



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

UNIVERSITE MOULOUD MAMMERRI DE TIZI-OUZOU  
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET  
DES SCIENCES AGRONOMIQUES

## **MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**

**En vue de l'obtention du diplôme de master en Sciences Agronomiques  
Option : Réhabilitation et restauration des sols**

### **Thème**

**Contribution à l'étude de la dynamique de  
la rhizosphère d'une céréale conduite en  
agriculture de conservation**

**Présenté par :**

**OUAFI Kahina**

**NAIT SIDER Farida**

**Devant le jury :**

Président : Mr Metahri M.S.

M.C.A.

U.M.M.T.O.

Promotrice : Mme Boudiaf Nait Kaci M.

M.C.A.

U.M.M.T.O.

Co-promotrice : Mme Amgoud H.

Doctorante

U.M.M.T.O.

Examineur : Mr Merrouki K.

M.C.B.

U.M.M.T.O.

27- 09 -2017

## **Remerciements**

Ce travail a été dirigé par Mme Boudiaf Nait Kaci M. maître de conférences à la faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques. Nous tenons à la remercier et lui exprimer notre profonde et sincère gratitude pour son encadrement, ses conseils et son aide pour la réalisation de ce travail.

Nos remerciements vont à notre Co-promotrice Mme Amgoud H. pour son aide précieuse.

Nous remercions vivement Mr Metahri M.S. pour avoir accepté de présider le jury ainsi que Mr Merrouki K. d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Nous remercions la direction et le personnel de l'I.T.G.C de Oued Smar de nous avoir accordé l'accès à leur station et pour leur collaboration.

Nos vifs remerciements s'adressent à Melle Issaoun Djamila pour son aide depuis l'échantillonnage jusqu'à la fin de ce travail, sans oublier Mme Tibiche qui nous a aidé dans la partie analytique.

Nous désirons remercier Mr Ben Si Said Samir pour son aide et son soutien moral.

Nous tenons à remercier toute personne ayant contribué de loin ou de près dans la réalisation de cette expérimentation particulièrement les camarades de notre promotion.

## *Dédicaces*

*Je dédie ce travail :*

*A mes chers parents et ma grand mère, pour tous leurs sacrifices, leurs amour, leurs tendresse, leurs soutien tout au long de mes études.*

*A ma chère sœur Lynda et mes deux frères Nourdine et Ghiles pour leurs encouragement.*

*A ma grande famille yemma Faroudja et mon grand père*

*A ma tante Zahia et sa petite famille*

*A mon oncle et sa petite famille*

*A mon fiancé Madjid*

*A mes amis (es) : Farida, Lamia, Anissa, Lydia, Ouardia, Tiziri, Ali, Ferhat, Salah, Nassim, Smail*

*A tous ceux qui m'ont aidé de loin ou de près, moralement et financièrement.*

*Kahina*

## *Dédicaces*

*Je dédie ce travail :*

*A mes chers parents et mes sœurs Thiziri, Katia, Leticia et Naima*

*A mes frères AHCEN, Djaffar, Mhana, Ahmed*

*A mon mari Samir et sa famille*

*A ma grande mère maternel et mes tantes et mes oncles et leurs familles*

*A mes amis (es) : Kahina, Zahia, Nawel , Lamia, Anissa, Ouardia, Tiziri, Lydia,  
Titi, Tina, Fariza.*

*A tous ceux qui m'ont aidé de loin ou de près, moralement et financièrement.*

*Farida*

## Sommaire

<b>Introduction</b> .....	1
---------------------------	---

### Chapitre I : synthèse bibliographique

I. Céréaliculture.....	3
I.1. Importance des céréales.....	3
I.2. Zones de production des céréales .....	3
I.3. Classification botanique du blé dur .....	4
I.4. Origine génétique du blé dur.....	4
I.5. Cycle de développement du blé dur.....	5
I.5.1. Période végétative.....	5
I.5.2. Période reproductrice.....	5
I.5.3. Maturation du grain.....	6
I.6. Importance et description du système racinaire du blé.....	7
II. Interaction sol-plante.....	7
II.1. Le sol.....	7
II.2. La racine.....	8
III. L'effet rhizosphérique.....	8
III.1. Extension spatiale de la rhizosphère.....	8
III.2. Fonction de la rhizosphère.....	9
III.2.1. Rhizodéposition.....	9
III.2.2. Exsudats.....	9

III.2.3. Secrétions et excrétiens.....	10
III.2.4. Lysats .....	10
III.2.5. Les mucilages.....	10
III.2.6. Le mucigel.....	10
IV. Impact de l'activité racinaire sur le sol.....	11
V. Agriculture de conservation.....	11
V.1. Importance de l'agriculture de conservation.....	12
V.1.1. Agriculture de conservation dans le monde.....	12
V.1.2. Etat de l'agriculture de conservation en Algérie .....	12
VI. Apports de l'agriculture de conservation.....	13
VI.1. Effet environnemental.....	13
VI.2. Effet agronomique .....	13
VI.3. Impact économique.....	13
VII. Importance de la réduction du travail du sol .....	14
VII.1. Travail conventionnel du sol .....	14
VII.2. Impact de la réduction du travail du sol .....	15
VII.3. Semis direct.....	15
VIII. Effets du travail des techniques de conservation sur les propriétés du sol.....	15
VIII.1. Structure du sol.....	15
VIII.2. Densité apparente .....	16
VIII.3. Porosité et cycle de l'eau.....	16
VIII.4. Rétention en eau.....	17
VIII.5. Teneurs et stocks en C et N totaux.....	17
VIII.6. Eléments minéraux.....	18

VIII.7. Matière organique.....	18
VIII.8. Vers de terre.....	18
VIII.9. Communautés microbiennes .....	19
VIII.10. Plantes adventices.....	19

## **Chapitre II : étude de milieu**

I. Situation géographique.....	20
II. Etude climatique .....	20
II.1. Précipitations .....	20
II.2. Températures.....	21
II.3. Diagramme ombrothermique .....	22

## **Chapitre III : matériels et méthodes**

I. Matériel végétal de l'expérimentation.....	24
II. Dispositif expérimental .....	24
II.1. Facteurs choisis pour l'étude.....	24
III. Echantillonnage.....	25
IV. Conditionnement des échantillons.....	29
V. Analyse des sols .....	29
V.1. Analyse physique .....	29
V.1.1. Humidité du sol.....	29
V.2. Analyse chimique du sol.....	29
V.2.1. Acidité du sol.....	29

V.2.2. Carbone organique .....	30
V.2.3. Conductivité électrique.....	30
VI. Analyses statistique des données.....	30

## **Chapitre IV : résultats et discussions**

I. Variation des propriétés des sols étudiés.....	31
I. 1. Effet de la racine du blé sur le pH des sols.....	31
I.1.1. Effet sol .....	32
I.1.2. Effet profondeur.....	32
I.1.3. Effet travail du sol.....	32
I.2. Variation de la matière organique.....	32
I. 2. 1. Effet sol.....	33
I. 2. 2. Effet profondeur.....	33
I. 2. 3. Effet travail du sol.....	34
I.3. Variation de la conductivité électrique .....	35
I.4. Variation du calcaire total.....	36
II. Impact des techniques culturales sur les caractéristiques physiques des sols ...	36
II.1. Humidité (H%).....	36
II.1.1. Effet profondeur .....	37
II.1.2. Effet travail du sol.....	37
II.2. Variation de la texture des sols en fonction du type de travail du sol adopté.....	37
II.3. Densité apparente et la densité réelle.....	38

II. 4. La porosité.....	38
<b>Conclusion.....</b>	<b>39</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>40</b>

## Liste des figures

<b>Figure 1.</b> Cycle de développement du blé.....	6
<b>Figure 2.</b> Situation géographique de la région d'étude.....	20
<b>Figure 3.</b> Variation des moyennes mensuelles des précipitations (septembre 2016 – juin 2017)(O.N.M. Dar el Baida. Alger).....	21
<b>Figure 4.</b> Température moyenne mensuelles (septembre 2016 – mai 2017)(O.N.M. Dar el Baida. Alger).....	22
<b>Figure 5.</b> Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson pour la région d'Oued Semar Alger.....	23
<b>Figure 6.</b> Parcelle d'échantillonnage (I.T.G.C).....	24
<b>Figure 7.</b> Pose du quadrat utilisé pour le prélèvement du sol.....	25
<b>Figure 8.</b> Les deux niveaux d'échantillonnages.....	26
<b>Figure 9.</b> Les échantillons au laboratoire.....	26
<b>Figure 10.</b> Echantillon de plants de blé prélevés.....	27
<b>Figure 11.</b> Image représente le sol rhizosphérique et le sol global.....	28
<b>Figure 12.</b> Sol rhizosphérique.....	28
<b>Figure 13.</b> Système racinaire.....	28
<b>Figure 14.</b> Variation du pH en fonction du sol, profondeur et travail du sol.....	31
<b>Figure 15.</b> Variation de taux de carbone en fonction du sol, profondeur et travail du sol....	33
<b>Figure 16.</b> Variation de la conductivité électrique en fonction du travail du sol et la profondeur.....	35
<b>Figure 17.</b> Variation de l'humidité en fonction du travail du sol et de la profondeur.....	36

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1.</b> Précipitations en (mm) durant la campagne 2016/2017.....	21
<b>Tableau 2.</b> Températures mensuelles de la campagne 2016/2017.....	22
<b>Tableau 3.</b> Analyse granulométrique du sol des parcelles expérimentales (I.T.G.C, 2017)..	37

## Liste des abréviations

% : pourcentage

μs : micro siemens

°C : degrés Celsius

A : argiles

AC : agriculture de conservation

Cm : centimètre

Cm<sup>2</sup> : centimètre carré

C.P.V.Q : conseil des productions végétales Québec

C : carbone

CE : conductivité électrique

F.A.O : Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

Fig : figure

H : ions d'hydrogène

H% : humidité du sol

I.T.G.C : institut technique des grandes cultures

L : limons

m<sup>2</sup> : mètre carré

Max : maximale

Min : minimale

mm : millimètre

MO : matière organique

MOP : matière organique particulière

MOS : matière organique du sol

N : azote

O.N.M : Office National de Météorologie

OH<sup>-</sup> : ions d'hydroxyde

P : pluviométrie moyenne annuelle en mm

pH : potentiel d'hydrogène

SD : semis direct

Tab : tableau

T max : température moyenne maximale

T min : température moyenne minimale

TC : travail conventionnel

TCS : techniques cultural simplifiées

T° : température moyenne annuelle en °C

La production des céréales en Algérie reste tributaire des facteurs agro-climatiques d'une part et d'autre part des facteurs d'ordre technique, la rotation, la fertilisation et le travail du sol. Le concept de l'agriculture durable vise principalement à maintenir la production végétale qui ne s'accomplit qu'avec la préservation de la capacité de production des sols à savoir leur fertilité et leur qualité physique, chimique et biologique.

La conservation de l'eau et le contenu en carbone des sols sont parmi les paramètres importants qui déterminent la qualité du sol. Ils constituent souvent un facteur limitant dans la productivité en agriculture. La matière organique et l'activité biologique qui en découle, ont une influence majeure sur les propriétés physiques et chimiques des sols.

L'agrégation et la stabilité de la structure du sol augmentent avec le contenu en carbone des sols les conséquences sont directes, sur la dynamique de l'eau et la résistance à l'érosion par l'eau et le vent. Le carbone des sols affecte aussi la dynamique et la biodisponibilité des principaux éléments nutritifs. La densité apparente du sol détermine sa porosité. Cette dernière joue un rôle important dans les échanges hydriques et gazeux ainsi que le développement racinaire (Lahlou *et al.*, 2005).

En Algérie le phénomène de dégradation du sol est présent sur les hautes plaines, zone céréalière à cause du déficit hydrique, des pratiques culturales inadaptées et de la surexploitation des terres qui ne vont pas de paire avec l'évolution pédoclimatique du milieu. La technique de travail du sol classique avec labour a atteint ses limites de développement dans certaines régions, les terres labourées sont sujettes à l'érosion (Abdellaoui *et al.*, 2010).

La restauration de la qualité du sol et la gestion durable des terres, qui doivent se réaliser parallèlement, ne peuvent être résolues par une modification technique mais plutôt à travers l'adoption d'une stratégie entièrement nouvelle qui embrasse tous les aspects du problème et considère tous les constituants d'un développement agricole durable. Il faut que la stratégie envisagée prenne en compte des solutions écologiques, alimentaires, économiques et sociales.

Pour se faire, il y a une nouvelle initiative à travers le monde qui accorde à réaliser cet objectif double et antagoniste, d'améliorer progressivement la production et de préserver l'environnement : c'est l'agriculture de conservation. Celle-ci doit reposer sur la suppression

du travail du sol, la protection par une couverture végétale constituée de résidus et de pailles (Mrabet, 1993). La fixation de cette agriculture contribuera à la durabilité des systèmes agricoles en Afrique du Nord (CDSR, 2001 in Boudiar, 2012).

L'objectif de la présente étude est d'évaluer la dynamique de la rhizosphère d'une céréale conduite en agriculture de conservation comparée à l'effet d'une agriculture conventionnelle et leurs effets sur les propriétés physique et chimiques du sol.

## I. Céréaliculture

### I.1. Importance des céréales

Les céréales sont un constituant majeur des régimes alimentaires de l'homme et de l'animal partout dans le monde. Si l'on considère les superficies couvertes, le blé est la plante la plus cultivée dans le monde (Kacem, 2005 in Adjroud, T. et C.Tassine, 2011).

En Algérie les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale (Djermoun, 2009). La céréaliculture occupe en moyenne une superficie de 4194820 ha soit l'équivalent de 50% de la surface agricole utile (S.A.U) (Madar, 2006 in Adjroud, T. et C.Tassine, 2011). La production nationale des céréales est encore faible, elle a atteint environ 42 Mt en 2011. Mais, elle ne couvre que 20 à 25% des besoins du pays, le reste étant importé (Moullef, 2010). Cette faible productivité est elle-même due à des contraintes abiotiques comme la pluviométrie, les biotiques, particulièrement les adventices et humaines tels que les itinéraires techniques appliqués (Chellali, 2007 in Adjroud, T. et C.Tassine, 2011).

### I.2. Zones de production des céréales

La céréaliculture est pratiquée sur une vaste aire géographique, au relief relativement accidenté. Cette superficie est constituée de plaines, de plateaux et de chaînes de montagnes au climat très variable qui va de subhumide à l'aride supérieur, avec une présence plus importante dans la frange pluviométrique des 300-400mm (Feliachi, 2000 ; Cadi, 2005).

Les conditions pédoclimatiques démarquent quatre zones distinctes :

- **Une zone potentielle**, située essentiellement dans les plaines littorales et sub-littorales et le nord des hauts plateaux, avec un cumul 450 et 800mm de P. La céréaliculture variée est pratiquée de manière intensive avec une superficie de 1 à 1.2 millions d'hectares (Cadi et *al.*, 2000).
- **Une zone intermédiaire**, localisée principalement au sud des hauts plateaux, la pluviométrie est inférieure à 400mm, constituant la zone agropastorale où se pratique une céréaliculture de subsistance avec des rendements très bas. La superficie est estimée à 1.8 millions d'hectares (Latreche, 2011).

- **Une zone steppique**, où la céréaliculture est pratiquée de manière irrégulière sur 0.3 à 0.8 millions d'hectares, selon les années. C'est une zone à hiver froid, les précipitations enregistrées sont faibles, présentant une grande variabilité interannuelle, de 200 à 300mm. C'est une zone peu productive, axée essentiellement sur l'orge (Latreche, 2011).
- **La zone sud**, où se pratique une céréaliculture sous irrigation (Latreche, 2011).

### I.3. Classification botanique du blé dur

Les céréales appartiennent à la famille des Poacées (Graminées), dont la sous famille des Festucoïdées, qui est la plus commune, comprend les principales céréales cultivées, entre autre le blé, l'orge, l'avoine et le triticale qui sont toutes autogames, d'où la possibilité de la conservation de pureté variétales d'une génération à l'autre (Simon et *al.* 1989 ; Bonjean et Picard, 1990).

Selon Bonjean et Picard, (1990), la classification botanique du blé dur est comme suit :

- Embranchement : Spermaphytes ;
- Sous embranchement : Angiospermes ;
- Classe : Monocotylédones ;
- Ordre : Glumiflorales ;
- Famille : Poacées ;
- Sous famille : Festucoïdées ;
- Tribu : Hordes ;
- Genre : *Triticum* ;
- Espèce : *Triticum durum*.

### I.4. Origine génétique du blé dur

Le blé serait le résultat d'un premier croisement entre une espèce donneuse du premier génome AA ( $2n=14ch$ ); *Triticum monococcum* et un deuxième groupe apportant le génome BB dont l'espèce *Aegilops spelta* ( $2n=14ch$ ). Le croisement interspécifique de cet hybride a donné naissance à une espèce tétraploïde portant les deux génomes AA BB ( $2n=28ch$ ) appelé *Triticum turgidum*, qui, en évoluant a abouti notamment au blé dur (*Triticum durum* Desf). Ce dernier appartient au groupe des tétraploïdes (Feuillet, 2000).

## I.5. Cycle de développement du blé dur

La culture des céréales se développe selon un cycle qui dure de 06 à 11 mois suivant les variétés. Le cycle de développement des céréales se divise en trois grandes périodes qui sont représentées dans la (Fig. 1).

### I.5.1. Période végétative

Elle débute du semis jusqu'au début montaison (Simon *et al.*, 1989).

- **Phase semis- levée**, qui commence par le passage du grain de l'état de vie ralentie à l'état de la vie active, lors du processus de germination, cette dernière se traduit par la sortie des racines séminales et par la croissance du coléoptile en laissant sortir la 1<sup>ère</sup> feuille vers la surface du sol. C'est la levée, pendant cette phase, la jeune plantule vit sur les réserves de la graine (Boulal *et al.*, 2007).

-**Phase levée –début tallage**, dès que la première feuille perce le coléoptile ce dernier s'arrête de croître et se dessèche, la première feuille fonctionnelle s'allonge, puis la deuxième, la troisième et la quatrième qui s'imbriquent les unes sur les autres (Boulal *et al.*, 2007).

A l'apparition de la quatrième feuille, les bougeons axillaires s'allongent pour donner naissance aux talles (Simon *et al.*, 1989).

-**Phase plein tallage-début montaison**, Pendant cette phase le maître brin continue à émettre des feuilles en même temps que des talles qui apparaissent d'une façon synchronisée. La fin de cette phase est observée lorsque la jeune inflorescence est d'environ 1 cm au-dessous du plateau de tallage, on atteint donc le stade début montaison (Boulal *et al.*, 2007).

### I.5.2. Période reproductrice

Cette phase est caractérisée par la transformation du méristème apical.

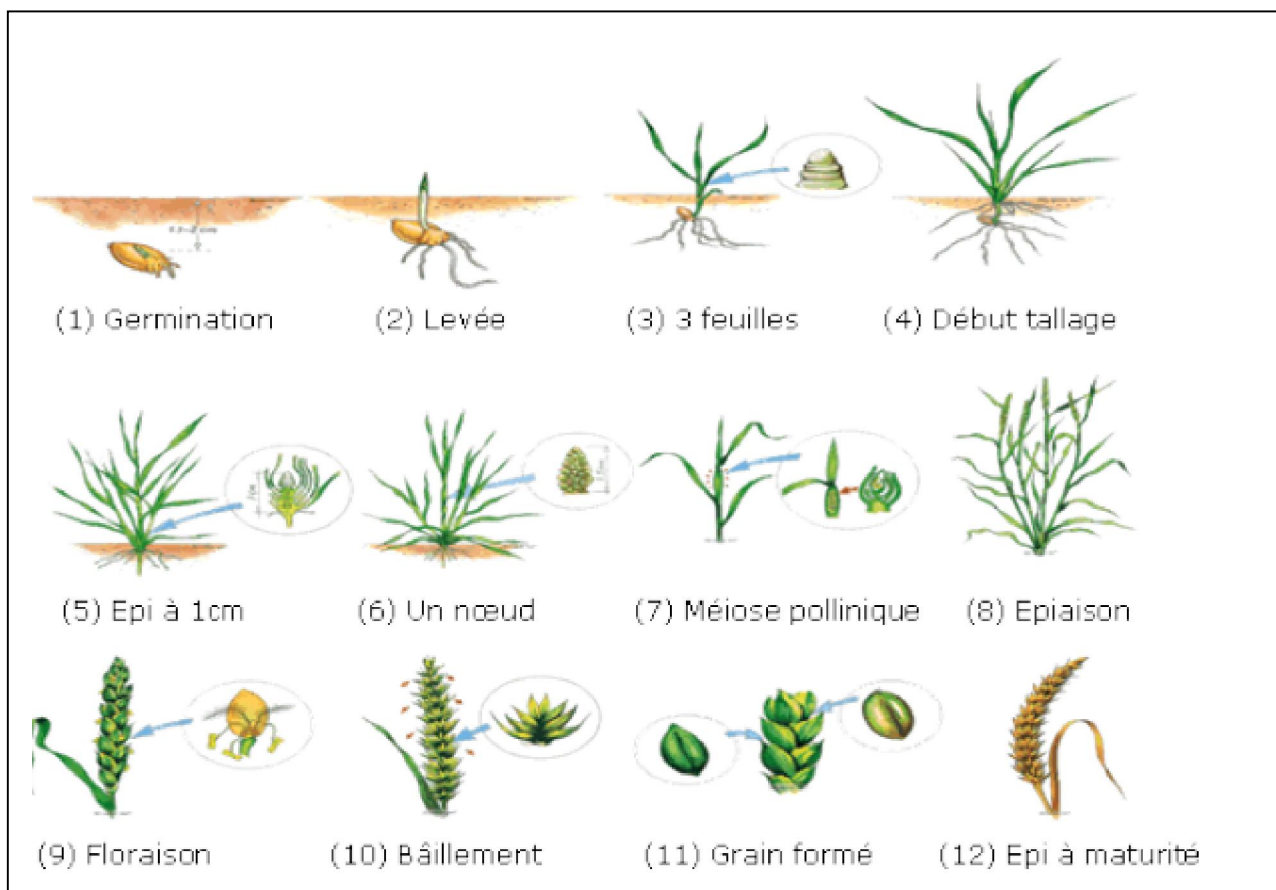
- **Phase ébauches d'épillet (A-B)**, son début est marqué par une différenciation de l'ébauche de l'épillet sur l'apex qui correspond au stade A. Ce stade marque la fin de la période végétative et l'acheminement vers la formation de reproduction, c'est l'initiation florale. Le

stade B marque la fin du tallage et le début de montaison. Il est repéré par l'apparition de deux renflements latéraux sur l'épillet, ce sont les ébauches des glumes (Boulal *et al.*, 2007).

**-Phase montaison – floraison**, dès le début de la montaison on assiste à une différenciation des pièces florales, en parallèle la tige et l'inflorescence s'allongent, les apex des talles se différencient des ébauches d'épillets puis les pièces florales montent, c'est le tallage épis (Boulal *et al.*, 2007).

### I.5.3. Maturation du grain

C'est la dernière période du cycle du développement des céréales, elle correspond à l'accumulation de l'amidon dans les caryopses puis à la perte d'eau (Soltner, 2005). Cette phase passe par trois stades de remplissage, laiteux, pâteux et enfin grain dur ayant une humidité 15-16% rendant la récolte possible.



**Figure 1. Cycle de développement du blé (Bebba, 2011).**

## **I.6. Importance et description du système racinaire du blé**

Le système racinaire du blé est du type fasciculé (Soltener, 2005) (Fig. 1). Au cours de leur développement, les céréales disposent de deux types de système racinaires successifs : le système de racines primaires ou séminales fonctionnel dès la germination ; le système racinaire secondaire ou de tallage qui se substitue progressivement au précédent (Boulal et *al.*, 2007)

Les racines jouent un rôle fondamental dans le fonctionnement et donc dans la production des plantes. C'est grâce à elle que se fait l'approvisionnement en eau et en éléments minéraux de celle-ci. Mais il existe aussi d'autres fonctions comme ancrage sur substrat, réserves en assimilats et métabolismes.

Les racines contribuent en particulier aux équilibres hormonaux qui contrôlent la croissance et le fonctionnement de la plante. Elles constituent également une source de matière organique pour le sol. Il est donc important pour la production de la culture, mais aussi pour le maintien de la fertilité du sol, d'avoir un système racinaire bien développé, notamment en profondeur. Un des rôles essentiels du travail du sol est de faciliter la croissance des racines dans ce milieu contraignant. Pour cela, il permet souvent de diminuer la résistance du sol à la pénétration des racines à travers une amélioration de sa structure et parfois de son humidité. Il améliore aussi l'aération du sol, facilitant les échanges gazeux au niveau de la racine (Chopart, 1991).

## **II. Interaction sol-plante**

### **II.1. Le sol**

Le sol est la transformation naturelle de la surface, à structure meuble et d'épaisseur variable, résultant de la transformation de la roche mère sous-jacente sous l'influence de divers processus, physiques, chimiques et biologiques, au contact de l'atmosphère et des êtres vivants (Musy et *al.*, 1991).

Il est le support des plantes. C'est la zone exploitée par les racines. Il englobe le domaine de la rhizosphère définie pour la première fois par Hiltner, (1904), zone d'échange d'ions, de compétition pour l'eau, l'oxygène ou l'activité microbienne est stimulée par la libération des composés organiques (Stengel et Gelin, 1998).

## II.2. La racine

La racine est un organe d'encrage, de la plante au sol et de l'alimentation des parties aériennes des végétaux (Morel, 1996). Lien privilégié de l'interaction entre le sol et la plante vasculaire (Gobat *et al.*, 2003), elle est le siège d'activité métabolique tels que la réduction des nitrates et la synthèse des acides aminés (Vilain, 1993).

La racine est l'organe souterrain d'une plante servant à la fixer au sol et à y puiser l'eau et les éléments nutritifs nécessaires à son développement. Les racines sont souvent le siège de symbiose avec les bactéries et les champignons du sol. Elles peuvent présenter des adaptations à fin de faciliter le développement de la plante dans un environnement particulier. Dans un certains cas les racines servent aussi à stocker des nutriments (Wang *et al.*, 2005).

## III. L'effet rhizosphérique

Il a été reconnu depuis de nombreuses années que le sol près des racines diffère du sol global (Gregory et Hinsinger, 1999), où les conditions physico-chimiques et biologiques sont modifiées par l'absorption et l'excrétion des éléments minéraux et par les composés organiques libérés par les racines (Bertrand et Gigou, 2000).

L'effet rhizosphérique est lié au considérable flux de carbone exsudé par les racines (Hinsinger, 2001). Il est désormais admis qu'en moyenne 20% du carbone assimilé par les végétaux supérieurs, par l'intermédiaire de la photosynthèse sont libérés par les racines comme exsudation (Hinsinger *et al.*, 2005), qui fournissent un substrat important qui stimule la croissance de divers micro-organismes (Gregory, 2006).

### III.1. Extension spatiale de la rhizosphère

La rhizosphère subit une évolution spatio-temporelle en fonction de la croissance, de l'activité des racinaires, et de la nature des plantes (Turpault *et al.*; 2001). Tandis que (Hinsinger *et al.*, 2005), se basent sur l'architecture de la rhizosphère qui est étroitement liée à celle de système racinaire, elle varie selon l'espèce et le génotype. Quand les racines sont regroupées en masse compacte le volume peut diminuer de 30%. Quand les racines sont denses, une

grande fraction du sol est directement influencée par les exsudats racinaires (De Neergaard et *al.*, 2001 in Yahiaoui, M. et H.Kiouas (2010).

L'extension spatiale de la rhizosphère dépend des interactions sol-racines, de quelques millimètres de la surface de la racine en considérant la dynamique des éléments à mobilité faible tel que le potassium et le phosphore (Darrah, 1993 in Hinsinger, 1998), à plusieurs centimètres pour l'eau et le nitrates (Calvet, 2003).

## **III.2. Fonction de la rhizosphère**

### **III.2.1. Rhizodéposition**

Le terme « Rhizodéposition » a été défini par l'accumulation des substances organiques et minérales émit par la partie active des racelles (Soltner, 2003). Elle correspond à 20-50% de la production photosynthétique total de la plante et apporte un flux important de carbone et de l'énergie aux micro-organismes de la rhizosphère, elle comprend des cellules détachées du mucilage et des exsudats solubles (Neuchâtel, 2009). Les quantités varient selon des espèces, le stade de développement de la plante et de nombreux facteurs environnementaux.

### **III.2.2. Exsudats**

Les exsudats forment la partie dominante de rhizodéposition, de faible poids moléculaire (Gobat et *al.*, 2003). Ils sont solubles dans l'eau ou volatiles, libérés par les cellules vivantes d'une façon passive par des processus physico-chimiques (Davet, 1996 ; Morel, 1996 et Stengel et Gelin, 1998).

Les trois principaux groupes de substances organiques exsudés par les racines dans la rhizosphère sont : des sucres de 50 à 60 %, Acide carboxyle de 20 à 30%, des acides aminés de 10 à 20% de l'exsudat total (Kuzyakov et *al.*, 2006).

### **III.2.3. Secrétions et excrétiions**

Ce sont des composés libérés selon des mécanismes actifs vers le milieu extérieur (Stengel et Gelin, 1998). Ils concernent généralement des composés de poids moléculaire élevé, tels que des enzymes et des mucilages. Les cellules peuvent aussi excrétées activement des protons ou des acides organiques pour maintenir leur équilibre ionique (Davet, 1996). La libération vers le milieu extérieur consomme de l'énergie (Davet, 1996 et Stengel, 1998).

### **III.2.4. Lysats**

Ce sont des produits provenant de la décomposition des poils absorbants et des cellules corticales et épidermiques qui se détachent des racines fonctionnelles (Stengel et Gelin, 1998).

### **III.2.5. Les mucilages**

Le mucilage est un produit gélatineux formé de polysaccharides, d'ectoenzymes et d'autres protéines qui sont les principaux exsudats racinaires, de poids moléculaires élevés (Nguyen, 2007). Cette sécrétion racinaire est assez facilement hydrolysée par des microorganismes de la microflore rhizosphérique (Gobat et *al.*, 2003).

### **III.2.6. Le mucigel**

Correspond aux composés gélatineux de nature polysaccharidique produit à la fois par les racines et les populations microbiennes de la rhizosphère, favorisant le contact entre les particules du sol et la surface. Ainsi il améliore le transfert des éléments minéraux et de l'eau vers les racines. Par ailleurs, le mucigel assure une fonction de lubrification permettant la progression de la racine dans le sol (Stengel et Gelin, 1998).

Le mucigel sécrété par les racines présente un fort pouvoir d'absorption vis-à-vis des argiles. Il pourrait également favoriser la stabilité des concentrations argileuses le long des chevelures racinaires et constitue en quelque sorte une protection de la racine contre le dessèchement excessif du sol (Callot et *al.*, 1982).

#### **IV. Impact de l'activité racinaire sur le sol**

La rhizosphère constitue un environnement bien particulier où les caractéristiques physico-chimiques et biologiques sont différentes de celle du sol non rhizosphérique. Elle est en effet un lieu d'échange important entre le sol, la racine et les microflores (Stengel et Gelin, 1998). Ces échanges de matière entre plante et sol ont pour effet de modifier les propriétés chimiques de la solution du sol, de déplacer les équilibres ioniques, de mobiliser des éléments minéraux, voire d'altérer les minéraux du sol.

Le fonctionnement de ces modifications chimiques de la rhizosphère se traduit à long terme par une évolution des sols, de leur composition chimique, minéralogique et de leurs propriétés physiques. La racine change considérablement les propriétés physico-chimiques du sol avec lequel elle entre en contact, et par conséquent la biocénose de ce sol. En retour, les organismes modifient eux aussi les conditions de l'environnement racinaire (Gobat et *al.*, 2003).

#### **V. Agriculture de conservation**

Le monde entier a pris conscience de la nécessité d'économiser les ressources naturelles non renouvelables et de protéger la qualité de l'environnement. Le développement durable a alors été défini comme un développement répondant aux besoins présents d'une humanité solidaire, mais qui laisse aux générations futures la possibilité de survivre et de prospérer grâce à une agriculture de conservation et donc une agriculture intégrée (Gérardine, 1993).

Aboudrare, (2009) et Mrabet, (2011) ont défini l'agriculture de conservation comme un ensemble de techniques agronomiques permettant de conserver et d'améliorer le potentiel agronomique des sols. Cependant, pour Thomas, (2006) et F.A.O, (2011), les grands principes de l'agriculture de conservation sont les mêmes quelles que soient les conditions pédoclimatiques ou socioéconomiques :

- un travail du sol réduit ou minimal qui (allant jusqu'à une absence totale, cas des systèmes de semis direct) ;
- une couverture végétale maximale, sinon permanente du sol par un mulch végétal vivant ou mort ;

- une diversification systématique de rotations culturales (notamment dans le cas des cultures annuelles), ou association culturales dans le cas des cultures pérennes.

## **V.1.Importance de l'agriculture de conservation**

### **V.1.1. Agriculture de conservation dans le monde**

Actuellement, dans le monde près de 106 millions d'hectares des cultures arables sont cultivées chaque année dans les systèmes de l'agriculture de conservation (Kassam et Friedrich, 2010 in Li et *al.*, 2011). Ces systèmes de production des cultures basés sur l'agriculture de conservation connaissent un intérêt croissant dans la plupart des pays à travers le monde (Derpsch et Friedrich, 2009).

### **V.1.2. Etat de l'agriculture de conservation en Algérie**

En Algérie, l'intensification de l'agriculture pour une production accrue, bien qu'elle ait permis d'accroître les niveaux de productivité et limiter les empiètements les plus graves sur les terres, n'a pas empêché les effets négatifs sur l'environnement. Aussi, le développement durable doit être allié avec l'environnement pour ne pas compromettre les progrès réalisés dans le domaine des rendements et exige des stratégies plus efficaces de gestion des sols, de l'eau et de la fertilité (Boufnar-Zaghouane et Zaghouane, 2006).

Selon Abdellaoui et *al.* (2010), le phénomène de dégradation du sol est présent dans les hauts plateaux et les hautes plaines, zone de pratique de la céréaliculture. Ceci est dû à plusieurs facteurs tels que le déficit hydrique, les pratiques culturales inadaptées et la surexploitation des terres qui ne suivent plus l'évolution pédoclimatique du milieu. La technique du travail du sol classique avec labour a atteint ses limites de développement dans certaines régions. Les terres labourées sont sujettes à l'érosion et à la baisse de fertilité impliquant des dégradations physiques parfois irréversibles. Pour limiter ce phénomène et raisonner avec le concept d'une agriculture durable, le recours aux techniques simplifiées et au semis direct serait le plus conseillé.

## **VI. Apports de l'agriculture de conservation**

### **VI.1. Effet environnemental**

L'agriculture de conservation et les techniques culturales simplifiées permettent de réduire l'érosion par la présence d'un couvert végétal et absence ou réduction de travail du sol (Van Doran et Allmaras, 1978 ; Unger et *al.*, 1988). Toutefois, le *mulch* intercepte les gouttes de pluie et protège la surface du sol contre la destruction des agrégats, améliore l'infiltration de l'eau et réduit les pertes du sol par érosion (Freebain et Boughton 1985 ;McGregor et *al.*,1990 ; Dormaar et Carefoot 1996). Une réduction de la pollution des eaux (Viaux, 1999) avec une baisse des doses d'engrais et des pesticides diminuant leur impact sur la pollution des nappes phréatique (Lakeb, 2012).

L'AC augmente la biodiversité et l'activité biologique des sols (Cluzeau et al 2001 ; Granval et *al.*, 1993). De plus cette technique permet une lutte contre le réchauffement climatique par la réduction de la dépense énergétique donc des émissions et capacité de stockage du carbone via les matières organiques dans les sols (Guedez, 2002).

### **VI.2. Effet agronomique**

L'agriculture de conservation engendre une concentration dans l'horizon de surface des éléments fertilisants et de l'activité biologique du sol, engendre également une homogénéisation de la stabilité structurale de celui-ci après une période d'adaptation de quelques années (Guerif, 1991).

Elle permet une accumulation des matières organiques en surface du sol (Roldan et *al.*, 2003) in (Boudiar, 2012). Augmente la minéralisation de l'azote surtout dans les couches de surface et diminue les pertes en eau dans le sol par évaporation et favorise une température modérée du sol ce qui améliore l'activité biologique (Hatfied et Pruegar, 1996).

### **VI.3. Impact économique**

L'agriculture de conservation permet une réduction de temps des travaux (Rieu, 2001).Une réduction des charge de mécanisation est possible (Tebrugge, 2001).

## **VII. Importance de la réduction du travail du sol**

Le travail du sol est un maillon important de l'itinéraire technique pour l'installation des cultures. Dans l'objectif de la durabilité des systèmes de cultures, il doit jouer un rôle important aussi bien pour l'implantation des cultures, du fait qu'il favorise la germination, la levée et le développement racinaire, que pour la conservation de l'eau et du sol à travers ses effets sur l'amélioration de l'infiltration et les transferts de l'eau dans le sol et sur la réduction de l'évaporation de l'eau, le ruissellement et l'érosion. En plus des effets précédents, le travail du sol doit également viser la limitation des phénomènes de dégradation de la structure du sol et l'économie de l'énergie suite à l'utilisation des engrais. Ainsi on distingue deux types de travail du sol : le travail minimum et le semis direct, appelé aussi par certains non labour ou non travail du sol. La mise en œuvre des pratiques de travail du sol de conservation est intimement liée aux autres pratiques mentionnées précédemment, à savoir, les rotations culturales et les résidus de surface (Abdellah, 2009)

### **VII.1. Travail conventionnel du sol**

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 varie en fonction du type d'outil et peut atteindre 25 à 35cm. Les principaux avantages du labour est qu'il permet un bon ameublissement du sol sur la profondeur travaillée, ce qui engendre une meilleure infiltration de l'eau dans le sol et un bon développement racinaire suite à l'amélioration de la porosité du sol (Aboudrare,1992 et 2000 ; Debaeke et Aboudrare, 2004 ; Aboudrare et al., 2006). Un autre avantage du labour est qu'il permet l'enfouissement des semences des adventices, ce qui réduit l'infestation des cultures par celles-ci et diminue ainsi l'utilisation des herbicides chimiques et améliore le rendement. Ces effets positifs du labour sont particulièrement bénéfiques en conditions hydriques favorables. Cependant, en conditions hydriques contraignantes, caractérisant les zones arides et semi-arides, le travail conventionnel aboutit à une perte en eau importante par évaporation suite à l'absence des résidus de culture précédente et à la porosité importante du sol, ce qui implique une baisse du rendement et de l'efficacité d'utilisation de l'eau des cultures (Aboudrare, 1992 et 2000 et

Aboudrare et *al.*, 2006). Dans les deux situations, le labour peut également engendrer les pertes en eau et en sol par ruissellement sur les terrains en pente, ce qui accentue le phénomène d'érosion. En outre, cette pratique est très consommatrice en temps et en énergie et fait recours à des engins puissants pouvant induire un problème de tassement et de compactage du sol, notamment en conditions humides.

Cette pratique doit être utilisée avec beaucoup de précautions de manière à ce qu'elle ne porte pas atteinte à la durabilité du système de culture à travers les risques qu'elle encoure pour les ressources en eau et en sol. Le cas échéant, ces outils pourraient être remplacés par les outils à dents dont leur effet sur la conservation de l'eau et du sol est prouvé. Dans les zones arides et semi-arides à agriculture pluviale, les études ont montré que la pratique du labour est à proscrire du fait des risques précités. Ce sont plutôt les pratiques de travail minimum et le semis direct qui sont préconisées pour ces zones (Abdellah, 2009).

## **VII.2. Impact de la réduction du travail du sol**

Le travail minimum est une stratégie qui tend à réduire le nombre de façons culturales et le volume de terre remanié. Le labour réalisé classiquement à la charrue à disques ou à soc est ainsi remplacé par des techniques visant à perturber le sol uniquement en surface pour l'installation des cultures (Abdellah, 2009).

## **VII.3. Semis direct**

Pour mieux réussir une agriculture de conservation le semis direct est un nouveau mode d'exploitation des ressources naturelles. Elle est définie par la F.A.O comme une agriculture reposant sur une forte réduction, voire une suppression du travail du sol, sa couverture permanente et des successions culturales diversifiées (Boufnar-Zaghouane et Zaghouane 2006). Cependant, en 2010, la F.A.O estimait que plus de 100 millions d'hectares étaient cultivés en agriculture de conservation dans le monde, pour seulement 45 au début des années 2000.

## **VIII. Effets du travail des techniques de conservation sur les propriétés du sol**

### **VIII.1. Structure du sol**

Le travail du sol affecte directement les propriétés structurales du sol, particulièrement les agrégats et le volume des vides. Toutefois les conditions d'aération, les variations des températures et l'activité des racines seront perturbées (Huwe, 2003).

Dans les systèmes labourés, la structure du sol est principalement créée par les opérations de travail du sol tandis que dans les systèmes non travaillés, cette dernière est principalement créée par l'action du climat et les processus biologiques (Oorts, 2006). Il en résulte que la structure d'un sol labouré est extrêmement hétérogène. Elle est composée de l'assemblage de sol fin, de mottes compactées ou non (décimétriques), de résidus de cultures répartis le long de la bande de labour, de vides et de fissures issus de l'action de retournement, de déplacement et de fragmentation de la charrue sur la couche de sol labourée (Estrade *et al.*, 2004). A l'inverse, la structure d'un sol non travaillé est plus homogène et présente souvent une structure plus massive composée de macro-pores d'origine biologique. Les fissures et les vides sont en général moins importants dans les sols non travaillés ou dans les systèmes de travail du sol réduit du type *chisel* (Rasmussen, 1999).

### VIII.2. Densité apparente

La réduction de l'intensité et la profondeur du travail d'un sol conduit en général à une augmentation de la densité apparente du sol mais pas au-delà de l'ancien fond de labour (Rasmussen, 1999). L'absence de fragmentation des anciennes couches de sol travaillées entraîne une diminution de leur espace poral (Guérif, 1994). L'augmentation de la densité apparente du sol est toutefois moins importante dans les Systèmes de travail du sol réduit que dans les systèmes type semis direct (Kay et Vanden Bygaart, 2002). La densité apparente de la couche du sol de surface (0-5 cm) est favorisée dans les systèmes de non travail du sol ou de travail du sol réduit par rapport à un labour en raison de la présence d'un mulch en surface (Blanco-Canquiet *al.*, 2007). Cependant, Tebrügge et Düring (1999) montrent que l'écart de densité apparente entre un sol labouré et un sol non travaillé est maximal après le passage de la charrue ; l'écart décroît au cours de la saison de culture. Le non retournement des couches de sols par la charrue ou les techniques de travail superficiel, surtout les techniques de semis direct, diminue la densité apparente du sol sur le long terme, au-delà de 10 années d'adoption de ces techniques (Huwe, 2003 ; Munkholm *et al.*, 2003).

### VIII.3. Porosité et cycle de l'eau

Dans les premiers centimètres de sol, la distribution de la taille des pores est modifiée en l'absence de travail du sol. La mésoporosité et/ou la macroporosité diminuent dans un sol en semis direct par rapport à un sol labouré (Hill, 1990 ; Pierce *et al.*, 1994).

Néanmoins, Guérif, (1994) montre qu'en semis direct, les pores structuraux sont moins nombreux, situés en surface et plus continus. Selon Kay et Vanden Bygaart (2002), L'effet des techniques de travail du sol sur la micro et la méso-porosité du sol varie selon le temps d'application et la profondeur de travail de l'outil considéré.

#### **VIII.4. Rétention en eau**

Le sol non travaillé retient plus d'eau cependant la quantité d'eau dans les 20 cm de surface du sol a diminué significativement d'un type de travail. Dans une culture de blé dur au niveau de l'horizon (0-20cm), Abdellaoui *et al.*,(2010)affirment que le semis direct et les travaux simplifiés permettent une meilleure rétention en eau par rapport au labour conventionnel. La non manipulation du sol et le maintien d'un couvert végétal aident à prolonger la durée du dessèchement de la surface et gardent le sol plus humide sur une période plus longue (Mrabet, 1997).

#### **VIII.5. Teneurs et stocks en C et N totaux**

Les concentrations en C et en N organique dans les systèmes de conservation sont en général supérieures dans les 10 premiers centimètres du sol par rapport à un sol labouré et décroissent fortement dans les horizons sous-jacents (Al-Kaisi et Yin, 2005) in (Boudiar, 2013).Les teneurs en carbone organique sont maximales dans les 5 cm supérieurs du sol. Elles diminuent avec la profondeur parce que les résidus végétaux ne sont pas enfouis et se décomposent en surface. Dans le système conventionnel, au contraire, les teneurs en C organique sont homogènes dans les premiers 30 cm et plus abondantes entre 30 et 40 cm que sous semis direct, du fait de l'enfouissement des résidus végétaux au fond du sillon, où ils se décomposent lentement (Zihlmann *et al.*, 2001).Certains auteurs montrent même que malgré une concentration en C et N plus importante en profondeur en labour (15-30 cm), les stocks de C et N sont supérieurs en semis direct du fait de l'augmentation de la densité apparente de cette couche de sol (Gál *et al.*, 2007). Cette stratification verticale des stocks de C et N engendrée par les techniques de conservation se fait rapidement après leur adoption et les principaux changements apparaissent au cours des trois premières années de leur application

(Ahl *et al.*, 1999 ; McCarty *et al.*, 1998). Les techniques de semis direct, ont un potentiel de stockage de la MOS (matière organique du sol) plus important que les techniques conventionnelles (Baker *et al.*, 2007 ; Franzluebbers *et al.*, 1995 ; Gál *et al.*, 2007). Le rapport C/N de la MOS dans les systèmes de conservation est en général supérieur à celui des systèmes labourés en surface là où les résidus de culture s'accumulent, et peu de différences apparaissent en deçà (McCarty *et al.*, 1998; Stockfisch *et al.*, 1999).

#### **VIII.6. Autres éléments minéraux**

Le non retournement du sol en semis direct conduit à un enrichissement en éléments minéraux des premiers centimètres de sol par rapport à une situation avec labour (Follett et Peterson, 1988 ; Edwards *et al.*, 1992). D'un autre côté, en semis direct, les quantités d'éléments minéraux peuvent être réduites en profondeur, notamment le phosphore et le potassium (Pekrun *et al.*, 2003). L'émission de protoxyde d'azote est favorisée dans un sol non travaillé (Baggs *et al.*, 2003 ; Liu *et al.*, 2006). D'autre part, si des études rapportent que le lessivage des nitrates peut être réduit lorsque le sol n'est plus travaillé (Power et Peterson, 1998 ; Halvorson *et al.*, 2001), d'autres études concluent qu'il peut être accentué (Sharpley et Smith, 1994 ; Catt *et al.*, 2000) ou non modifié (McConkey *et al.*, 2002).

#### **VIII.7. matière organique**

Le travail du sol en modifiant la répartition et parfois la quantité de résidus des cultures retournés au sol, affecte également la qualité des MOP (matières organiques particulaire). Ainsi, les systèmes de conservation ont une plus grande part de MOP (Franzluebbers et Arshad, 1997) que les sols labourés en raison notamment de la protection physique des MOS qui protège la MOS de l'activité microbienne dans les systèmes de conservation (Balesdent *et al.*, 2000). Dans les zones semi-arides où la décomposition de la MO est influencée par les conditions de sécheresse (Campbell *et al.*, 1996), l'adoption du non labour réduit l'évaporation et par conséquent les pertes en eau, améliore les rendements et favorise l'accumulation de la MO par l'incorporation des résidus de récolte (Campbell et Janzen, 1995). La perturbation du sol par le labour provoque généralement une diminution du taux de la MO, favorise l'érosion éolienne et hydrique et de ce fait provoque un déclin de la productivité de la plante cultivée (Campbell et Zentner, 1993).

#### **VIII.8. Les vers de terre**

Le labour affecte négativement les populations de vers qui sont atteintes directement via des dommages mécaniques, une exposition aux prédateurs et un phénomène de dessiccation dû au retournement du sol (Edwards et Bohlen, 1996 ; Chan, 2001). Le labour affecte la densité, la biomasse mais également la composition et la diversité des communautés de lombriciens (Chan, 2001 ; Kladvko, 2001). Les endogés sont les moins touchés par cette pratique et peuvent même être favorisés par l'enfouissement des matières organiques dans le sol (Wyss et Glasstetter, 1992 ; Nuutinen, 1992). Le travail du sol superficiel est nettement moins néfaste que le labour car il est moins profond et ne retourne pas le sol mais il peut tout de même porter préjudice aux populations de vers de terre, notamment à travers la destruction des habitats. Le semis direct, quant à lui, favorise le développement des lombriciens, et en particulier le retour des anéciques.

### **VIII.9. Communautés microbiennes**

Les modifications abiotiques et biotiques de l'environnement des microorganismes affectent également la structure des communautés microbiennes du sol (Andrade *et al.*, 2003). Dans les systèmes les moins perturbés mécaniquement, l'augmentation de la biomasse microbienne en surface serait majoritairement due à l'expansion de la biomasse fongique, favorisée par l'humidité du sol (maintenue grâce à la présence d'un *mulch*) et non affectée par les perturbations mécaniques qui réduisent la longueur des hyphes mycéliens dans les premiers horizons de sol (Frey *et al.*, 1999 ; Kennedy, 1999). Le type d'outil utilisé pour le travail du sol a également une influence sur les populations microbiennes : il semblerait que les outils animés (herse rotative) aient un effet encore plus délétère pour les populations fongiques qu'un labour (Cookson *et al.*, 2008). Les sols travaillés intensivement seraient donc dominés par des espèces bactériennes tandis que les sols où le travail du sol est limité favoriseraient le développement de populations fongiques (Kladvko, 2001 ; Young et Ritz, 2000).

### **VIII.10. plantes adventices**

Le travail conventionnel du sol consiste à désherber, ameublir et à préparer le lit de semence afin d'assurer une densité de peuplement satisfaisante et un bon rendement (Dessaint *et al.*, 1990). Il a été démontré que le labour favorise les adventices annuels alors que le semis direct favorise le développement des graminées et des vivaces (Vulioud *et al.*, 2006). Ainsi la transition du semis conventionnel au semis direct peut engendrer une inversion de la flore adventices et l'apparition de nouveaux problèmes de désherbage (Tuesca *et al.*, 2001). Le système non labour ne peut être durable que par la maîtrise de la propagation des mauvaises

herbes (El Brahli *et al.*, 1997). Les parcelles en semis direct peuvent être fréquemment envahies par les adventices (CDSR, 2001 in Nadjem, 2012).

## I. Situation géographique

La station expérimentale de l'I.T.G.C fait partie de la commune d'Oued Semar, daïra d'El Harrach wilaya d'Alger. Elle se situe à l'Est d'Alger et au Nord de la plaine sublittoral de la Mitidja (Fig.2). Ses coordonnées géographiques sont les suivantes :  $30^{\circ}84'$  de longitude Est de  $36^{\circ}43'$  de latitude Nord. Elle se trouve à 24m, au-dessus du niveau de la mer ; entre les isohyète 600mm et 700mm. Elle occupe une superficie de 55ha environ, les activités principales sont centrées sur la céréaliculture, les légumes secs et le fourrages (Bellemou, 2012).



Figure 2. Situation géographique de la région d'étude

## II. Etude climatique

La station de l'I.T.G.C est située au niveau de l'étage bioclimatique subhumide à hiver doux et pluvieux, à été chaud et sec.

### II.1. Précipitations

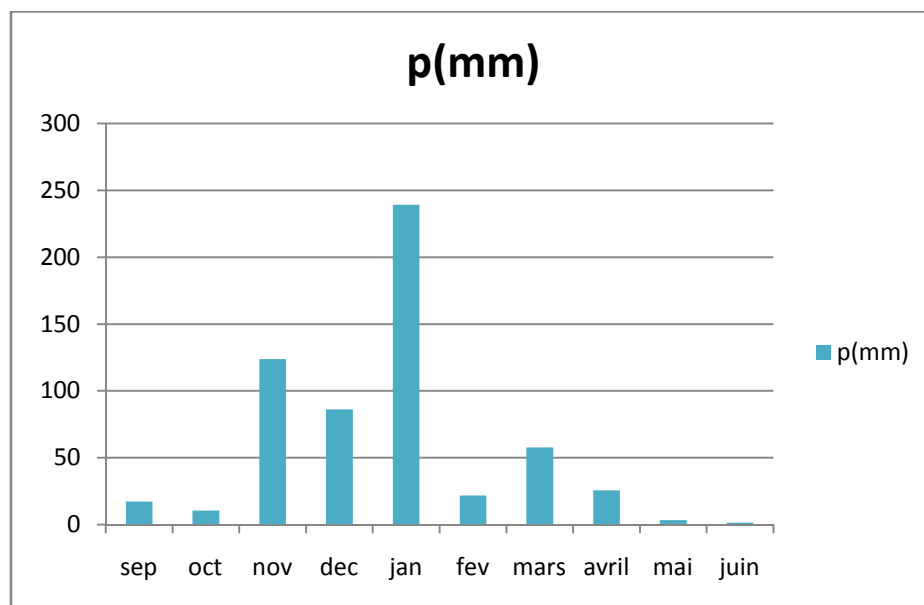
Les moyennes mensuelles de la pluviométrie enregistrées pour la région Oued Smar (I.T.G.C), durant la période d'étude 2016/2017 sont représentées dans le (Tab.1).

**Tableau 1. Précipitations en (mm) durant la campagne 2016/2017.**

mois	sep	oct	nov	dec	jan	fev	mars	avril	mai	juin	total
p(mm)	17,2	10,5	123,9	86,1	239,1	21,7	57,8	25,5	3,4	1,5	586,7

(Source I.T.G.C 2017)

La pluviométrie totale enregistrée dans la région où se situe l'I.T.G.C durant la période de septembre 2016 à juin 2017 a atteint 586,7mm. Le mois le plus pluvieux est janvier avec une valeur de 239,1mm, quant au minimum, il est enregistré au mois de juin avec une valeur de 1,5mm (Tab. 1 et fig 3).

**Figure 3. Variation des moyennes mensuelles des précipitations.**

(septembre 2016 – juin 2017) (O.N.M. Dar el Baida. Alger).

## II.2. Températures

Les températures moyennes mensuelles enregistrées pour la région de Oued Smar (I.T.G.C), de septembre 2016 à mai 2017 durant la période d'étude sont représentées dans le (tab. 2 et fig. 4).

Tableau 2. Températures mensuelles de la campagne 2016/2017.

	sep	oct	nov	dec	jan	fév	mars	avril	mai
<b>M(°C)</b>	30,3	29,1	22,4	18,8	15,7	19,2	21,5	22,3	26,6
<b>m(°C)</b>	17,3	15,9	10,8	8,2	5	8,2	7,3	8,9	12,6
<b>(M+m)/2</b>	23,8	18,53	13,5	13,5	10,35	13,7	14,4	15,6	19,6

(Source I.T.G.C 2017)

Le mois le plus chaud est septembre où il atteint une température maximale moyenne de 23,8°C, le mois le plus froid est janvier atteignant une valeur de 10,35°C.

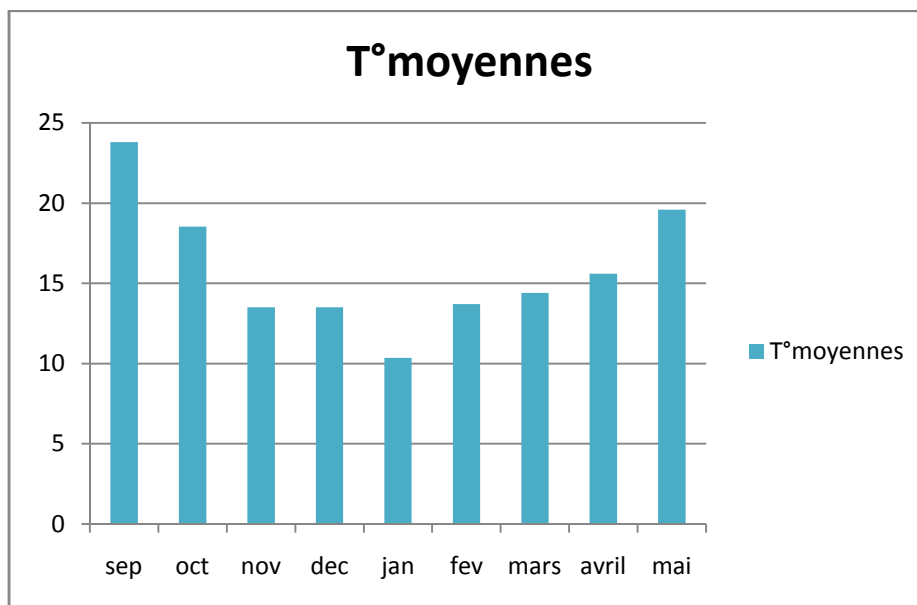


Figure 4. Température moyenne mensuelles (septembre 2016 – mai 2017)

(O.N.M.Dar el Baida. Alger).

### II.3. Diagramme ombrothermique

Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson permet de mettre en évidence la saison sèche (Fig. 5). Les températures et les précipitations moyennes mensuelles sont indiquées ; l'échelle des précipitations étant doublée par rapport à celle des températures  $P=2T$ . Le mois où les précipitations sont inférieures à deux fois la température est considéré

comme un mois sec. Les deux points d'interprétation entre la courbe pluviométrique et thermique délimitent la durée de la saison sèche lorsque  $P < 2T$ .

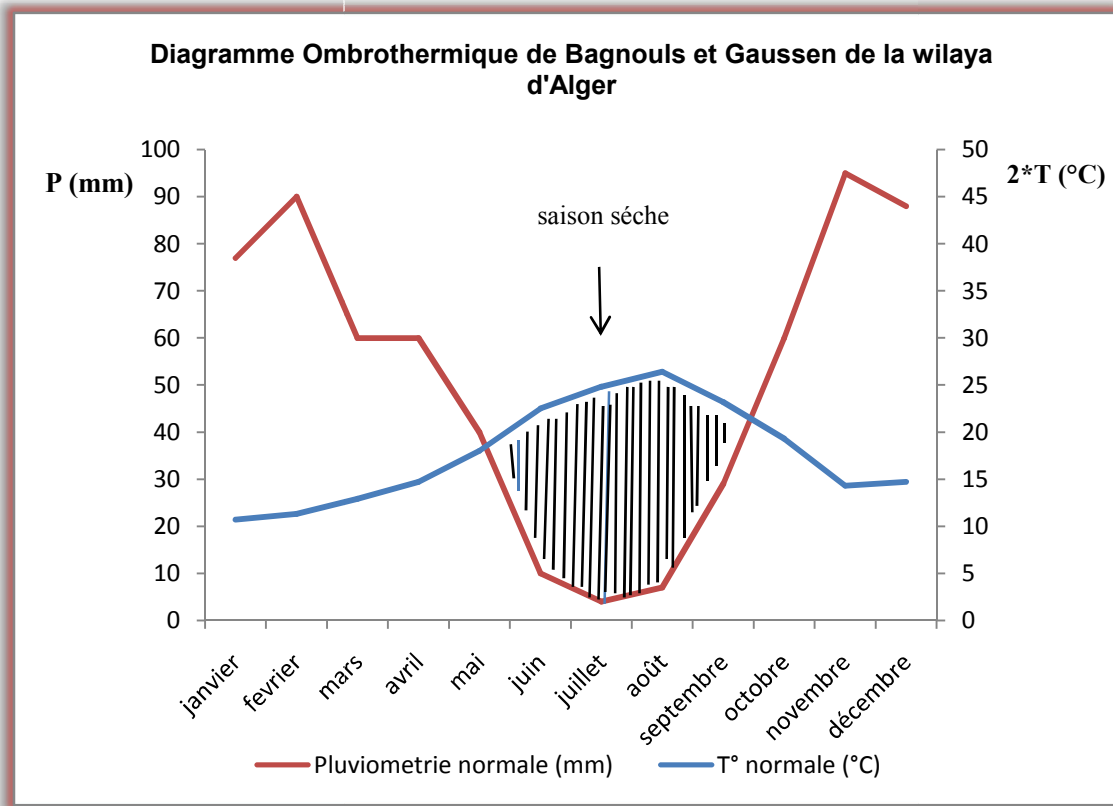


Figure 5. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson pour la région d'Oued Smar Alger.

### I. Matériel végétal de l'expérimentation

L'objectif de cette étude est d'étudier l'impact du travail du sol sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols d'une station expérimentale de l'I.T.G.C située à Oued Semar, El Harrach. La culture utilisée est le blé dure (*Triticum durum*) variété (Chen's). Cette variété est une culture importante dans l'environnement méditerranéen, qui est une culture traditionnelle en conditions pluviales dans les zones marginales des régions semi-arides. Elle possède un système racinaire fasciculé avec un grand nombre de ramifications, elle a un pouvoir germinatif très élevé qui peut atteindre 97% (Amara et *al.*, 2014).



**Figure 6. Parcelle d'échantillonnage (I.T.G.C)**

### II. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est mis en place par l'I.T.G.C de Oued Semar. Il comprend un système en bloc aléatoire complet avec 02 facteurs (profondeur et type de travail du sol) conduit avec 03 répétitions. Cet essai est mené dans des conditions au champ avec une dimension de la parcelle élémentaire de 120 m<sup>2</sup> (Fig.6). La dimension de la parcelle de l'essai est de 400 m<sup>2</sup>.

#### II.1. Facteurs choisis pour l'étude

Cet essai expérimental est mené sur trois parcelles d'une superficie de 400 m<sup>2</sup> chacune. Le premier facteur choisi est la technique de travail du sol répartis sur quatre types de traitements.

- T1 : charrus à socs (30 cm) +cover- crop+ herse + semoir +rouleau.
- T2 : cultivateur à dents +cover-crop +herse +semoir+ rouleau.
- T3 : cover crop + herse +semoir +rouleau.
- T4 : semis direct : pas de travail de sol et passage de semoir direct.

Le deuxième facteur étudié est la profondeur du semis considéré dans chaque répétition :

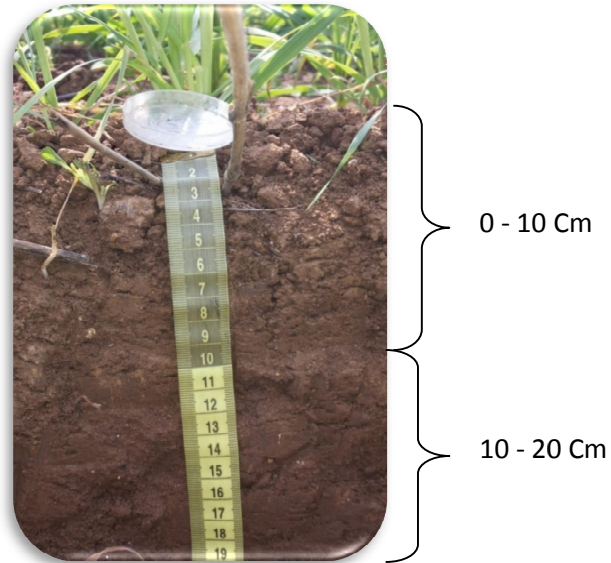
- P1 : 2.5Cm.
- P2 : 2 Cm.

### III. Echantillonnage

L'échantillonnage a été réalisé le 13 mars 2017, dans un champ céréalier dans la station d'Oued Semar. Pour chaque prélèvement nous avons utilisé un quadrat de 6250 cm<sup>3</sup> (25×25×10cm<sup>3</sup>) selon la méthode de Coineau, sur deux profondeurs de 0-10 cm et de 10-20 Cm, pour chaque parcelle élémentaire. Les échantillons sont placés dans des sachets en plastique, étiquetés et ramenés au laboratoire pour les analyses physiques et chimiques (Fig.7, 8,9).



**Figure 7. Pose du quadrat utilisé pour le prélèvement du sol**



**Figure 8. Les deux niveaux d'échantillonnages**



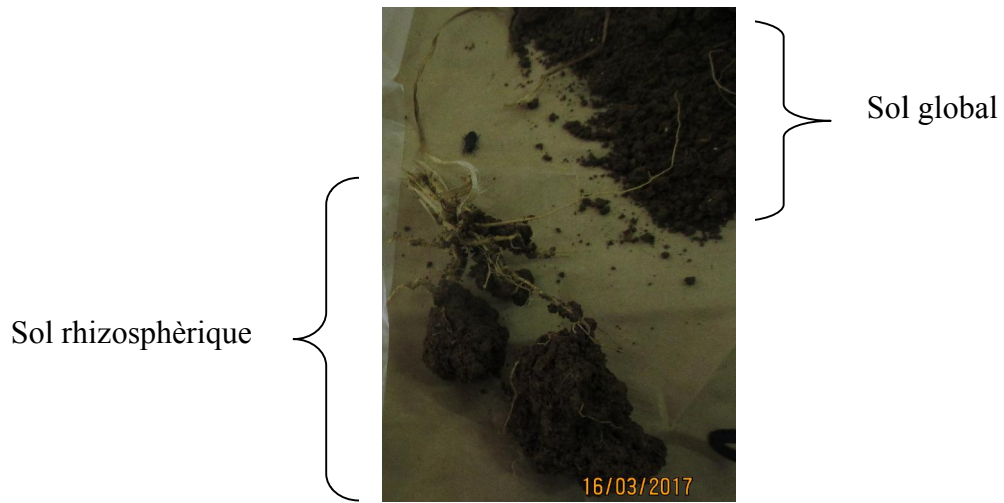
**Figure 9 .Les échantillons au laboratoire**

La matière végétale, partie aérienne et le système racinaire contenu dans les échantillons du sol prélevés ont été récupérés pour un tri et font l'objectif d'une autre expérimentation (Fig. 10).



**Figure 10. Echantillon de plants de blé prélevés.**

Les sols contenus dans le quadrat lors du prélèvement des sols sont séparés selon la méthode rhizosphérique. Le sol global est séparé du sol rhizosphérique (Fig.11, 12, 13). Ces deux fractions ont été séchées à l'air libre et font l'objet d'une caractérisation physique et chimique des sols.



**Figure 11.** Image représente le sol rhizosphérique et le sol global



**Figure 12.** Sol rhizosphérique



**Figure 13.** Système racinaire

#### **IV. Conditionnement des échantillons**

Les échantillons de sols ont été séchés à l'air libre avant d'être broyés délicatement, puis passés à travers un tamis de 2 mm. Chaque échantillon est mis en sachet, étiqueté puis stocké.

#### **V. Analyse des sols**

Les analyses ont été réalisées au laboratoire de science du sol, du département des Sciences Agronomiques de l'Université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou et au laboratoire de l'I.T.G.C. Oued Semar.

##### **V. 1. Analyse physique du sol**

###### **V. 1. 1. Humidité du sol**

Les échantillons de sol sont pesés puis placés dans des boîtes en aluminium dans une étuve à 105 °C. Après une durée de 24 heures ces échantillons séchés sont à nouveau pesés, et le pourcentage d'humidité relative au poids sec du sol est donné pour la formule suivante :

$$\text{Humidité pondérale}\% = (\text{poids humide} - \text{poids sec}) / \text{poids sec} \times 100.$$

La granulométrie, la porosité, la densité apparente, la densité réelle et le calcaire total sont réalisés par le laboratoire de pédologie de l'I.T.G.C.

##### **V.2. Analyse chimique du sol**

###### **V.2.1. Acidité du sol**

Le pH représente l'acidité de la solution du sol exprimé par la quantité d'ions H<sup>+</sup> libres qu'elle contient. Il est mesuré dans une suspension d'eau (rapport sol /eau=1/5), à l'aide d'un pH mètre.

### V.2.2. Carbone organique

Le carbone organique est déterminé par la méthode Anne. Celle-ci consiste en une oxydation de la matière organique de l'échantillon par une solution de bichromate de potassium ( $K_2Cr_2O_7$ ) en excès à chaud en milieu sulfurique ( $H_2SO_4$ ). L'excès de bichromate non réduit par le carbone organique est titré par une solution de sel de Mohr  $(NH_4)_2Fe_2(SO_4)_2$  (sulfate de fer et d'ammonium) en présence de diphénylamine.

Le pourcentage de carbone organique sera déterminé comme suit :

$$C\% = (T_1 - T_2) \times 0,615 \times 2$$

$T_1$  : le témoin

$T_2$  : solution du sol

Ainsi le taux de matière organique sera déduit avec la formule suivante :

$$MO\% = C\% \times 1,72$$

### V.2.3. Conductivité électrique

Elle a été mesurée dans un extrait dilué avec un rapport 1/5 à l'aide d'un conductimètre.

Le protocole suivi consiste à prendre 20g de sol sont pesé et transvasé dans un érlen meyer, à laquelle 50ml d'eau distillée sont ajoutées, après agitation durant 2 heures, on laisse reposer 30 minute. La solution est ensuite filtrée pour obtenir un filtrat très clair.

## VI. Analyses statistique des données

Dans ce travail nous avons opté pour l'utilisation du logiciel stat Box afin de pouvoir mettre en évidence l'effet des techniques culturales à savoir le travail du sol et son intensité sur les propriétés physiques et chimiques des sols. Ainsi nous allons essayer de vérifier l'effet de travail du sol, effet sol (en respectant les notions de sol global et de sol rhizosphérique) et la profondeur du sol exploré par les racines de cette céréale.

La rhizosphère est un des aspects biologiques qui se trouve actuellement parmi les priorités de la recherche appliquée. Elle représente le volume de sol qui entoure la racine et qui est directement influencé par l'activité racinaire. Les racines peuvent induire la dissolution de minéraux. Pour mieux cerner l'effet rhizosphérique sur les caractéristiques des sols, nous allons présenter une comparaison entre quelques caractéristiques chimiques des sols dans la rhizosphère du blé en relation avec chaque technique de travail du sol adoptée par l'I.T.G.C avec un intérêt sur la profondeur du sol. Il est important de signaler que ce travail est mené sur des sols peu remaniés et dans des conditions au champ.

## I. Variation des propriétés des sols étudiés

### I. 1. Effet de la racine du blé sur le Ph des sols

Les résultats de la détermination du pH des différents sols étudiés (Fig.14) montrent que les valeurs varient de 7.68 à 8.05 pour les sols globaux et de 7.9 à 8.01 pour les sols rhizosphériques. Ainsi ces derniers seront classés comme alcalins selon les normes d'interprétations proposées par (Denis, 2000), (Annexe 1).

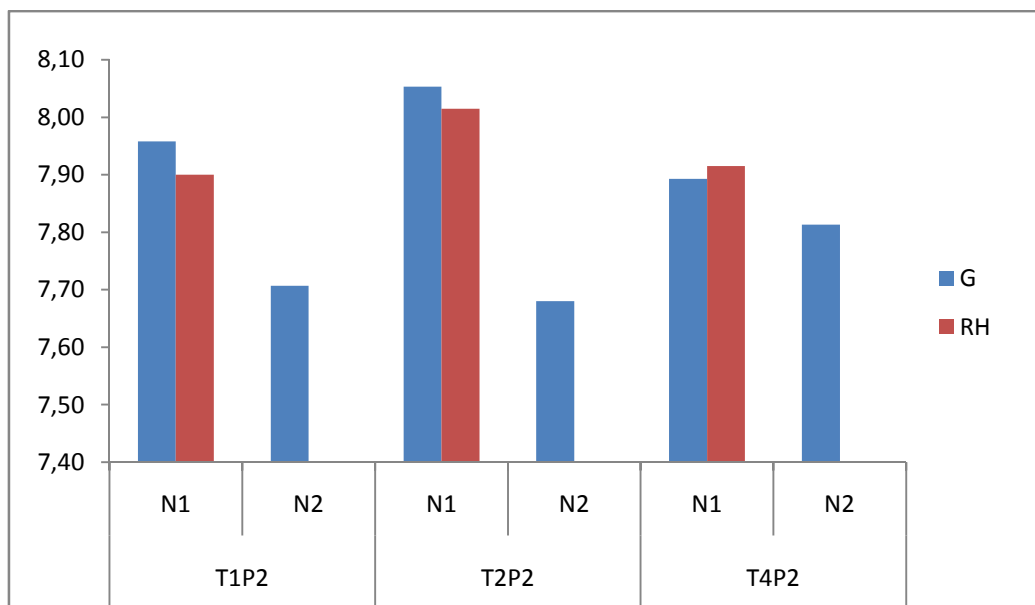


Figure 14. Variation du pH en fonction du sol, profondeur et travail du sol

Le pH indique le degré d'acidité ou basicité qui joue un rôle très important sur l'assimilation des éléments nutritifs par la plante, la variation du pH dépend de la nature du sol, la variation saisonnière, l'état hydrique du sol, sa température et la présence ou non d'une culture en période de croissance active (Dejean, 2012).

### **I.1.1. Effet sol**

Les sols globaux et rhizosphériques ont des pH légèrement différents. Les variations de pH dans les horizons de surface sont liées à une abondance racinaire avec une biomasse importante. Cette légère oscillation peut être expliquée soit par la respiration racinaire ou bien par la libération et la diffusion dans le sol des  $H^+$  et des  $OH^-$  pour compenser un excédent net des cations ou d'anions respectivement, dans le bilan des charges échangées entre la racine et la solution du sol (Henricot et *al.*, 2013).

### **I.1.2. Effet profondeur**

Une diminution non significative des pH des horizons profondeurs par rapport à ceux de la surface. Cette variation s'explique par l'effet des caractéristiques physiques des sols en surface particulièrement le taux de matière organique et l'aération (Mrabet, 1997).

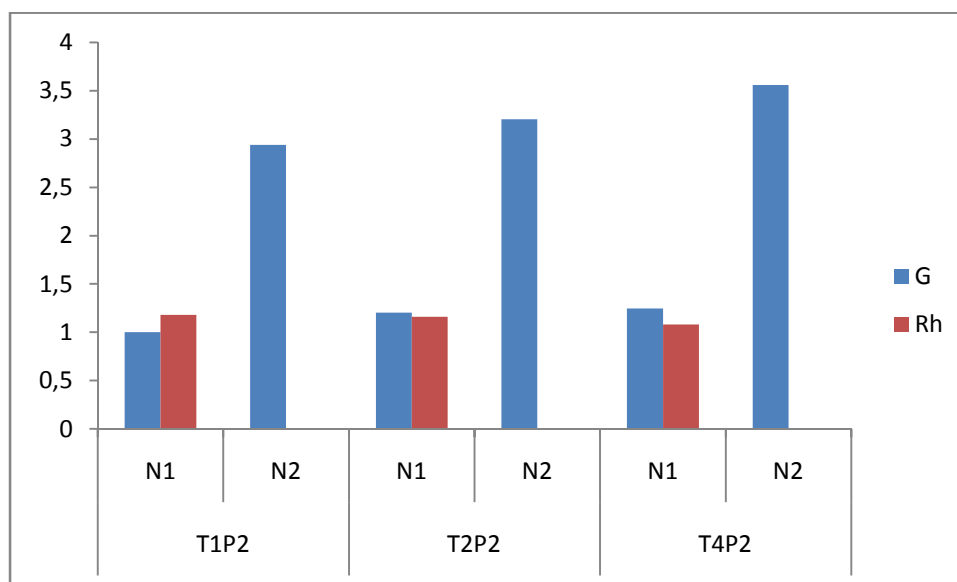
### **I.1.3. Effet travail du sol**

Une légère augmentation non significative des pH dans les sols traités avec les techniques culturales simplifiées comparativement à un travail conventionnel et le semis direct est observé. Ce résultat va dans le même sens que les travaux de (Follettes et Peterson, 1988 ; Edwards et *al.*, 1992) qui ont montré que le non retournement du sol conduit à un enrichissement en éléments minéraux des premiers centimètres du sol.

## **I.2. Variation de la matière organique**

La matière organique du sol est un indicateur important de la dégradation de sa qualité de par sa contribution dans la stabilité du sol, l'augmentation de la capacité de rétention en eau du

sol, la fixation des éléments minéraux et le substrat pour les microorganismes qui y vivent. Le contenu en matière organique des sols est influencé globalement par les facteurs climatiques, la végétation, la texture du sol, les conditions topographiques, le microclimat, le drainage et les pratiques culturales (El Oumlouki et *al.*,2014).



**Figure 15. Variation de taux de carbone en fonction du sol, profondeur et travail du sol**

### I.2. 1. Effet sol

Les résultats du dosage du carbone organique sont faibles d'après les normes d'interprétations (Annexe 2). Les sols globaux présentent des teneurs en matière organique légèrement élevées par rapport aux sols rhizosphériques à l'exception de ceux qui ont été soumis au travail conventionnel des sols (Fig. 15).

### I. 2. 2. Effet profondeur

La variation des taux de matières organiques entre le niveau superficiel et le niveau profond. Ce gradient d'enrichissement positif de la surface vers la profondeur est très hautement significatif. Ces résultats montrent que l'effet négatif du travail du sol par rapport à la stabilisation de la matière organique en surface.

Ainsi, le labour profond conduit à une homogénéisation de la matière organique et donc à une réduction de sa teneur dans la couche superficielle des champs. Une baisse de teneur en

matière organique en surface dans le travail conventionnel est à signaler, nos résultats vont dans le même sens que les observations de Boudiar (2013).

Pour le travail réduit et le semis direct, on assiste à un accroissement de la teneur en matière organique dans les premiers centimètres du sol (CPVQ, 2000). Cette augmentation favorisera l'activité biologique des sols avec une meilleure activité racinaire. Les techniques de semis direct ont un potentiel de stockage de la matière organique du sol plus important que les techniques conventionnelles (Gál et *al.*, 2007).

### **I. 2. 3. Effet travail du sol**

Les résultats révèlent que la matière organique est plus élevée selon le type de travail du sol (SD, TCS, TC). Une meilleur teneur en matière organique est marqué en SD suivi de TCS puis TC. La matière organique s'accumule amplement avec le non labour et les techniques simplifiées.

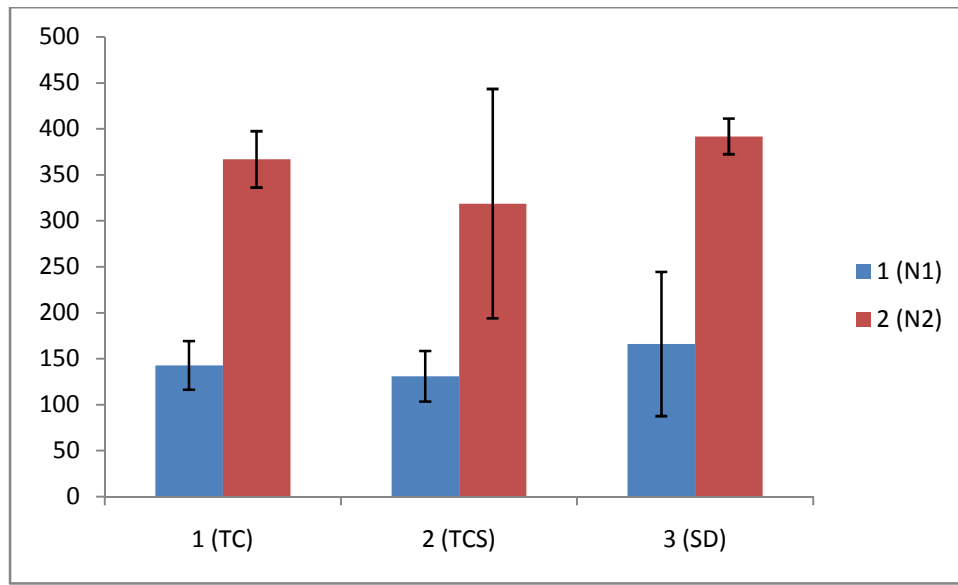
Ces résultats sont en accord avec ceux de plusieurs chercheurs. Bessam et Mrabet (2001), qui signalent que le taux de matière organique évolue de façon remarquable sous semis direct en fonction du temps, alors que sous travail classique, le sol garde sensiblement les mêmes teneurs. En Tunisie, Ben Hammouda et *al.*, (2004) ont également affirmé après une expérimentation de trois années que le semis direct améliore le taux de MO dans le sol, soit 2,6% contre 2,3% mesuré en mode conventionnel. Mrabet (2004), ajoute que seul le semis direct améliore le niveau de matière organique de la surface du sol.

Belagrouz (2013) mentionne que la réduction de la matière organique au niveau du sol est attribuée à sa mise en culture. Les travaux de Karibaa et *al.*, (2001) effectués dans la région de Sétif montrent que la conduite conventionnelle de la céréale dégrade la structure de l'horizon labouré, réduit le taux de matière organique et diminue la réserve en eau dans le sol.

Cependant nos résultats montrent que le taux de la matière organique est faible, ce qui peut être lié à l'absence des rotations des cultures. Il est à noter que depuis l'année 2004, l'I.T.G.C cultive uniquement le blé dur (Abdellaoui et *al.*, 2010).

### I.3. Variation de la conductivité électrique

La conductivité électrique permet d'obtenir une estimation de la teneur globale en sel dissous, elle ne s'applique qu'aux terres salées et aux terres à taux de fertilisation très élevé. De plus, elle est nécessaire pour l'étude du complexe absorbant des sols salés (Aubert, 1978).



**Figure 16. Variation de la conductivité électrique en fonction du travail du sol et la profondeur**

Les résultats de la détermination de la conductivité électrique des différents niveaux étudiés (Fig. 16) montrent que dans le premier niveau la conductivité électrique du sol diffère pour les sols traités avec les trois techniques de travail du sol. Elle atteint le minimum pour les TCS avec une valeur de  $131.08\mu\text{s}/\text{cm}$  suivi des sols traités travaillés avec TC, la valeur de la CE est de  $142.8\mu\text{s}/\text{cm}$ . Elle atteint son maximum au niveau des sols travaillés avec la technique de SD avec une valeur de  $166.1\mu\text{s}/\text{cm}$ .

Pour le deuxième niveau, c'est les mêmes variations que le premier niveau, la valeur maximale est enregistrée au niveau des sols du SD avec une valeur de  $391.83\mu\text{s}/\text{cm}$ , suivi de TC avec une valeur de  $366.83\mu\text{s}/\text{cm}$  et en fin les TCS avec une valeur minimale de  $318.68\mu\text{s}/\text{cm}$ .

La diminution de la salinité est due à l'absorption des sels par la culture et aussi le lessivage causés par les eaux d'irrigation qui entraînent les sels en profondeur (Mansouri et *al.*, 2013).

#### I.4. Variation du calcaire total

Le dosage du calcaire total est donné par le laboratoire de pédologie de l'I.T.G.C. Les teneurs en calcaire total sont faibles (Annexe 3). L'appauvrissement en calcaire de ces sols est lié à la nature du matériau parental. L'assimilation massive du calcium par les espèces végétales cultivées dans ces parcelles peut être aussi une cause de ces faibles teneurs.

## II. Impact des techniques culturales sur les caractéristiques physiques des sols

### II.1. Humidité (H%)

La prise en compte de l'impact du travail sur les milieux naturels constitue l'une des préoccupations majeures de notre étude. Cet impact considéré comme la cause essentielle de nombreuses dégradations, voire des améliorations, est de nature complexe. À travers une analyse physique des sols, nous essaierons d'examiner les différentes facettes de la perception et de l'évaluation de l'impact des techniques culturales particulièrement le semis direct sur les sols.

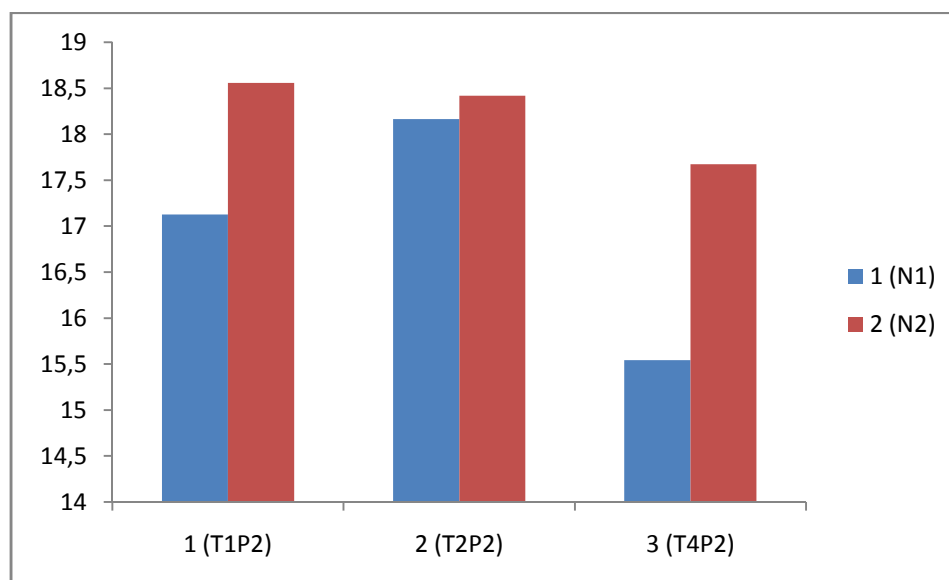


Figure 17. Variation de l'humidité en fonction du travail du sol et de la profondeur

### II.1.1. Effet profondeur

Les résultats de notre analyse (Fig. 17) montrent que les teneurs en eau dans les horizons de profondeur sont élevées. Elles varient de 17.67% à 18.55%.

### II.1.2. Effet travail du sol

Nous constatons que dans les dix premiers centimètres, l'humidité du sol diffère pour les trois techniques. Elle atteint le maximum pour les sols conduits avec TCS, une valeur de 18.16%, d'autre part cette humidité est de 15.54% pour les sols sous SD ainsi que pour le TC ou elle atteint une valeur de 17.12%. Cependant, dans le deuxième niveau (10 – 20 cm), le constat n'est pas le même puisque les valeurs de l'humidité sont très rapprochées pour toutes les techniques. L'humidité atteint son maximum pour les trois techniques, elle atteint 18.55% pour le TC, 18.42% pour les TCS et 17.67% pour le SD.

Les résultats obtenus sont similaires à ceux d'Al Ouda, (2010), où il a montré que la quantité d'eau dans les 20Cm de la surface du sol a diminué significativement d'un type de travail du sol à un autre. Toutefois, ces résultats sont en contradiction avec ceux obtenus par Abdellaoui et *al.*, (2010), qui affirment que le semis direct et les techniques culturales simplifiées permettent une meilleure rétention en eau par rapport au labour conventionnel avec la charrue à soc.

## II.2. Variation de la texture des sols en fonction du type de travail du sol adopté

L'analyse granulométrique est une opération de laboratoire qui implique la dissociation complète du matériau pédologique, jusqu'à l'état de particules élémentaires et donc la destruction totale des agrégats et fragments d'agrégats. Elle nous permet d'évaluer la stabilité structurale du sol et en particulier les risques de battance, d'après la proportion existant entre les argiles et les limons (Tiataoui et *al.*, 2015).

**Tableau 3. Analyse granulométrique du sol des parcelles expérimentales (I.T.G.C, 2017)**

Profondeur	Granulométrie en %			Texture
	Argile	Limon	Sable	
0 - 20 Cm	34.6	40.4	25	Limono - argileux

(Source I.T.G.C)

D'après les résultats de la granulométrie (tab 3) et selon le triangle des textures, l'analyse indique une dominance des éléments fins par rapport aux autres fractions identifiées donc la texture du sol est limono-argileux (L.A) sur l'horizon 0-20Cm.

### **II.3. Densité apparente et densité réelle**

D'après les résultats d'analyse de l'I.T.G.C, la densité apparente est de 1.33 pour les sols étudiés. Néanmoins, la densité réelle est de 2.49 (Annexe 4).

La densité apparente de la couche du sol de surface est favorisée dans les systèmes de non travail du sol ou de travail du sol réduit par rapport à un labour en raison de la présence d'un *mulch* en surface (Boudiar ,2013).

Le non retournement des couches des sols par la charrue ou les techniques de travail superficiel, surtout les techniques de semis direct, diminue la densité apparente du sol sur le long terme, au-delà des 10 ans d'adoption de ces techniques (Huwe, 2003 ;Munkholm *et al.*, 2003).

### **II.4. La porosité**

La porosité totale d'un sol est égale au volume des « vides » exprimés en % du volume total. Elle permet d'apprécier la perméabilité et l'aération d'un sol. Les normes d'interprétation de la porosité des sols nous permettent de dire que ces sols ont une porosité insatisfaisante, elle est de 46.5% pour la couche arable (Annexe 5).

Selon Kay et Vanden Bygaart, (2002), l'effet des techniques de travail du sol sur la micro et la méso-porosité du sol varie selon le temps d'application et la profondeur de travail de l'outil considéré.

L'objectif de cette étude est d'étudier la dynamique de la rhizosphère d'une céréale conduite en agriculture de conservation comparée à celle d'une agriculture conventionnelle et une technique culturale simplifiée.

Nous nous sommes intéressés aux effets de ces différentes techniques sur les propriétés physiques et chimiques du sol, dans une parcelle située à l'I.T.G.C. de Oued Smar Alger. Cette expérimentation consiste à présenter l'effet de l'activité racinaire du blé variété Chen's en relation avec chaque technique culturale du travail du sol adoptée par l'I.T.G.C.

Les principaux résultats obtenus indiquent que les sols de cette station sont alcalins avec une variation des pH entre 7,5 à 8,7. Les sols ne sont pas salins avec une conductivité électrique très faible. Le dosage du carbone organique a révélé que le sol dans lequel le semis direct est pratiqué renferme plus de matière organique, suivi des sols traités avec la technique culturale simplifiée et le travail conventionnel au niveau de l'horizon superficiel.

L'humidité des sols étudiés est plus importante dans les sols travaillé avec les techniques culturales simplifiées suivi de ceux qui ont subi un travail conventionnel et ceux traité avec le semis direct au niveau de l'horizon superficiel. Cependant, les taux d'humidité sont plus élevés et très rapprochés entre eux pour toutes les techniques au niveau de la couche profonde (10 à 20 Cm). Les taux de calcaire total sont faibles avec des textures limono-argileuses. La porosité du sol est insatisfaisante dans la couche arable.

L'adoption de l'agriculture de conservation incite à plus de précautions et d'investigations sur les conditions de succès de ce système et sa durabilité dans les zones céréalières. La comparaison des résultats obtenus entre les techniques conservatrices du sol (SD, TCS), bien qu'ils soient limités, encouragent de continuer cette étude sur le long terme, à condition d'assurer une bonne conduite des cultures installées.

Il est souhaitable de compléter cette étude par une caractérisation de toutes les propriétés des sols avec un intérêt sur l'activité biologique de ces derniers.

- **Abdellah A., 2009.** Organisation des Nations Unis pour l'alimentation et l'agriculture (F.A.O) (Rome, Italie), p 46.
- **Abdellaoui Z., Teskrat H., Belhadj A.,Zaghoun O., 2010.** Etude comparative de l'effet de travail du sol conventionnel semi direct et travail minimum sur le comportement d'une culture de blé dans la zone subhumide, *Options Méditerranéennes*, 96, 71-87.
- **Aboudrare A., 1992.** Effet du travail du sol, du mode de semis et du désherbage sur l'économie de l'eau et le rendement des blés dur et tendre: cas des terrains en pente de la région de Meknès. (Université Hassan II).
- **Aboudrare A., 2000.** Stratégie de stockage et d'utilisation de l'eau pour le tournesol pluvial dans la région de Meknès. (Université Hassan II).
- **Aboudrare A., Debacke P., Bouaziz A., et Chekli H., 2006.** Effects of soil tillage and follow management on soil water storage and surglower production in a semi-arid Mediterranean climate, *Agriculture water management*, 83, 183-96.
- **Adjroud T. et Tassine C., 2011.** Contribution à l'étude des capacités mycorrhizogènes de Triticum durum, var.chen's conduite en zone subhumide (Oued Smar) selon deux itinéraires techniques, (Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou).
- **Ahl I ., Joergensen R.G., Kandeler E., Meyer B. et Woehler V., 1999.** Microbial biomass and activity in silt and sandy loam after long-term shallow tillage in central Germany, *Soil and Tillage Research* 49.
- **Al-Kaisi M. et Yin X., 2005.** Tillage and crop residus effects on soil carbon and carbon dioxide emission in corn-soybean rotation, *Journal of environment quality*, 34, 437-45.
- **Al-Ouda A., 2010.** The role of improved regional practices in the implementation of conservation agriculture in arab countries', *Actes de la 4ème rencontre méditerranéenne du semis direct* (Sétif),p 59-67.
- **AmaraM., Feddal M. et Hamani., 2014.** Analyse du comportement du sol sous l'action de trois techniques de mise en place d'un blé dur (*Triticum durum*). Effet sur le développement des racines et conséquences sur le rendement, (Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou).
- **Andrade D.S., Colozzi-Filho A. et Giller K.E., 2003.** The Soil Microbial Community and Soil Tillage, in A. El Titi (ed.), *Soil Tillage in Agroecosystems* (Boca Raton: CRC Press), p 51-81.

- **Aubert G., 1978.** *Méthodes d'analyse des sols*, ed. C.R.D.P (Marseille).
- **Baggs E.M., Stevenson M., Pihlatie M., Regar A., Cook H. et Cadisch G., 2003.** Nitrous oxide emissions following application of residues and fertilizer under zero and conventional tillage , *Plant and Soil*, 254, 361-70.
- **BaizeD., 2000.** *Guide des analyses pédologiques: choix, expression, présentation, interprétation*, ed. INRA.
- **Baker C.J., Saxton K.E., Ritchie W.R., Chamen W.C.T., Reicosky D.C., S Ribeiro M.F., Justice S.E. et Hobbs P.R., 2007.** *No-tillage Seeding in Conservation Agriculture (2nd edition)* (London: CABI and FAO).
- **Balesdent J.C.,Chenu et Balabane M., 2000.** Relationship of soil organic matter dynamics to physical protection and tillage, *Soil & Tillage Research*, 53 p 215-230.
- **Bebba S., 2011.** Essai de comportement de deux variétés de blé dur (*Triticum durum* L. Var. Cariocart Vitron) conduite sous palmier dattier au niveau de la région de Ouargla, (Université de Ouargla).
- **Belagrouz A., 2013.** Analyse du Comportement du Blé Tendre, Variété El WIFAK (*Triticum aestivum* L.) Conduite en Labour Conventionnel, Travail Minimum et Semis Direct sur Les Hautes Plaines Sétifiennes, (Université Ferhat Abbas Sétif).
- **BellemouA., 2012.** Etude des résultats d'essais de différentes techniques de semis de blé dur (chen's), (Ecole Nationale Supérieure Agronomique).
- **Ben Hammouda M., Guesmi L., Nasr K. et Khammassi M., 2004.** Evolution de la matière organique en semis direct, *Actes des deuxièmes rencontres méditerranéennes sur le semis direct*. (Tunisie), 104-07.
- **Bertrand R., et Gigou P., 2000.** *La fertilité des sols tropicaux* (Maisonneuve et Larousse).
- **Bessam F., et Mrabet R., 2001.** Time influence of no tillage on organic matter and its quality of a vertic Calcixeroll in a semiarid area of Morocco, in Garcia-Torres et al. (ed.), *proceedings of International Congress on Conservation Agriculture* (Madrid, Spain), 281-86.
- **Blanco-Canqui H. et R. Lal., 2007.** Soil structure and organic carbon relationships following 10 years of wheat straw management in no-till, *Soil and Tillage Research*, 95, 240-54.

- **Bonjean A., et Picard E., 1990.** *Les céréales à paille: origine, histoire, économie*, ed. SOFT (Word, Groupe ITM) 29-40.
- **Boudiaf Nait Kaci, M., 2014.** Biodisponibilité du phosphore dans la rhizosphère de l'olivier (*Olea europaea* L). Thèse Doc,76.
- **Boudiar R., 2013.** Etude comparative des effets de travail du sol conventionnel et le semis direct sur l'évolution du sol en région semi-aride, (Université Ferhat Abbas ).
- **Boufnar-Zaghouane F., et Zaghouane O., 2006.** Guide des principales variétés de céréales à paille cultivées en Algérie', *ITGC.*, 22-24.
- **Boulal H., Zaghouane O., El Mourid M., et Rezgui S., 2007.** *Guide pratique de la conduite des céréales d'automne (blés et orge) dans le Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie)*, ed. ITGC. INRA. ICARDA 176.
- **Cadi A., 2005.** Caractérisation des zones céréalières potentielles à travers le Nord de l'Algérie , *ITGC. Céréaliculture*, 44, 36-39.
- **Cadi A., Dellig A.,Sarafatti P.,Chiar T.,Bellah F. et Bazzani F., 2000.** SIG et zonage agro-écologique: application au Nord algérien', *ITGC. Céréaliculture*, 34, 68-75.
- **Callot G., Maertens C., et Salsec L.,1982.** *Les interactions sol/racine*, ed. INRA (Paris).
- **Calvet R., 2003.** *Le sol: propriétés et fonctions. T2: phénomènes physiques et chimiques* (France agricole) 511.
- **Campbell C.A., et Zentner R.P., 1993.** Soil Organic Matter as influenced by crop rotations and fertilizer, *Soil Science Society of America Journal*, 57, 1034-40.
- **Campbell C.A., McConkey B.G., Zentner R. P., Selles F. et Curtin D., 1996.** Long-term effects of tillage and crop rotations on soil organic matter and total N in a clay soil in southwestern Saskatchewan, *Canadian Journal of Soil Science*, 76, 395-401.
- **Catt J.A., Howsek.R., Christian D.G., Lane P.W., Harris G.L. et Goss M.J., 2000.** Assessment of tillage strategies to decrease nitrates leaching in the Brimstone Farm Experiment, Oxfordshire, UK', *Soil and Tillage Research*, 53, 185-200.
- **CDSR (2001).**Le semis direct ; potentiel et limites pour une agriculture durable en Afrique du nord, *Commission économique pour l'Afrique*.
- **ChanK.Y., 2001.** An overview of some tillage impacts on earthworm population abundance and diversity - implications for functioning in soils', *Soil Tillage Research*, 57, 179-91.

- **Chopart J.L., 1991.** Méthodes d'étude de l'enracinement à mettre en œuvre dans le projet de recherche R35 PF<sub>2</sub>, *Note technique* (Côte d'Ivoire).
- **Cluzeau D., Hallaire V. et Bodet J.M., 2001.** Du labour au semis direct : enjeux Agronomiques', *Conférence-débat INRA –ITCF* (Salon International du Machinisme Agricole).
- **Cookson W.R., Murphy D.V. et Roper M.M., 2008.** Characterizing the relationships between soil organic matter components and microbial function and composition along a tillage disturbance gradient, *Soil Biology and Biochemistry*, 40, 763-77.
- **Daouad Y., et Halitim A., 1994.** Irrigation et Salinisation au Sahara algérien, *Sécheresse* 3, 151-60.
- **Darrah P., 1993.** Numero special nutrition mineral, *plant and soil*, 155.
- **Davet P., 1996.** *Vie Microbienne du sol et production*, ed. INRA.
- **De Neergaard A., et Magid D., 2001.** Influence of the rhizosphere on microbial biomass and recently formed organic matter', *European Journal of Soil Science*, 52, 377-84.
- **Debacke Ph. et Aboudrare A., 2004.** Adaptation of crop management to water-limited environments, *European Journal of Agronomy*, 21, 433-46.
- Denis, B. (2000), *Guide des analyses en pédologie*, ed. INRA.
- **Derpsch R. et Friedrich T., 2009.** Global overview of conservation agriculture adoption, *4th World Congress on Conservation Agriculture* (New Delhi, India), 429-34.
- **Dessaint F., Chadoeuf R. et Barralis G., 1990.** Etude de la dynamique d'une communauté adventice. L'influence à long terme des techniques culturales sur le potentiel semencier, *Weedresearch*, 30, 319-30.
- **Dinon E., 2008.** L'influence du ph sur l'assimilation des éléments nutritifs du sol par les plantes et sur la variété des plantes, (Université de Liège).
- **Djermoun A., 2009.** La production céréalière en Algérie: les principales caractéristiques, *Revue nature et technologie*, 1, 45-53.
- **Dormaar J.F. et Carefoot J.M., 1996.** Implication of crop residue and conservation tillage on soil organic matter, *Canadian Journal of Plant Science*, 76, 627-34.
- **Edwards C.A. et Bohlen P.J., 1996.** *Biology and Ecology of Earthworms 3ème ed.* (London: Chapman and Hall) 426 pp.

- **El Oumlouki K., Moussadek R., Zouahri A., H. Dakak H., M. Chati M., El amrani H 2014.** Étude de la qualité physico-chimique des eaux et des sols de la région Souss Massa, (Cas de périmètre Issen), Maroc .
- **El-Brahli, A., Bouma A. et Mrabet R., 1997.** Stratégies de lutte contre les mauvaises herbes dans plusieurs rotations céréalières en conditions de labour et de semis direct', *Rapport annuel INRA Centre Aridoculture*, 171-74.
- **F.A.O (2011).**, Article disponible sur le site web: [www.fao.org/ag/ca](http://www.fao.org/ag/ca).
- **Feliachi K., 2000.** Programme de développement de la céréaliculture en Algérie, *Symposium blé 2000, enjeux et stratégie* (Algérie), 21-27.
- **Feuillet P., 2000.** *Le grain de blé: composition et utilisation*, ed. INRA (Paris) 308.
- **Follett, R.F. et Peterson G.A., 1988.** Surface soil nutrient distribution as affected by wheatfallow tillage systems, *Soil Science Society of America Journal*, 52, 141-47.
- **Franzluebbers A.J., Hons F.M. et Zuberer D.A., 1995.** Tillage and crop effects on seasonal soil carbon and nitrogen dynamics, *Soil Science Society of America Journal*, 59, 1618-24.
- **Freebairn D.M. et Boughton W.C., 1985.** Hydrologic effects of crop residue management practices, *Australian Journal of Soil Res.*, 23, 23-55.
- **Frey S.D., Elliott E.T. et Paustian K., 1999.** Bacterial and fungal abundance and biomass in conventional and no-tillage agroecosystems along two climatic gradients, *Soil Biology and Biochemistry*, 31, 573-85.
- **Gagnan S., 1996.** Des méthodes faciles pour mesurer le ph et la conductivité électrique, *Agriculture plant production*, 9-10.
- **Gál, A., Vyn T.J., Michéli E., Kladvko E.J. et McFee W.W., 2007.** Soil carbon and nitrogen accumulation with long-term no-till versus moldboard plowing overestimated with tilled-zone sampling depths, *Soil and Tillage Research* 96, 42-51.
- **Gérardine P., 1993.** Agriculture intégrée, *Cahiers Agricultures*, 2 (2), 141-45.
- **Gobat J.M., Argnon F.M. et Matthey A.W., 2003.** *Le sol vivant, la base de la pédagogie*, ed. Presse polytechnique et universitaire (Romandes) 568.
- **Granval P., Aliaga R. et Soto P., 1993.** Effets des pratiques agricoles sur les lombriciens (Lumbricidae), les bécassines des marais (GallinagoGallinago) et dans la valeur pastorale du marais de la Dives (Calvados), *Gibier Faune Sauvage* 10 59-73.

- **Gregory, J., 2006.** Root, rhizosphere and soils: from the root to a better understanding of soil science, *European Journal of Soil Science*, 57, 2-12.
- **Gregory J., et Hinsinger P., 1999.** *New approaches to studying chemical and physical changes in the rhizosphere: an overview* (plant and soil, 211, Montpellier: INRA) 1-9.
- **Guedez P.Y., 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, (Université Catholique de Louvain).
- **Guerif J., 1991.** Simplification du travail du sol et évolution du milieu physique et chimique, *Perspectives Agricoles*, 161, 39-46.
- **Guerif J., 1994.** Influence de la simplification du travail du sol sur l'état structural des horizons de surface : conséquences sur leurs propriétés physiques et leurs comportements mécaniques', *Simplification du travail du sol* (65, Paris. INRA), 13-33.
- **Halvorson, A.D., Wienhold B.J. et Black A.L., 2001.** Tillage and nitrogen fertilization influence grain and soil nitrogen in an annual cropping system, *Agronomy Journal*, 93, 836-41.
- **Hatfield K.L., et Pruegar J.H., 1996.** Microclimate effects of crop residues on biological processes, *Theories Applied in Climatology*, 54, 47-59.
- **Henricot C., Henricot D., Versailles C., 2013.** L'agriculture de conservation telle que pratiquée sur l'exploitation de Claude Henricot. Rapport remis dans le cadre du concours organisé par Phytofar. 14 p.
- **Hill, R.L. 1990.** Long-term conventional and no-tillage effects on selected soil physical properties', *Soil Science Society of America Journal*, 54, 161-66.
- **Hinsinger P., 1998.** How do plant roots acquire mineral nutrients? Chemical processes involved in the rhizosphere, *Advanced agronomy* 64, 225-65.
- **Hinsinger P., 2001.** Interactions chimiques entre racines et minéraux du sol, (Université de Montpellier II).
- **Hinsinger P., Gobran G.R., Gregory P.J. et Wenzel W.W., 2005.** Rhizosphérique geometry and heterogeneity arising from root-mediated physical and chemical processes: research review, *New phytologist*, 168, 293-303.
- **Huwe B., 2003.** The role of soil tillage for soil structure, in A. El Titi (ed.), *Soil Tillage in Agroecosystems* (Boca Raton), 27-50.

- **Karibaa M., Hallaire V., Curmi P. et Lahmar R., 2001.** Effect of different methods of cultivation the structure and hydraulic soil properties in semis arid climate, *Soil and tillage research*, 60, 43-53.
- **Kassam A., et Friedrich T., 2010.** Conservation agriculture: Concepts, worldwide experience and lessons for success of CA-based system in the semi-arid Mediterranean environment, *Options Méditerranéennes*, 96, 41-57.
- **Kay B. D., et Vanden Bygaart A. J., 2002.** Conservation tillage and depth stratification of porosity and soil organic matter, *Soil and Tillage Research*, 66, 107-18.
- **Kennedy A.C., 1999.** Bacterial diversity in agroecosystems', *Agriculture, Ecosystems & Environment* 74., 65-76.
- **Kladivko E. J., 2001.** Tillage systems and soil ecology, *Soil Tillage Research*, 61, 61-76.
- **Kuzyakov S.Y., Hill P.W. et Jones D.L., 2007** Root Exsudates components decomposition in a simulated rhizosphere depending on temperature', *Sciences and business media B.V. plant soil*, 290, 293-305.
- **Lahlou, S., Ouadia M., Malam Issa O., Le Bissonais Y. et Mrabet R., 2005.** Modification de la porosité du sol sous les techniques culturales de conservation en zone semi-aride marocaine, *Etude et gestion des sols* (12), 69-76.
- **Latreche F., 2011.** Le rendement et l'efficience d'utilisation de l'eau de la culture de blé dur (*Triticum durum* Desf.) sous les effets du précédent cultural et de l'outil de labour du sol en environnement semi-aride', (Université Ferhat Abbas-Setif).
- **Li L., Huang G., Zhang R., Bill B.,Guangdi L. et Kwang Y.C., 2011.** Benefits of conservation agriculture on soil and water conservation and its progress in China, *Agriculture science in China*, 10 (6), 850-59.
- **Liu X.J., Mosier A.R., Halvorson A.D. et Zhang F.S. 2006.** The impact of nitrogen placement and tillage on NO, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> and CO<sub>2</sub> fluxes from a clay loam soil, *Plant and Soil*, 280, 177-88.
- **Mansouri H., Kherbouche-Abrous O., Ould Rouis A. et Ould Rouis S. 2013.** Impact des pratiques agricoles sur la distribution et la diversité des peuplements d'Araneae dans un agroécosystème d'Oued Smar (Alger), (Université des sciences et technologies Houari Noumediene).

- **Mathieu C et Pielain F., 2003.** *Analyse chimique des sols*, ed. tech et doc (Paris: Lavoisier).
- **McCarty G. W., Lyssenko N.N. et Starr J.L.,1998.** Short-term changes in soil carbon and nitrogen pools during tillage management transition, *Soil Science Society of America Journal*, 62, 1564-71.
- **McConkey B.G., Curtin D., Cambell C.A., Brandt S.A. et Selles F., 2002** Crop and soil nitrogen status of tilled and no-tillage systems in semiarid region of Saskatchewan', *Canadian Journal of Plant Science*, 82, 489-98.
- **McGregor K.C., Bengtson R.L. et Mutchler C.K., 1990.** Surface and incorporated wheat straw effects on interrill runoff and soil erosion', *American Society of Agriculture and Engineering*, 33, 469–74.
- **Morel R.,1996.** *Les sols cultivés*, ed. Tec & Toc (Paris: Lavoisier) 389.
- **Moullef A.,2010.** Caractère physiologique et biochimique de tolérance du blé dur (*Triticum durum* Desf) au stress hydrique', (Université Mantouri de Constantine).
- **Mrabet R., 1993.** Revue bibliographique sur les systèmes de labour de conservation de l'eau et leurs effets sur le système sol-plante, *Al Awamia* 80, 3-38.
- **Mrabet R., 1997.** Crop residue management and tillage systems for water conservation in a semiarid area of Morocco, (Colorado State University).
- **Mrabet R., 2004.** Le système de semis direct en milieu semi-aride marocain : Aperçu sur les acquis de la recherche, *Actes des deuxièmes rencontres méditerranéennes sur le semis direct*. (Tunisie).
- **Mrabet R., 2011.** Effects of residue management and cropping on wheat yield stability in a semiarid Mediterranean clay soil , *American Journal of Plant Sciences*, 2, 202-16.
- **Munkholm L. J., Schjonning P., Rasmussen K. J. et K. Tanderup., 2003.** Spatial and temporal effects of direct drilling on soil structure in the seedling environment. *Soil and Tillage Research*, 71 (163-173).
- **Nadjem, K. (2012),** 'Contribution à l'étude des effets du semis direct sur l'efficience d'utilisation de l'eau et le comportement varietal de la culture de blé en région semi-aride', (Université Ferhat Abbas Sétif).

- **Nguyen C., 2007.** La libération de composés organiques par les racines (rhizodéposition): modélisation et impact sur la biodisponibilité des éléments minéraux pour les plantes'.
- **Nuutinen V., 1992.**Earthworm community responses to tillage and residue management on different soil types in southern Finland', *Soil Tillage Research*, 23, 221–39.
- **Oorts K.,2006.**Effect of tillage system on soil organic matter stocks and C and N fluxes in cereal cropping systems on a silt loam soil in Northern France', (Institut National Agronomique Paris).
- **Pekrun C., Kaul H.P. et Claupein W., 2003.**Soil tillage for sustainable nutrientmanagement, in A El Titi (ed.), *Soil tillage in agroecosystems* (New-York (USA): CRC Press), 83-113.
- **Pierce F.J., Fortin M.C. et Staton M.J., 1994.**Periodic plowing effects on soil properties in a no-till farming system. *Soil Science Society of America Journal*, 58, 1782-87.
- **Power J.F. et Peterson G.A., 1998.**Nitrogen transformations, utilization, and conservation as affected by fallow tillage method', *Soil & Tillage Research*, 49, 37-47.
- **Rasmussen K.J., 1999.**Impact of ploughless soil tillage on yield and soil quality: a Scandinavian review, *Soil & Tillage Research*, 53, 3-14.
- **Rieu C., 2001.**La simplification du travail du sol, moyen d'adaptation des systèmes d'exploitation: simplifier? A quel prix?,*Perspectives Agricoles*, 269, 8-10.
- **Rieu C., 2001.**Les enjeux économiques de la simplification du travail du sol, du labour au semis direct :enjeux Agronomiques, *Conférence-débat INRA –ITCF* (Salon International du Machinisme Agricole).
- **Roldan A., Caravaca F., Hernandez M.T., Garcia C., Sanchez-Brito C., Velasquez M. et Tiscareno M., 2003).**No-tillage, crop residue additions, legume cover cropping effects on soil quality characteristics under maize in Patzcuaro watershed (Mexico), *Soil Tillage Res.*, 72 (65–73).
- **Sharpley A. N. et Smith S.J., 1994.**Wheat tillage and water quality in the Southern Plains, *Soil & Tillage Research*, 30, 33-48.
- **Simon H.,Cadaccioni P. et Lecoœur X., 1989.** *Produire des céréales en paille*, ed. Tec & Doc (Paris: Lavoisier) 333.

- **Soltner D., 2003.** *Les bases de la production végétales. Tome I le sol et son amélioration*, ed. Sciences et techniques agricoles (France) 472.
- **Soltner D., 2005.** *Les grandes productions végétales: céréales, plantes sarclées, prairies*, ed. sciences et techniques agricoles (France) 472.
- **Stengel P. et Gelin S., 1998.** *Sol interface fragile*, ed. INRA.
- **Stockfish N., Forstreuter T et Ehlers W.,1999.** Ploughing effects on soil organic matter after twenty years of conservation tillage in Lower Saxony Germany, *Soil Tillage Research*, 52, 91-101.
- **Tebrügge F., 2001.** No-tillage visions- protection of soil, water and climate and influence on management and farm income, *world congress on conservation agriculture* (1), 303-16.
- **Tebrügge F. et R. A. Düring., 1999.** Reducing tillage intensity - a review of results from a long-term study in Germany. *Soil and Tillage Research* 53, 15-28.
- **Thomas F., 2006.** Augmentation de la biomasse en circulation au travers de couverts et mélanges de couverts végétaux : Expérience française', *Options Méditerranéennes*, 69, 37-42.
- **Tuesca D., Puricelli E. et Papa J.C., 2001.** A long-term study of weed flora shifts in different tillage systems', *Weed Research*, 41 369-82.
- **Turpault M.P., Ultramontain C. et Bertrand P., 2001.** *Dynamique saisonnière des propriétés physico-chimiques et minéralogiques du sol rhizosphérique et global dans un écosystème forestier acide* (Champenois, Nancy: INRA).
- **Unger P.W., Langdale D.W. et Papendick R.I., 1988.** Role of crop residues improving water conservation and use. Cropping strategies for efficient use of water and nitrogen, *American Society of Agronomy*, 51, 69–100.
- **Van Doran J.R. et Allmaras R.R. 1978.** Effect of residue management practices on soil physical environment, microclimate and plant growth, in W. R. Oschwald (ed.), *Crop residue management systems*.
- **Viaux P., 1999.** *Une 3ème voie en Grande Culture : Environnement, Qualité, Rentabilité*, ed. Agridécisions.
- **Vilain M., 1993.** *La production végétale. Volume I: les composantes de la production*, ed. Tec & Doc (Paris: Lavoisier) 152.

- **Vulioud P., Delabays N., Frei P. et Mercier E., 2006.** Résultats de 35 ans de culture sans labour à chagins, *Revue suisse d'Agriculture* 38 (2), 81-87.
- **Wang Z.Y., Kelly J.M., et Kovar J.L., 2005.** Depletion of macro-nutrients from rhizosphere soil solution by juvenile corn, cotton wood and switchgrass plants', *Spranger, plant and soil*, 270, 213-21.
- **Wyss E. et Glasstetter M., 1992.** Tillage treatments and earthworm distribution in a Swiss experimental corn field', *Soil Biology and Biochemistry*, 24, 1635-39.
- **Yahiaoui M., et Kiouas H., 2010.** Chimie et minéralogie de l'interface sol/racine. Cas de l'agrosystème oliveraie sous climat aride dans la région de Biskra, (Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou).
- **Young I.M. et Ritz K., 2000.** Tillage, habitat space and function of soil microbes, *Soil and Tillage Research*, 53, 201-13.
- **Zihlmann U., Chervet A., Müller M., Schafflützel R., Sturny W.G. et Weisskopf P., 2001.** Semis direct en grandes cultures. Effets sur la matière organique et les nutriments dans le sol. , *Revue suisse d'Agriculture*, 33 (1), 21-25.

## Annexe

### Annexe 1

Normes d'interprétation du pH (Denis, 2000).

Valeur du pH (eau)	Qualification du sol
Inférieur à 3,5	Hyper acide
Entre 3,5 et 4,2	Très acide
Entre 4,2 et 5,0	Acide
Entre 6,5 et 7,5	Neutre
Entre 7,5 et 8,7	Basique
Supérieur à 8,7	Très basique

### Annexe 2

Normes d'interprétation MO. (Méthode Anne ISO : 10693).

Sol	Taux de matière organique
Très pauvre	< 1
Pauvre	1 – 2
Moyen	2 – 4
Riche	> 4

### Annexe 3

Normes d'interprétation du calcaire (CaCO<sub>3</sub>), (Denis, 2000).

% CaCO <sub>3</sub>	Teneur
< 1 %	Horizon non calcaire
1 à 5	Horizon non calcaire
5 – 25	Horizon modéré non calcaire
25 – 50	Horizon fortement calcaire
50 – 80 %	Horizon très fortement calcaire
> 80 %	Horizon excessivement calcaire

#### Annexe 4

Relation entre la densité apparente d'un sol et sa porosité en %

Densité apparente	Porosité
1 à 1.2	55 à 62 %
1.2 à 1.4	46 à 54 %
1.4 à 1.6	40 à 46 %
1.6 à 1.8	Moins de 40 %

Source ( Mathieu,2003

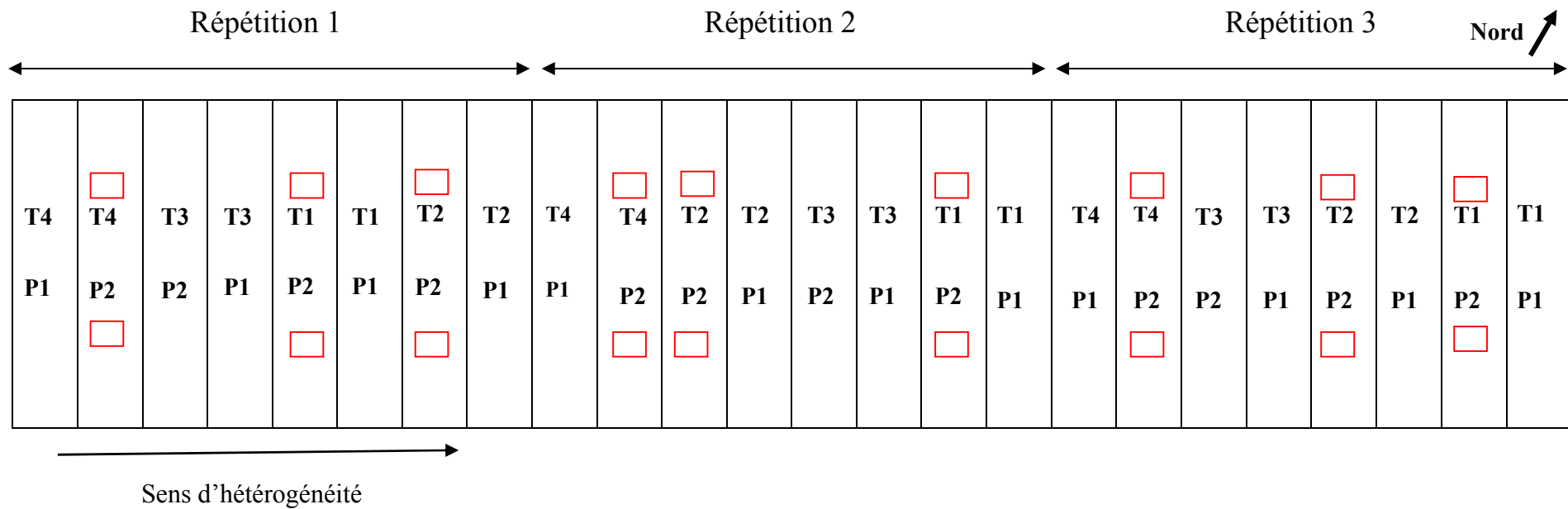
#### Annexe 5

Porosité totale en %	Appréciation quantitative
70	Sol gonflé excessivement poreux
55 - 65	sol excellent, couche arable cultivable
50 - 55	Satisfaisant pour la couche arable
55 - 40	Insatisfaisant pour la couche arable
40 - 25	porosité trop basse, illuviaux, tassé


#### Annexe 6

Tableau. Valeurs d'interprétation de la conductivité électrique (Serge Gagnon, 1996)

Conductivité ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	Interprétation
0 à 0.25	Très bas
0.26 à 0.75	Bas
0.76 à 1.25	Normal
1.26 à 1.75	Haut
1.76 à 2.25	Très haut
> 2.25	Extreme



### Schéma du dispositif expérimental

 Point d'échantillonnage

#### Travail du sol

- T1 : charrue à socs+cover-crop+herse+semoir
- T2 : cultivateurs à dents+cover-crop+herse+semoir
- T3 : cover-crop+herse+semoir
- T4 : Semis direct, pas de travail du sol et passage du semoir direct

#### Profondeur de semis

P1 : 2.5 cm  
P2 : 5 cm

## Résumé

L'étude est réalisée sur le site expérimental de la ferme semencière de l'institut technique des grandes cultures de Oued Semar, sur un sol limono-argileux cultivé en blé dur variété Chen's durant la campagne agricole 2016/2017. L'objectif de cette étude consiste à étudier la dynamique de la rhizosphère du blé conduite en agriculture de conservation. L'essai mettant en comparaison trois systèmes de travail du sol à savoir : semis direct (SD), travail conventionnel (TC) et les techniques culturales simplifiées (TCS). Il est conduit en blocs aléatoires complet avec trois répétitions. L'analyse des résultats montrent que la rhizosphère et les techniques culturales utilisées ont un effet sur l'évolution des paramètres physiques et chimiques du sol.

**Mots clés :** travail conventionnel, semis direct, techniques simplifiées, céréaliculture, rhizosphère.

## Abstract

The study was conducted at the experimental station of ITGC field crop Oued Semar (Algiers). Soil is clay-loam cultivated with durum wheat (Chen's) during 2016/2017 seasons. The objective of this study is to determine the dynamics of the rhizosphere of a cereal led in agriculture of preservation. The analysis-comparing test of the three cropping systems: no till (SD), conventional till (TC) and simplified cultivation techniques (TCS). It was conducted in a complete randomized block design with three replications. The analysis of the results shows that the rhizosphere and the used cultivation techniques have an effect on the evolution of physical and chemical parameters.

**Key words:** Cultivation techniques, technical conventional-till, minimum tillage, simplified cultivation techniques, durum wheat, rizhospher.

## ملخص

أجريت هذه الدراسة في الموقع التجريبي للمعهد التقني للمحاصيل الكبرى في واد سمار سنة 2016/2017 بهدف دراسة حيوية المنطقة الجذرية للقمح الصلب مرفقة بثلاث أنواع من خدمة التربة (بذر مباشر تقنية مبسطة و الحرث التقليدي) أوضحت النتائج أن التقنيات الحافظة (بذر مباشر تقنية مبسطة و الحرث التقليدي) تحافظ على التربة في الطبقة السطحية (0-20 سم) وتحسين الكربون الكلي في التربة متفوقة على البذر المباشر و أوضحت كذلك أن تخزين المياه على مستوى تقنية المبسطة في الطبقة السطحية (0-10 سم) و أن نوعية التربة قاعدية و غير مالحة على مستوى كل أنواع خدمة التربة

**كلمات مفتاحية:** بذر مباشر، تقنية المبسطة، الحرث التقليدي، تفاعلات الجذور