microbienne dans la partie superficielle du sol. En effet, la zone 0-5 cm se caractérise par une augmentation significative des bactéries mais aussi l'apparition de nouvelles espèces non présentes en labour.

II.2.3.8 Impact du semis direct sur le plan agronomique

- **Adventices**

Le système non-labour ne peut être durable que par la maîtrise de la propagation des adventices. Plusieurs auteurs soulignent que le semis direct favorise le développement des poacées annuelles et des adventices vivaces (Debaeke et Orlando, 1994). Les grains des adventices enfouies dans le sol ne sont pas exposées à la surface comme c'est le cas par les labour, alors, la banque de graines d'adventices semble diminuer en semis direct, mais elle est concentrée en surface, car aucun travail du sol ramène les graines à la surface (Elbrahli et *al.*, 1997 in Chevrier et Barbier, 2001).

- **Maladies cryptogamiques**

Des études réalisées sur la relation des maladies cryptogamiques et le travail du sol portées sur le blé, ont montré que la présence d'une quantité importante de matière organique en surface en non

labour, constitue un milieu favorable à la phase saprophyte des champignons (Chevrier et Barbier, 2001). La plupart des études qui ont porté sur le blé montrent un risque d'accroissement d'attaque de la fusariose en semis direct. Selon (Golderg, 2006), il est recommandé d'éviter les précédents favorables telles que le maïs, le sorgho, en choisissant une variété peu sensible aux fusarioses.

I.3. Adaptation de la plante aux conditions pédoclimatique

La notion de l'adaptation se confond parfois avec celles de résistance et de tolérance au stress. En fait l'adaptation n'est que la résultante de la tolérance aux contraintes (Ceccarelli et *al.*, 1992, Fellah et *al.*, 2002).

Selon Berthet (2006), l'adaptation c'est la modification d'une structure ou d'une fonction, ou processus de modification d'une structure ou d'une fonction, dont on peut supposer ou démontrer qu'il est favorable à la survie de l'individu ou à sa multiplication dans un milieu donné. L'adaptabilité au milieu est un phénomène essentiel chez les plantes qui ne possède pas la capacité de se déplacer vers un environnement plus favorable.

Elle est essentielle pour que la culture puisse s'exprimer et produire tant soit peu ou à la limite survivre et se produire (Papadakis, 1932).

I.3.1 Adaptation à la sécheresse

La sécheresse est l'un des tout premiers facteurs intervenant dans la limitation des rendements ; elle affecte fortement la production des zones arides et semi-arides, caractérisées par des pluies rares et irrégulières et par des températures souvent élevées (Monneveux et Nemmar, 1986). Il existe une large gamme de mécanisme de tolérances à la sécheresse qui ne sont pas exclusifs les uns des autres et qui peuvent même être complémentaire (Jones et *al.*, 1980). Ces mécanismes sont d'ordre phénologique, morphologique et physiologique.

Ainsi, la tolérance du blé à la contrainte hydrique peut être associée à une précocité d'épiaison (Mekhlouf et *al.*, 2006), à un système racinaire abondant (Hurd, 1974), à une fermeture rapide des stomates et à une grande efficacité d'utilisation de l'eau ou au maintien d'un potentiel de turgescence élevée (Morgan et Gordan, 1986).

I.3.2- Résistance au froid

La résistance au froid varie avec l'âge de la plante: dès la germination, la résistance est à son minimum et une température inférieure à zéro degré entraîne en principe la destruction du grain. De la levée jusqu'au développement de la 5^{ème} feuille, la résistance au froid est assez grandes et passe par un

maximum au stade 3-4 feuilles, alors qu'elle diminue ensuite, de telle sorte que les froids tardifs sont les plus à craindre (Clément et Parts, 1970).

Les sucres solubles peuvent exercer différents rôles dans la protection de la cellule contre le gel, leur principale fonction étant d'augmenter la température pour qu'il n'y ait pas cristallisation de l'eau et formation des cristaux (Gate, 1995).

➤ **Précocité**

En règle générale, la potentialité de production égale, la précocité est toujours intéressante (Clément et Parts, 1970).

La précocité est un caractère complexe montrant une variation phénologique continue (Monneveux et This, 1997).

La notion de précocité tient compte de la période semis-épiaison. Le choix d'une variété précoce est une étape très importante dans la culture du blé afin de caler les stades sensibles aux événements climatiques les plus fréquents qui sont les coups de chaleurs et les vents chauds et desséchants qui augmentent en intensité avec l'éloignement de la mer. Dans la zone où sévissent les gelées tardives, le choix peut être orienté vers les variétés tardives (Bouzerzour et *al.* 1994).

➤ **Productivité**

La production des céréales en Algérie présente une caractéristique fondamentale depuis l'indépendance à travers l'extrême variabilité du volume des récoltes. (Maamri, 2011). La productivité s'exprime par le rendement le plus élevé qui s'écarte le moins du potentiel génétique du génotype en question. Elle est notée généralement dans les conditions de croissance plus favorable (Blum et Pneu, 1990). Bouzerzour et *al.*, (2000) ainsi que Fellahi et *al.*, (2002) montrent que les génotypes performants en conditions défavorables, perdent cette capacité sous conditions de contraintes abiotiques. Il y a alors séparation de la capacité de l'adaptation et celle de la productivité.

Monneveux et This, 1995 mentionnent que l'amélioration génétique de la tolérance à la sécheresse d'une espèce cultivée passe par une sélection pour des caractères liés au rendement à la condition de stress. Ceci vu l'inefficacité de la sélection directe pour le rendement grain (Benmahamed, 2005). Dans ce sens la sélection pour la tolérance au stress est définie comme la capacité génotypique à maintenir un haut rendement en grains quel que soit les conditions de croissance prévalantes; c'est le concept de la stabilité du rendement (Cattivelli et *al.*, 2002).

➤ Choix de variété

Trop souvent les agricultures tentent de variétés nouvelles parce qu'elles ont donné de bons résultats quelque part ailleurs, dans des conditions de milieu (sol et climat) très différents, sans tenir compte de leurs aptitudes et par suite de leurs possibilités dans une région considérées (Clément et Part, 1970).

Le choix de la variété est une étape importante dans la culture des céréales. Il conditionne en effet le niveau de rendement espéré, la quantité de récolte et finalement le produit brut semis pour la culture. Ce choix interfère également pour une large part, avec les autres techniques de production : date de semis, choix des herbicides, nécessité d'une protection comme la verse et type de programme de lutte contre les maladies (ITCF.1993).

Les principaux critères de choix des variété sont :la précocité, l'alternativité, la résistance au froid, la sensibilité aux principales maladies ou encore la tolérance aux variations hydriques et au niveau des facteurs de croissance (Vilain, 1989). Le choix de la variété est indissociable du choix de la date et de la densité de semis, facteurs qui eux-mêmes ont des conséquences en matière de développement parasitaire, de maladies et d'adventices (Viaux, 1999).

I.3.3- Résistance aux maladies

Parmi les céréales on cite le blé tendre (*Triticum aestivum L.*), qui compte parmi les espèces les plus anciennement cultivées et constitue la base de l'alimentation d'une grande partie de l'humanité, d'où son importance économique. Cependant, cette culture est très sensible aux insectes nuisibles dont la mouche de Hesse et le puceron (qui peut en outre, transmettre au blé des maladies virales), et aux maladies causées principalement par les champignons parasites dont la rouille noire, le piétin-verse l'oidium et le charbon (Najimi. et al., 2003). Actuellement, on recherche des variétés peu sensibles afin de réduire les coûts de production en limitant l'utilisation des fongicides. Cependant, certaines maladies comme l'oidium ou les rouilles peuvent contourner la résistance variétale, et il difficile de savoir si celle-ci sera durable (ITCF, 1993).

I.3.4- Résistance à la verse physiologique

Egalement, le blé tendre est moins sensible à la verse que les autres céréales à paille, en particulier l'orge. Toutefois, il existe des sensibilités très différentes à cet accident selon les variétés (ITCF, 2002).

La verse des céréales constitue souvent dans les zones à forts potentiels de production une cause importante de pertes de rendements. La verse physiologique résulte le plus souvent de la combinaison de facteurs de différentes natures à la fois liés aux techniques de cultures et au climat (Gate, 1995).

A partir de l'épiaison, le blé à paille haute peuvent (s'adosser) puis se coucher au sol : c'est la verse. Cet accident ralentit la récolte et peut réduire le rendement du fait d'un mauvais remplissage des grains. Certaines conditions climatique (pluies d'orage, vent) et agronomiques aggravent ce risque (ITCF, 2002).

I.3.5 Les composants du rendement

I.3.5.1- Nombre de plantes levées/ m²

La réussite de la levée apparaît comme un élément à la fois très variable et fondamental dans l'élaboration du rendement (Aubry et *al.*, 1994). Selon Meziani, 1987. L'hétérogénéité des peuplements peut être la conséquence de plusieurs facteurs. Une faible faculté germinative, un lit de semences mal préparé ou une date de levé plus tardive. En effet, les faibles nombres de pieds correspondent aux dates de levée les plus tardives (Aubry et *al.*, 1994).

I.3.5.2- Nombre d'épis au m²

Le nombre d'épis d'une parcelle est l'un des principaux éléments du rendement (Couvreur, 1981). D'après Jouve et Daoudi, (1984). Le nombre d'épis par m² est en fonction de deux composantes secondaires: le peuplement (levée) et le coefficient de tallage épis.

Ce nombre dépend du taux de montaison des talles qui ont été formées pendant la période de tallage herbacé (Gate et *al.*, 1992).

I.3.5.3- Nombre de grain par épi

Le nombre de grains par épi est une caractéristique variétale ; cette composante est très Influencée par le nombre d'épis (Couvreur, 1981). Elle est aussi déterminée par le nombre de grain par épillet (Jouve et Daoudi, 1984). D'après Garcia demoral et Ramos (1992), le nombre de grains par épi dépend de la disponibilité de l'eau pendant la période végétative et la phase d'élongation de la tige.

Soltner (2001), affirme que les meilleurs rendements sont obtenus avec un nombre élevé de petits épis plutôt qu'avec de gros épis moins nombreux.

Une même production peut s'obtenir avec beaucoup de petits grains ou bien avec des grains plus gros mais en nombre moindre (Couvreur, 1981). C'est la composante qui détermine la fertilité de l'épi pour cela, elle peut être influencé sur le rendement (Bouabdallah, 2000).

I.3.5.4- Nombre de grains par m²

Latiri-souki et *al.* (1992), affirment que la principale composante liée au rendement est le nombre de grains par mètre carré. En effet, cette composant résulte du nombre d'épis et du nombre de grains par

épi est fortement influencée par l'état de l'appareil végétatif, et en particulier son volume (Couvreur, 1981). Elle s'élabore pendant la phase (épi 1 cm-épiaison) (Gate et *al.*, 1992). Cependant, le faible nombre de grains par m² permet d'assurer un bon remplissage (Debaeke et *al.*, 1996).

I.3.5.5- Poids de mille grains

C'est une composante formée le plus tardivement. Elle n'est pas indépendante du nombre de grains formés, quel que soit le type de variété; plus les grains sont nombreux, plus ils sont petits (Couvreur, 1981). Debaeke et *al.*, (1996), notent que le composant (poids d'un grain) est affectée par les conditions d'alimentation hydrique à travers la durée de la phase de remplissage du grain. Aubry et *al.*, (1994), soulignent que les variations du poids moyen d'un grain peuvent être attribuées à la différence d'alimentation hydrique et/ ou à l'existence de température de température élevées.

En effet, cette dernière composante est sous l'influence directe des conditions de transfert et de l'accumulation des réserves dans les grains, conditions liées entre autre à l'activité photosynthétique de la dernière feuille (Jouve et Daoudi, 1984).

I.3.5.6. Caractères morphologique

I.3.5.1. Longueur de l'épi et du col de l'épi

L'épi assure une fonction photosynthétique importante au cours du remplissage du grain (Febrero et *al.*, 1990). Ainsi, le rôle du col de l'épi s'expliquerait par les quantités d'assimilés stockées dans cette partie de la plante susceptible d'être transportées vers le grain, même en condition de déficit hydrique.

I.3.5.6.2. Longueur des barbes

La présence des barbes augmente la possibilité d'utilisation de l'eau et de l'élaboration de la matière sèche lors de la maturation du grain de même les barbes chez le blé peuvent augmenter la surface photosynthétique de l'épi (Febrero et *al.*, 1990).

Chapitre II

Matériel et Méthodes

Chapitre II: Méthode de travail

II.1 Objectif du travail

Notre travail consiste à rassembler tous les travaux réalisés par notre département d'agronomie sur les technologies innovantes comme l'agriculture de conservation et notamment le semis direct et les techniques culturales simplifiées dans les zones semi-arides.

Cette technique a montré des points forts concernant plusieurs paramètres liés au sol et à la culture.

De fait, la synthèse des travaux des mémoires de master a concerné les travaux réalisés durant la période 2007 et 2020 dans les zones semi-arides dans la région de Sétif, Bor-Bou-Arraridj et M'sila. La synthèse a porté sur les points forts de ces travaux et sur les paramètres agronomiques et pédologiques les plus importants, et qui ont fait l'objet de travaux expérimentales sur le terrain.

La démarche consiste à tirer les résultats de chaque paramètre afin de comparer ces résultats, bien sûr selon le contexte des différents essais et les conditions pédoclimatiques de chaque situation.

Rassembler les résultats par tableaux et figures, nous a permis de faire une lecture plus claire pour chaque paramètre étudié. Donc, il faut extraire tous les résultats pour chacun des paramètres préalablement identifiés puis les mettre sous forme de tableaux ou les graphiques.

Finalement, comparer, analyser et interpréter les résultats de chacun des paramètres à travers les travaux de recherche de plusieurs années est une tâche qui n'est pas facile. Nous avons terminé par une conclusion générale sur l'importance de l'intégration de la technologie nouvelle dans les systèmes de travail actuel.

II.2. Paramètres mesurés

1. Matière organique
2. Densité apparente
3. Profil hydrique
4. Résistance pénétrométrique du sol: R (N/ cm²)
5. Les résidus de cultures
6. Les paramètres de salissements
7. Extension du système racinaire
8. Profondeur de semis (cm)
9. Composant de rendement
 - 9.1. Etude de l'effet de technique culturale sur les composants de rendement
 - 9.1.1. Nombre d'épis/ m²

9.I.2 Nombre de grains/ épi

9.I.3. Poids de mille grains (PMG)

10. Indice de récolte

a. Effet de technique culturale sur l'indice de récolte

b. L'effet de la rotation sur l'indice de récolte

II.3. Les thèses traitées

1. Thèse Belgeuri, 2007.

2. Chikhi Abdessalem et Kara Mabrouk, 2009, Contribution à l'étude de l'effet de la technique du semis direct sur la production céréalière en zone semi-aride de Sétif. Cas de blé dur (*Triticum durum* L.) Variété WAHA.

3. Maamri Abdessamad et Silem Mouloud, 2010. Contribution à l'étude de l'effet de la technique su semis direct sur la production céréalière en milieu semi-aride. Cas de la région de Beni-Fouda-Sétif.

4. Ghersallah Nacira, 2012. Comportement de la culture de blé vis-à-vis du semis direct en zone semi-aride.

5. Belgasmi Zineb et Mezaache Mebarka, 2012. Etude de l'effet du semis direct sur la production céréalière en milieu semi-aride. Cas de région de Sétif.

6. Amroune Ratiba, 2013. Effet de la date de semis et de de la lutte chimique contre les mauvaises herbes dans la culture du blé conduit en agriculture de conservation (semis direct) dans la zone semis-aride. Cas de la région de Sétif.

7. Nasri Hadjer et Souadia Djaouida, 2014. Etude de l'effet de la rotation culturale sur la dynamique des adventices en culture de céréale et fourrage de conservation (semis direct) dans le milieu semi-aride. Cas de la région de M'sila.

8. Bensadek Slimane et Abdenaceur et Berrah, 2014. Contribution à l'étude de l'effet de désherbage sur la dynamique des adventices en agriculture de conservation dans la région de M'sila.

9. Tacine Lamia, 2014. Etude comparative de sept variétés introduites de blé tendre (*triticum aestivum*. L) avec un témoin local dans une zone semi-aride (station ITGS-Sétif).

10. Siyoucef Imane et Ladghem Chikouche.F. Z, 2015. Etude de l'effet de désherbage sur la gestion des adventices en semis direct en zone semi-aride de la région de M'sila (Ouled Mansour).

11. Zabi Khaoula et Tarafi Hiba, 2015. Etude de l'effet de la rotation culturale sur la dynamique des adventices en culture céréalière en agriculture de conservation (semis direct) dans le milieu semi-aride. Cas de la région de M'sila.

- 12. Tayeb-bey Hamida et Yahiaoui Sameh, 2017.** Comparaison de l'effet de différentes techniques de travail du sol (TC, TCS, SD) sur la production de blé dur en zone semi-aride, région de Sétif.
- 13. Rebiai Rebhe, 2018.** 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.
- 14. Oudina Chahraze, 2018.** Suivi de la dynamique des adventices dans les rotations culturales conduites en semis direct dans la région de Sétif.
- 15. Khaoui Khadidja et Merouche Rahma, 2019.** Effets des itinéraires techniques sur le comportement du sol et la culture de blé dur (*triticum durum* Desf.) en zone semi-aride. Cas de la région de Sétif.
- 16. Hafidi Imane et Chemissa Abir, 2020.** Etude de l'analyse comparative de trois techniques culturales (SD, TC, TCS) sur la culture de blé dur (*Triticum durum* Desf.), en zone semi-aride dans la région Sétif.
- 17. Abada Mariem et Gasmi Hadjer, 2020.** Réponses de différentes variétés de blé dur (*triticum durum* Desf.) cultivées en semis direct dans la zone potentielle de Bourdj-Bou-Arreridj.
- 18. Beliel Amal et Djemiat Nadjjet, 2020.** Etude de l'effet de la rotation culturale conduite en semi-aride dans la région de Sétif.

Chapitre III

Résultats et discussion

Chapitre III: Résultats et Discussion

1. Matière organique

D'après les résultats obtenus dans le tableau (n°01), les sols des différents sites, on observe que le taux de la matière organique varie par profondeur et par technique culturale.

Par profondeur, on remarque que le taux de la matière organique est peu élevée en surface (p: 0-20 cm), en comparaison à celle de la partie sous-jacente (p: 20-40).

Par technique culturale, on souligne que le pourcentage de la matière organique est élevée en semis direct, suivie par le travail minimum en dernier lieu le travail conventionnel.

En générale, on peut dire que le teneur en matière organique en semis direct, et en travail minimum est plus élevée en profondeur (0-20 cm), en comparaison à celle de la partie intérieur (p: 20-40 cm) ; c'est à cause de l'effet d'accumulation des débris végétaux au fil des années pour le semis direct, et l'effet des résidus culturales précédant qui enfouillées superficiellement. Par contre, le travail conventionnel qui est relativement faible en partie superficielle, en comparaison à celle de la partie sous-jacente à cause de l'effet de retournement du sol (Adrien 2007).

Tableau 01: la moyenne globale de la matière organique en deux horizons% .

Site	Nature (cm)	Techniques culturales			Moyenne
		SD	TM	TC	
<i>Béni-Fouda-Sétif (2010)</i>	P1: (00-20)	3,39	2,74	1,76	2,63
	P2: (20-40)	3,04	2,24	2,60	2,63
	Moyenne	3,22	2,49	2,18	2,63
<i>sidi-Embarak. Bordj Bou Arreridj (2021)</i>	P1: (00-20)	3,78	3,09	2,09	2,97
	P2: (20-40)	3,44	2,4	2,92	2,92
	Moyenne	3,61	2,75	2,50	2,95
<i>Région de Sétif, zone centre (2012)</i>	P1: (00-20)	2,93	2,82	2,36	2,70
	P2: (20-40)	2,54	2,77	2,77	2,69
	Moyenne	2,73	2,80	2,56	2,70
<i>Région de Sétif, zone centre (2019)</i>	P1: (00-20)	2,14	2,13	2,13	2,13
	P2: (20-40)	2,28	2,16	1,80	2,08
	Moyenne	2,21	2,15	1,97	2,10

Légende: SD: semis direct, TM: travail minimum, TC: travail conventionnel

Source: Maamri et Silem (2010); Gharsallah (2012); Belgasmi et Mezaache (2012); khaoui et Merouche (2019)

2. Densité apparente

A partir des résultats obtenus dans les différentes localités, on remarque que la densité apparente varie par profondeur avec la technique culturale adoptée et aussi combinée par la profondeur du sol avec la technique culturale et par profondeur et ainsi avec le type de la rotation culturale.

On souligne premièrement que la densité apparente est plus élevée en profondeur du sol, deuxièmement elle est plus élevée en semis direct suivi par travail minimum et en dernier le travail conventionnel. Ces résultats peuvent être expliqués par le fait que en semis direct le sol n'est pas perturbé et donc il reste relativement compacte en revanche, en travail conventionnel et en travail minimum ou le sol est remué par les outils aratoires ce qui diminue la densité apparente aussi, l'accumulation de la matière organique sur les couches superficielles (Mrabet *et al.* 2001 ; Benniou, 2021).

Cependant, d'après les résultats obtenus par Beliel et Djemiat (2020), on remarque le contraire pour la profondeur où ces dernières soulignent que la densité apparente du sol diminue en couche sous-jacentes comparativement à la couche superficielle (tableau n°02).

Par rotation culturale, on observe que la densité apparente est élevée en rotation Lentille/ Blé dur suivi par Triticale/ Pois fourrager et Pois fourrager/ Triticale et Blé dur/ Lentille.

A rappeler que la densité apparente du sol nous renseigne sur la porosité du sol qui constitue une caractéristique majeure contrôlant les propriétés hydrodynamique du sol et le développement racinaire des plants. Elle constitue aussi indicateur de qualité du sol qui varie avec les techniques culturales adoptées. Elle augmente lorsque les sols sont compactés ; ce qui affecte leur qualité et diminue la porosité. L'accumulation de la matière organique sur les couches superficielles notamment en fonction du type de rotation culturale, contribue à l'amélioration des propriétés physiques du sol, notamment la densité apparente pour donner une meilleure porosité. Plusieurs études effectuées notamment dans les conditions semi-arides ont montré que le non labour améliore les propriétés physiques et chimiques du sol par rapport (Mrabet *et al.*, 2001 ; Benniou 2012).

Tableau 02: la mooyenne globale de la densité apparente g/cm³

Site	Profondeur (cm)	SDT	SDD	TCS	TC	Moyenne
Semi-aride central de la Région de Sétif (ITGC). Tayeb-Bey & Yahiaoui (2017)	P1: 00-05	1,31	1,45	1,20	1,12	1,07
	P2: 05-10	1,09	1,17	1,22	1,10	1,4
Semi-aride central de la Région de Sétif (ITGC). Rebiai (2018).	-	1,07	1,01	0,95	0,92	0,99
	P1: 00-05	Moyenne : 0,99				0,95
	P2: 05-10					0,98
P3:10-15	1,03					
Semi-aride central de la Région de Sétif (ITGC). Hafidi & Chemissa (2020).	P1: 00-05	0,656	0,621	0,627	0,572	0,619
	P2: 05-10	0,623	0,620	0,646	0,636	0,636
Semi-aride supérieure de la région de Sétif (Béni-Fouda). Maamri & Silem (2010).	P1: 00-05	1,05		1,05	1,00	1,03
	P2: 05-10	1,2		1,06	1,05	1,1

Légende: SDD: semis direct à disque, SDT: semis direct à dent, TM: travail minimum, TC: travail conventionnel

3. Profil hydrique

Selon les résultats obtenus dans les différents travaux en différents localisés (figure 02, 03,04), on peut dire que le taux de l'humidité pondérale ça varie à l'effet de la technique culturale appliquée et de la rotation culturale au cours du cycle de développement.

Par profondeur, on souligne que le taux du profil hydrique en début de cycle végétatif est plus élevée en surface (profondeur: 0-20 cm) en comparaison de celle-ci de la partie sous jacente (profondeur: 20-4

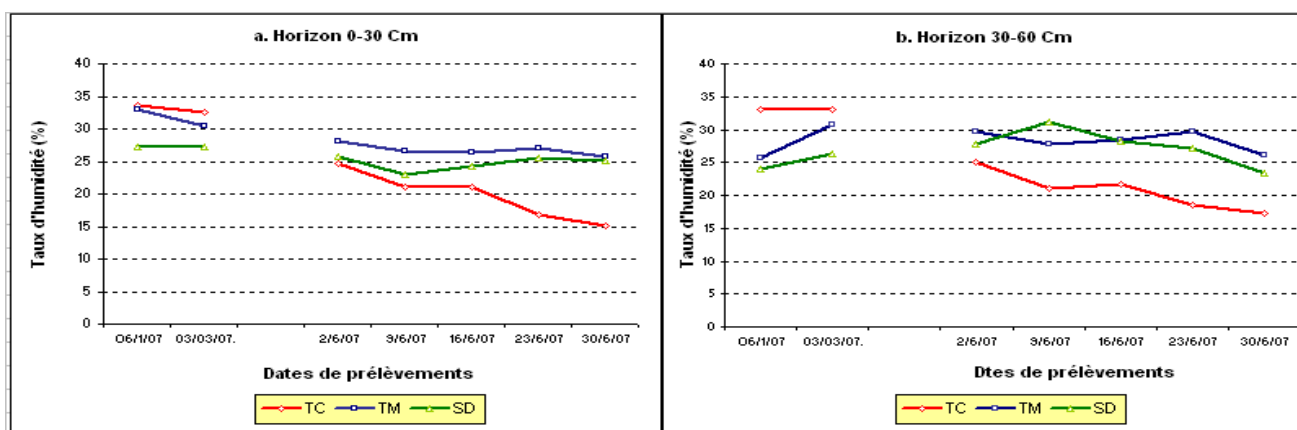
Par technique culturale, au début du cycle végétatif (germination- levée), on remarque que le travail conventionnel a donnée une humidité relativement élevée par rapport respectivement au travail minimum et au semi direct. Ceci signifie que l'emmagasinement de l'eau élevée dans le travail conventionnel par suite de l'ouverture du sol et l'augmentation de son volume et ainsi de la porosité totale, cet état du sol présente des caractéristiques hydrodynamique plus favorable à l'infiltration des aux eaux de pluie comme le montre les figures de 03 à 10.

Par rapport au cycle végétatif, la même tendance à été obtenue, où le taux d'humidité s'abaisse dans les trois techniques, mais avec le même classement qu'en début de végétation ; le travail conventionnel suivi par la technique culturale simplifiée enfin le semis direct.

Par rotation culturale et au début de cycle (stade germination-levée), les quatre rotations ont donné presque les mêmes résultats en taux l'humidité. Au stade tallage-montaison, le taux d'humidité est élevée et surtout pour la rotation pois fourrager/ Triticale (PF/T).

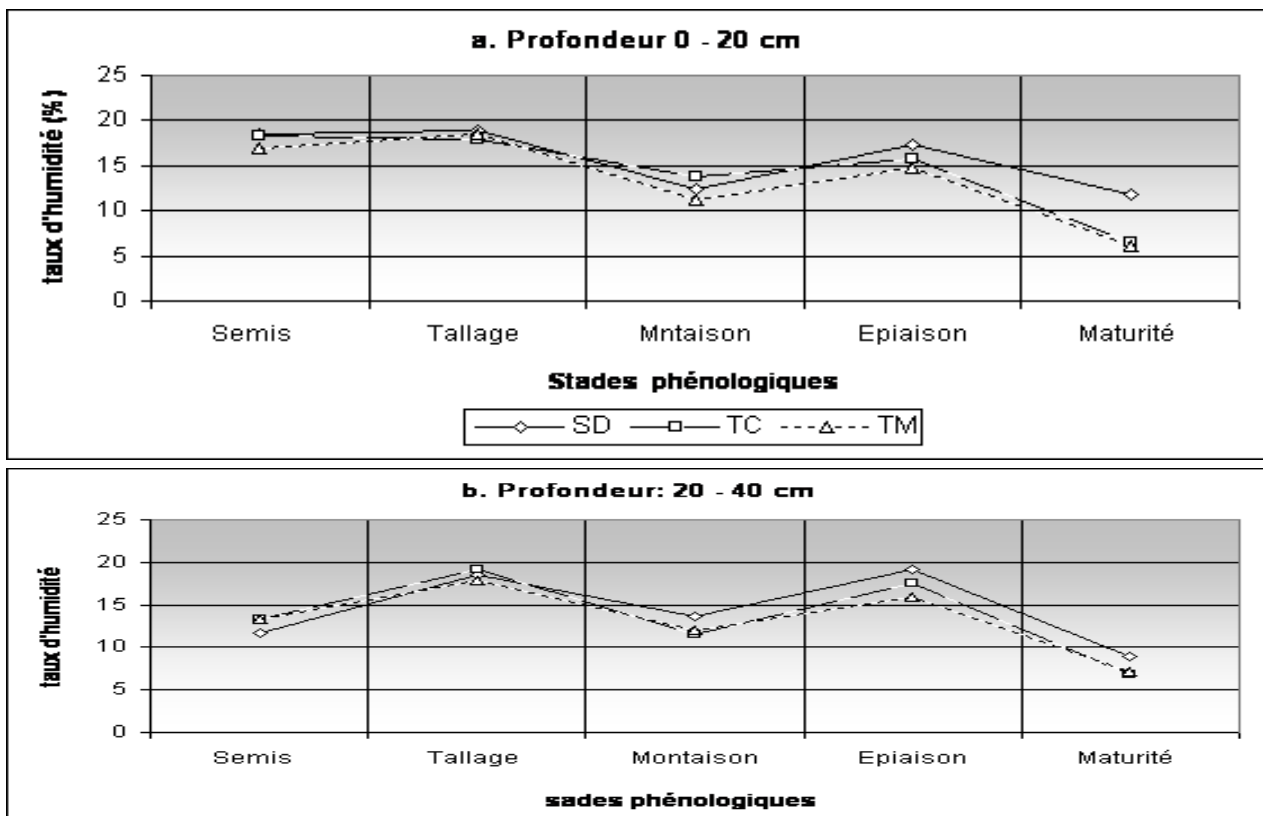
A la fin du cycle végétatif le taux d'humidité et aussi diminue respectivement avec les rotations : Pois Fourrager/ Triticale, Blé dur/ Lentille, Lentille/ Blé dur et enfin Triticale/ Pois fourrager comme le montre les figures 11,12.

A cette effet, on peut dure que dans les conditions de l'agriculture pluviale, le choix d'une technique du travail du sol et notamment le précédent cultural repose le plus souvent sur son aptitude à permettre au sol d'emmagasiner l'eau de la mettre à la disposition de la plante en période de déficit pluviométrique, les rotations et l'itinéraire peuvent avoir des effets sur le stock de l'humidité dans le sol (collet *et al.*, 2003 ; Svoray *et al.*, 2007 ; Benniou, 2018).



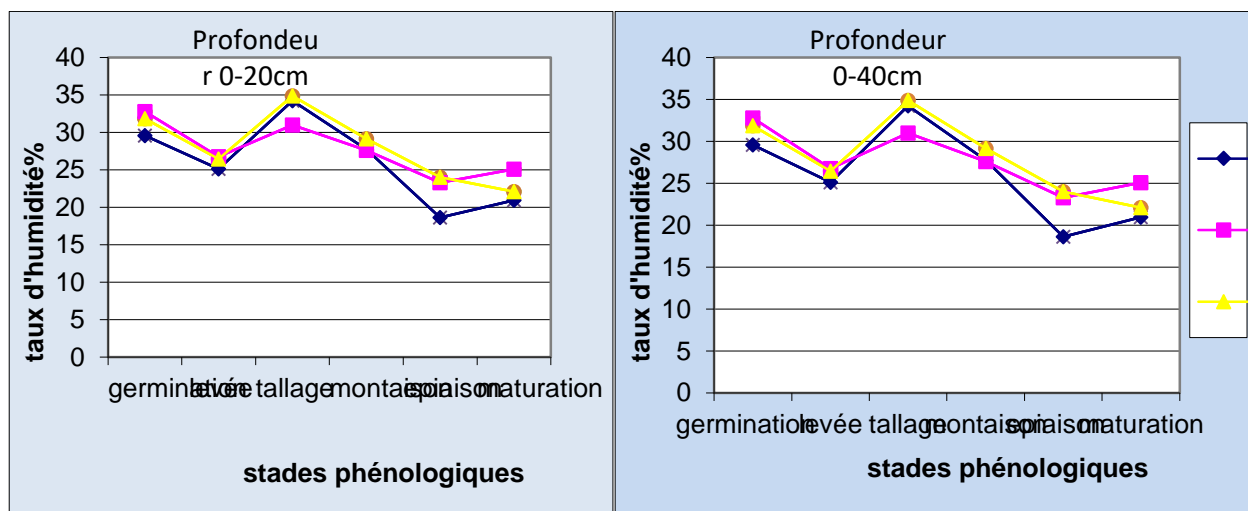
Légende: SD: semis direct, TC: travail conventionnel, TM: travail minimum.

Figure 02: Evolution du taux de l'humidité pondérale en zone semi-aride supérieure de la région de Sétif, à Béni-Fouda, dans les horizons 0-30 et 0,60 cm (Belgeuri et al. (2007))



Légende: SD: semis direct, TM: travail minimum, TC: travail conventionnel.

Figure 03: Evolution du taux de l'humidité pondérale dans le sol en zone semi-aride centrale de la région de Sétif à l'ITGC (Chikhi et Kara 2009).

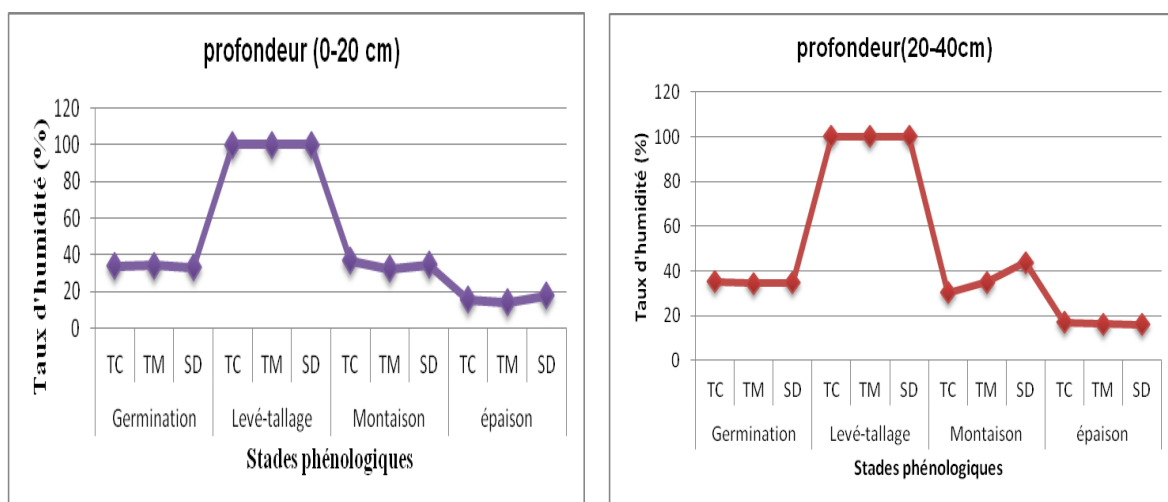


Légende: SD: semis direct, TC: travail conventionnel, TM: travail minimum

Figure a: Evolution de l'humidité pondérale Dans le sol (profondeur 0-20 cm).

Figure b: Evolution de l'humidité pondérale dans le sol (profondeur 0-40 cm).

Figure 04: Evolution du taux de l'humidité pondérale dans le sol en zone semi-aride supérieure de la région de Sétif à Béni-Fouda (Maamri & Silem 2010).

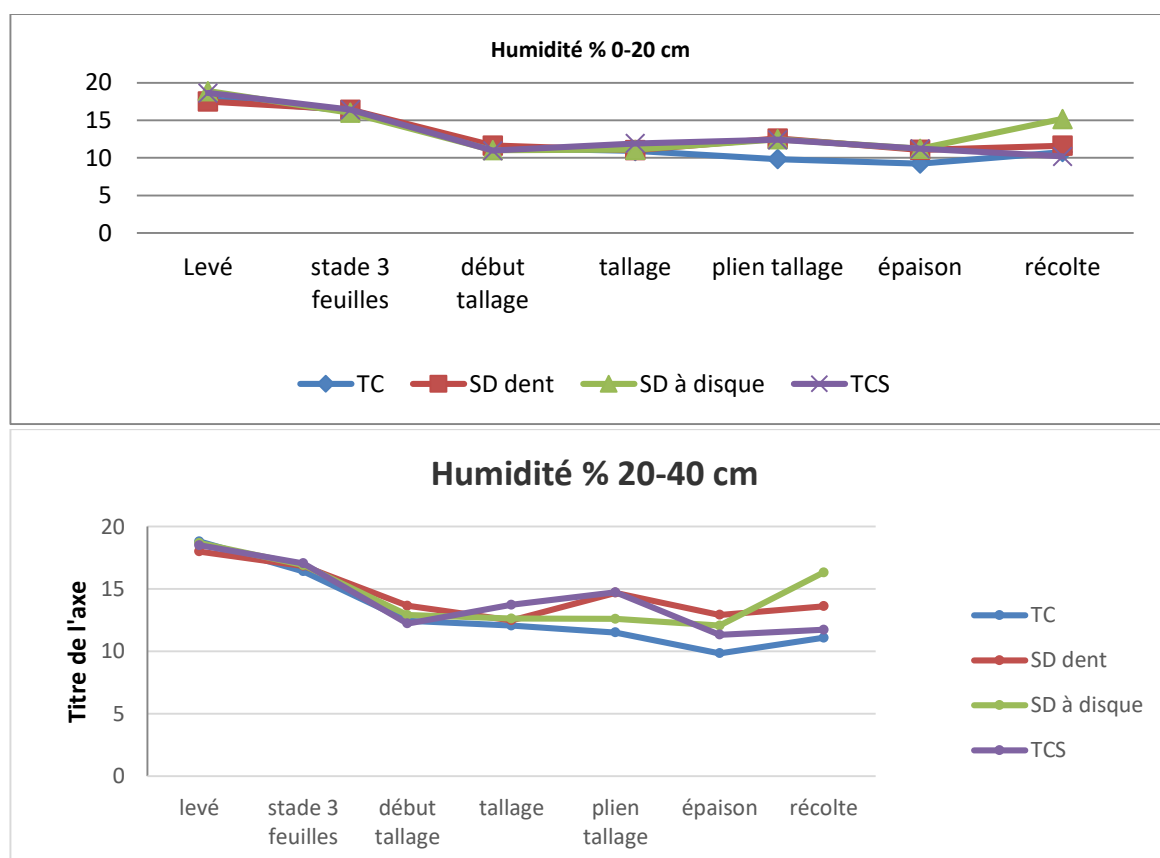


Légende: SD: semi direct, TM: travail minimum, TC: travail conventionnel.

Figure a: Evolution de l'humidité pondérale dans le sol en horizon 0-20 cm.

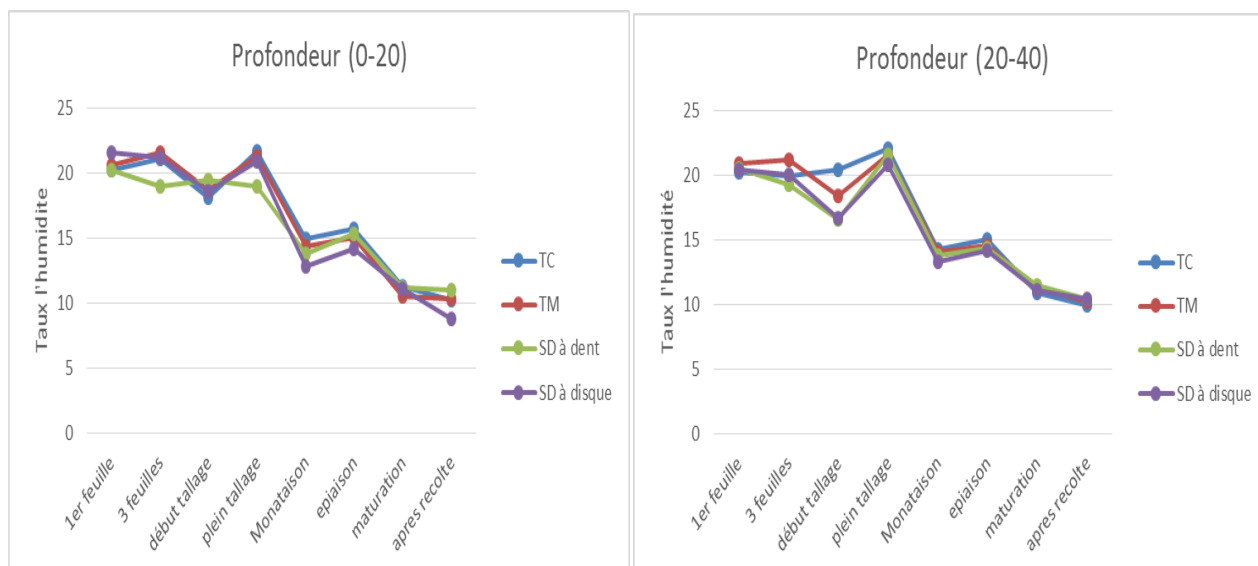
Figure b: Evolution de l'humidité pondérale dans le sol en horizon 20-40 cm.

Figure 05: Evolution du taux de l'humidité pondérale dans le sol en zone semi-aride centrale de la région de Sétif à l'ITGC (Belgamsi & Mezaache (2012)).



Légende: SD: semi direct, TC: travail conventionnel, TCS: techniques culturales simplifiées

Figure 06: Evolution de taux de l'humidité pondérale dans le sol par profondeur (P₁: 0-20 cm et P₂ 20-40 cm) dans la zone semi-aride centrale (ITGC Sétif) de la région de Sétif (Tayeb-Bey et Yahiaoui, 2017).

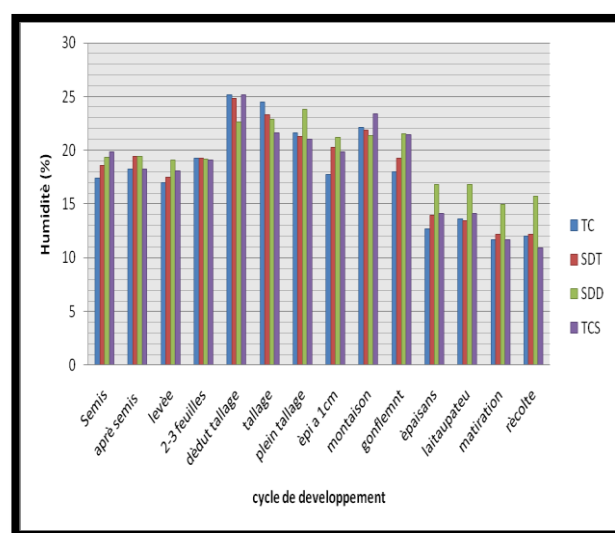
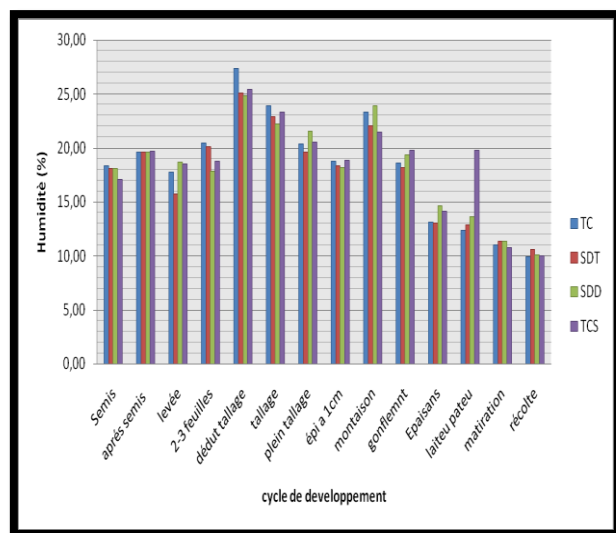


Légende: SD: semi direct, TC: travail conventionnel, TM: travail minimum, TCS: travail culturale simplifié

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

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

Figure 07: Evolution de taux de l'humidité pondérale dans le sol par profondeur (P₁: 0-20 cm et P₂ 20-40 cm) dans la zone semi-aride centrale (ITGC Sétif) de la région de Sétif (Rebiai, 2017).

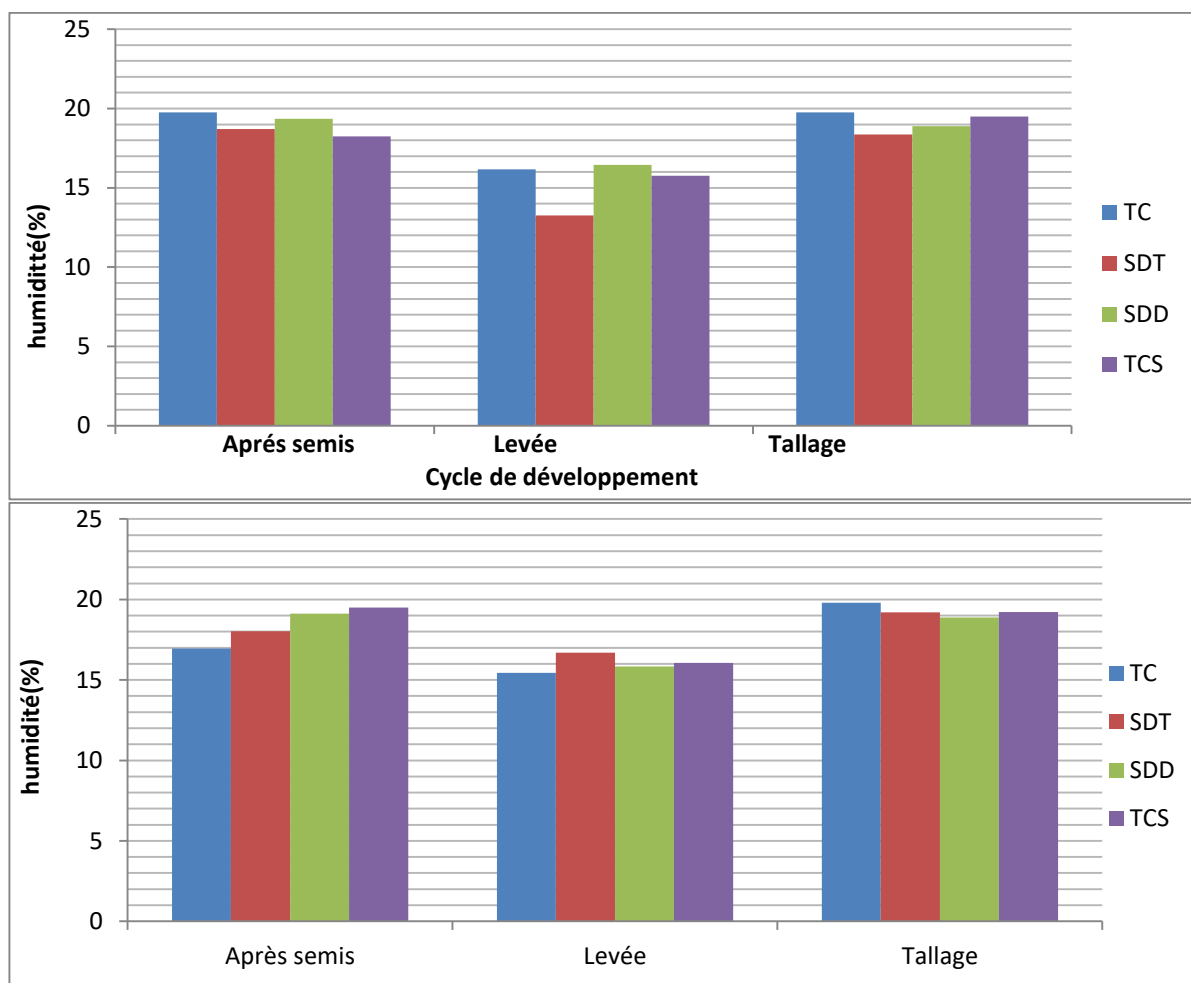


Légende: SD: semi direct, TC: travail conventionnel, TM: travail minimum, TCS: travail culturale simplifié

Figure a: Evolution de taux de l'humidité Pondérale dans le sol (profondeur 0-20 cm).

Figure b: Evolution de taux de l'humidité Pondérale dans le sol (profondeur 20-40 cm).

Figure 08: Evolution de taux de l'humidité pondérale dans le sol par profondeur (P₁: 0-20 cm et P₂ 20-40 cm) dans la zone semi-aride centrale (ITGC Sétif) de la région de Sétif (Khaoui et Marouche, 2019).



Légende : SDD : semis direct à disque, SDT : semis direct dent, TC : travail conventionnel, TCS : travail cultural simplifiés

Figure 09: Evolution de taux de l'humidité pondérale dans le sol par profondeur (P₁: 0-20 cm et P₂ 20-40 cm) dans la zone semi-aride centrale (ITGC Sétif) de la région de Sétif (Hafidi et Chemissa, 2020).

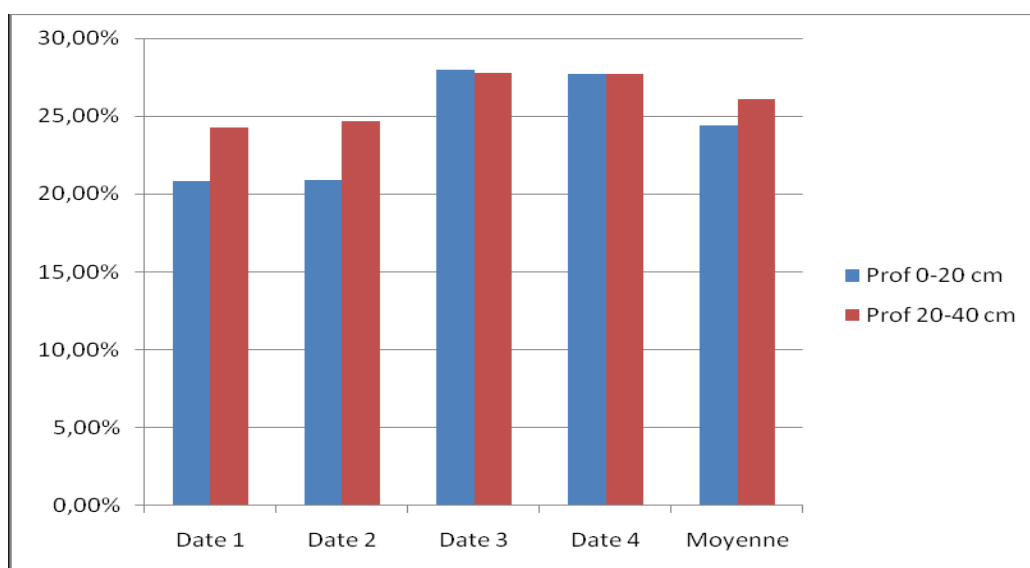


Figure 10: Evolution de taux de l'humidité pondérale dans le sol par profondeur (P₁: 0-20 cm et P₂ 20-40 cm) dans la zone dans la zone potentielle de Bordj-Bou-Argeridj conduit en semis direct sur la culture de blé dur (Abada et Gasmi, 2020).

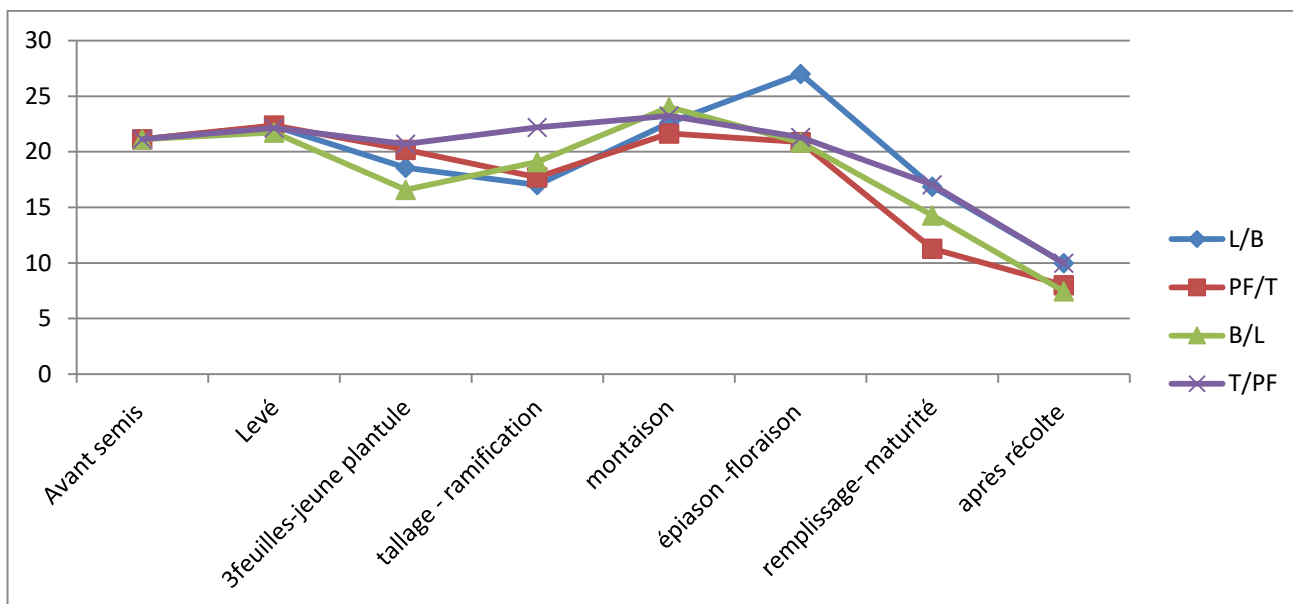


Figure 11: Evolution de taux de l'humidité pondérale dans le sol par profondeur (P₁: 0-20 cm et P₂ 20-40 cm) et par rotation dans la zone dans la zone semi-aride centrale (ITGC) de la région de Sétif conduit en semis direct sur la culture de blé dur (Oudina, 2018).

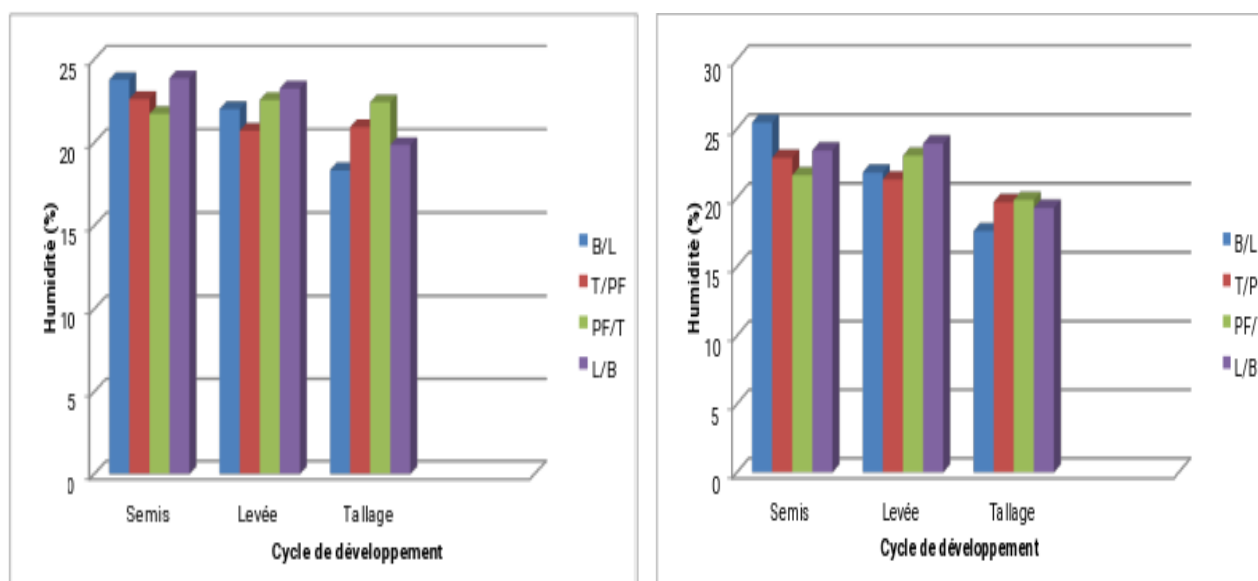


Figure a: Evolution de taux de l'humidité Pondérale dans le sol en profondeur (0-20cm).

Figure b: Evolution de taux de l'humidité Pondérale dans le sol en profondeur (20-40cm).

Figure 12: Evolution de taux de l'humidité pondérale dans le sol par profondeur (P₁: 0-20 cm et P₂ 20-40 cm) et par rotation dans la zone dans la zone semi-aride centre de Sétif (ITGC) conduit en semis direct sur la culture de blé dur (Bliel et Djemiat, 2020).

4. Résistance pénétrométrique du sol: R (N/ cm²)

Les résultats du tableau 05 montrent que la résistance pénétrométrique (RP) varie en fonction de la profondeur du sol, de la technique culturale et rotation culturale.

Par profondeur, on remarque que la résistance pénétrométrique est plus élevée en profondeur (10-15 cm), suivie par la profondeur (5-10 cm), en troisième position vient la profondeur (0-5 cm), c'est-à-dire la résistance pénétrométrique augmente en profondeur du sol.

Par interaction, entre la profondeur du sol et la technique culturale, on souligne que la résistance pénétrométrique est plus élevée en semis direct comparée aux autres techniques, elle est suivie par la technique culturale simplifiée (travail minimum) et le travail conventionnel en dernier lieux.

Par interaction, entre la profondeur du sol et la rotation culturale, les résultats de Beliel Djemiat (2020), montrent que en profondeur (0-5 cm), la résistance pénétrométrique est peu élevée en rotation Pois fourrager/ Triticale suivie par la rotation Blé dur/ Lentille puis Triticale/ Pois fourrager et en dernière la rotation Lentille/ Blé dur. En profondeur (5-10 cm), la RP est moyennement élevée en rotation Blé/ Lentille suivie par la rotation Pois fourrager/ Triticale et en troisième position Triticale/ Pois fourrager et en dernière position Lentille/ Blé dur. D'autre part, en profondeur (10- 15cm), la résistance pénétrométrique est plus élevée en rotation Lentille/ Blé dur suivie par Triticale/ Pois fourrager, Blé/ Lentille et enfin en Pois fourrage/ Triticale.

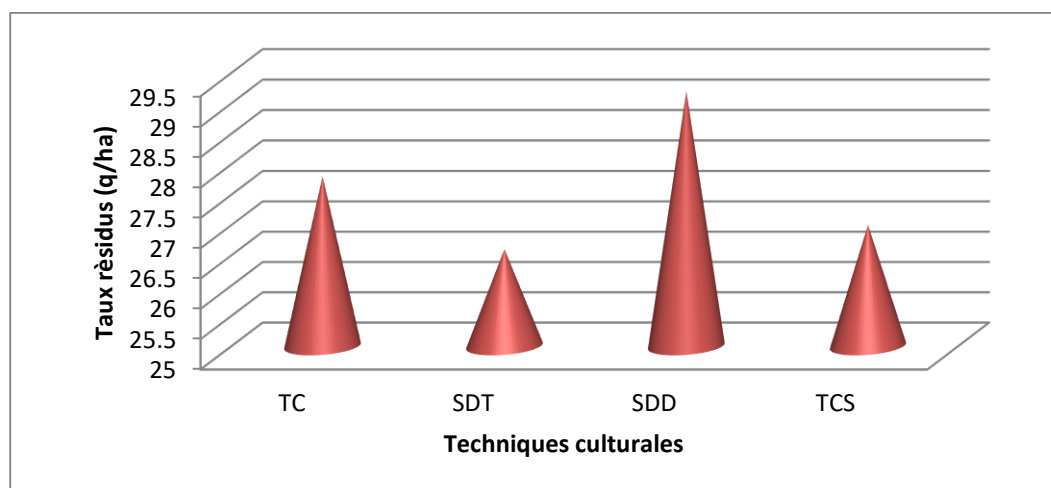
Tableau 03: L'effet de techniques culturales sur la résistance pénétrométrique (N/ cm²) par profondeur.

Site	Profondeur (cm)	Techniques culturales				Moyenne
		SDD	SDT	TC	TCS	
Semi-aride centrale de la région de Sétif (ITGC). Khaoui & Marouche (2019).	P1: 0-05	620	546,56	426,66	370	490,13
	P2: 05-10	690	756,55	573,33	690	672,90
	P3: 10-15	733,33	790	680	718	730,
Semi-aride centrale de la région de Sétif (ITGC). Hafidi & Chemissa (2020).	P1: 0-05	590	620	466,66	541,66	490,83
	P2: 05-10	680	706,66	540	686,66	653,73
	P3: 10-15	706,66	706,66	581,66	713,33	682,08
Semi-aride centrale de la région de Sétif (ITGC). Beliel & Djemiat (2020).		B/L	T/PF	L/B	F/T	
	P1: 0-05	525,50	466,66	400	600	458,33
	P2: 05-10	640	606	477,33	626,66	579,99
	P3: 10-15	626	633,33	653	613,33	631,41

Légende: SDD: semis direct à disque, SDT: semis direct à dent, TC: travail conventionnel, TM: travail minimum, B: blé dur, L: lentille, T: triticale, PF: pois fourragère

5. Les résidus de cultures

D'après les travaux de Khaoui et Marrouche (2019), dans la région du Sétif on remarque que le semis direct à disque accumule plus des résidus comparé respectivement au travail conventionnel, technique culturale simplifiée et le semis direct à dent. Ceci peut être expliqué par des accumulations des résidus des cultures précédentes (figure n°13).



Légende: SDD: semis direct à disque, SDT: semis direct à dent, TC: travail conventionnel, TCS: techniques culturales simplifiées

Figure 13: Effet de la technologie culturale sur les résidus de culture, (Khaoui & Marouche, 2019).

6. Les paramètres de salissements

6.1. Etude de l'infestation par les mauvaises herbes par technique culturale

A partir des résultats obtenus dans les différentes localités et zones de production, on remarque que la densité des "mauvaises-herbes", ça varie par: (i) technique culturale, (ii) désherbage, et par (iii) rotation culturale.

On souligne que le nombre des plantes adventices à l'effet du technique culturale, ça varie d'une année à l'autre, des fois on trouve que semis direct est classé le premier infesté par les "mauvaises-herbes" (MH), des fois le travail conventionnel et quelque fois les techniques culturales simplifiées (ou le travail minimum : TM). Mais ce qui attire notre attention, c'est qu'il ya une grande différence entre les résultats de Kara et Chikhi (2009) et Belgeuri (2007) comme le montre le tableau 06 ; ceci peut être expliqué par les conditions climatiques et essentiellement la pluviométrie et l'historique de la parcelle. On signale aussi que l'année 2007 est la première année des essais sur le semis direct du coup les parcelles expérimentées ont été infestés en adventices et qui est dû aussi à la récolte tardive du fourrage, comparée à l'année 2009 (Kara et Chikhi), considérée comme troisième année du début des expérimentations sur l'agriculture de conservation et le semis direct. Les résultats de (2009), sont les moins infestée par mauvaises-herbes.

Tableau 04: l'effet de techniques culturales sur l'infestation par les mauvaises herbes.

Site	Espèce	Moyenne par technique culturale			Moyenne
		SD	TM	TC	
Semi-aride supérieur de la région de Sétif (Béni fouda). Belgueri et <i>al.</i> (2007).	Blé dur	262	318	136	238,33
	Orge	06	30	22	19,33
Semi-aride central de la région de Sétif (ITGC). Kara et Chiki (2009).	Blé dur	235	364	104	234,08
Semi-aride supérieur de la région de Sétif (Béni fouda). Maamri et Silem (2010).	Blé dur	132	153	162	149
Semi-aride centrale de la région de Sétif (ITGC). Belgasmi et Mezaache (2012).	Blé dur	172	161	85	139
Semi-aride centrale de la région de BBA FP Fatmi). Ghesallah (2012).	Blé dur	130	115	90	112
Semi-aride centrale de la région de Sétif (ITGC). Tayeb-bey et Yahiaoui (2017).	Blé dur	126	108	96	110
Semi-aride centrale de la région de Sétif (ITGC). Khaoui et Merouche (2019).	Blé dur	147	69	172	129

Légende: SD: semis direct, TM : travail minimum, TC : travail conventionnel

6.2. Etude de l'infestation par mauvaises herbes par désherbage :

Alors, les travaux de Mademoiselle Amroune réalisés en 2013 dans la région de Sétif sur l'effet de désherbage ont montré des résultats très intéressants en matière de conduite des mauvaises-herbes en semis direct.

Premièrement, l'interaction date de semis et désherbage, n'a pas un effet significatif sur le nombre des adventices. Deuxièmement, la densité des mauvaises-herbes est plus faible seulement au niveau des parcelles désherbées par apport au témoin (T_0), comme le montre le tableau 05. Ces résultats peuvent être expliqués par que les traitements herbicides précoces qui ont maintenir une culture propre pendant la plus grande partie du tallage (LORELLE, 1987).

Quant aux travaux de Bensadek et Berrah en (2012), et Siyoucef en (2015), dans la région de M'sila montre que plus il se répète, le désherbage, plus le nombre des adventices est diminuée (Tableau 06).

Tableau 05: le nombre des adventices après la levée et (Amroune 2013).

Date \ Traitement		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃
Avant l'application du deuxième traitement	D ₁	75	61	40,33	36
	D ₂	72,5	72,5	77	163,34
Après la levée et après l'application du deuxième traitement	D ₁	153,5	100,17	16,5	25
	D ₂	200	134,33	45	50
Après la levée et après l'application de troisième traitement	D ₁	219,67	151,67	43,67	9
	D ₂	254,17	173	75,34	19,67

Tableau 06: le nombre des adventices durant le cycle végétatif par désherbage: blé dur et orge dans la région de M'sila

Site	Culture	Culture de blé			Culture d'orge		
		T ₀	T ₁	T ₂	T ₀	T ₁	T ₂
Semi-aride la région de M'sila (Ouled Mansour), Bensadek et Berrah, 2014)	Stade végétatif	T₀	T₁	T₂	T₀	T₁	T₂
	Tallage	6	4	3	6	4	3
	Montaison	7	3	1	6	3	1
	Gonflement	5	3	3	5	5	3
	Epiaison	7	3	3	4	5	3
	Floraison	8	5	4	8	5	4
	Totale	33	18	14	29	22	14
Semi-aride la région de M'sila (Ouled Mansour), (Siyoucef et Ledghem Chikouche, 2014)	Tallage	-	-	-	7	4	6
	Montaison	-	-	-	6	4	4
	Gonflement	-	-	-	6	5	3
	Epiaison	-	-	-	6	5	3
	Floraison	-	-	-	9	5	3
	Totale	-	-	-	34	23	19

6.3. Etude de l'infestation par les mauvaises-herbes par type de rotation

A partir les résultats obtenus dans le tableau 07, on souligne qu'au début du cycle végétatif la rotation Lentille/ Blé dur et Pois fourragé/ Triticale sont les plus infestés par les mauvaises-herbes comparés aux autres associations, mais ces derniers ont progressivement diminué peu à peu jusqu'à la fin du cycle de développement des cultures. Par contre, chez les autres associations (blé dur/ Lentille et Triticale/ Pois fourragé), les mauvaises-herbes ont augmenté au cours de cycle de développement comme le montre le tableau 08.

Quant aux résultats de Nasri et Souadia dans la région du M'sila réalisés en 2014, on signale qu'il ya une faible densité des mauvaises-herbes. Ceci a été dû probablement à la densité des adventices au niveau des parcelles désherbés régressaient jusqu'à la récolte. Egalement, la réduction des mauvaises-herbes entre la levée et la maturation peut être expliquée par l'effet de l'herbicide. (Debacke, 1988), comme le montre le tableau 09.

Tableau 07: le nombre des adventices au stade végétatif par type de rotation (Zabi et Terafi, 2015).

Stade végétatif	Type de rotation			
	L/B	PF/T	B/L	T/PF
Plantule	209,33	125,33	48	118,33
Tallage	165,33	69,33	84	120
Epiaison floraison	78,66	29,33	134,66	126,66
Totale	453.32	223.99	266.66	364.99

Tableau 08: le nombre des adventices au stade végétatif par type de rotation dans la région de Sétif (Oudina, 2018).

Stade végétatif	Type de rotation			
	Blé	Orge / Pois	Triticale / Pois	Orge
Pleine et tallage	25,9	28,8	20	35,2
épiaison	89,3	132	212,2	76,3

Tableau 09: le nombre des adventices au stade végétatif par type de rotation dans la région de M'sila (Nasri et Souadia 2014).

	Type de rotation			
	Blé tendre/ Blé dur	Blé tendre/ Pois Triticale	Blé tendre/ Orge	Blé tendre/ Pois orge
Nombre des adventices / m²	10,7	93	8,3	7,6

7. Extension du système racinaire

Les résultats obtenus dans les tableaux 10, qui synthétise les résultats dans les différentes zones de production montre que la longueur des racines ça varie par type de technique culturale. De fait, on souligne que le travail conventionnel se classe en premier, secondé par le semis direct et enfin le travail minimum, sauf que les résultats de Rebiai obtenu en 2018, ont montré que le travail minimum (TCS) est le premier, en deuxième position vient le travail conventionnel et en troisième position on trouve le semis direct.

On signale aussi que les résultats de Tayeb-bey et Yahiaoui obtenus en 2017 ont montré un faible développement du système racinaire, sans aucune différence entre les quatre technologies. Ceci est probablement dû à la sécheresse et au manque de pluie durent presque tout le cycle végétatif, qui n'a pas permis un bon développement du système racinaire.

Tableau 10: L'effet de technique culturale sur la longueur des racines.

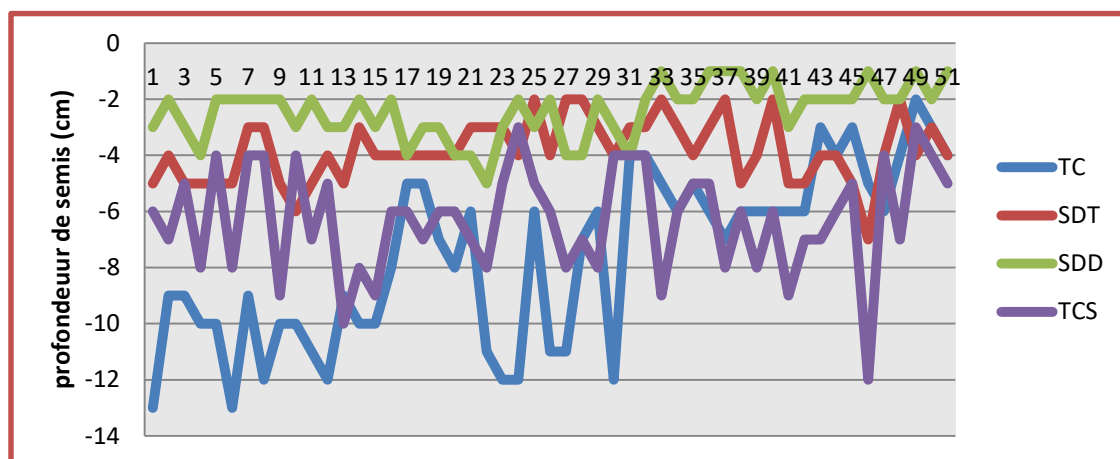
Site	Technique culturale			Moyenne	
	SD	TM	TC		
Semi-aride central de la région de Sétif (ITGC). Kara et Chiki (2009).	8,18	6,46	14,8	9,8	
Semi-aride centrale de la région de BBA FP Fatmi). Ghesallah (2012).	11	12	18	10	
Semi-aride centrale de la région de Sétif (ITGC). Tayeb-bey et Yahiaoui (2017).	1,5	1,4	1,16	1,4	
Semi-aride centrale de la région de Sétif (ITGC). Khaoui et Merouche (2019).	11,45 SDT	11,33 SDD	11,64	11,4	11,46

Légende : SD : semis direct, TM : travail minimum, TC : travail conventionnel

8. Profondeur de semis (cm)

Les travaux de Khaoui et Marouche en (2019), réalisés dans la région de Sétif ont montré que la tendance moyenne de la profondeur de semence est très variée. Selon le travail du sol, elle varie entre 8 à 12 en technique culturale simplifiée (TCS) et le travail conventionnel (TC). Tandis qu'en semis direct (SD), la profondeur de semis varie entre 3 à 5 cm en fonction de type de semoir utilisé et essentiellement de la préparation de lit de semence (Benniou, 2008). Généralement, la profondeur de semis dépend de la stabilité des organes d'enterrage dans le sol.

En travail conventionnel (TC) et technique culturale simplifiée (TCS), le sol est travaillé profondément et bien ameubli de ce fait, les organes d'enterrages se pénètrent en profondeur. Par contre, en semis direct (SD) où le sol est plus ou moins compact, la mise en place des graines se fait au niveau des premiers centimètres du sol (figure n°14). Souvent, un semis profond engendre une germination tardive et des pertes à la levée. Selon les résultats de (Fellah et al. 2011), en semis direct, la levée est plus homogène et la profondeur de semis est plus régulière, alors qu'en technique conventionnelle les pertes à la levée sont très significatives. Par ailleurs, en semis direct (SD) la profondeur de semis est légèrement élevée en utilisation le semoir à dents par rapport au semoir à disque. Ce résultat est expliqué par l'étude technique faite par Mrabet (2001), qui conclut que quelles semoirs à dents ont la capacité à écarter les résidus et à placer la graine en profondeur en présence de la terre fine par rapport aux semoirs à disques.



Légende: SDT: semis direct à dent, SDD: semis direct à disque, TC: travail conventionnel, TCS: Technique culturale spécifiée

Figure 14: L'effet de technique culturale sur la profondeur de la semence (Khaoui et Merouche, 2019).

9. Composants de rendement

A partir des résultats obtenus dans les figures ci-dessus on trouve que les composants de rendement sont variés à l'effet de technique culturale, la rotation culturale, désherbage, variété, et de l'herbicide

9.1. Etude de l'effet de technique culturale sur les composants de rendement

9.1.1. Nombre d'épis/ m²

Les travaux de recherche réalisés dans les différents systèmes agro-écologiques et zones de production montrent que le peuplement à la levée par unité de surface garantit en grande partie la réussite de la culture en ayant un rôle important dans la détermination de peuplement par épis, composante importante du rendement, et qu'il ne dépend pas uniquement du pouvoir de tallage et de la densité de semis, mais aussi du type de la technique culturale en effet les résultats obtenus ont montré que le travail conventionnel (TC) présente un nombre d'épis/ m² plus élevé, suivi par le semis direct, et enfin le travail minimum vient en dernier lieu comme montre les figures 15.

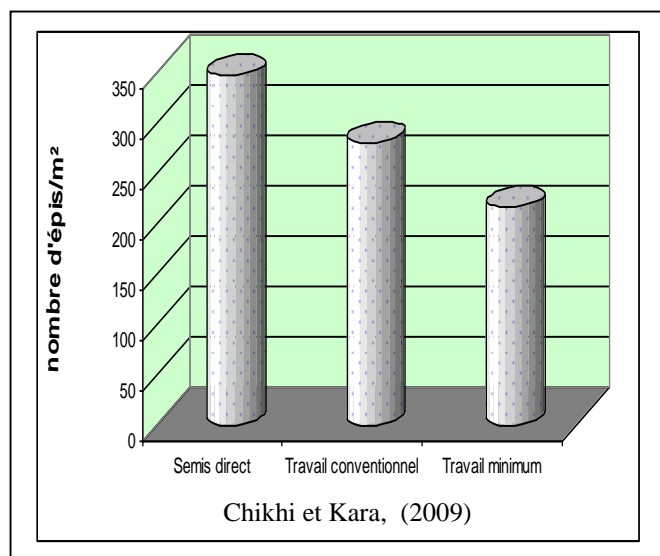
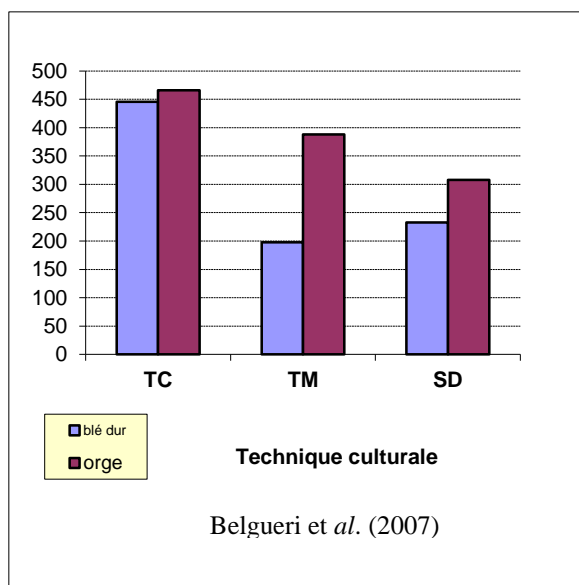
L'étude de l'effet de la rotation sur nombre d'épis/ m² et d'après les résultats de Nasri et Souadia (2012), Zabi et Tarradif (2015), Oudina (2018), Beliel et Djemiat (2020) on souligne que premièrement pour les rotations, on trouve que le nombre d'épis pour les céréales et les gousses pour les légumineuses est plus élevé en comparaison de celle-ci pour la rotation, pois-triticales et pour pois- orge. Deuxièmement, le nombre d'épis/ m² pour les cultures pures, dépend en premier lieu du facteur génétique puis la densité de semis, de la puissance de tallage, elle-même est conditionnée par la nutrition azotée et alimentation hydrique de la plante pendant la période de tallage (Zair, 1964).

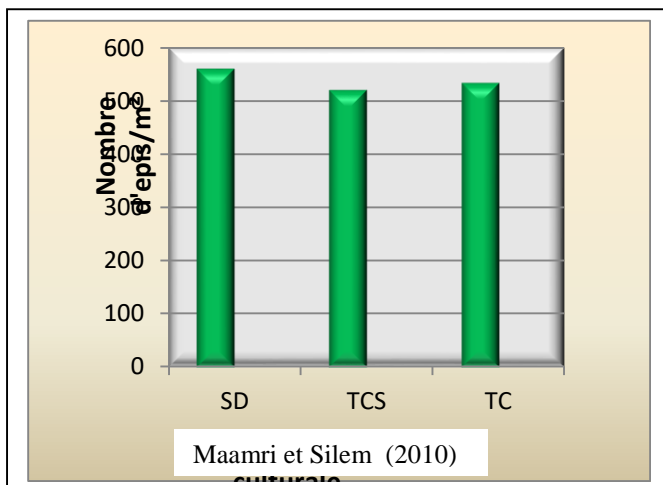
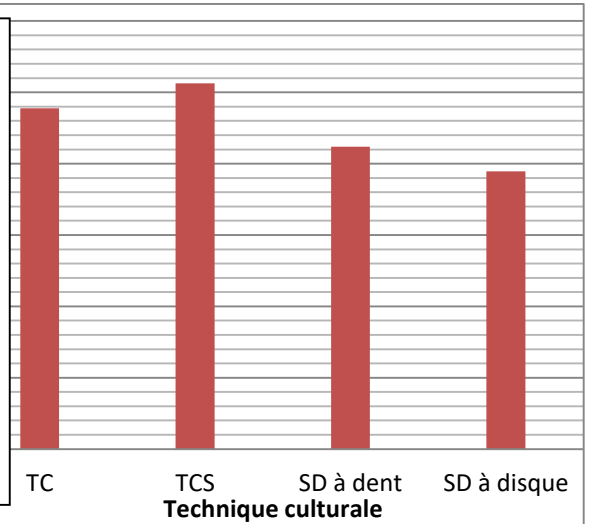
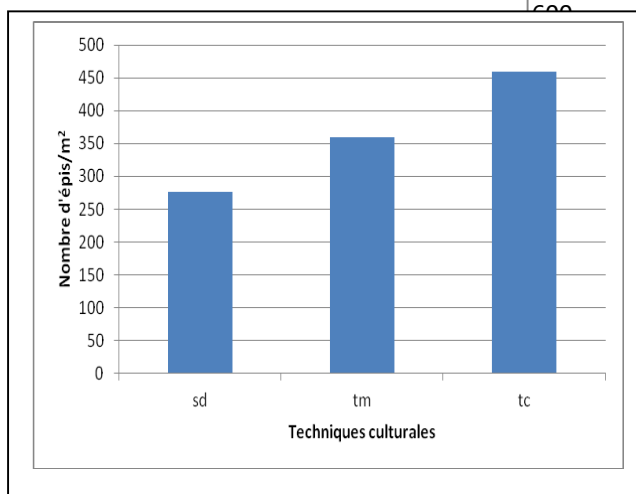
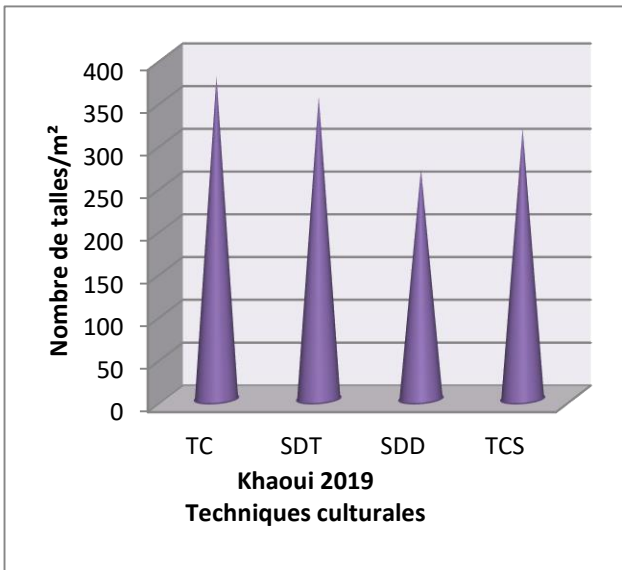
Alors, l'étude de l'effet de désherbage sur le nombre d'épis /m² et d'après les résultats de travail de Siyoucef et Ladghem, (2015), dans la région de M'sila montre que le désherbage a un effet positive

sur le nombre d'épis par mètre carré dont la moyenne est plus élevée dans T₂ avec 326 épis/m² suivi par T₁ avec 266 épis/m² et enfin terminé par T₀ avec 168 épis/m² comme montre la figure n°44.

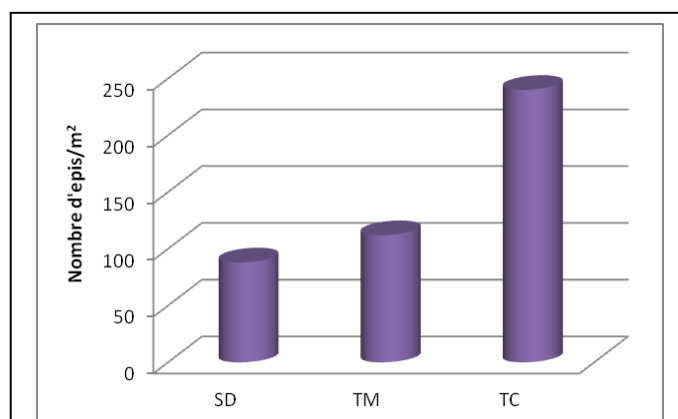
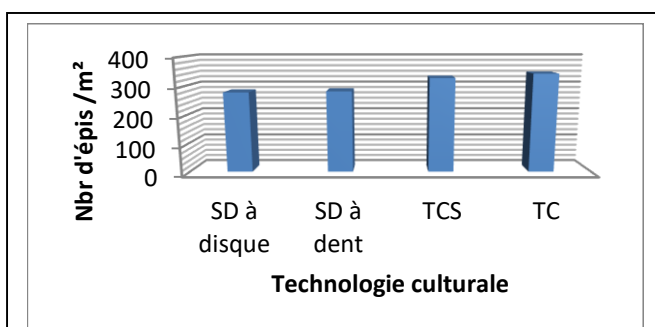
Pour l'étude de l'effet de type des variétés sur nombre d'épis par m² et selon les figures (47, 48, 49), on trouve que les variétés ont des effets significatifs et contrastant (figure n°47). Pour les résultats, de Abada et Gasmi (2020). On enregistre des variétés avec des valeurs maximales en nombre d'épis/ m², par rapport à d'autres. Ces valeurs peuvent être expliquées aux potentialités génétiques de chaque variété et soit à la réponse de ces variétés aux changements de milieu évoqués par le semis direct.

L'étude de désherbage et la date de semis sur nombre d'épis par m² et à partir le travail de Amroune (2013). On relève que, la parcelle ayant enregistré le nombre d'épis par mètre carré le plus élevée est celle qui a reçu trois désherbages, comparée à celle qui a reçu deux et un désherbage et ceci par rapport au témoin (désherbage nul). Ceci est dû essentiellement à l'efficacité des herbicides avec le nombre de fois des traitements chimiques au niveau de chaque parcelle et les alternances des différents produits chimiques.





Belgamsi et Mezaache (2012)



Tayeb-bey et Yahiaoui, 2017

Ghersallah, 2012

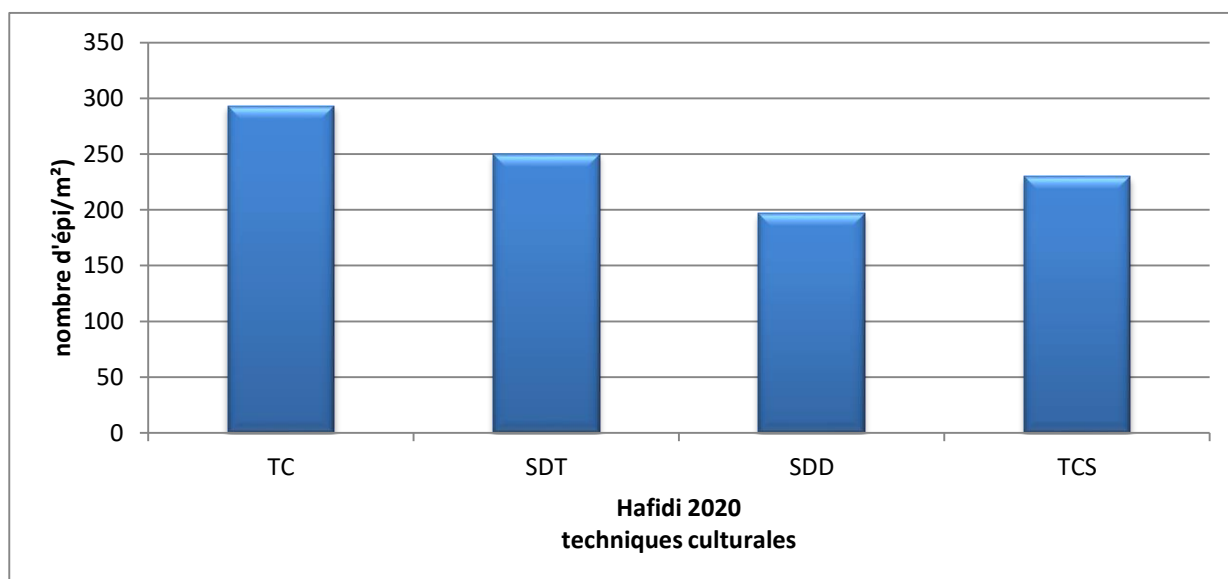


Figure 15: L'effet de techniques culturales sur le nombre d'épis par m².

9.1.2 Nombre de grains/ épi

Les histogrammes des figures (16, 17, 18) révèlent que le travail minimum a donné un nombre de grains/ épi le plus élevée, suivi par le semis direct et enfin le travail conventionnel (TC). Cela vent dire que le nombre du grain par épis est en fonction des conditions de milieu et notamment climatiques sur tout le manque d'eau pendant la phase de reproduction d'une part, et des itinéraires techniques d'autres part (Maamri et *al.*, 2010). D'après MELKI et *al.*, (1996), la fertilité de l'épi, est contrôlée par la température moyenne ; plus la température moyenne augmente le nombre de grains par épis augmente

Selon les les rotations, les résultats ont montré à partir des histogrammes des figures (36, 37, 38)), que l'effet de la rotation sur le nombre des grains par épi est non significative, comme il dit Jonard (1994), une variation du nombre de grains/ épi qui est due aux conditions d'alimentation minérales,

notamment la fertilisation en potassium. Le même auteur a noté que les valeurs optimales du nombre de grains par épi permettant l'obtention de rendement plus élevée, en zone méditerranéenne et en absence de déficit hydrique.

Alors, le travail sur le désherbage de Siyoucef et Ledghem, (2015), a montré aussi que, le nombre des grains par épis est en fonction de nombre de désherbage. NG/E est élevé en T₂ et assez élevée en T₁ par rapport au T₀ (désherbage zéro). Le nombre de grains/ épi est un caractère étroitement lié avec le rendement en grain, sous différents lieux et pour différents génotypes (Fisher, 1978).

Pour le désherbage, le nombre de grains/ épi est en fonction du nombre de traitements (désherbage), figure 53. Ces résultats peuvent être expliqués par l'efficacité des herbicides avec le nombre de fois des traitements chimiques au niveau de chaque parcelle et avec l'alternance des différents produits chimiques.

Pour l'effet variétal, les résultats de Abada et Gasmi (2020), ont montré des réponses positives selon les potentialités génétiques des variétés

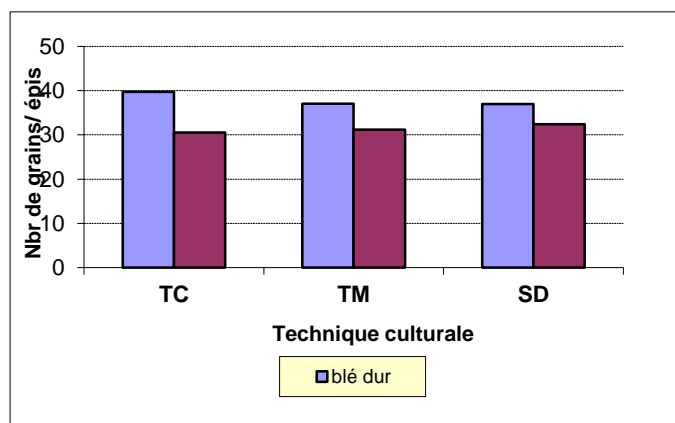


Figure 16: Effet de technique culturale sur le nombre de grains par épi (Belgueri et al., 2007).

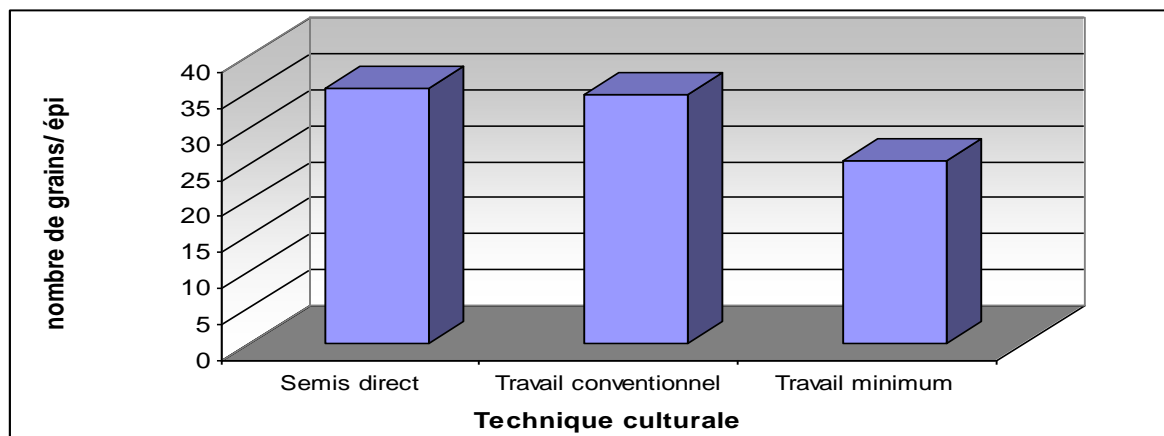


Figure 17: Effet de technique culturale sur le nombre de grains par épis (Chikhi et Kara, 2009).

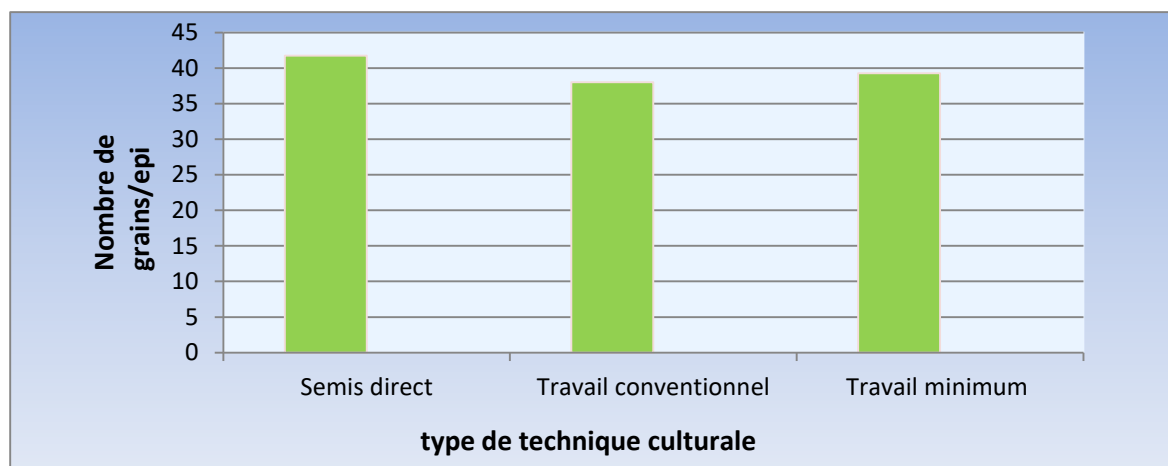
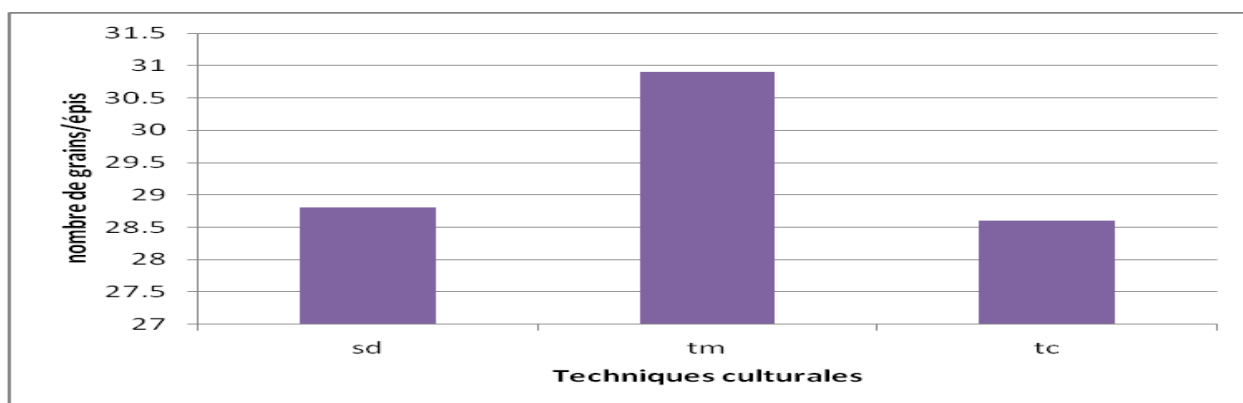
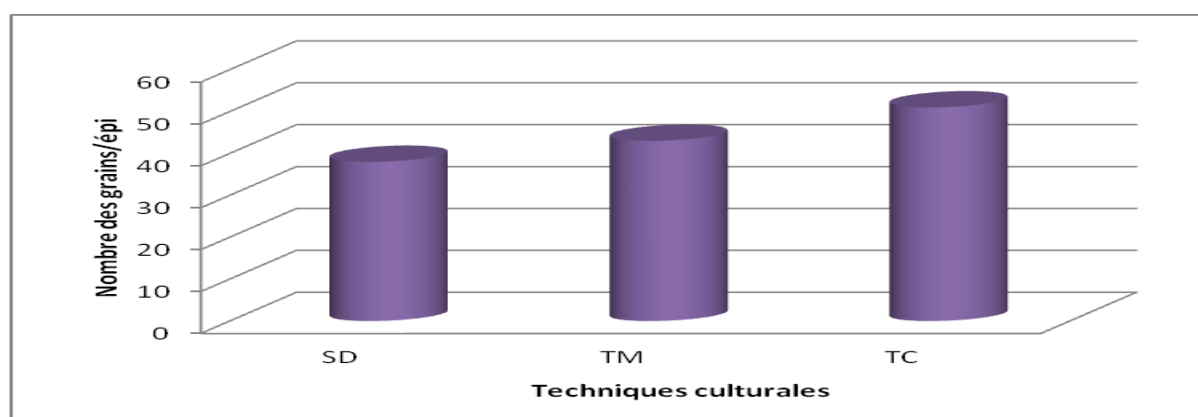


Figure 18: Effet de technique culturale sur le nombre de grains par épis (Maamri et Silem, 2010).



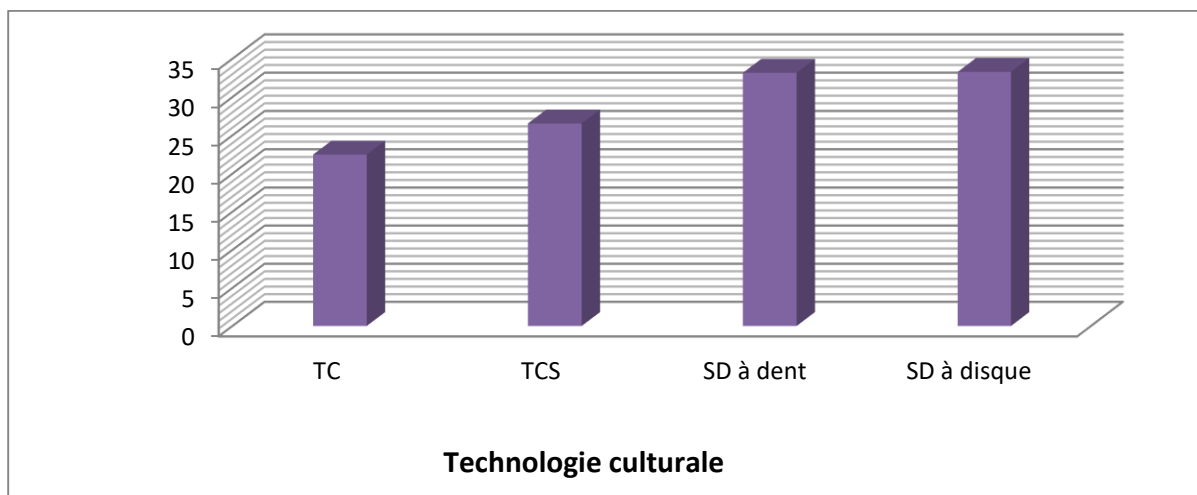
Légende: SD: semis direct, TM: travail minimum, TC: travail conventionnel

Figure 19: Effet de technique culturale sur le nombre de grains par épi (Belgasmi et Mezaache, 2012).



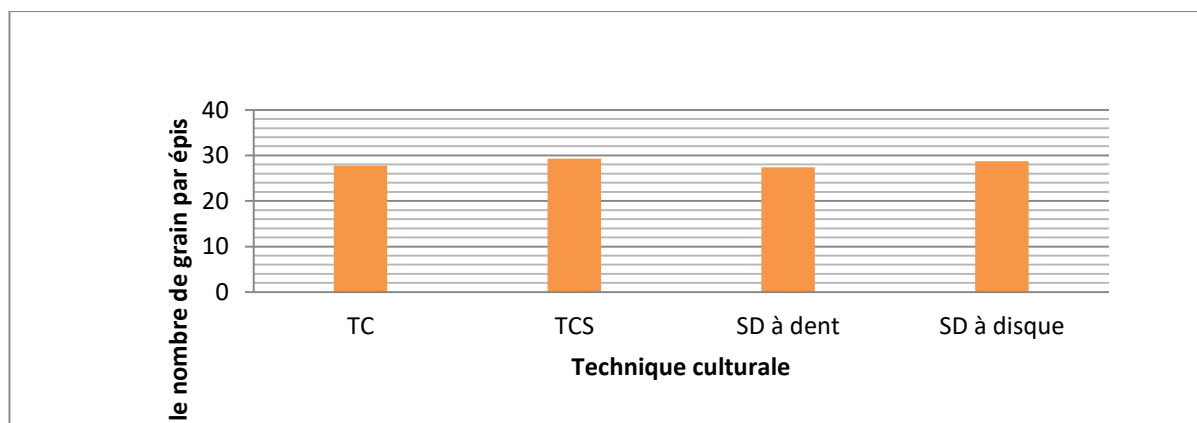
Légende : SD : semis direct, TM : travail minimum, TC : travail conventionnel

Figure 20: Effet de technique culturale sur de nombre de grains par épi (Ghersallah, 2012).



Légende: SD: semis direct, TC : travail conventionnel, TCS: technique cultural simplifiée

Figure 21: Effet de technique culturale sur de nombre de grains par épis (Tayeb-Bey et Yahiaoui, 2017).



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

Figure 22: Effet de technique culturale sur le nombre de grains par épi (Rebiai Rebhe 2018).

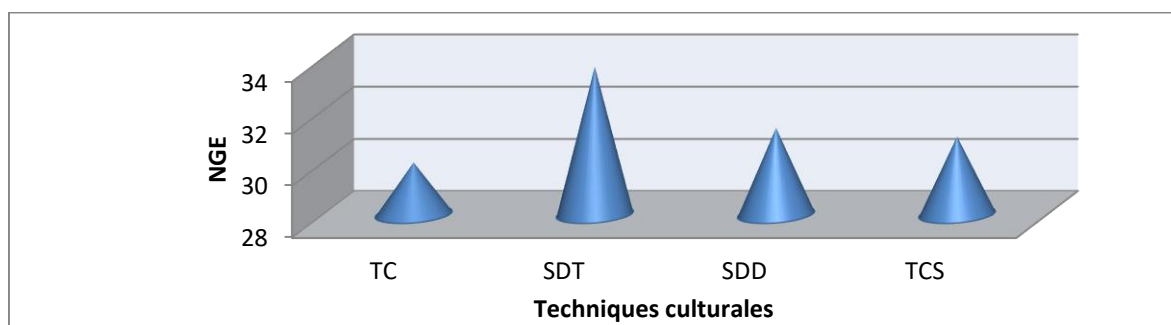


Figure 23: Effet de technique culturale sur le nombre de grains par épi (Khaoui et Marouche, 2019).

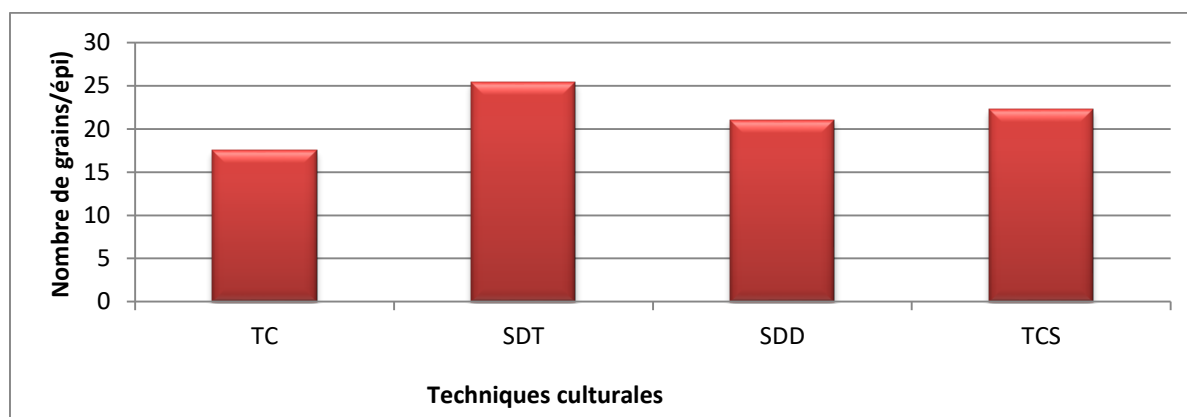


Figure 24: effet de technique culturale sur le nombre de grains par épis (Hafidi et Chemissa, 2020).

9.1.3. Poids de mille grains (PMG)

Les résultats ci-dessous signalent que le poids de mille grains (PMG) a une faible variation entre les techniques culturales.

Toutefois, le semis direct et le travail conventionnel présentent un poids de PMG le plus élevé par contre le travail minimum arrive en troisième position. Ces résultats peuvent être expliqués par la conservation de l'humidité dans le sol en période de fin cycle et notamment au moment du remplissage du grain qui permet à la plante de boucler le cycle végétatif avec un meilleur remplissage de grain. Ceci a été bien montré dans tous les travaux de (Belgeuri et al., 2007, jusqu'à Hafidi et Chemissa en (2020).

Selon les résultats de l'effet de rotation sur le PMG, les figures ci-dessous (figure n°40) ont révélé que le PMG est lié positivement. Ceci est dû principalement aux mauvaises conditions environnementales et culturales qui ont sur les différentes rotations. Des études menées en Algérie sur la compétition entre les céréales et la flore adventices montrent que les adventices si elles sont présentes dans la culture jusqu'au stade de tallage, elles pourraient engendrer une perte de rendement considérable qui dépasse les 20 % (Boukretaoui, 2003).

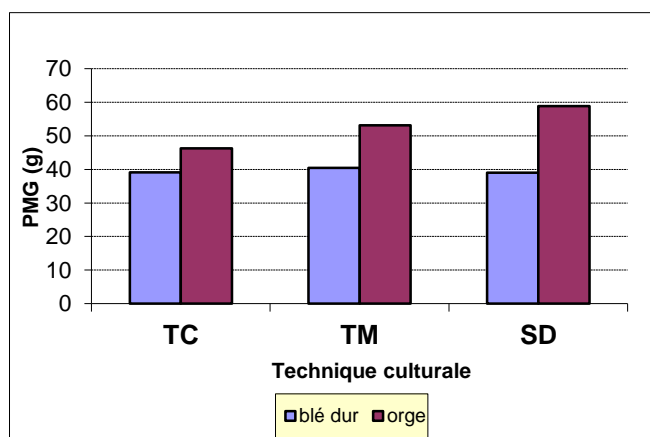
Pour le désherbage, le traitement dont le poids est élevée c'est le T₂ (désherbage deux fois), suivi de T₁ (désherbage une seule fois) et finalement le T₀ (désherbage zéro) avec un faible PMG.

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

Egalement, le travail de Siyoucef et Ladghem, illustré par la figure n°45, montre que la parcelle traitée trois fois a un PMG le plus élevée, suivie par celle qui a reçu deux traitements, un traitement et enfin le témoin (qui n'a pas reçu de traitement de tout).

D'après COUVREUR (1985), le PMG dépend de la phase de remplissage de grain, et sous la dépendance principale des conditions d'alimentation hydrique et le niveau de température, sur tout

pendant la pallier hydrique (GESLIN ETVERNET 1952 ; SPIERIZ 1977 ; MASSE et al ., 1989 cité par COMBE et PICARD, 1994).



Légende: SD: semis direct, TC: travail conventionnel, TM: travail minimum

Figure 25: Effet de techniques culturales sur le poids de mille grains (belgurai, 2007).

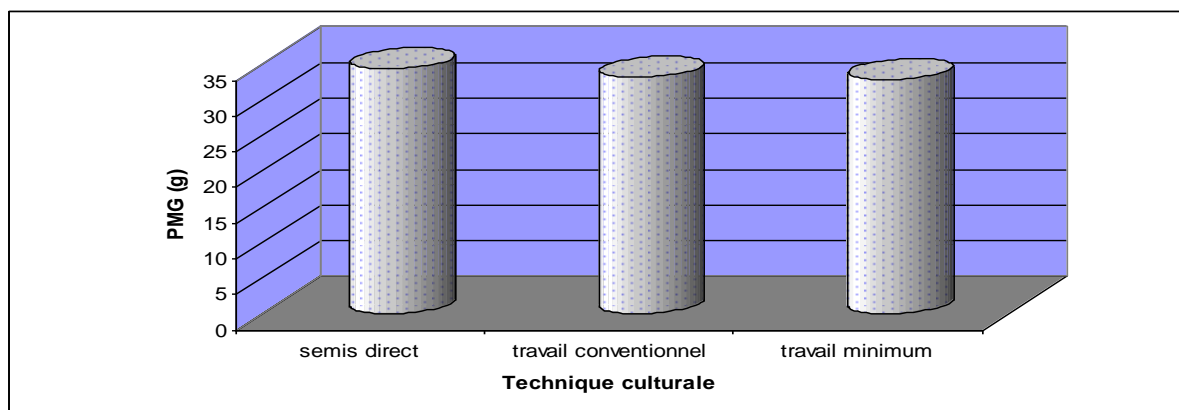
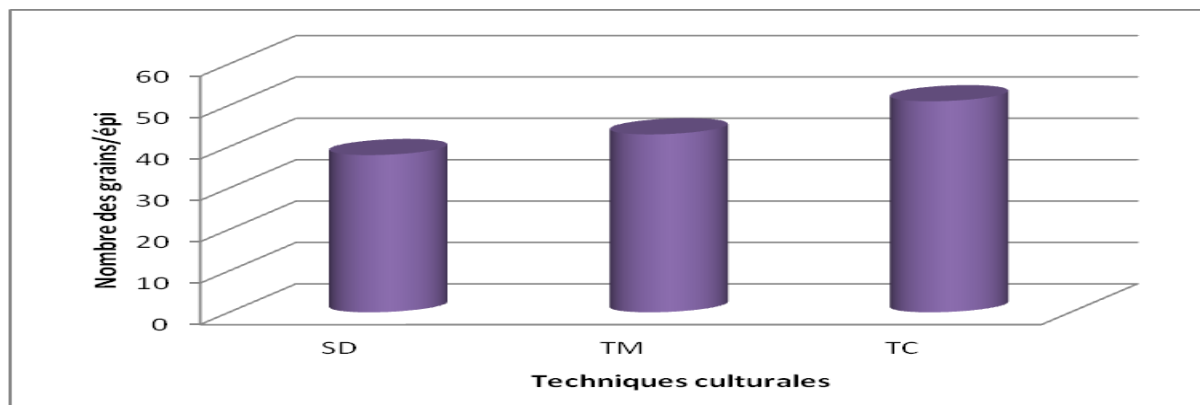
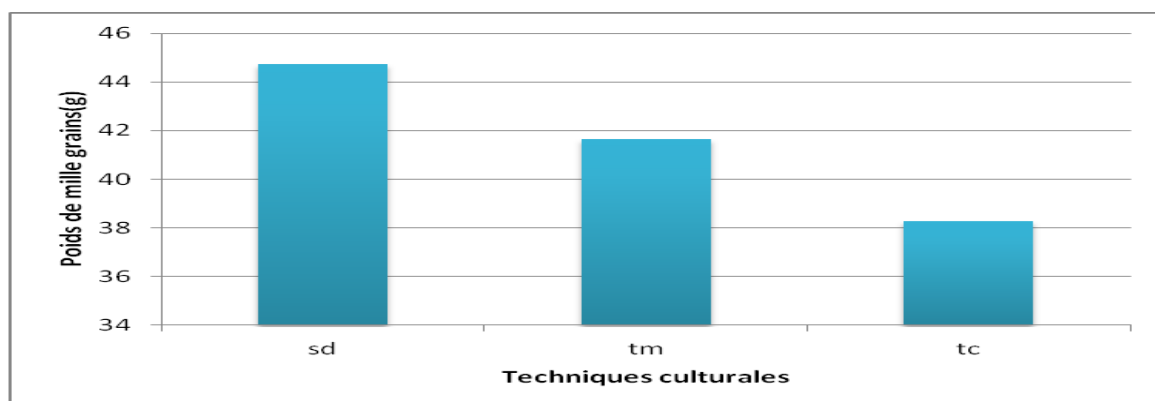


Figure 26: L'effet de technique culturale sur le poids de mille grains (Chikhi et Kara, 2009).



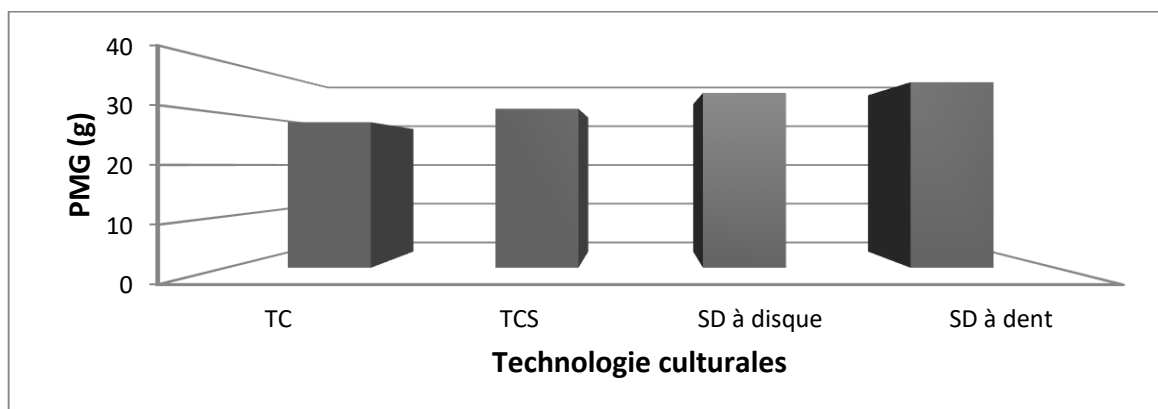
Légende : SD : semis direct, TM : travail minimum, TC :travail conventionnel

Figure 28: L'effet de technique culturale sur le poids de mille grains (Ghersallah, 2012).



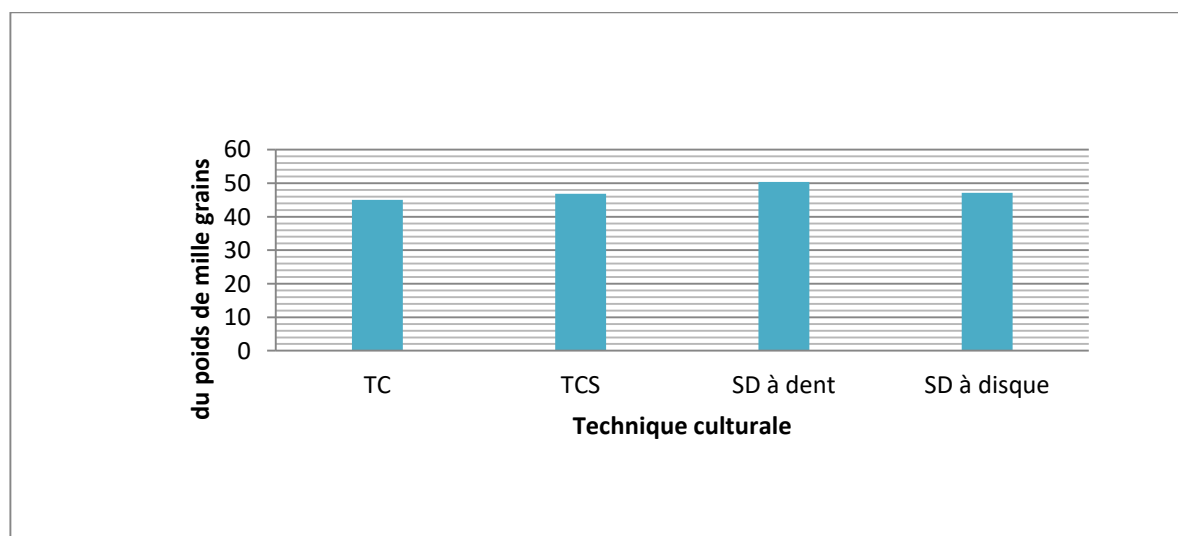
Légende : SD : semis direct, TM, travail minimum, TC, travail conventionnel

Figure 29: Effet de technique culturale sur de poids de mille grains (Belgasmî et Mezaache, 2012)



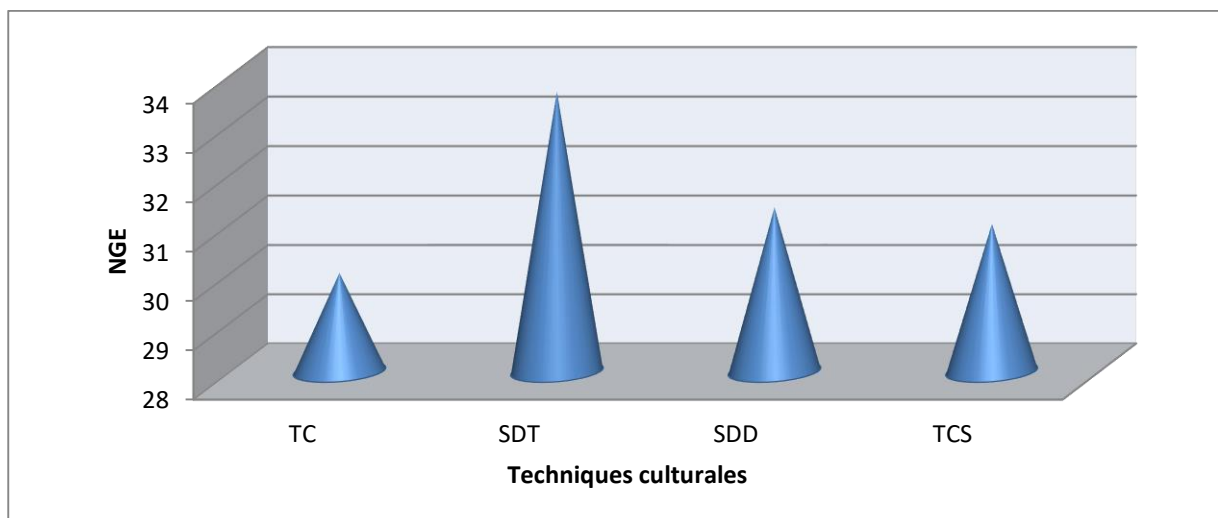
Légende: SD: semis direct, TC: travail conventionnel, TCS: technique cultural simplifiée

Figure 30: Effet de technique culturale sur le PMG (Tayeb-Bey et Yahiaoui, 2017).



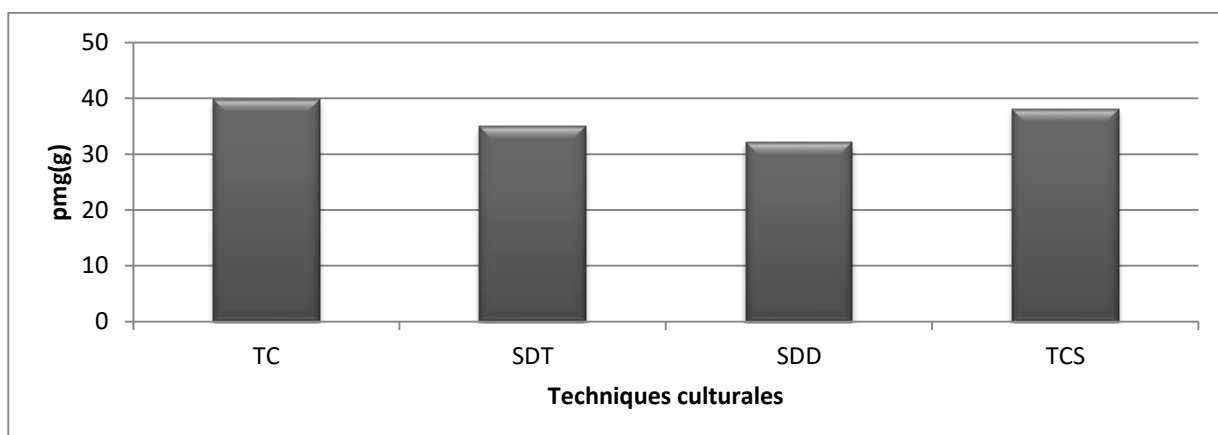
Légende: SD: semis direct, TC: travail conventionnel, TCS: technique cultural simplifiée

Figure 31: Effet de technique culturale sur le poids de mille grains (Rebiai, 2018).



Légende : SDD : semis direct à disque, SDT : semis direct à dent, TC : travail conventionnel, TCS : technique culturale simplifiée

Figure 32: Effet de technique culturale sur le poids de mille grains (Khaoui et Marouche, 2019).



Légende : SDD: semis direct à disque, SDT: semis direct à dent, TC: travail conventionnel, TCS: technique cultural simplifiée

Figure 33: effet de technique culturale sur le poids de mille grains (Hafidi et Chemissa, 2020).

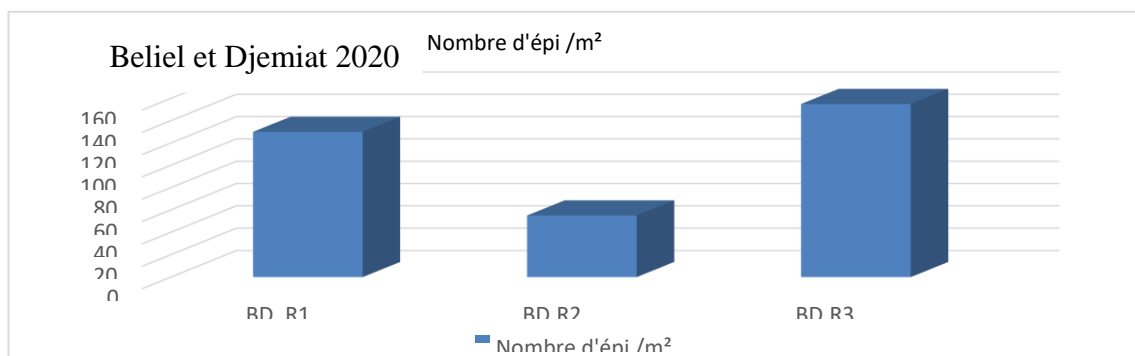
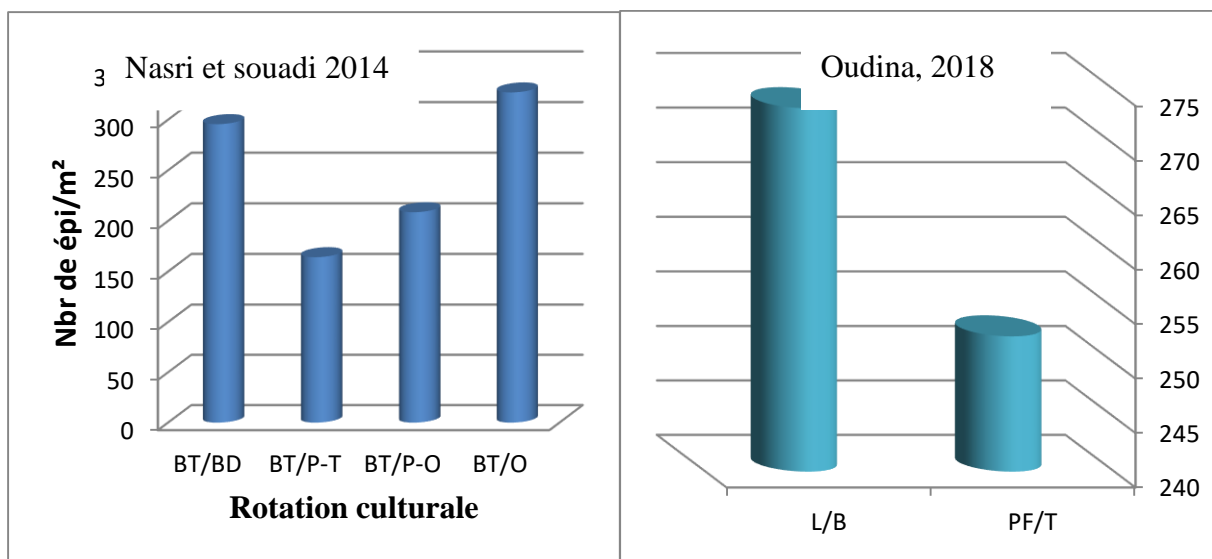
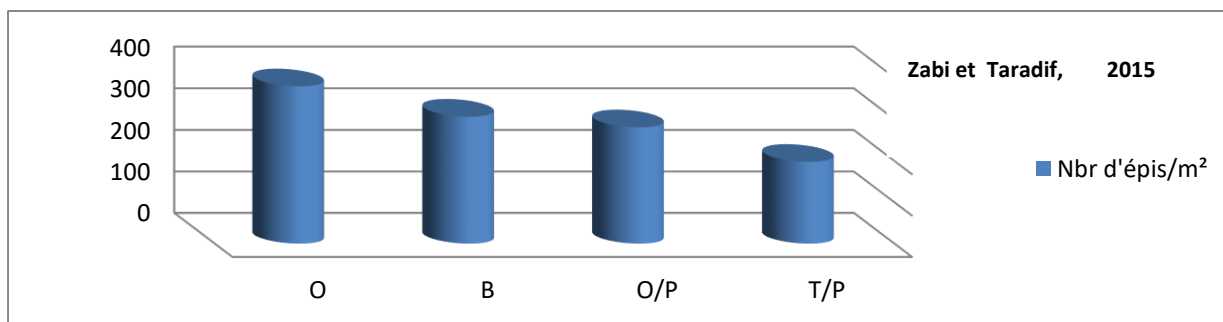


Figure 34: nombre d'épi/m² des plantes de blé dur dans la rotation Lentille/ Blé dur.



Légende : O : orge, B : blé, T : tritiale

Figure 35: effet de la rotation culturale sur le nombre des épis/m²

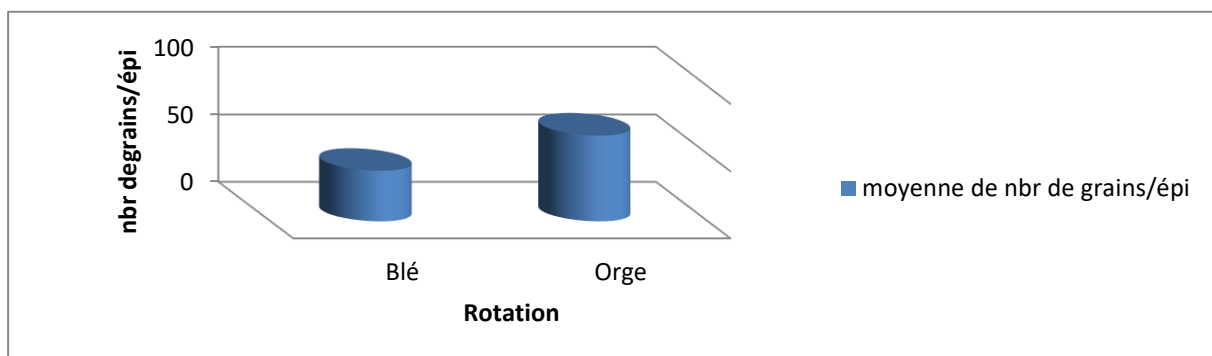


Figure 36: Nombre de grain /épis dans le culture pures (Zabi et Taradif, 2015).

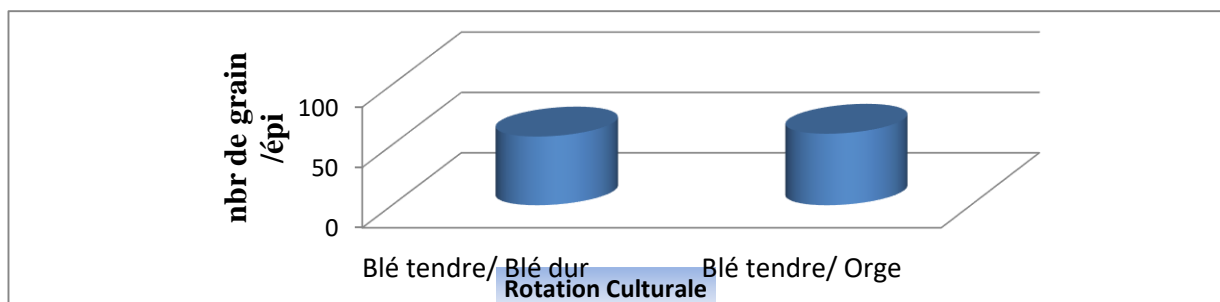
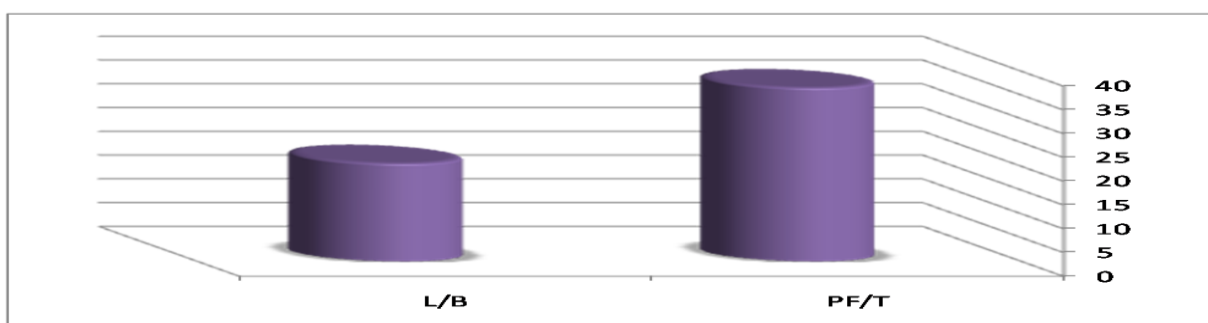


Figure 37: Effet de rotation culturale sur le nombre de grains par épis (Nasri et Souadia, 2014).



Légende: L: lentille, B: blé dur, PF: pois fourragère, T: triticale

Figure 38: Effet de rotation culturale sur le nombre de grains par épis (Oudina, 2018).

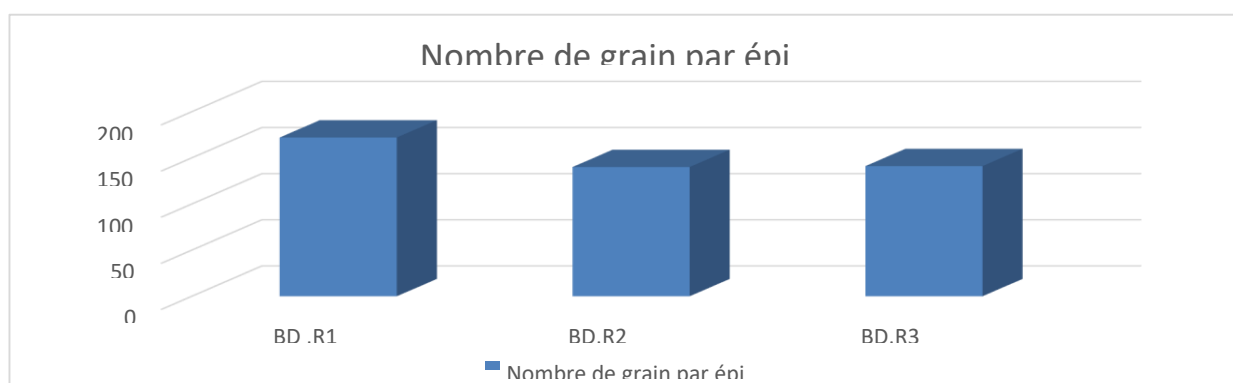


Figure 39: Variation de nombre de grain/ épis Blé dur sur bloc.

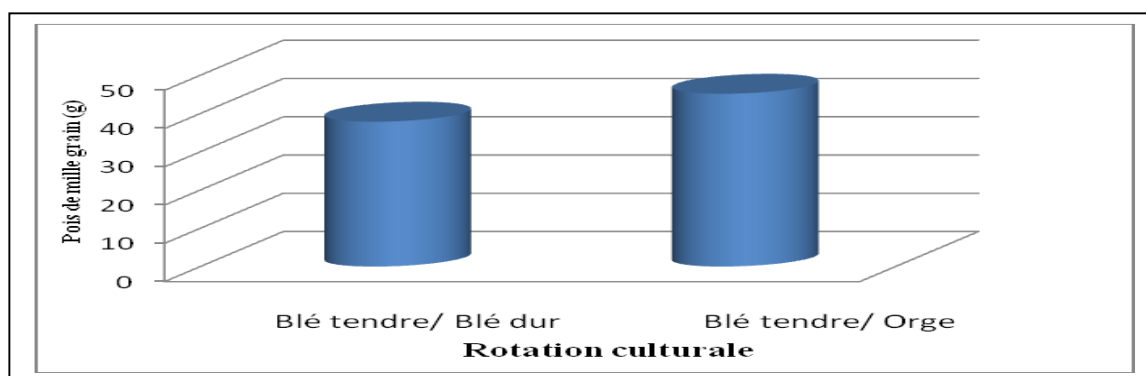


Figure 40: Effet de la rotation culturale sur les pois de mille grains (Nasri et Souadia, 2014).

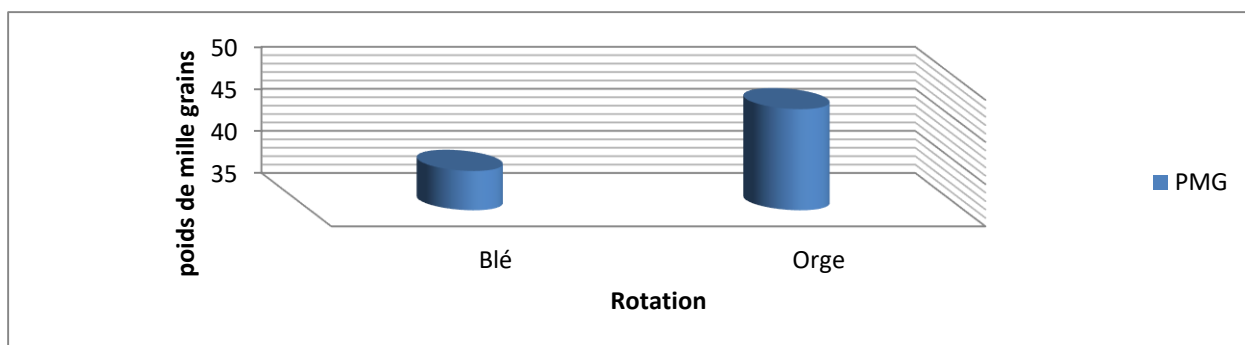
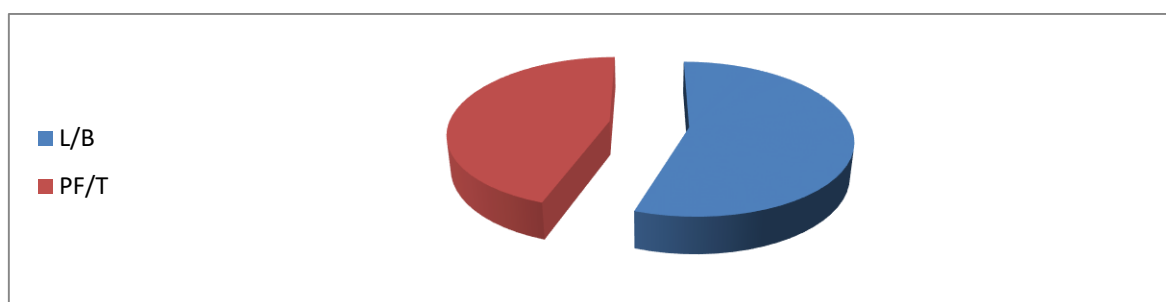


Figure 41: Poids de mille grains chez les culture pures (Zabi et Taradif, 2015).



Légende: L: lentille, B: blé dur, PF : pois fourragère, T : triticale

Figure 42: Variation de poids de mille grains (Oudina, 2018).

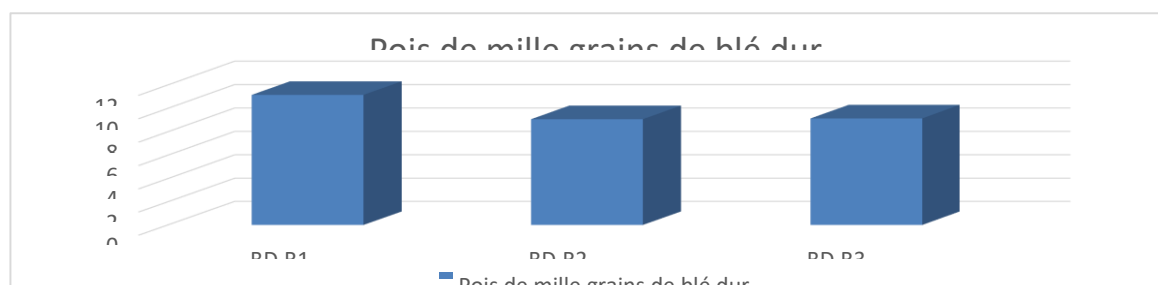


Figure 43: poids de mille grins sur les culture de blé dur (Beliel et Djemiat, 2020).

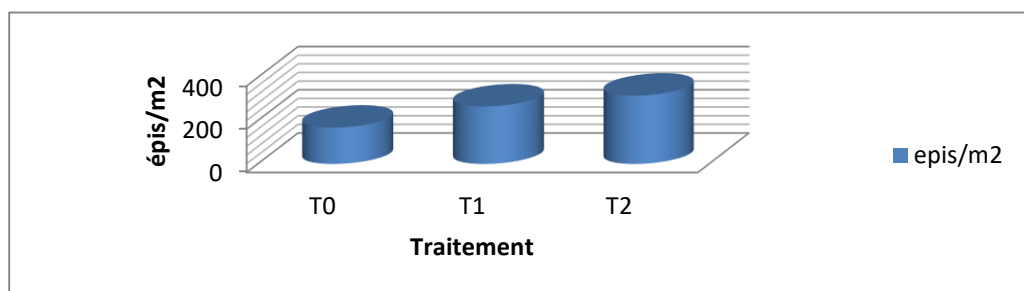


Figure 44: Nombre d'épis/m² dans les trois traitements.

Tableau 11: Analyse de variance de nombre grains par épi.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Var. Totale	538	8	67,25				
Var. facteur1	140,667	2	70,333	5,275	0,07657		
Var. Blocs	344	2	172	12,9	0,01997		
Var. Résiduelle 1	53,333	2	13,333			3,651	5,14 %

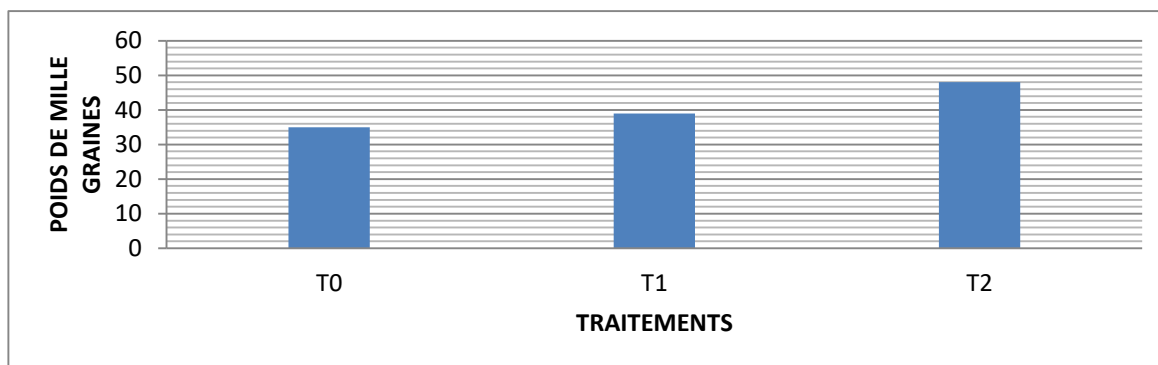


Figure 45: poids de mille grains par traitement (si youcef, 2020).

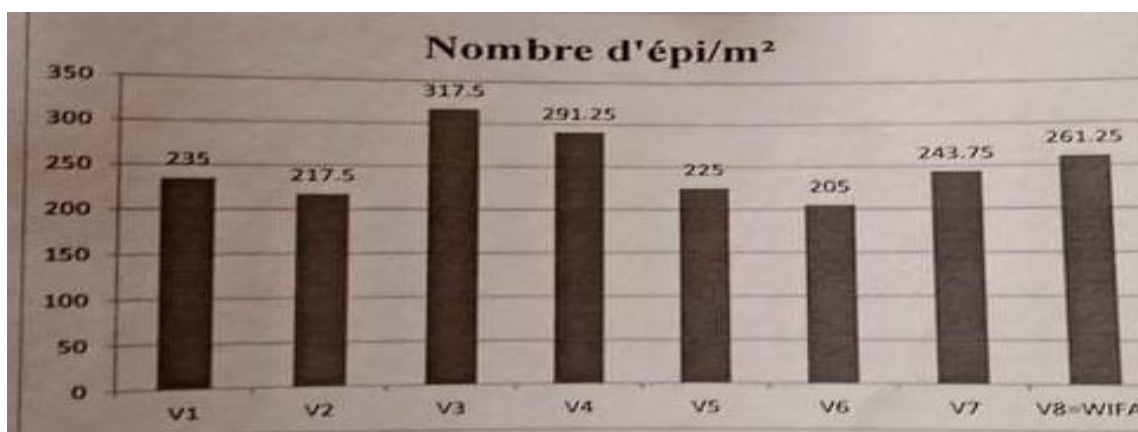


Figure 46 : nombre d'épi par m² (Tacine Lamia, 2013).

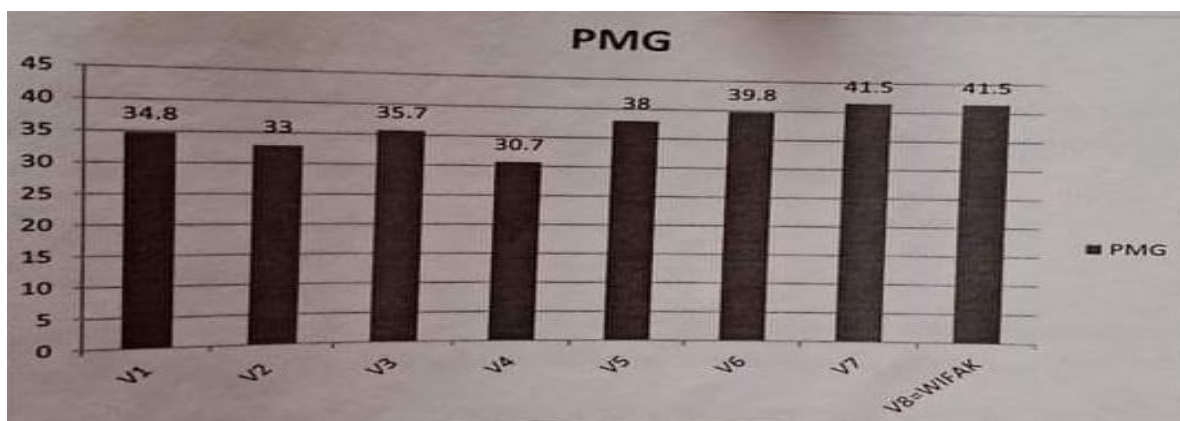


Figure 47: Poids de 1000 grains (Tacine Lamia, 2013).

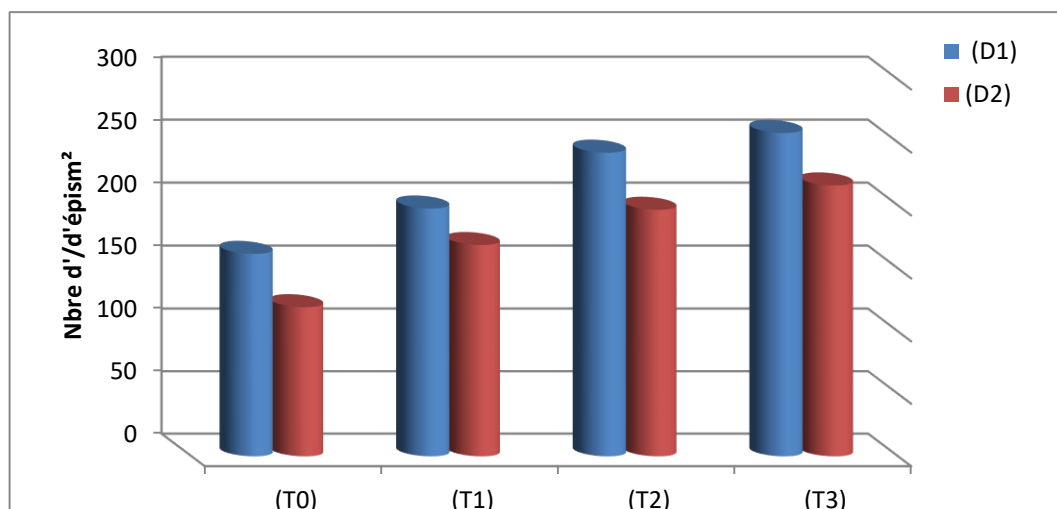


Figure 48: moyenne de nombre d'épis par m² (Maamri et silem , 2010).

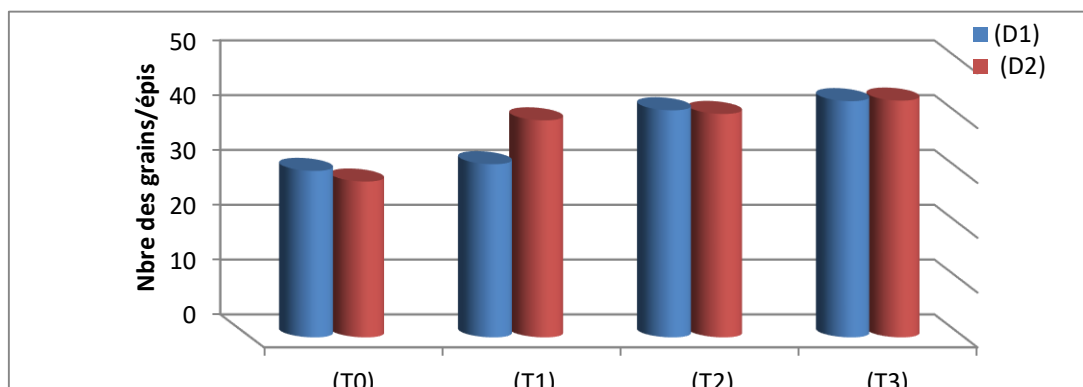


Figure 49: Moyenne de nombre des grains par épis(Maamri et silem , 2010).

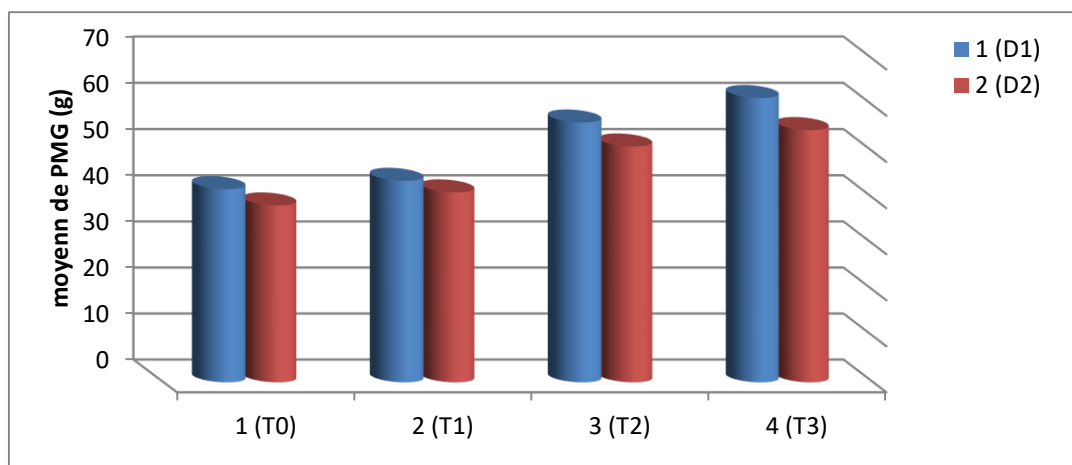


Figure 50: Moyenne du poids de mille grains(Maamri et silem , 2010).

9. Indice de récolte

A partir les travaux qui sont fait dans des différentes localités, on remarque que l'indice de récolte, ça varie par technique culturale, rotation culturale et par type de désherbage.

a. Effet de technique culturale sur l'indice de récolte

Les résultats de Marrouche et Khaoui (2020) dans le tableau 12, signalent que le travail conventionnel a un indice de récolte plus élevée suivi par le travail minimum, le semis direct (à dent et disque). Par contre, les résultats de Hafidi et Chemissa (2020), illustrés dans le tableau 12, montrent que l'indice de récolte est plus élevée en semis direct (SDT et SDD), suivi par le travail minimum et enfin le travail conventionnel.

b. Effet de la rotation sur l'indice de récolte

Selon les résultats de Zabi et Mezaache (2018), et les résultats Oudina (2019), obtenus dans les tableaux, 13, 14 on remarque que les rotations des cultures pures (orge, blé) sont les plus élevées en indice de récolte par rapport aux cultures d'association (Lentille/ Blé, Pois Fourrager/ Triticale). Pour les cultures pures, l'indice de récolte est plus élevée respectivement pour l'orge le de blé. D'autre par, et pour la rotation Lentille/ Blé et Pois fourrager/ Triticale, où on remarque presque les mêmes valeurs.

c. Etude de l'indice de récolte par désherbage

Selon les résultats de Siyoucef et Ladghem (2015), obtenu dans le tableau 15, on souligne que le traitement à deux désherbages (T₂) a un indice de récolte élevé, suivi par le traitement à un seul désherbage (T₁) et enfin par le témoin (non traité), ce dernier à un faible indice de récolte. Alors, on peut dire que plus le désherbage ne se répète, plus l'indice de récolte n'est meilleur.

Tableau 12: Résultat statistique de l'indice de récolte.

Site	Technique culturale				Moyenne
	SDD	SDT	TM	TC	
Semi-aride centrale de la région de Sétif (ITGC). Khaoui et Merouche (2019).	38,34	40,05	42,01	44,29	41,17
Semi-aride centrale de la région de Sétif (ITGC). Hafidi et Chemissa (2020).	27,08	28,54	24,88	23,40	25,98

Légende: SDD: semis direct à disque, SDT: semis direct à dent, TM: travail minimum, TC: travail conventionnel

Tableau 13: Résultat statistique de la rotation sur l'indice de récolte. (Zabi et Taradif, 2015).

Rotation (culture pure)		Moyenne
Orge	Blé	
68,3	39,2	53,75

Tableau 14: Résultats statistique de la rotation sur l'indice de récolte. (Oudina, 2018).

Rotation culturale	Moyenne
--------------------	---------

Lentille/ Blé dur	Pois fourrager/ Triticale	17,15
17,52	16,79	

Tableau 15: Résultats statistique de l'indice de récolte par désherbage. (Siyoucef, 2015).

Traitement désherbage			Moyenne
T₀	T₁	T₂	0,99 %
0,73	1,01	1,25	



Conclusion

Conclusion

Notre travail est une synthèse, des résultats des travaux réalisés dans les zones semi-aride, et l'une des plus importantes au quelle nous sommes parvenues a donné les conclusions suivantes:

Le taux de la matière organique est plus élevé en semis direct, c'est à cause de l'effet d'accumulation des débris végétaux au fil des années.

La densité apparente ça varie en fonction de la profondeur, et elle est plus élevée en semis direct.

Pour le suivi du profil hydrique du sol autant que l'une des variables les plus importantes de ces études. On remarque que le semis direct accumule plus des résidus culturaux par rapport aux autres technologies.

Les céréales sont plus menacées par l'infestation par mauvaises-herbes, et le désherbage est une technique très efficace pour maîtriser au maximum les adventices.

Alors, la profondeur de semis, autant que paramètre agronomique très important, et est l'un des facteurs de réussite du cycle végétatif des cultures, dont il est plus élevée, Travail minimum et travail conventionnel comparés au semis direct.

En générale, on peut dire que la céréaliculture dans les zones semi-arides, est toujours menacée par nombreux obstacles qui peuvent conduire à une baisse de la production agricole.

Ce travail, nous a permis d'étudier, et de comprendre tous les points nécessaires liés à la réussite de la culture des céréales.

Références bibliographiques

- **Aubertot, J. N., Barbier, J. M., Carpentier, A., Gril, J. J., Guichard, L., Lucas, P., ... & Voltz, M. (2005).** Pesticides, agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et en limiter les impacts environnementaux.
- **Abdellaoui, Z., Teskrat, H., Belhadj, A., & Zaghouane, O. (2011).** Étude comparative de l'effet du travail conventionnel, semis direct et travail minimum sur le comportement d'une culture de blé dur dans la zone subhumide. *Options Méditerranéennes*, 96, 71-87.
- **AMROUN, R. (2013).** Effet de la date de semis et de la lutte chimique contre les mauvaises herbes dans la culture du blé conduit en agriculture de conservation (SD) dans la zone semi-aride. Cas de la région de Sétif. (Doctoral dissertation, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF-M'SILA).
- **ABADA, M., & GASMI, H. (2020).** Réponses de différentes variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) cultivées en semis direct dans la zone potentielle de Bordj-Bou-Arraridj (Doctoral dissertation, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF-M'SILA).
- **BELLEMOU, A. (2012).** Étude des résultats d'essais de différentes techniques de semis du blé dur (*Chen's*) (Doctoral dissertation).
- **BENNIYOU, R., & AUBRY, C. (2012).** Diversité des exploitations agricoles et pratiques culturales en régions semi-arides : étude de cas des hauts plateaux sétifiens en Algérie. *Revue Africaine de Recherche Agricole*, 7 (48), 6363-6375.
- **BELLEMOU, A. (2012).** Étude des résultats d'essais de différentes techniques de semis du blé dur (*Chen's*) (Doctoral dissertation).
- **BELGASMI, Z., & MEZAACHE, M. (2012).** Etude de l'effet du semis direct sur la production céréalière en milieu semi-aride. Cas de la région de Sétif. (Doctoral dissertation, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF-M'SILA).
- **Belmekki, M., Mrabet, R., Moussadek, R., Halima, O. I., Boughlala, M., & El, M. (2013).** Impact des pratiques agricoles sur la stabilité structurale et la matière organique du sol dans les zones semi-arides Marocaines. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 4(2), 322-333.
- **BENSADEK, S., & ABDENACEUR., & BERRAH. (2014).** Contribution à l'étude de l'effet de désherbage sur la dynamique des adventices en agriculture de conservation dans la région de M'sila. (Doctoral dissertation, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF-M'SILA).
- **Baghem, O. (2018).** Effet des Techniques Culturales sur la Biodiversité Faunistique des céréales dans la zone Semi-aride (Doctoral dissertation).

- **BENDAOU, A. (2020).** *Le semis direct sous couvert végétal vivant: comme une solution alternative aux systèmes de cultures conventionnels en zones arides des steppes algériennes* (Doctoral dissertation, Université Mohamed Khider de Biskra).
- **BELIEL, A., et DJEMIAT, N. (2020).** Etude de l'effet de la rotation culturale conduite en semis direct en zone semis-aride dans la région de Sétif. (Doctoral dissertation, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF-M'SILA).
- **Chabane, I. (2018).** *Elaboration d'un système d'information sur l'agriculture de conservation dans la wilaya de Setif* (Doctoral dissertation).
- **CHEMISSA, A., & HAFIDI, I. (2020).** *Étude de l'analyse comparative de trois techniques culturales (SD, TCS et TC) sur la culture de blé dur (Triticum durum Desf.), en zone semi-aride dans la région de Sétif* (Doctoral dissertation, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF-M'SILA).
- **Diagne, R. (2013).** *Sécurité alimentaire et Libéralisation agricole* (Doctoral dissertation, Université Nice Sophia Antipolis).
- **GERSALLAH, N., (2012).** Comportement de la culture de blé vis-à-vis du semis direct en zone semi-aride. (UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF-M'SILA).
- **Huber, G., & Schaub, C. (2011).** La fertilité des sols: L'importance de la matière organique. *Agriculture et terroir, chambre d'agriculture Bas Rhin.*
- **KHAOUI, K., & MEROUCHE, R. (2019).** *Effets des itinéraires techniques sur le comportement du sol et la culture de blé dur (Triticum durum Desf.) en zone semi-aride. Cas de la région de Sétif* (Doctoral dissertation, Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila).
- **Laouina, A., Sabir, M., & Roose, É. (2010).** *Gestion durable des eaux et des sols au Maroc.* IRD Éditions.
- **MAAMRI, A., SILEM. M. (2010).** Contribution à l'étude de l'effet de la technique du semis direct sur la production céréalière en milieu semi-aride. Région de Sétif. (Doctoral dissertation, Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila).
- **Najimi, B., El Jaafari, S., Jlibène, M., & Jacquemin, J. M. (2003).** Applications des marqueurs moléculaires dans l'amélioration du blé tendre pour la résistance aux maladies et aux insectes. *BASE.*
- **NASRI, H., SOUADIA, D. (2014).** Etude de l'effet de la rotation culturale sur la dynamique des adventices en culture de céréales et fourrages en agriculture de conservation (semis direct) dans le milieu semi-aride. Cas de la région de M'sila. (Doctoral dissertation, Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila).
- **ODINA, C. (2017).** *Suivi de la dynamique des adventices dans les rotations culturales conduites en semis direct dans la région de Sétif* (Doctoral dissertation, Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila).
- **Roux, E. (2015).** Développement d'un outil d'aide au diagnostic pour la production de maïs permettant la réduction de la consommation en eaux d'irrigation et en traitements phytosanitaires (Doctoral dissertation, INSA de Toulouse).
- **REBIAI, R. (2017).** *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* (Doctoral dissertation, Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila).

- **Souici, S. (2010).** Effets des différents traitements culturaux sur les propriétés physiques d'un sol limono-argileux cultivé en blé dur.
- **SIYOUCEF, I., & LADGHEM, C.F.Z. (2015).** Etude de l'effet de désherbage sur la gestion des adventices en semis direct en zone semi-aride de la region de M'sila (Ouled Mnsour). (Doctoral dissertation, Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila).
- **TAYEB-BEY, H., & YAHIAOUI, S. (2017).** *Coûts et avantages de l'effet de différentes techniques de travail du sol: (travail conventionnel, technique culturale simplifiée et semis direct) sur la production de blé dur (Triticum durum. L.) en zone semi-aride. Région de Sétif* (Doctoral dissertation, Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila).
- **ZABI, K., & TARAFI, H. (2015).** Etude de l'effet de la rotation cultural sur la dynamique des adventices en culture céréalière en agriculture de conservation (semis direct) dans le milieu semi-aride. Cas de la région de M'sila. (Doctoral dissertation, Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila).

ملخص

تمت معالجة نتائج التوليف من التجارب التي أجريت في المناطق شبه قاحلة مثل: سطيف, برج بوعرييج, مسيلة. يبدو أن الزراعة القائمة على الحفظ وخاصة البذر المباشر وتقنيات الزراعة المبسطة يمكن أن تكون ذات أهمية لادماجها في أنظمة المحاصيل. يجب احترام الدورة الزراعية في نظام عدم الحراثة. يتم اختيار المحاصيل التي تشكل الدورة الزراعية والمناخية والاجتماعية والاقتصادية. تعتبر الطريقة الوحيدة للزراعة التي يتبناها الكثير من المزارعين ضائعة لأسباب المشاكل التي تواجه إنتاج الحبوب في المناطق الجافة وشبه القاحلة, والمرتبطة بقلة خصوبة التربة, وانتشار الامراض والحشرات, وتكاثر الاعشاب الضارة.

الكلمات المفتاحية

مناطق شبه جافة, زراعة الحبوب, البذر المباشر, العمل التقليدي, التقنية المبسطة

Résumé :

Les résultats de synthèse sont traités à partir des expériences menées dans des régions semi-arides comme : Sétif, Bordj-Bou-Argeridj et Msila. Il ressort que, l'agriculture de conservation et notamment le semis direct et les techniques culturales simplifiées peuvent se montrer intéressantes pour leur intégration dans les systèmes de culture, le cycle agricole doit être respecté dans le système de semis direct. Les cultures qui composent le cycle agricole sont sélectionnées en fonction des conditions agricoles, climatiques, sociales et économiques. La seule méthode de culture adoptée par de nombreux agriculteurs est considérée comme l'une des causes des problèmes rencontrés par la production céréalière dans les zones sèches et semi-arides, liés au manque de fertilité des sols, à la propagation des maladies et des insectes, et à la prolifération des mauvaises herbes.

Mots-clés : semis direct, semi-aride, blé dur, travail conventionnel, travail simplifié, profil hydrique, composants de rendement.

Abstract

The synthesis results are processed from the experiments carried out in semi-arid regions such as : Sétif, Bordj-Bou-Argeridj and M'sila. It appears that conservation agriculture and in particular direct sowing and simplified cultivation techniques can be of interest for their integration into cropping systems. The agricultural cycle must be respected in the direct seeding system. Crops that make up the agricultural cycle are selected according to agricultural, climate, social and economic conditions. The only method of culture adopted by many farmers is considered common of the causes of the problems faced by cereal production in dry and semi-arid areas, related to the lack of fertility of soils, the spread of diseases and insects.

Key words: Semi-arid region, grain cultivation, direct seeding, traditional plowing, simplified technology.