

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université 20 Août 1955 Skikda

Faculté des Sciences

Département des Sciences Agronomiques



Filière : Sciences Agronomiques

Option : systèmes de production agroécologique

Mémoire de fin d'études :

En vue de l'obtention du diplôme de Master II en sciences agronomiques

Thème :

L'effet de l'agriculture de conservation sur le comportement du blé dur (*Triticum durum*) dans l'est Algérien (cas de Constantine et Sétif)

Présenté par :

- NEGHOUCHE Houssam Eddine
- KAMECHE Roufaïda

Membres de Jury:

Mme : SAYED I.	(MCB) Présidente	Université du 20 Août 1955 – Skikda
Mme : HAMRAKROUHA S.	(MAA) Examinatrice	Université du 20 Août 1955 – Skikda
Mme : GHOUAR W.	(MAA) Promotrice	Université du 20 Août 1955 – Skikda

Année universitaire : 2022-2023

Remerciements

Nous remercions tout d'abord :

ALAH Le Tout Puissant,

D'avoir nous donné le courage et la patience pour mener à terme cet humble travail.

Nous tenons à remercier vivement ;

M.Ghouar wassila notre promotrice,

Pour avoir accepté de nous encadrer, orienter et donner les plus amples conseils précieux qui nous ont permis de s'affranchir des écueils rencontrés tout au long de la période de réalisation de ce présent travail et permettant ainsi son bon déroulement.

Nos vifs remerciements s'adressent, également,

Aux membres du jury,

Pour avoir accepté avec un bon cœur d'évaluer cette étude.

Enfin, un grand merci ;

A toute personne ayant contribué, de façon directe ou indirecte, à l'accomplissement de ce travail.

Merci

DEDICACE

**JE DÉDIE CE MODESTE TRAVAIL A,
MA MAMAN,
RACHIDA**

*Qui m'a soutenu et m'a encouragé durant ces années d'études...
Qu'elle trouve ici le témoignage de ma profonde reconnaissance.*

**MON PAPA,
NASR EDDINE**

*Qui a travaillé dur, fait tous les efforts et m'a soutenu financièrement et
moralement de tout ce qu'il pouvait*

MES FRÈRES ,

MOHAMED LAMINE , HAYTHEM

MES CHERES AMIS,

MEHDI , WAIL , ABDELFETAH ,

...A TOUTE LA FAMILLE NEGHOUCHE

...A TOUS CEUX QUI M'AIMENT...

...A TOUS CEUX QUE J'AIME ...



HOUSSEM EDDINE

DÉDICACE

**JE DÉDIE CE MODESTE TRAVAIL A,
MA MAMAN,
ZGHOUD**

*Qui m'a soutenu et m'a encouragé durant ces années d'études...
Qu'elle trouve ici le témoignage de ma profonde reconnaissance.*

**MON PAPA,
AHCENE**

*Qui a travaillé dur, fait tous les efforts et m'a soutenu financièrement et
moralement de tout ce qu'il pouvait*

**MON MARI
YOUNES MOSBAH**

Qui m'aide et soutenu moralement

MES ADORABLES FRÈRES ,

Imad , Ramzi ,Wail

MES CHERES AMIES,

Yousra , Salsabil , Feryal , Radia, Rayan ...

...A TOUT LA FAMILLE KAMECHE ET MAT ...

...A TOUS CEUX QUI M'AIMENT...

...A TOUS CE QUE J'AIME ...



ROUFAIDA

Liste des tableaux

N°	Titre des tableaux	page
Chapitre I		
Tableau 1	Composition moyenne des grains de blé(en%)	8
Tableau 2	Coefficients culturaux du blé dur	12
Chapitre II		
Tableau 3	Les conditions expérimentales à Constantine (OUANZAR, 2012) et à Sétif (REBIAI, 2018).	22
Chapitre III		
Tableau 4	Les moyennes des variables mesurées de Constantine (OUANZAR, 2012) et de Sétif (REBIAI, 2018).	25

Liste des Figures

N°	Titre de figure	Page
Chapitre I		
Figures 1	Coupe d'un grain de blé (Fredot, 2005)	7
Figures 2	Le cycle de développement du blé (Soltner, 2005)	10
Figures 3	Les principes fondamentaux de l'agriculture de conservation (FAO 2015)	14

Sommaire

Introduction	01
<i>Chapitre I: Synthèse bibliographique</i>	
1. Culture du blé dur	
1.1. l'agriculture de blé	04
1.2. Historique du blé	04
1.3. Importance des céréales	04
1.3.1. Importance alimentaire	04
1.3.2. Importance économique	05
1.4. Origine du blé	05
1.5. Caractéristiques morphologiques du blé	05
1.5.1. Description morphologique	05
1.5.1.1. Description du grain du blé dur	05
1.5.1.1.1. Structure extérieure	06
1.5.1.1.2. Structure interne	06
1.5.1.2. La plante	08
1.5.1.2.1. Le système racinaire	08
1.5.1.2.2. Partie aérienne	08
1.5.1.3 Appareil reproducteur	09
1.6. Le cycle de développement du blé	09
1.6.1. La phase végétative	09
1.6.1.1. La germination-levée	09
1.6.1.2. Tallage	10
1.6.2. La phase reproductrice	10
1.6.2.1. Stade montaison	10
1.6.2.2. Stade épiaison, fécondation	11
1.7. Exigences du blé dur	11
1.7.1. Exigences climatiques	11
1.7.1.1. Température	11
1.7.1.2. Lumière	11
1.7.2. Exigences édaphiques	11
1.7.3. Exigences en eau	12
1.8. Les contraintes de la production de blé en Algérie	12
1.8.1. Les contraintes climatiques	12
1.8.1.1. Le stress thermique	12
1.8.1.2. Le stress hydrique	13
1.8.2. Les contraintes édaphiques	13
2. L'agriculture de conservation	13
2.1 Généralité sur L'agriculture de conservation	13
2.1.1 Définition	13
2.1.2 Principes	14
2.2. Développement de la technique de conservation du sol dans le monde	15
2.3. Les techniques de travail du sol	16
2.3.1. Travail conventionnel	16
2.3.1.1. Définition	16
2.3.1.1.1. Travail primaire du sol	16

2.3.1.1.2. Travail secondaire	17
2.3.1.1.3. Préparation du lit de semence	17
2.3.1.2. Avantages et inconvénients de travail conventionnel	17
2.3.1.2.1. Avantages	17
2.3.1.2.2. Inconvénients	18
2.3.2. Techniques culturales simplifiées	18
2.3.2.1. Définition	18
2.3.2.2. Le principe des techniques culturales simplifiées	18
2.3.2.2.1. Travail primaire	19
2.3.2.2.2. Travail secondaire	19
2.3.2.3. Avantages et Inconvénients de techniques culturales simplifiées	19
2.3.2.3.1. Avantages	19
2.3.2.3.2. Inconvénients	19

Chapitre II : METHODOLOGIE DE TRAVAIL

1. Les conditions expérimentales des essais précédemment réalisées	22
--	----

Chapitre III : SYNTHESE DES RESULTATS

1. Effet du travail du sol conventionnel et des techniques de conservation sur le rendement et ses composantes du blé dur dans la région de Sétif et Constantine	25
1.1. Nombre de plants levés par m ²	25
1.2. Nombre d'épis par m ²	26
1.3. Nombre de grains par épi	26
1.4. Poids de mille grains	26
1.5. Le rendement grain	27
Conclusion	
Références bibliographiques	

Introduction

Introduction

La pratique du labour profond est la technique de travail du sol la plus répandue, en Algérie et le monde. Cette pratique a permis, dès l'introduction de la charrue, d'augmenter le rendement des céréales grâce notamment à son action sur le développement des adventices, lamies à disposition de la culture d'une couche arable plus conséquente, la minéralisation rapide de la matière organique et le stockage de l'eau du sol. Cette pratique est cependant soupçonnée d'être à l'origine des problèmes de fertilité et d'érosion des sols qui deviennent plus apparents dans certaines régions du monde (Lyons et al. 1996 ; Stewart,2007).

Des techniques alternatives au labour profond ont été développées pour contre ces problèmes, dont entre autres la simplification des techniques culturales dite techniques culturales simplifiée ou labour minimum (Lal et al. 2007;Kribaa et al. 2001).Ces alternatives au labour profond sont considérées comme une nouvelle façon de pratiquer l'agriculture pour assurer la durabilité du sol. Dans le cas où les résidus des cultures, au moins 30%, sont laissés en surface du sol, une telle pratique est dite agriculture de conservation (Labreucheetal., 2007).

Selon Kassam et al (2012), en agriculture de conservation, la présence des résidus en surface du sol et la limitation des perturbations verticales du sol réduisent l'érosion éolienne et hydrique. Elle limite les pertes de la matière organique et favorisent l'activité biologique des sols. L'adoption de l'agriculture de conservation induit une réduction des charges due à la réduction ou la suppression complète du labour. Les charges qu'elle peut réduire sont celles relatives aux combustibles, à la machinerie et à la main d'oeuvre (Bouguendouz et al. 2011).Le développement de l'agriculture de conservation est accompagné, le plus souvent, d'une utilisation croissante d'herbicides nécessaires au contrôle du développement des adventices suite à l'abandon du labour. Ceci pose le problème du potentiel de pollution des eaux de surface par l'utilisation croissante des herbicides (Teasdale et al.2007).

De nombreux travaux montrent aussi que le remplacement du labour par un travail simplifié entraîne une augmentation de la densité du sol et un grand développement des plantes adventices. (Guérif, 1994, Rasmussen, 1999, Maillard et Al ,2004), pensent que c'est un indicateur d'une augmentation du rôle de l'activité biologique dans la formation des pores, et le développement de la végétation .Tebrugge et During (1999) montrent que le labour crée artificiellement une grande porosité, avec une grande destruction des adventices.

L'agriculture de conservation connaît un regain d'intérêt en Algérie depuis l'année 2006, date à laquelle une association d'agriculteurs a été créé pour vulgariser cette pratique (Bouzerzour et al., 2006). Depuis cette date, l'Institut Technique des Grandes Cultures s'est associé à

Introduction

l'initiative pour étendre cette pratique à plusieurs régions du pays. Les résultats des premiers essais indiquent le plus souvent l'avantage du travail minimum par apport au labour conventionnel (Kribaa et al., 2001 ; Abdellaoui et al., 2006, Fellahi et al., 2010, Chenaffi et al.,2011).

L'objectif de ce travail est de comparer l'effet des différentes techniques de conservation et de travail conventionnel du sol sur le rendement et ses composantes, à partir des résultats des travaux précédents sur les régions de Constantine pris l'étude d'OUANZAR (2012), et Sétif par le travail de REBIAI (2018).

Ce travail comprend les chapitres suivants:

- Revue bibliographique.
- Méthodologie de travail.
- Synthèse des résultats.

CHAPITRE I

Synthèse

bibliographique

1.1. L'agriculture de blé

Le blé fait partie des trois grandes céréales avec le maïs et le riz. C'est la troisième espèce par importance de la récolte mondiale, et la plus consommée par l'homme. En Algérie, Le blé est cultivé pour son grain, c'est une culture qui occupe de grandes surfaces. Nous distinguons deux espèces de blé: le blé dur et le blé tendre. Ces deux espèces, se différencient par la friabilité de l'amande. L'amande du blé dur est jaune et plus dure, tandis que celle du blé tendre est blanche et friable. Au moulin, les graines de blé tendre sont broyées en farine, qui sert à la fabrication de pains, de pizzas, de viennoiseries. A la semoulerie, le blé dur est considéré comme l'un des principaux aliments pour les populations comme a été la base de l'alimentation des premières civilisations humaines (Feldmen et Sears, 1981). Ses grains sont broyés en semoules, qui servent à la fabrication de pâtes et de couscous.

1.2. Historique du blé

La culture des céréales a permis l'essor des grandes civilisations, parce qu'elle a constitué l'une des premières activités agricoles. Le nomadisme a progressivement laissé la place à la sédentarité qui permet la culture des céréales. Le blé est l'une de ces céréales connue depuis l'Antiquité. Sa culture remontée au mésolithique vers 7000 avant Jésus-Christ (Ruel, 2006). Le blé dur provient des territoires de la Turquie, de la Syrie, de l'Iraq et de l'Iran (Feldman 2001). Les espèces connues sous le nom de blé sont variées: le genre *Triticum* (du latin *Tritus*, us=broiement, frottement): le blé moderne (froment), l'orge (*Hordeum*) et le seigle (*Secale cereale*), le blé noir (sarrasin).

Les premiers procédés de panification ont été élaborés par les Egyptiens 300 ans avant JC, qui préparaient déjà les premières galettes à base de blé. L'homme acquiert son autosuffisance alimentaire en produisant sa propre nourriture où apparaissaient les premiers échanges commerciaux. Grâce au Hébreux, Grecs et enfin Romains est et devenue, un des constituant essentiel de l'alimentation humaine à travers l'Europe. Les techniques de panifications ont connues des améliorations par la suite (Yves et de Buyer., 2000).

1.3. Importance des céréales**1.3.1. Importance alimentaire**

Les blés représentent la première ressource alimentaire de l'humanité, et la source de protéines. Ils fournissent également une ressource privilégiée pour l'alimentation animale et

de multiples applications industrielles. La presque totalité de la nutrition de la population mondiale est fournie par les aliments en grains dont 95% sont produits par les principales cultures céréalières (Bonjean et Picard, 1991). Dans le monde les céréales constituent la composante de base de l'agriculture. Selon le centre international du commerce en 2017, la production mondiale du blé a atteint 735 contre 752 millions de tonnes en 2016. Les perspectives pour la production mondiale de blé en 2017-2018 restent la plupart du temps bonnes avec une légère baisse de 2,7% par rapport à l'année passée (FAO, 2017).

1.3.2. Importance économique

En Algérie, les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale. Cette caractéristique est perçue d'une manière claire à travers toutes les phases de la filière (Djermoun, 2009). Le blé constitue une espèce de céréale particulièrement importante, occupant une place centrale par rapport aux autres céréales. Les informations issues du ministère de l'agriculture montrent que les superficies emblavées et récoltées en blé dur ont connu une augmentation de 2,4% et 10,05% respectivement en 2014-2015 comparativement à la campagne écoulée et la moyenne de production de blé dur avait augmenté de 61% au cours de la période 2009- 2015 (21 millions de quintaux) par rapport en 2000-2008 (13,5 millions de quintaux). (Djermoun, 2009).

1.4. Origine du blé

Le blé constitue le genre *Triticum* qui comporte de nombreuses espèces. Génétiquement, elles sont classées en trois groupes: diploïdes (*Triticum monococcum*: 14 chromosomes), tétraploïdes (*Triticum turgidum*: 28 chromosomes), et hexaploïdes (*Triticum aestivum*: 42 chromosomes). Le blé dur est un hybride issu du croisement aléatoire et naturel de l'espèce *Triticum monococcum* (sauvage) et une herbe spontanée au blé appelée *Aegilops speltoides*, qui sont rencontrées dans la même aire géographique (Belaid, 1996).

1.5. Caractéristiques morphologiques du blé

1.5.1. Description morphologique

1.5.1.1. Description du grain du blé dur

Le grain est un fruit, dont le nom botanique est caryopse. Le fruit proprement dit se réduit à la partie externe constituée par des enveloppes (téguments) très sèches et dures. Celles-ci

assurent la protection du grain qu'elles renferment et sont formées de tissus provenant de la plante mère (Fredot, 2005).

1.5.1.1.1. Structure extérieure

Le grain du blé a une longueur variant de 5,5 à 7,5mm, son diamètre varie de 3 à 4mm.

1.5.1.1.2. Structure interne

a. L'Écorce

Selon Fredot (2005), elle représente environ 17% du poids du grain. Elle est constituée de plusieurs couches (figure1):

- Le péricarpe est une enveloppe avec des cellules dont la membrane est épaisse et dont l'utilisation digestive est médiocre.
- Le tégument séminale contient les colorants du grain qui lui donnent sa couleur jaune marron.
- La bande hyaline est un ensemble de cellules transparentes.
- L'assise protéique ou couche «aleurone»(Aleurone étant une substance protidique de réserve) qui est riche en protéines, vitamines (elle contient près du 1/3 des vitamines B1 et B2 ainsi, environ les 2/3 des vitamines B6 et B3 du grain),minéraux, lipides ,cellulose et lignine.

b. L'Albumen ou Amande

Elle représente 80 % du poids du grain et sa partie inférieure est délimitée par le germe. C'est une substance blanche, friable, constituée d'un ensemble de grains d'amidon (70 % de l'amidon total) entourés par un réseau de gluten (nature protéique) mais elle est pauvre en minéraux. Le gluten est responsable de l'élasticité de la pâte malaxée ainsi que de la masticabilité des produits à base de céréales cuits au four(Fredot, 2005).

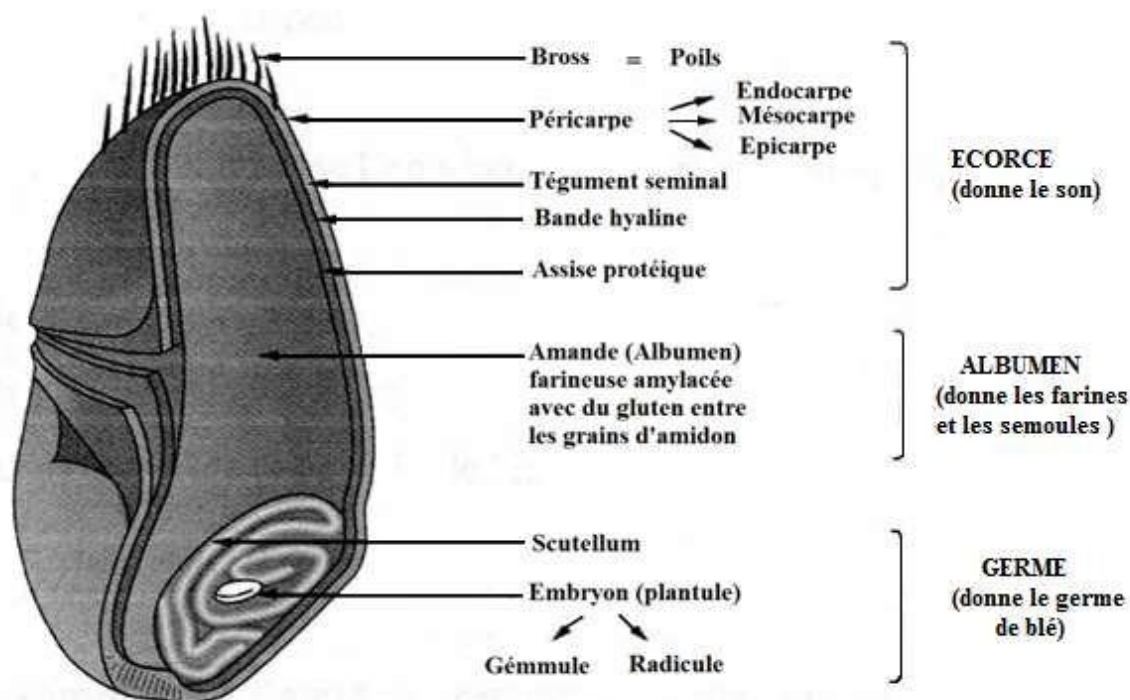


Figure N°01: Coupe d'un grain de blé (Fredot,2005)

c. Le germe

Il représente 3 % du poids du grain et il est riche en vitamines et lipides. D'après Fredot(2005),il est constitué de 2 parties:

- L'embryon (figure 01): est la partie essentielle de la graine permettant la reproduction de la plante ;en se développant il devient à son tour une jeune plante.

Du fait qu'il contient beaucoup de matières grasses (environ15%), ou d'huiles, et qu'il pourrait donc rancir, le germe est souvent éliminé lors du nettoyage des grains. Les embryons de céréales sont vendus dans les boutiques de diététiques car ils sont considérés comme très sains en raison de leur haute teneur en sels minéraux, vitamines, protéines et huiles.

- Le scutellum (figure 01) qui entoure l'embryon, le protège et joue un rôle nourricier. (Fredot,2005)

Tableau N°1 : Composition moyenne des grains de blé(en%).

Espèce	Eau	Amidon et petits glucides	Lipides	Cellulose hémicelluloses et pentosanes	Minéraux	Vitamines en mg pour 100g de grain
Blé	13	65	1.7	4.9	3.0	6.64

(GodonetWilliam, 1991)

1.5.1.2. La plante

1.5.1.2.1. Le système racinaire

Deux sortes de racines.

a. Les racines primaires

Un système racinaire primaire ou séminal, fonctionnel dès la germination. Il ne se forme en général que de 6 racines séminales (Monneveux,1992).

b. Système racinaire fasciculé

Le système racinaire secondaire appelé racines adventices est du type fasciculé, qui se forme au tallage et remplace donc progressivement le précédent. La densité racinaire est d'autant plus forte que la phase de tallage plus longue. Les racines adventices atteignent leur grande activité au stade floraison puis rentrent en sénescence (Boulaletal.,2007).

1.5.1.2.2. Partie aérienne

a. Tige

La partie aérienne est constituée d'une tige principale appelée le maître bruncylindrique, lisse, plus ou moins creuse et des tiges secondaires appelées talles qui apparaissent à la base de la plante (Boulaletal.,2007).

b. Feuilles

Le blé est une plante herbacée connue par ses feuilles assez longues. La feuille est composée de deux parties : une partie supérieure en forme de lame qui compose le limbe et une partie inférieure formant la gaine (Soltner,1980).

1.5.1.3 Appareil reproducteur

L'inflorescence du blé dur est un épi muni d'un rachis qui porte des épillets. Ces derniers sont séparés par de courts entre nœuds .Chaque épillet est formé de deux glumes (bractées) portant de deux à cinq fleurs distinctes sur une rachéole. Chaque fleur est dépourvue de pétales, elle est entourée de deux glumelles. Elle comporte trois étamines d'une forme en x et un ovaire surmonté de deux styles plumeux constituant les pièces femelles Le plus souvent, le pollen est relâché avant que les étamines ne sortent de la fleur. Il s'attache alors aux stigmates, où peut se produire la fécondation (Prats, 1966).

1.6. Le cycle de développement du blé

Le cycle de développement du blé est constitué d'une série d'étapes séparées par des stades repérés, permettant de diviser en deux phases la vie des céréales (Figure 02). Une phase végétative durant laquelle, la plante ne se différencie que des feuilles et des racines ; une phase reproductrice dominée par l'apparition de l'épi et la formation du grain(Soltner, 2005).

1. 6.1. La phase végétative

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

1.6.1.1. La germination-levée

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

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

1.6.1.2. Tallage

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

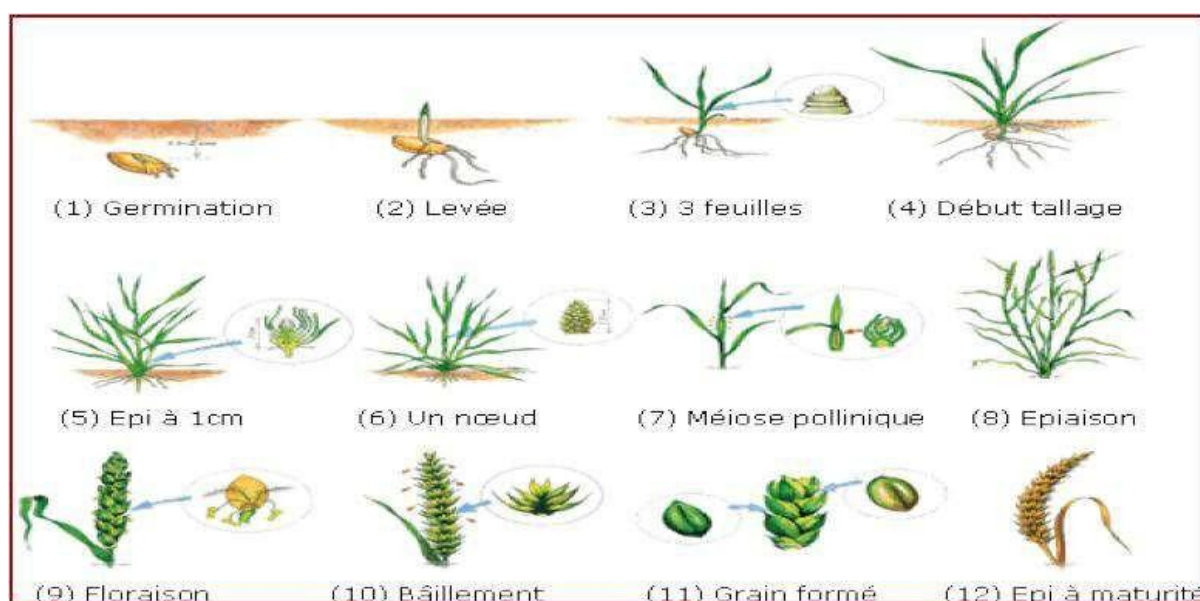


Figure N°2 : Le cycle de développement du blé (Soltner,2005).

1.6.2. La phase reproductive

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

1.6.2.1. Stade montaison

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

1.6.2.2. Stade épiaison, fécondation

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

1.7. Exigences du blé dur

1.7.1. Exigences climatiques

1.7.1.1. Température

La physiologie du blé est conditionnée par la température durant tout le cycle (Ruel, 1996). La vitesse de développement du blé dépend de la température, l'optimum de croissance se situe entre 20 et 26°C. Une diminution de la température durant est une exigence pour certaines variétés dites d'hiver, Cependant les très basses températures à la germination et au début tallage peuvent être à l'origine d'importants dégâts à cause de la faible résistance de blé au froid durant cette phase (ClementetPrats, 1970).

1.7.1.2. Lumière

Le blé d'hiver est le type de plante de jours longs. Sa floraison est en effet favorisée par l'allongement du jour; 12 à 14 heures selon l'espèce et la variété; sont indispensables pour permettre le démarrage de la phase reproductrice La durée du jour (photopériodisme) est nécessaire pour la réalisation du stade précédant la montaison. La photosynthèse est très influencée par l'intensité lumineuse et l'aération (Soltner, 2007).

1.7.2. Exigences édaphiques

Le blé s'adapte sur une gamme assez importante de sols, principalement les terres limono-argilo-calcaires et argilo-siliceuses (Moule, 1980).

D'après Soltner (1990), Les sols à texture fine permettent un bon contact des racines fasciculées du blé avec les particules en assurant donc une bonne nutrition et par conséquent la culture atteint de bon rendement. Le pH optimal convenant à la culture du blé est situé entre 6 à 8.

1.7.3. Exigences en eau

L'eau joue un rôle important dans la croissance de la plante (Soltner, 1990), elle constitue un facteur limitant de la croissance du blé car il influe sur l'élaboration de la matière sèche dès la germination (Moule, 1980), la germination ne se réalise qu'à partir d'un degré d'imbibition d'eau de 30%. Les besoins en eau sont importants durant le stade épi 1 cm. La période critique en eau se situe entre 20 jours avant l'épiaison jusqu'à 30 à 35 jours après la floraison (Loue, 1982).

La répartition des besoins en eau du blé dur sur tout le cycle est exprimée par les coefficients culturaux résumés dans le tableau 2 (FAO, 1980)

Tableau N°2: Coefficients culturaux du blé dur.

Stade	Initial	Développement	Intermédiaire	Final	Récolte
KC	0.3-0.4	0.7-0.8	1.05-1.2	0.65-0.7	0.2-0.25

1.8. Les contraintes de la production de blé en Algérie

1.8.1. Les contraintes climatiques

1.8.1.1. Le stress thermique

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

L'altitude et un climat de type méditerranéen imposent un hiver très froid et pluvieux, le froid hivernal limite la croissance au moment où l'eau est disponible et allonge le cycle de la plante

pour l'exposer à la sécheresse du début de l'été (Chenaffi et al.,2006). Les dégâts de gel tardif sont très fréquents sur céréales, rendant l'adoption des variétés précoces trop risquée (Bouzerzour et Benmahammed, 1994). L'adoption de la stratégie de l'esquive comme moyen pour échapper au stress thermique de fin de cycle, est peu opérante dans le cas où les génotypes précoces sélectionnés ne sont pas génétiquement résistant au froid (Mekhlouf et al.,2006).

1.8.1.2. Le stress hydrique

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

1.8.2. Les contraintes édaphiques

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

2. L'agriculture de conservation

2.1. Généralité sur L'agriculture de conservation

2.1.1. Définition

Selon la FAO, (2003) «L'agriculture de conservation vise des systèmes agricoles durables et rentables et tend à améliorer les conditions de vie des exploitants au travers de la mise en

œuvre simultanée de trois principes à l'échelle de la parcelle: le travail minimal du sol ; les associations et les rotations culturales et la couverture du sol».

L'agriculture de conservation maintient une couverture organique du sol, permanente ou semi-permanente, se composant d'une plante vivante ou d'un paillis mort. La fonction de la couverture organique est de protéger physiquement le sol contre le soleil, la pluie et le vent et de nourrir les organismes vivants du sol. Par la suite, les microorganismes et la faune du sol assureront la fonction de labour et l'équilibre nutritif du sol, maintenant de ce fait la capacité de résilience du sol(Derpsch,2001;FAO,2003).

2.1.2. Principes

L'agriculture de conservation est une méthode de gestion des agro-écosystèmes qui a pour but une amélioration soutenue de la productivité, une augmentation des profits ainsi que de la sécurité alimentaire toute en préservant et en améliorant les ressources et l'environnement. L'agriculture de conservation se caractérise par trois principes reliés(Figure03),à savoir:

1-Un travail minimal du sol (allant jusqu'à son absence totale de ce dernier, cas des systèmes de semis direct).

2-Une couverture (permanente) du sol par un mulch végétal vivant ou mort (paille).

3-Une diversification systématique des espèces cultivées, en association culturale et/ou rotation, notamment en cultures annuelles et pérennes (FAO, 2015).

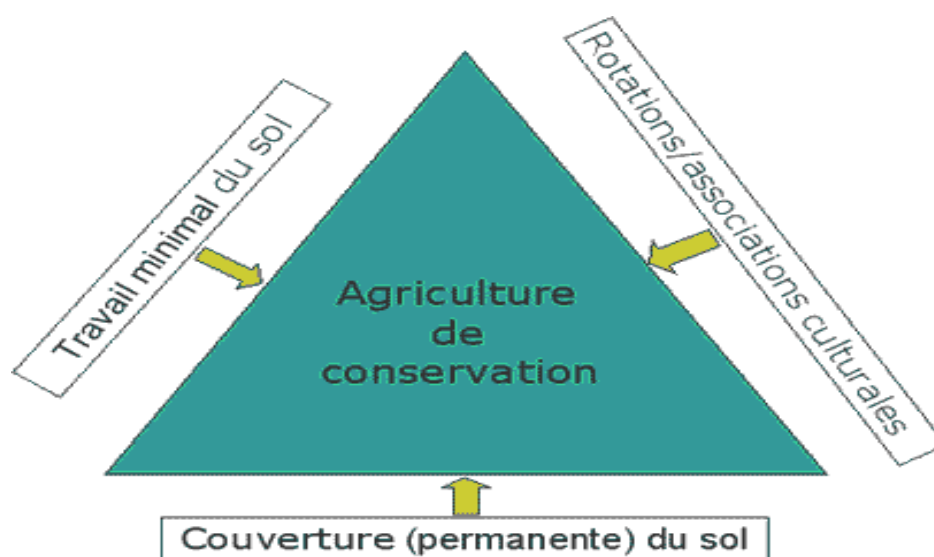


Figure N°03: Les principes fondamentaux de l'agriculture de conservation (FAO2015).

2.2. Développement de la technique de conservation du sol dans le monde

Actuellement, toutes les techniques de travail du sol caractérisées par le non retournement de la bande superficielle du sol sont dénommées «techniques culturales de conservation du sol». Cette dernière s'étend sur près de 111 millions d'hectares dans le monde, dans des environnements et climats très contrastés (Derpsch et Friedrich, 2009). Les principales causes de son développement rapide sont la conservation des sols, la conservation de l'eau, l'augmentation de la productivité des sols, la réduction des coûts du travail et le souci environnemental. Les pays leaders en technique de conservation du sol sont les Etats-Unis, la France, le Brésil, le Canada et l'Australie (La breuche et al. 2007; Derpsch et Friedrich, 2009).

Les autres pays ont commencé à adopter la technique de conservation du sol après la conférence internationale tenue en octobre 2001 à Madrid (Derpsch et Friedrich, 2009). Les membres de l'organisation FAO sont d'accord, d'une part, pour identifier le terme

«Technique de conservation du sol» comme terme générique des termes de travail du sol superficiel, le non labour, no tillage, et d'autre part, pour adopter ce dernier système comme un système de production agricole durable. L'adoption de ce système est motivée par des considérations à la fois agronomiques et environnementales, mais aussi économiques (Derpsch et Friedrich, 2009).

De ce fait, la FAO décompose la technique culturale de conservation du sol en trois éléments essentiels : la réduction du travail du sol avec l'absence de retournement des couches du sol et/ou implantation de cultures en semis direct, le maintien d'un couvert végétal permanent (mort ou vivant) et l'adoption d'une rotation suffisamment longue et variée (Derpsch et Friedrich, 2009).

En Algérie, les premiers essais en agriculture de conservation remontent à l'an 2004, plus précisément, après la tenue des 2 RMSD 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 al., 2010; Zaghouane et al., 2011). Et dans le prolongement de l'atelier de formation tenu à l'ITMAS de Sétif en Juin 2009, l'agriculture de conservation en Algérie a connu une extension appréciable. Un programme pilote est communément arrêté pour introduire et vulgariser ce type d'agriculture au niveau national,

sur une superficie de 1 715 ha (60 ha en TCS et 1655 ha en SD), et dont les résultats permettront d'être diffusés dans les zones céréalières algériennes concernées par l'agriculture pluviale. Dix (10) wilayas participent à ce programme pilote, à savoir : Sétif, Bordj Bou Arréridj, Mila, Constantine, Oum El Bouaghi, Khenchla, Ain Témouchent, Sidi Bel Abbès, Tiaret et Saida (DDAZASA, 2009).

D'après Zaghouane et al. (2011), beaucoup d'agriculteurs adhèrent au programme d'agriculture de conservation à travers les différentes zones agro-écologiques. En terme de développement dans les exploitations agricoles, la superficie est passée de 1 523 ha, en 2009-2010 dans huit (8) wilayas, à 5 559 ha en 2010-2011 à travers douze (12) wilayas (3 826 ha en TCS et 1 733 ha en SD). En fait, la superficie a enregistré un accroissement de 4 036 ha, ce qui équivaut à une augmentation de 265% par rapport aux emblavures en SD et TCS de la campagne 2009-2010.

2.3. Les techniques de travail du sol

La préparation du sol est l'une des principales techniques culturales responsables du bon développement des cultures et garantissant en grande partie le haut rendement. Elle permet l'entretien du sol et la réorganisation de sa structure en vue d'accueillir une culture dans les meilleures conditions agronomiques et économiques (Roger-Estrade et al., 2011).

2.3.1. Travail conventionnel

2.3.1.1. Définition

Le travail du sol conventionnel ou labour consiste à découper une bande de terre et la retourner. Les outils mis en œuvre sont les charrues à socs ou à disque. La profondeur de travail varie en fonction du type d'outils et peut atteindre 25 à 35 cm (Aboudrare, 2009).

2.3.1.1.1 Travail primaire du sol

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

2.3.1.1..2.Travail secondaire

Le travail secondaire est un ameublissement du sol sans retournement c'est-à-dire la réduction de la taille des mottes issue du labour(Diehl,1995).

2.3.1.1.3. Préparation du lit de semence

La préparation de lit de semences est la dernière étape du travail conventionnel. Cette opération dont l'action est superficielle est destinée à affiner la préparation de lit de semence.

Elle consiste à réaliser un hersage–roulage (Biosgontier, 1999). La préparation du lit de semences consiste un ensemble d'opérations de travail du sol superficiel (5 à 10 cm)réalisées à l'aide d'outils à dents attelés (cultivateurs légers)ou bien à pointes(herse).Autre à disque ou d'outils animés par la prise de force du tracteur (houe rotative, machine à bêcher, herse alternative, herse rotative).

L'objectif premier de ces opérations est d'obtenir un état de la couche la plus superficielle du sol qui soit favorable à la germination et à la levée des cultures (Biosgontier,1999).

2.3.1.2. Avantages et inconvénients de travail conventionnel**2.3.1.2.1. Avantages**

Les principaux avantages sont tout d'abord, la permission d'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. Ainsi, l'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). En effet, le débarrassage des mauvaises herbes, des parasites animaux ou végétaux et des résidus gênants de la culture suivante. Ajoutant, la facilité de la mise en place et l'implantation des cultures en favorisant l'approvisionnement en eau, en augmentant la circulation de l'air dans le sol, en régulant la température et en réduisant les anomalies structurales; tassement, battance et lissage. Egalement l'enfouissement de la matière organique et la favorisation des micro-organismes. Et enfin, le mélange des engrais chimiques et organique du profil, et la création d'une structure légèrement motteuse en particulier dans les sols limono-sableux (Chopart et pitrot, 1996 in Mémento de l'agronome,2009).

2.3.1.2.2. Inconvénients

Premièrement le retournement excessif du sol, remontant de la terre infertile de profondeur à la surface, deuxièmement un travail en sol humide, provoque une compacité importante, troisièmement un travail trop rapide produisant beaucoup de la terre fine ce qui favorise l'érosion, quatrièmement il risque de bouleverser l'équilibre biologique du sol, enfin la technique est considéré comme un facteur important de la destruction de la stabilité structurale (Chopart et Pitrot,1996 in Mémento de l'agronome,2009).

2.3.2. Techniques culturales simplifiées

2.3.2.1. Définition

Les techniques culturales simplifiées TCS ou encore appelé les techniques de conservation des sols. D'après plusieurs auteurs, elles consistent à supprimer le labour profond et réduire les travaux de préparation du sol pour l'implantation des cultures. Il s'agit en fait, de travailler la terre superficiellement (du genre déchaumage et scarifiage) pour l'enfouissement d'une partie des résidus de récolte par des outils spécifiques à ces techniques dont la profondeur du travail est de 5 à 10 cm. Il est affirmé qu'en profondeur la faune du sol notamment les vers de terre s'occupent du reste de travail du sol (Soltner,1998).

2.3.2.2. Le principe des techniques culturales simplifiées

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

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

cultivateur à dents (pour le travail moyen entre 10 et 15cm), la herse (pour le travail superficiel entre 5 et 8cm).

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

2.3.2.2.1. Travail primaire

Étape au cours de laquelle le sol est brisé ou soulevé plutôt que retourné.

2.3.2.2.2. Travail secondaire

Étape au cours de laquelle on effectue la préparation du lit de semence, le nivellement de la surface du sol et l'incorporation des engrais et herbicides (Mathieu, 2004).

2.3.2.3. Avantages et Inconvénients de techniques culturales simplifiées

2.3.2.3.1. Avantages

Selon Aboudrare (2009), les plus importants sont les suivants:

- Elles permettent la conservation de la ressource sol, à travers l'amélioration de l'infiltration de l'eau surtout si les résidus végétaux sont maintenus en surface et la limitation de la dégradation de la structure du sol (compactage, tassement) due aux passages successifs des engins agricoles.
- La conservation de l'eau dans le sol avec l'amélioration de leur infiltration et la réduction de l'évaporation. Ces phénomènes sont accentués par la présence de résidus de culture en surface.
- Elles contribuent à l'amélioration de la rentabilité des cultures à travers l'économie d'énergie et du temps.

2.3.2.3.2. Inconvénients

Peuvent être résumés dans les points suivants:

- Elles ne s'adaptent pas à tous les types de sol et de culture, ce qui pose un problème de leurs applications. Certaines cultures, comme la pomme de terre, ne sont pas adaptées aux techniques simplifiées.

- La suppression des adventices est insuffisante, ce qui implique une lutte chimique (El-Brahli et Mrabet, 2000).

CHAPITRE II

METHODOLOGIE

DE TRAVAIL

1- Les conditions expérimentales des essais précédemment réalisées :

Le déroulement des deux essais choisis pour la comparaison de l'effet des techniques de conservation et du labour du sol sur le rendement et ses composantes sont, la région de Constantine (Lekhroub), pris l'exemple de OUANZAR (2012) et Sétif (R'mada) à partir de l'essai de REBIAI (2018). Ont été résumés dans le tableau 03 comme suit:

Tableau N°03. Les conditions expérimentales à Constantine (OUANZAR, 2012) et à Sétif (REBIAI, 2018).

Régions choisies Conditions et techniques agricoles	Constantine (OUANZAR, 2012)	Sétif (REBIAI, 2018)
Site expérimental	ITGC de Lekhroub (2010/ 2011)	ITGC de Sétif (2017/ 2018)
Climat	Semi- aride	Semi- aride
Travail du sol	<p>-Conventionnel du sol TC, au Février 2010, avec charrue à socs. suivi des deux passages croisés du cover-crop, en d'Avril et de Mai. en Décembre 2010, un double passage du cover crop et de la herse.</p> <p>- Travail superficiel TS, en Décembre 2010 avec un chisel et de la herse.</p> <p>- Le semis direct SD, Aucune préparation du sol n'a été réalisée.</p>	<p>- Conventionnel du sol, le 21/11/2017, suivi par un passage de cover-crop le 06/12/2017 et un hersage le 13 /12/2017.</p> <p>- Travail superficiel, avec Un passage de cultivateur à dents, suivi par un passage de la herse ; qui ont été réalisés en 06/12/2017.</p> <p>- Le semis direct, Aucune préparation du sol n'a été réalisée.</p>
Matériel végétal utilisé	Le cultivar GTA dur -	- La variété Bousselam
date de semis	-Le semis est réalisé le 19 janvier 2011, à raison de 300 graines/ m².	- Le semis, il a été réalisé le 14/12/2017.
Engrais	-L'épandage de 100 kg ha-1 de superphosphate à 46%.	-Superphosphate de 85 Kg / ha Avant semis TC et TCS (13/12/2017) et SD (14/12/2017).

	- Urée 46 % au Mars.	-Urée 46 % au stade trois feuilles 12/02/2018 -60 Kg / ha au stade épi un centimètre 12/03/2018
Densité de semis	300 graines/ m ²	300 graines/ m ²
Désherbage	-Glyphosate; avant semis 2l de produits commerciales dans 250 l/ ha (SD). -Topik /Zoom; à raison de 180 g/ ha.	-Glyphosate; 3 litres/ hectare avant semis (04/12/2017) et Topik /Zoom à dose de 0.75 litre/ ha et 150 g/ha 12/03/2018 (SD). -Topik /Zoom; à dose de 0.75 litre/ ha et 150 g/ha (12/03/2018) (TS et TC).
Le dispositif expérimental	En bloc à deux facteurs avec 4 répétitions.	En bloc à un facteur avec trois répétitions.
Variables mesurées	-Nombre de plants levés/ m ² -Le nombre d'épis/ m ² -Le poids de 1000 grains -Le rendement grain/ m ²	-Nombre de plants levés/ m ² -Le nombre d'épis/ m ² -Le poids de 1000 grains -Le rendement grain/ m ²
Analyse des données	-Logiciel Crop Stat 7.2.3 (2008)	- Logiciel Constat

CHAPITRE III

SYNTHESE DES

RESULTATS

1. Effet du travail du sol conventionnel et des techniques de conservation sur le rendement et ses composantes du blé dur dans la région de Sétif et Constantine

L'étude est basée sur la comparaison des résultats des travaux précédents d'OUANZAR (2012), dans la région de Constantine (Lekhroub) comme une première région, et de REBIAI (2018), et de Sétif (R'mada), comme une deuxième région, du point de vue effet des différentes techniques de travail du sol sur le rendement et ses composantes, après deux ans successives d'essai pour chaque site.

1.1 Nombre de plants levés par m²

Dans la région de Constantine, les résultats obtenus par OUANZAR (2012), représentent un nombre de plants levés par m² le plus élevé pour les techniques conservatoires, où le travail superficiel TS marque la valeur la plus élevée avec 154.1 suivi par le semis direct SD par 137.5 et en dernière classe le travail conventionnel TC avec 133.3 plants levé/m², ce qui n'est pas le cas dans la deuxième région de Sétif les résultats obtenus par REBIAI (2018), montre un nombre de plants levés par m² pour les techniques TC avec 263.1 suivi par le TS avec 253.4 et après le SD par 233.3 plants levé/m² (Tableau 4).

Tableau N°04. Les moyennes des variables mesurées de Constantine (OUANZAR, 2012) et de Sétif (REBIAI, 2018).

Régions choisies Variables mesurées	Constantine (OUANZAR, 2012)			Sétif (REBIAI, 2018)		
	Techniques de travail du sol					
	TC	TS	SD	TC	TS	SD
Nombre de plants levé/ m ²	133.3	154.1	137.5	263.1	253.4	233.3
Nombre d'épis/ m ²	380.0	520.1	399.7	477.7	512.5	432.6
Nombre de grains/ épi	26.8	24.4	14.8	27.73	29.31	27.42
Poids de 1000 grains	51.6	38.4	49.9	45.04	46.81	50.36
Rendement grain g/m ²	523.3	485.3	295.9	376.3	453.0	470.8

Selon Soltner (1998), le travail conventionnel du sol qui crée un milieu favorable pour la germination des graines et leur croissance. La préparation du lit de semences par la technique culturale simplifiée a permis de créer un milieu favorable pour la germination des graines lorsque le taux de recouvrement des terres est homogène. Par contre, dans le semis direct probablement la présence des résidus des cultures précédentes sur la surface pose un problème de mauvais recouvrement des graines et aussi la mauvaise décomposition des débris des adventices qui agit négativement sur la levée de la céréale. C'est le cas des résultats de R'mada.

Selon Lithourgidis et *al.*, (2006), la densité de plants levés est souvent réduite sous le semis direct, mais cet effet ne se retrouve plus au niveau de la densité des épis produits par unité de surface ni au niveau du rendement. Par contre Fellahi et *al.*, (2011) observent une levée plus homogène et une meilleure régularité de la profondeur de semis, en semis direct, alors que le semis conventionnel présente un taux de perte à la levée significativement plus important. Abdellaoui et *al.*, (2011), disent que le nombre de plants levés plus important en semis direct qu'en semis conventionnel.

1.2. Nombre d'épis par m²

Pour le nombre d'épis par m² au niveau du site de Lekhroub, les techniques conservatoires ont ainsi enregistré le nombre le plus élevé, d'où la technique TS marque la valeur la plus élevée avec (520.1 épis/ m²), puis elle vient la technique SD (399.7 épis/ m²) et enfin le TC (380.0 épis/ m²), tandis que les résultats obtenus dans le site de R'mada, ont montré un nombre avantageux d'épis produit par m² chez le TS (512.5 épis/ m²), suit par le TC (477.7 épis/ m²) et enfin le SD (432.6 épis/ m²). Ceci est probablement dû à la densité du nombre de pieds levés et du nombre de talles produits par technique culturale (Tableau 4).

1.3. Nombre de grains par épi

Le classement des valeurs par chaque type de traitement, varie de travail conventionnel avec 26.8, suit par la technique culturale simplifiée à 24.4 et en dernière classe le semis direct avec 14.8 grain/ épis, mais, en deuxième site, ce variable se distribue de TS qui présente une valeur maximale de 29,31 grain/épis, suit par le TC où il est estimé par 27,73 grain/épis et en dernier lieu le SD avec une valeur de 27,42 grain/épis vient (Tableau 4).

1.4. Poids de mille grains

Selon le tableau 4, le poids de mille grains le plus élevé à Lekhroub est enregistré en TC

(51.6 g), puis, il vient le SD (49.9 g) et enfin le TS (38.4 g). Les résultats obtenus à R'mada, marque la valeur la plus élevée sous la technique du semis direct (50,36 g), suit par la technique culturale simplifiée (46,81 g) et en dernier lieu le travail conventionnel (45,04 g).

1.5. Le rendement grain

Le classement des résultats du rendement à Lekhroub, marque une valeur plus élevée en technique conventionnel avec 523.3 g/m², suivit par la technique simplifiée à 485.3 g/m² et en dernière classe le semis direct avec la plus faible valeur de 295.9 g/m². Tandis que, le classement des résultats à R'mada, n'indique pas une différence significative entre les différentes techniques du sol, dont, le semis direct présente le rendement le plus élevée avec 470.8 g/m², la technique culturale simplifiée, avec 453.0 g/m² et enfin le travail conventionnel à 376.3 g/m² (Tableau 4).

Le faible rendement grain observé en semis direct dans le premier site, s'explique par le fait que ce mode de conduite se distingue par un nombre de grains par épi, le plus faible. Ceci malgré que ce traitement présente un poids de 1000 grains assez élevé (Tableau 4), mais, qui est insuffisant pour amener le rendement à un niveau équivalent à celui du travail conventionnel ou du travail minimum qui se comportent de manière similaire (Tableau 4). Alors que, le fort rendement grain en semis direct dans le deuxième site, s'explique par le fait que ce mode de traitement se discerne par un poids de 1000 grains le plus élevé et un nombre de grains par épi, assez élevé (Tableau 4).

Des résultats contradictoires sont rapportés, en ce qui concerne le comportement de la céréale en systèmes conventionnel et de conservation dans les régions arides et semi-arides. Schillinger (2001) ne trouve pas de différences, du point de vu comportement de la céréale, entre les pratiques conventionnelles et conservatrices. Par contre les résultats d'autres recherches indiquent des différences à l'avantage des pratiques de conservation pour le stockage et l'efficience d'utilisation de l'eau, le rendement grain et le coût économique (Lopez et al., 1996 ; Bonfil et al., 1999).

Hemmat et Eskandari, (2006) rapportent que le rendement grain du travail minimum et du non labour était 25 à 42% supérieur à celui du labour conventionnel. Ces auteurs notent que le nombre d'épis du non labour et du travail minimum était significativement plus élevé, alors que le nombre de grains par épi était plus élevé en labour conventionnel. Les trois modes de

travail du sol n'avaient pas d'effet significatif sur le poids de 1000 grains. Les bons résultats du labour minimum et du non labour sont dus à plus de disponibilité d'humidité du sol sous ces deux modes de conduites comparativement au labour conventionnel (Hemmat et Eskandari, 2006).

M'hedhbi (1995) et Bouhedjba (1997), ont montré que la simplification du travail du sol réduit le rendement du blé par rapport à la méthode conventionnelle. Selon El Bahri et al. (2000) cités par Mrabet (2001), les résultats d'essais chez des agriculteurs ont montré que le semis direct permet généralement des rendements de blé largement plus élevés comparés à ceux obtenus avec les façons culturales conventionnelles.

Alors que Bouzza (1990) mentionne que, comparativement au labour conventionnel, le semis de non labour augmente le rendement grain suite à l'augmentation de l'humidité du sol sous conditions de non labour et à une meilleure utilisation de l'eau disponible. El-Brahli et al., (2001) , rapportent que le non labour permet généralement des rendements largement plus élevés que ceux obtenus en labour conventionnel.

Donc, l'agriculture de Conservation a donné le meilleur rendement dans la région de Sétif au niveau de semis direct suivit par le travail superficiel par rapport au technique conventionnelle, grâce à une meilleure utilisation d'eau du sol, et puisque, la pluviométrie de la campagne agricole est considérée comme année pluvieuse avec une bonne répartition dans l'espace et dans le temps, elle permet de l'obtention d'un rendement proche sous les différentes techniques. Qu'est n'est pas le cas dans la région de Constantine où le rendement en semis direct est pénalisé par le nombre de grains par épi . Le travail minimum l'est beaucoup plus pour le poids de 1000 grains alors que le travail conventionnel présente un déficit du nombre d'épis par m² malgré que ce traitement présente un poids de 1000 grains assez élevé, mais, qui est insuffisant pour amener le rendement à un niveau équivalent à celui du travail conventionnel ou du travail minimum qui se comportent de manière similaire.

D'une manière générale l'effet positif de l'agriculture de Conservation apparait clairement après quelques années d'application successives. Les résultats agronomiques de dix ans d'expérimentation en Tunisie, ont montré que le rendement de blé dur conduit en semis direct est en moyenne supérieur de 8 qha-1 par rapport au semis conventionnel dans les zones subhumides et de 7 qha-1 en zones semi-arides (Angar et al., 2011).

Conclusion

Conclusion

L'objectif de ce travail est de comparer l'effet de trois technologies du travail du sol, le travail conventionnel, la technique culturale simplifiée et le semis direct sur le rendement de blé dur, cette étude est basée sur des résultats des recherches précédentes d'OUANZAR (2012), à la région de Constantine (Lekhroub), et de REBIAI (2018), à la région de Sétif (R'mada), après deux ans successives d'essai pour chaque site. Les résultats de la présente étude révèlent que:

Le classement des résultats du rendement à Lekhroub, marque une valeur plus élevée en technique conventionnel avec 523.3 g/m², suivit par la technique simplifiée à 485.3 g/m² et en dernière classe le semis direct avec la plus faible valeur de 295.9 g/m². Tandis que à Sétif, le semis direct présente le rendement le plus élevée avec 470.8 g/ m², la technique culturale simplifiée, avec 453.0 g/ m² et enfin le travail conventionnel 376.3 g/ m².

Le faible rendement grain observé en semis direct dans le premier site, s'explique par le fait que ce mode de conduite se distingue par un nombre de grains par épi, le plus faible. Ceci malgré que ce traitement présente un poids de 1000 grains assez élevé, mais, qui est insuffisant pour amener le rendement à un niveau équivalent à celui du travail conventionnel ou du travail minimum qui se comportent de manière similaire. Alors que, le fort rendement grain en semis direct dans le deuxième site, s'explique par le fait que ce mode de traitement se discerne par un poids de 1000 grains le plus élevé et un nombre de grains par épi, assez élevé.

Enfin, on peut dire d'après les résultats de ces études que généralement l'agriculture de conservation soit la dominante dans le deuxième site par rapport à la technique classique, qu'est n'est pas le cas pour le premier site où le travail conventionnel le dominant.

Comme perspective, il est souhaitable de faire des études similaires sur d'autres cultures d'une part et sur différents types de sol, pour évaluer leur qualité physique et chimique d'autre part, ainsi, dans d'autres contextes dans l'Algérie pour généraliser leur intérêt surtout dans les régions qu'ont un aspect steppiques ou avec des pentes, dont les pertes du sol posent un grand problème.

Références

bibliographiques

Références Bibliographiques

- **ABDELLAOUI Z., S. FETTIH., O. ZAGHOUANE. 2006.** Etude comparative de l'effet du semis direct et du labour conventionnel sur le comportement d'une culture de blé dur. *Options Méditerranéennes* 69:115-120
- **ABDELLAOUI Z., H. TESKRAT, A. BELHADJ, O. ZAGHOUANE. 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.
- **ABDELLAOUI Z., TISSEKRAT H., Belhadj A. et ZAGHOUANE O. 2010.** Etude comparative de l'effet du travail conventionnel, semis direct et travail minimum sur le comportement du blé dur. Actes du 4ème rencontre méditerranéen du semis direct. Sétif, Algérie, du 3 à 5 mai 2010 p, 68-82
- **ABOUDRARE A., 2009.** Agronomie durable : principe et pratique, Ed. Rapport de formation continue, p46.
- **ACTA., 2001.** communication orale: présentation des résultats obtenus à la chambre d'agriculture d'Indre-et-Loire, 21 juin.
- **AGU S., et al., 2000.** Agriculture et effet de serre : adaptation des pratiques agricoles –alternatives énergétiques, rapport de DA environnement, Ecole Supérieure d'Agriculture d'Angers, décembre.
- **AL-KAISI M.M., et Yin X. 2005.** Tillage and Crop Residue Effects on Soil Carbon and Carbon Dioxide Emission in Corn-Soybean Rotations. *Journal of Environmental Quality* 34:437-445.
- **AL-OUDA A., 2010.** The role of improved regional practices in the implementation of conservation agriculture in arab countries. Actes du 4ème rencontre méditerranéen du semis direct. Setif, algerie, du 3 à 5 mai 2010p,59-67
- **ALAOUL, A. LIPIEC., J. GERKE., H.H. 2011.** A review of the changes in the soil pore system and soil formation: hydrodynamic perspective. *Soil & Tillage Research*.115-116: 1-
- **AMGHAR F., Et LEFTAHA S.2009.** Effet de précédent cultural sur les composantes de rendement de blé dur. Thèse Ing. Agr Univ de Sétif,72P.

Références Bibliographiques

- **AMPOORTER.,E.DESCHRIJVER.,A.DEFRENNE.,P.HERMY.,M.VERHE YEn.,K.2011.**Experimental assessment of ecological restoration options for compacted for et soils. *Ecological Engineering*.37:1734-1746.
- **ANDRADE., D.S. COLOZZI-FILHO A. et GILLER K.E. 2003.** The Soil Microbial Community and Soil Tillage, p.51-81, *In A. El Titi, ed. Soil Tillage in Agro ecosystems. CRC Press LLC, BocaRaton.*
- **ANGAR H., S. BEN HAJ, M. BENHAMMOUDA. 2011.** Semis direct et semis conventionnel en Tunisie :les résultats agronomiques de 10 ans de comparaison. *Options Méditerranéennes96* : 53-5
- **BAKERJ.M.,OCHSNERT.E.,VENTEREAR.T.etGRIFFIST.J.2007.**Tillage and soil carbon sequestration--What do we all know? *Agriculture, Ecosystems & Environment*118:1-5.
- **BALESDENT J., CHENU C., ET BALABANE M. 2000.** Relationship of soil organic matter dynamic stop physical protection and tillage. *Soil and Tillage Research* 53:215-230
- **BARBER S., A., 1995.** Soil Nutrient bioavailability. A mechanistic approach. John Wiley and sons,414p
- **BARRIUSOE.,CALVETR.,CUREB.1991.**Simplification du travail du sol et pollution par les pesticides,*Perspectives Agricoles*,n°162,p31-39.
- **BARTHELEMY P., BOISGONTIER D. 1990.** Point technico-économique sur le travail superficiel, *Perspectives Agricoles*, n°147, mai, p79-84.
- **BELAID D., 1996.** *Aspects de la céréaliculture algérienne.* INES D'agronomie, Batna.P.187
- **BENITES J., R., ASHBURNER J.E. 2001.**FAO's role in promoting conservation agriculture. In: 1rst world congress on conservation agriculture, Madrid, 1-5October.T.
- **BIOSGONTIERD., 1999.**ETUDE des effets de l'agriculture de conservation par rapport à l'agriculture traditionnelle, à compléter, revue,.....pp12-14.

Références Bibliographiques

- **BOIZARD H., RICHARD G., DEFOSSEZ P., ROGER-ESTRADE J. ET BOIFFIN J. 2004.** Etude de l'effet à moyen et long terme des systèmes de culture sur la structure d'un sol limoneux-argileux du Nord du Bassin Parisien: les enseignements de l'essai de longue durée d'Estrées-Mons(80).*Etude et Gestion des Sols*11:11-20.
- **BONFIL, DJ., I. MUFRADI, S. KLITMAN, S. ASIDO. 1999.** Wheat grain yield and soil profile water distribution in a no-till arid environment. *Agron. J.* **91**:368–373.
- **BONJEAN A., PICARD E., 1991.** Les céréales à paille. Origine-histoire-économie-sélection.Ligugé;Poitiers:Aubinimprimeur.36p
- **BOOTSMA A., BOISVERT J. B., DEJONG R. ET BAIER W. 1996.** La sécheresse et l'agriculture canadienne. *Sécheresse*, pp:277-285.4p.
- **BOUGUENDOZ A., 2011.**Effet de trois itinéraires techniques sur l'élaboration du rendement de l'orge (*Hordeumvulgare*L.) sous conditions semi arides des hautes plaines Sétifiennes. *Options Méditerranéennes* 96:83-89.
- **BOULAL H., ZAGHOUANE O., EL MOURID M ET REZGUI S. 2007.** Guide pratique de la conduite des céréales d'automne (blés et orges) dans le Maghreb (Algérie, Maroc et Tunisie). Coédition ITGC/INRA/ICARDA.176p.
- **BOUZERZOUR H., ET BENMAHAMMED A. 1994.** Environmental factors limiting barley grain yield in the high plateaux of eastern Algeria. *Rachis*, 12:11-14.
- **BOUZERZOUR H., S. MAHNANE., M. MAKHLOUF. 2006.** Une association pour une agriculture de conservation sur les hautes plaines orientales semi-arides d'Algérie. *Options méditerranéennes*69:107-111.
- **BOUZZA A. 1990.** Water conservation in wheat rotation under several management and tillage systems in semi-aride. PhD. Dissertation, University of Nebraska, *Lincoln, NE, USA*, 123 P.
- **BOYER J.S 1982.** *Plant productivity and environment. Sci*, Newseries. 218, pp: 443-448.

Références Bibliographiques

- **BRADYNC., WEIL RR.2002.**The Nature and Properties of Soils.13th edition. Pearson Education, Inc. New Jersey, USA.960p.
- **CANEILLJ.,BODETJM.1991.** Simplification du travail du sol et rendement des cultures. Conséquences sur les systèmes de cultures, Perspectives Agricoles, n°161, septembre, p54-62.
- **CANDELOUA.,1981.** Les machines agricoles, Ed. j.b bailere, vol. 2, Parise, 180p.
- **CARAVACA F., C. GARCIA., MT. HERNANDEZ., A. ROLDAN. 2002.** Agree gate stability changes after organic amendment and my corrhizal inoculation in the afforestation of a semiarid site with Pinushalepensis. Appl. Soil Ecol. 19:199–208.
- **CHAN K.Y. 2001.** An overview of some tillage impacts on earthworm population abundanceand diversity-implications for functioning in soils. Soil Tillage Res.57, 179-191.
- **CHENAFFI H., A. HANNACHI., O. TOUAHRIA., ZEA. FELLAHI., M. MAKHLOUF., H. BOUZERZOUR.2011.** Till ageandresi du management effect on durumwheat [Triticum turgidum (L.) Thell. ssp. Turgidum conv. durum (Desf.)MacKey] growth and yieldunder semi- arid climate. Advances in Environmental Biology 5:3231-3240.
- **CHEVRIER A., BARBIER.S.2002.** Performances économiques et environnementales des techniques agricoles de conservation des sols création d'un référentiel et premiers résultats. Mémoire de fin d'études. Institut National de la Recherche Agronomique de Versailles Grignon Association pour la Promotion d'une AgricultureDurable.p.96.
- **CHOPART J. L ET PITROT R.1996.** L'amélioration des propriétés physiques du sol, in Mémento de l'agronome, (2009).Ed.QUAE, paris, 583P.
- **CLEMENTG.ETPRATSJ.1970.** les céréales. *Collection d'enseignement agricole. 2ème Ed.*351p.

Références Bibliographiques

- **CLEMENT-GRANDCOURT M. ET PRATS J. 1971.** Les céréales Collections d'enseignement agricole 2eme Ed, Ballier France. 351p.
- **COLBACH N., 1996.** Travail du sol : Incidence sur les maladies du pied et des racines du blé, Perspectives Agricoles, n°218, Novembre, p81-85.
- **CONANT R.T., EASTER M., PAUSTIAN K., SWAN A. ET S. WILLIAMS. 2007.** Impacts of periodic tillage on soil C stocks: A synthesis. Soil and Tillage Research 95:1-10
- **COOKSON W.R., MURPHY D.V., ETROPER M.M. 2008.** Characterizing the relationships between soil organic matter components and microbial function and composition along tillage disturbance gradient. Soil Biology and Biochemistry 40:763-777.
- **DDAZASA. 2009.** Correspondance n° 582/DDAZASA/ MADR/ 2009 relative au Programme pilote sur l'agriculture de conservation (campagne agricole 2009-2010).
- **DERPSCH R. 2001.** Conservation tillage, no-tillage and related technologies. In: Garc'ia-Torres, L., Benites, J., Mat'inez-Vilela, A. (Eds.), Conservation Agriculture, A Worldwide Challenge, vol. I. ECA F and FAO, Spain, pp. 161-170.
- **DERPSCH R. et Friedrich T. 2009.** Development and Current Status of No-till Adoption in the World. 18th Triennial Conference of the International Soil Tillage Research Organization (ISTRO), Izmir, Turkey.
- **D'HAENE K., VANDENBRUWANE J., DE NEVE S., GABRIELS D., SALOMEZ J. et HOFMAN G. 2008a.** The effect of reduced tillage on nitrogen dynamics in silt loam soils. European Journal of Agronomy 28:449-460.
- **DIEHL R., 1995.** Agriculture générale 2eme édition, Ballières . Paris pp 362-364. Technique de travail du sol and labour
- **DJERMOUN., A 2009.** La production céréalière en Algérie: les principales caractéristiques.
- **EDWARDS C.A. ET BOHLEN P.J. 1996.** Biology and Ecology of Earthworms

Références Bibliographiques

3rd ed. Chapman and Hall, London,426pp.

- **EL-BRAHLI A., A. BAHRI, R. MRABET. 2001.** Résultats des essais d'introduction des techniques de conservation de l'eau chez les agriculteurs dans la région de la Chaouia (Maroc). *Actes des 1^{ière} journée des Rencontres Méditerranéennes sur le Semis Direct.* Settat.22-32
- **EL-BRAHLI A. ET. MRABET. R.2000.**La jachère Chimique: Pour relancer la céréale culture on irriguée en milieu semi-aride Marocain. Actes de la Journée Nationale sur le Désherbage des Céréales. Centre Arido culture Settat 23 Novembre 2000. Association Marocaine de Malherbologie. pp:133-145.
- **ELIARD JL., 1979.** Manuel d'agriculture générale. Bases de la production végétale. Ed. J.B.Baillière.344p.
- **FAO, 2001.** Environmental: Department Website <http://www.fao.org/ag/magazine/0110sp.htm>
- **FAO, 2003.** Economie de l'agriculture de conservation. Service de la gestion des terres et de la nutrition des plantes. Division de lamies en valeur des terres et des eaux. Rome, Italie, 77.
- **FAO, 2015.** Les principes de l'agriculture de conservation. FAO, Département de l'agriculture et de la protection des consommateurs. www.fao.org/ag/cafr/1a.html
- **FELDMAN M., 2001.** Origin of cultivate wheat. In: Bon jean, A.P., Angus, W.J. (Eds.). *The world wheat book-A history of wheat breeding.* La voisier Publishing; Paris; France. Pp.3-55.
- **FELDMANET SEARS 1981.** Les ressources génétiques du blé. Pour la science N°42 pp.35-38.
- **FELLAHI Z. A.,A. HANNACHI., H. CHENNAFI., M. MAKHLOUF ., H. BOUZERZOUR. 2010.** Effet des résidus et du travail du sol sur la cinétique de l'accumulation de la biomasse, le rendement et l'utilisation de l'eau du blé dur (*Triticum durum* Desf.) variété MBB sous conditions climatiques des hautes plaines Sétifiennes. Soumis Sciences et Technologie Université Chlef.
- **FRANZLUEBBERS A.J., HONS F.M., ETZUBERER D.A. 1995.** Tillage and

Références Bibliographiques

- crop effects on seasonal soil carbon and nitrogen dynamics. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 59, 1618-1624.
- **FUNKE T., H. HUIJONG, ML. HEALY-FRIED, M. FISCHER, E. SCHÖNBRUNN. 2006.** Molecular basis for the herbicide resistance of Roundup Ready crops. *PNAS* **103**:13010-13015.
 - **FREY B., KREMER J., RÜDT A., SCIACCA S., MATTHIES D., LÜSCHER P. 2009.** Compaction of forest soils with heavy logging machinery affects soil bacterial community structure. *European Journal of Soil Biology*.45:312-320.
 - **FREY S.D., ELLIOTT E.T. ET PAUSTIAN K. 1999.** Bacterial and fun gal abundance and biomass in conventional and no-tillage agro ecosystems along two climatic gradients. *Soil Biology and Biochemistry* 31:573-585.
 - **GATEP., 1995.** Ecophysiologie du blé. Ed. Lavoisier, Paris.429p.
 - **GATEP.ETGIBANM.2003.** States du blé. Edition ITCF, Paris.68 p.
 - **GÁLA.VYNT.J.,MICHÉLIE.,KLADIVKOE.J.ETMCFEEW.W.2007.** Soil carbon and nitrogen accumulation with long-term no-till versus mold board plowing overestimated with tilled-zone sampling depths. *Soil and Tillage Research* 96:42-51.
 - **GUEDEZ PY 2002.** Environmental aspects of conservation agriculture in Europe, Rapport de stage en vue de l'obtention du diplôme d'études spécialisées en Sciences et Gestion de l'Environnement sous la direction de M. A. Reding (Monsanto) et A. Peeters(UCL), Université Catholique de Louvain, 97pp
 - **GUÉRIF.,1994.**influence de la simplification du travail du sol sur l'état structural des horizons de surface INRA, France
 - **HAKANSSON I., LIPIEC J. 2000.** A review of the usefulness of relative bulk density values in studies of soil structure and compaction. *Soil & Tillage Research*.53:71-85.
 - **HAZMOUNE T., 2000.** Etude comparée de l'appareil racinaire de quelques variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.). *1er Symposium International sur la filière blé*. Enjeux et Stratégie du 07 au 09 fev.Alger.P181-185.
 - **HEMMAT A., I. ESKANDARI. 2006.** Dry land winter wheat response to

Références Bibliographiques

- conservation tillage in a continuous cropping system in northwestern Iran. *Soil & Tillage Research* **86** : 99-109.
- **HUWE B., 2003.**The role of soil tillage for soil structure, p. 27-50, In A. El Titi, ed. *Soil Tillage in Agro écosystèmes*. CRC Press LLC, Boca Raton.
 - **JEAN-ROBERT F., 1999.** Inventaire et synthèse de références françaises sur les effets du non-labour associé aux techniques simplifiées de semis, Mémoire de fin d'études ISAB, 59p+annexes
 - **JOUY L., 2001 a.** Techniques sans labour : Evolution de la flore adventice, *Perspectives Agricoles*, n°271, septembre, p58-61
 - **JOUY L., 2001 b.** Techniques sans labour : Effets de la suppression du labour sur le coût du désherbage, *Perspectives Agricoles*, n°271, septembre, p80-82.
 - **KASSAM A., T FRIEDRICH., R. DERPSCH., R. LAHMAR., R. MRABET., G. BASCH., EJ. GONZÁLEZ- SÁNCHEZ.,R. SERRAJ. 2012.** Conservation agriculture in the dry Mediterranean climate. *Fieldcropresearch*132:7-17.
 - **KAYB.D, VANDEN BYGAART A.J.2002.** Conservation tillage and depth stratification of porosity and soil organic matter. *Soil and Tillage Research* 66:107-118.
 - **KAYB.D. 1990.** Rates of changes of soil structure under different cropping systems. *Advances in Soil Science* 12,1-52
 - **KENNEDY A.C., 1999.** Bacterial diversity in agro ecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 74:65-76.
 - **KLADIVKOE.J.,2001.** Tillage systems and soil ecology. *Soil Tillage Res.*61,61-76.
 - **KOCH H.J. ET STOCKFISCH N. 2006.** Loss of soil organic matter upon plough in gunder a loess soil after several years of conservation tillage. *Soil and Tillage Research*86:73-83.
 - **KRIBAA M., 2003.** Effet de la jachère sur les sols en céréaliculture pluviale dans

Références Bibliographiques

les zones semi-arides méditerranéennes. Cas des hautes plaines sétifiennes en Algérie. Impact des différentes techniques de travail de la jachère sur les caractéristiques structurales et hydrodynamiques du sol. Thèse de doctorat. INAEI-HarrachAlgerP121.

- **KRIBAA M., V. HALLAIRE., P. CURMI., R. LAHMAR. 2001.** Effect of various cultivation methods on the structure and hydraulic properties of a soil in a semi-arid climate. *Soil till Res* 2001; 60:43-53.
- **LABREUCHEJ., CLESOUDEP., CASTILLON., JF. OURY., B. REAL., JC. GERMON., SDELABREUCHEJ., VILOINGTT., CABOULETD., DAOUZEJ.P., DUVALR., GANTEILA., JOUYL.,**
- **LAL R., DC REICOSKY., JD. HANSON. 2007.** Evolution of the plow over 10,000 years and the rationale for a no-till farming. *Soil Till Res* 93:1-12
- **LAVIER B., VIAUX P., RASS G. 1997.** Erosion et travail du sol, bilan en France, publié par l'ITCF et Monsanto.
- **LITHOURGIDIS S., KV. DHIMA, CA. DAMALAS, IB. VASILAKOGLU, IG. ELEFTHEROHORINOS 2006.** Tillage Effects on Wheat Emergence and Yield at Varying Seeding Rates, and on Labor and Fuel Consumption. *Crop Sci.* 46:1187–1192
- **LOPEZ MV., JL. ARRUE, V. SANCHEZ-GIRON. 1996.** A comparison between seasonal changes in soil water storage and penetration resistance under conventional and conservation tillage systems in Aragon. *Soil Till. Res.* 37: 251-271.
- **LOPEZMV., JL. ARRUE. 1997.** Growth, yield and water use efficiency of winter barley in response to conservation tillage in a semi-arid region of Spain. *Soil Till. Res.* 44: 35-54.
- **LOUEA., 1982.** Le potassium et les céréales.
- **LYONDJ., FBOA., TJARKEBAUER. 1996.** Water-yield relations of several spring-planted dry land crops following winter-wheat. *J. Prod. Agric.* 8:281–286
- **MADHAVA RAO K.V., RAGHAVENDRA A.S. ET JANARDHAN REDDY K. 2006.** Printed in the Netherlands. *Physiology and Molecular Biology*

Références Bibliographiques

of Stress Tolerance in Plants. Springer:1-1

- **MAILLARD et Al 2004.** Results of a no tillage trial for over 20 years at changins. Soil chemical propriétés. Revue suisse d'agriculture.
- **MASALEM J., 1980.** L'élaboration du nombre d'épices le blé d'hiver. Influences de différentes caractéristiques de la structure du peuplement sur l'utilisation de l'azote et de la lumière. Thèse doctorat. ING. INA, Paris Grignon, 274p.
- **MATHIEUS., 2004. TECHNIQUES de travail réduit** [http:// www. Clubsconseils .org /778-30k](http://www.Clubsconseils.org/778-30k)
- **MAHDI M., 2004.** Contribution à l'étude de la technique du semis direct sous pivots. Mémoire d'ingénieur INA El-Harrach, pp:9-30.
- **MCCARTY G.W., LYSENKO N.N. ET J.L. STARR. 1998.** Short-term changes in soil carbon and nitrogen pools during tillage management transition. Soil Science Society of America Journal 62:1564-1571.
- **MEKHLOUF A., BOUZERZOUR H., BEMAHAMMED A., HADJ SAHRAOUI A. ET HARKATI N. 2006.** Adaptation des variétés de blé dur (*Triticum durum*, Desf.) au climat semi- aride. *Sécheresse* 17(4):507-513.
- **MHIRI A., H BOUSNINA. 1998.** Diagnostic agri environnemental de l'état des terres cultivées dans les divers systèmes de production en Tunisie. Ann. INAT, 16, 209-228
- **MORENO G., J.J. OBRADOR., E. CUBERA., C. DUPRAZ. 2006.** Fine root distribution in Dehesas of Central-Western Spain. Plant and Soil, 277:153-162
- **MOULE C., 1980.** Bulletin FAO d'irrigation et de drainage N° 35. « La mécanisation de l'irrigation par aspersion », pp91-92.
- **MRABET R., 2001.** Le Semis Direct : Une technologie avancée pour une Agriculture durable au Maroc. Dans: *Bulletin de Transfert de Technologie en Agriculture MADREF-DERD*, No. 76, pp.4.
- **MRABET R., 2001.** Le semis direct potentiel et limite pour une agriculture durable en Afrique du Nord. <http://w.w.w.unca.na.org/pdf>.

Références Bibliographiques

- **NEEDELMAN B.A., WANDER M.M., BOLLERO G.A., BOAST C.W., SIMS G.K. ET BULLOCK D.G.1999.** Interaction of tillage and soil texture: Biologically active soil organic matter in Illinois. Soil Science Society of America Journal63:1326.
- **NOEMIE GOUTAL., 2012.** Modifications et restauration de propriétés physiques et chimiques de deux sols forestiers soumis au passage d'un engin d'exploitation; page 24
- **NUUTINEN V., 1992.** Earth worm community responses to tillage and residue management on different soil types in southern Finland. Soil Tillage Res. 23, 221–239. (doi:10. 1016/0167-1987(92)90102-H)
- **OUANZAR S., 2012.** Etude comparative de l'effet du semis direct et du labour conventionnel sur le comportement du blé dur (*Triticum durum* Desf.). Mémoire de Magister: Production Végétale et Agriculture de Conservation. Sétif: université de Sétif, 49 p.
- **PEKRUNC., KAULH.P.ET WCLAUPEIN.2003.** Soil tillage for sustainable nutrient management, p.83-113, In A. El Titi, ed. Soil Tillage in Agroecosystems. CRC Press LLC, Boca Raton.
- **QUEREL., BOIZARDH. ET ROGER-ESTRADEJ.2007.** La pratique des TCSL en France. Terminologie des pratiques de travail du sol. Développement des TCSL et modifications du système de culture. DEME
- **RASMUSSENK.J.,1999.** Impact of plough less soil tillage on yield and soil quality: a Scandinavie review. Soil & Tillage Research53:3-14.
- **REBIAI R., 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. Mémoire de Master: Production Végétale. Sétif: université de Sétif, 62 p.
- **REICOSKY D.C., 2001.** Conservation agriculture : global environmental benefits of soil carbon management, I world congress on conservation agriculture- volume 1 : keynotes contributions,pp3-12.
- **RIEU C., 2001 a.** Les enjeux économiques de la simplification du travail du sol,

Références Bibliographiques

Du labour au semis direct : enjeux Agronomiques, Conférence-débat INRA – ITCF, Salon International du Machinisme Agricole, février, p21-22, pp22

- **RIEU C., 2001 b.** La simplification du travail du sol, moyen d'adaptation des systèmes d'exploitation: Simplifier A quel prix, Perspectives Agricoles, n°269,juin,p8-10
- **ROGER-ESTRADE J., LABREUCHE J. ET RICHARD G. 2011.** L'effet de l'adoption des techniques culturales sans labour (TCSL) sur l'état physique des sols : Conséquence sur la protection contre l'érosion hydrique en milieu tempéré. Cah. Agric., Vol20,n°3,p186-193.
- **ROGER-ESTRADA., 2002.**Morphological characterization of soil structure in tilled fields: from a diagnosis ET hood to the modeling of structural changes over time. Soil ET Tillage Research, 79:33-49.
- **RUELT., 2006.** Document sur la culture du blé, *Ed:Educagri.18p.*
- **SCHOENHOLTZS.H.,VAN MH., BURGERJ.A.2000** .A review of chemical and physical properties as indicators of forest soil quality: challenges and opportunities. - Forest Ecology and Management, 2000,138,335-356.
- **SCHILLINGER W. 2001.**Minimum and delayed conservation tillage for wheat-fallow farming.*SoilSci.*
- **STEEL RGD., JH. TORRIE. 1982.** Principles and procedures of statistics. 3rd Ed. McGraw-Hill International Book Co. London. 283 pages
- **SHARPLEY A.N. 2003.**Soil mixing to decrease surface stratification of phosphorus in manure soils. Journal of Environmental Quality 32:1375-1384.
- **SIX J., H. BOSSUYT ., S. DEGRYZE., K. DENEUF .2004.** A history of research on the link between aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics. Soil Till Res.79:7-31.
- **SPEEDINGT.A.,HAMELC.,MEHUYSG.R.ETMADRAMOOTOC.A.2004.** Soilmicrobialdynamics in maize growing soil under different tillage and residue management systems. Soil Biology & Biochemistry36:499-512.
- *Soc. Am. J. 65:* 1203-1209

Références Bibliographiques

- **SOLTNER D.,1998.** Les techniques culturales simplifiées, pourquoi. Guide d'agriculture intégrée. Science et techniques agricoles
- **SOLTNER.,1980.** Les grandes productions végétales, collections de sévices des techniques agricoles
- **SOLTNER.,1988.** Les grandes productions végétales. Les collections science et technique agricoles, Ed.17ème édition 71p,
- **SOLTNER D., 1 octobre 2007.**Bandes enherbées et autres dispositifs bocagers. *Collection Sciences et techniques agricoles,23p,*
- **SOLTNERD.,1998.** Les techniques culturales simplifiées, pourquoi. Guide d'agriculture intégrée. Science et techniques agricoles.
- **SOLTNER P., 2005.** Les bases de la production végétales: La plante et son amélioration.4^{ème} Ed.Collection et Techniques Agricoles.248p.
- **STEEL RGD., JH. TORRIE. 1982.** Principles and procedures of statistics. 3rd Ed. McGraw-Hill International Book Co. London. 283 pages
- **TAUPINP.,1999.** Ravageurs: le niveau de vie de la limace s'améliore, Perspective Agricoles, n°251, novembre, pp67–70
- **TEASDALE J.R., C.B. Coffmann and Ruth W. Magnum (2007):**Potential Long-Term Benefits of No-Tillage and Organic Cropping Systems for Grain Production and Soil Improvement.AgronomyJournal:99,1297-1305
- **TEBRÜGGE ET DURING., 1999 .** reducing tillage intensity a review of results from a long term studying ermany soil and tillage reserch53.
- **TEBRÜGGE F., BÖHRNSEN. 1997.** Crop yields and economic aspects of no tillage compared to plough tillage: results of long term soil tillage file dexperimentsinGermany,p25-45
- **TEBRÜGGEF.ET R.-A.DÜRING.1999.**Reducing tillage intensity are view of results from a long-term study in Germany. Soil and Tillage Research 53:15-28.
- **TOURDONNET.,2007.** Evaluation des impacts environnementaux des Techniques Culturales Sans Labour en France. ADEME-ARVALIS Institut du

Références Bibliographiques

végétal-INRA-APCA-AREAS-ITBCETIOMIFVV. Pages 400.

- **VACCA A., S. LODDO., G. SERRA., A. ARU. 2002.** Soil de gradation in Sardinia (Italy) : mainfactors and processes. In: Zdruli P, Steduto P, Kapur S, eds. 7th international meeting on soils with Mediterranean type of climate.Bari: Centre international de hautes études agronomiques méditerranéennes- Istituto Agronomico Mediterraneo di Bari (Ciheam-IAMB),103-111.
- **VIAUX P., 1999.** Une 3ème voie en Grande Culture : Environnemnt, Qualité, Rentabilité, Editions Agri décisions, 211p
- **WRIGHT A.L., HONSF.M., LEMONR.G., MCFARLAND M.L., ETR.L. NICHOLS. 2007.** Stratification of nutrients in soil for different tillage regimes and cotton rotations. Soil and Tillage Research 96:19-27.
- **WYSS E. ET GLASSTETTER M. 1992.** Tillage treatments and earthworm distribution in a Swiss experimental corn field. Soil Biol. Biochem.24,1635-1639.
- **YOUNGE., 2001.** Charges de structures: les rouages de la mécanisation, Cultivable Mensuel, n°514, septembre, p26-28.
- **YOUNG I.M. ET RITZ K. 2000.** Tillage, habitat space and function of soil microbes. Soil and Tillage Research 53:201-213.
- **YVESH. ET BUYER J. 2000.** L'origine des blés .Pour les sciences hors-série °26 .pp 60-62.
- **ZAGHOUANE.O., BOUZERZOURH., HOUASSINED., MAKHLOUF M., ABDELLAOUI Z. et AMEROUN R. 2011.** La situation du programme de développement de l'agriculture de conservation en Algérie (2004-2011). Céréaliculture 57:19-31.
- **SCHILLINGER W. 2001.** Minimum and delayed conservation tillage for wheat-fallow farming. SoilSci.
- **SOC. AM. J. 65: 1203-1209.**
- **SOLTNER D., 1998.** Les techniques culturales simplifiées, pourquoi. Guide d'agriculture intégrée .Science et techniques agricoles
- **STEEL RGD., JH. TORRIE. 1982.** Principales and procedures of statistics. 3rd Ed. McGraw-Hill International Book Co. London. 283 pages

ملخص:

الهدف من الدراسة هو مقارنة تأثير الزراعة المحافظة على الموارد والعمل التقليدي على محصول القمح القاسي ، بناءً على نتائج البحث السابق الذي أجراه (OUANZAR (2012 ، في قسنطينة (لخروب) ، و (REBIAI (2018 ، في سطيف. (رمادا) ، بعد عامين متتاليين من الاختبار. نفذت التجربة بمحطة التجارب الزراعية التابعة للمعهد الفني للمحاصيل الحقلية بقسنطينة وسطيف. أظهرت النتائج المتحصل عليها أن الزراعة المحافظة على الموارد عبرت سلبياً عن محصول القمح القاسي في الموقع الأول ولكن إيجابياً في الموقع الثاني. الكلمات المفتاحية: الزراعة الصونية ، العمل التقليدي ، القمح القاسي ، المحصول ، قسنطينة ، سطيف.

Résumé :

L'objectif de l'étude est de comparer l'effet de l'agriculture de conservation et du travail conventionnel sur le rendement de blé dur, à partir des résultats des recherches précédentes d'OUANZAR (2012), à Constantine (Lekhroub), et de REBIAI (2018), à Sétif (R'mada), après deux ans successives d'essai. L'expérimentation a été réalisée au niveau de la station expérimentale agricole de l'Institut Technique des Grandes Cultures (ITGC) de Constantine et de Sétif. Les résultats obtenus montrent que l'agriculture de conservation a exprimé négativement le rendement de blé dur dans le premier site, mais, positivement pour le deuxième.

Mots clés: agriculture de conservation, travail conventionnel, blé dur, rendement, Constantine, Sétif.

Summary :

The objective of the study is to compare the effect of conservation agriculture and conventional work on the yield of durum wheat, based on the results of previous research by OUANZAR (2012), in Constantine (Lekhroub), and REBIAI (2018), in Sétif (R'mada), after two successive years of testing. The experiment was carried out at the agricultural experimental station of the Technical Institute of Field Crops (ITGC) in Constantine and Sétif. The results obtained show that conservation agriculture expressed negatively the yield of durum wheat in the first site, but positively for the second.

Keywords: conservation agriculture, conventional work, durum wheat, yield, Constantine, Sétif.