

EFFETS DU TRAVAIL DU SOL SUR LE COMPORTEMENT PHYSIQUE ET BIOLOGIQUE D'UN SOL SOUS UNE CULTURE DE LENTILLE (LENS EXCULENTA) DANS LA RÉGION DE TIARET ALGÉRIE

Bouchenafa Nadia

Oulbachir K

Kouadria M

Laboratoire d'Agro-Biotechnologie et de Nutrition en Zone Semi-Aride,
Université Ibn Khaldoun, Tiaret, Algérie

Abstract

Soil management practices influence soil physical and chemical characteristics and bring about changes in the soil microbial community structure and function. In this study, the effects of conventional and no-tillage practices on microbial community structure, selected physicochemical properties were determined in a continuous corn system on a silt loam soil. The no-tillage treatment resulted in higher soil carbon and nitrogen contents, viable microbial biomass, at the 0–25 cm depth than the conventional tillage treatment. Soil microbial community structure assessed, using indicative of fungi, bacteria, in the no-till surface soil. Results of principal components analysis based on soil physicochemical in agreement. These results indicate that tillage practice and soil depth were two important factors affecting soil microbial community structure and activity, and conservation tillage practices improve both physicochemical and microbiological properties of soil.

Keywords: Soil, management practices, microbial biomass, soil depth, semi arid climate

Résumé

Le présent travail contribue à l'étude de l'effet de trois types de travail du sol dont le labour conventionnel, le travail minimum et le semis direct sur le comportement physique et biologique d'un sol destiné à la culture d'une légumineuse soit la lentille (*Lens exculenta*).

Un dispositif expérimental a été mis en place depuis deux ans à la station de Sebein (Institut de technologie des grandes cultures) sur la base d'une rotation lentille/blé dur. Cet essai, croise trois techniques de travail du sol (travail conventionnel TC, travail minimum TM; et semis direct SD), chaque technique est répétée trois fois. Par le biais de ce dispositif nous avons pu faire le suivi de l'évolution des caractéristiques du sol portant sur différents indicateurs : la porosité, l'humidité, la teneur en matière organique et les populations microbiennes. Les résultats montrent que les techniques sans labour (SD) connaissent une baisse de porosité globale sur la couche 0-25 cm. Bien que la densité et la biomasse microbienne soient augmentées en non labour, la baisse de porosité n'est pas compensée. Le travail conventionnel du sol jusqu'à cette deuxième année d'expérimentation, semble être le meilleur traitement.

Mots clés: Biomasse, lentille, semis direct profondeur de semis, semi-aride

Introduction

Les céréales et les légumineuses sont les cultures les plus fréquentes dans les hauts plateaux de l'ouest algérien. Mais l'on commence à s'inquiéter des rendements très faibles enregistrés ces dernières années malgré l'utilisation des engrais et des désherbants. C'est pour cette raison qu'un bon nombre de chercheurs se penche sur les méthodes de travail du sol et leurs effets sur les propriétés physiques et biologiques du sol ((Mrabet et al, 1993; Kacemi et al, 1995). Les cultures conduites sous régime pluvial sont souvent soumises à des déficits hydriques, de durée variable, causés par l'épuisement des réserves d'eau stockées dans le sol. Ce déficit hydrique, qu'il soit prolongé ou de courte durée, affecte inéluctablement, d'une manière négative, les rendements des cultures (*H. Ben Hassine, et al*). De nombreux travaux montrent que le remplacement du labour par un travail simplifié entraîne une augmentation de la densité du sol. En conséquence, la porosité totale diminue en non travail du sol dès les premières années de la mise en place du système (Guérif, 1994 ; Rasmussen, 1999 ; Maillard *et al*, 1995). Eynarda *et al.* 2004 pensent que c'est un indicateur d'une augmentation du rôle de l'activité biologique dans la formation des pores. Tebrügge et Düring (1999) montrent que le labour crée artificiellement une grande proportion (50%) de pores supérieurs à 120 µm dont le volume diminue rapidement durant la période hivernale, ce qui fait baisser la porosité totale. Le non-travail conserve une porosité totale plutôt constante voire en légère augmentation. Les résultats récents en zone semi-aride marocaine ont montré que la qualité physique et chimique des horizons superficiels du sol est nettement améliorée sous le système de non travail du sol par rapport au labour conventionnel (Mrabet *et al.* 2001b). Ainsi, une meilleure

séquestration en matière organique a été enregistrée pour un sol argileux gonflant après 11 ans d'expérimentation. Le système de non travail du sol a permis un stockage de 3,36 Mg.ha⁻¹ de carbone organique de plus que le système conventionnel (Mrabet *et al.* 2001).

Ce travail présente une étude sur champ conçue pour comprendre le comportement d'une culture de lentille dans une zone semi-aride de l'ouest algérien.

Matériel et méthodes:

Nous avons choisi d'installer notre essai dans la région de Sebein, région de Tiaret (Algérie) dont les coordonnées sont x= 1°36 '27', y = 35°27'32.4' et z= 960m

L'hiver est froid avec des températures variant de 0 à 10°C et une moyenne des précipitations de 160mm L'été est chaud et sec.

Le dispositif expérimental comprend trois blocs tracés de manière à être espacés de 3 m. La parcelle mesure 108 m sur 30 m. Chaque bloc est subdivisé en trois bandes de 50 m sur 9 m, espacés de 2 m chacune, dans lesquelles nous avons appliqué trois traitements

Nous avons effectué trois types de traitements au niveau de chaque bloc, travail conventionnel TC, travail minimum TM et semis direct SD. Les traitements consistent en un travail conventionnel (CoverCrop (CC) effectué en parcelle labourée; c'est le labour primaire au pulvérisateur à disques (10 à 15 cm de profondeur) pour préparer les lits de semences et pour enfouir les résidus. Le travail minimum consiste en un passage de chisel suivi d'un roto hersage puis de semoir classique en ligne rouleau croskill. Le non travail du sol (Semis Direct (SD) consiste en une ouverture de 2 à 3 cm du sol pour placer la semence à 5 cm de profondeur, réalisé par un semoir spécial semis direct. Afin de déterminer les caractéristiques édaphiques, nous avons procédé aux analyses physico-chimiques sur des échantillons composites prélevés dans les parcelles expérimentales à 30 cm de profondeur, Il s'agit du même type de sols soit calcimagnésique (calcixerolic). Les échantillons ont été séchés à l'air libre et tamisés à deux mm. Les prélèvements ont été effectués aux dates suivantes :

Tableau 1: Dates des prélèvements

Les échantillons	Les dates de prélèvement
1 ^{er} Prélèvement	Avant semis le 08 décembre 2011
2 ^{eme} prélèvement	Début mars 2012 environ 90 jours après semis
3 ^{eme} prélèvement	16 juin 2012 environ 185 jours après semis (maturité du grain)

Les méthodes d'analyses suivies afin de faire les différents dosages et mesures sont les suivantes :

Le Ph du sol a été mesurée en utilisant un pH-mètre concernant l'humidité du sol, Il existe plusieurs méthodes pour l'estimer. Dans notre expérimentation nous avons choisi la méthode gravimétrique qui consiste à dessécher l'échantillon du sol à 105°C pendant 24 heures. La perte de poids après séchage est égale à la teneur d'eau du sol. Les valeurs obtenues peuvent être exprimées en pourcentage par rapport au poids de l'échantillon sec ou humide. (Agustin et Millar, 1945)

$$\% \text{ Humidité du sol} = \frac{(\text{masse humide}) - (\text{masse sec})}{\text{masse sec}} \times 100$$

La granulométrie en utilisant la méthode internationale à la pipette de ROBINSON

Pour la détermination de la matière organique nous avons utilisé la méthode ANNE qui se base sur l'extraction du carbone à chaud par le Bichromate de potassium en milieu sulfurique puis dosage de l'excès de bichromate par une solution de sel de Mohr et détermination par différence du volume ayant réagi avec le carbone du sol (Naânaâ et Suisini, 1988 in Ben Hassine et al., 2006)

Le Calcul de la porosité totale s'est fait à partir de la densité apparente (d) et de la densité réelle (D).

$$d = \frac{P \text{ de la terre}}{V_{\text{grains}} + v_{\text{pores}}} \text{ C'est la fraction du volume de terre occupé par les grains.}$$

$$\text{Donc: pourcentage du volume de terre occupé par les grains} = \frac{d}{D} \times 100$$

$$\text{Pourcentage du volume de terre occupé par les pores} = 100 - \frac{d}{D} \times 100$$

$$Pt (\%) = \text{Volume des vides} / \text{volume total de la roche} \times 100$$

Méthodes d'analyses microbiologiques : Dans le présent travail nous nous sommes attachés à essayer de suivre l'effet de la technique de travail du sol sur la biomasse microbienne par la méthode de numération par culture sur milieu gélosé. Le milieu choisi est celui de Thornton (1922).

Résultats et discussion

L'analyse granulométrique fait apparaître que nos sols présentent une texture équilibrée dans tous les échantillons prélevés (semis direct, travail conventionnel et travail minimum).

Tableau n°02 : caractérisation physico-chimiques des échantillons prélevés.

	Semis direct	Travail conventionnel	Travail minimum
Texture	équilibrée	équilibrée	équilibrée
pH	8,35	8,23	8,4
Le calcaire total	2,23 %	2,45%	3,3%
Matière organique%	1,13%	1,32%	1,16%
Carbone organique %	0,66%	0,67%	0,76%
azote	0,083	0,11	0,11

L'humidité du sol en %:**Tableau 3:** Variation du taux d'humidité en fonction du stade phénologique

	Avant Semis	A la floraison	Récolte
SD	23.35	16.93	16.22
TM	20.35	18.37	16.06
TC	17.47	15.54	14.97

Nos résultats ont montré que le sol après récolte de la lentille a gardé une humidité plus élevée sur les parcelles non labourées (SD) 16,22% et sur les parcelles de travail superficiel (TS) 16,06 % par rapport au labour (TC) 14,97% Les humidités du sol assignées affirment que le semis direct et les techniques simplifiées permettent une meilleure rétention en eau par rapport au labour conventionnel avec la charrue. Cette particularité du semis direct offre à la culture un meilleur comportement en situation de déficit hydrique notamment au stade de formation du grain. En effet les techniques de semis direct sont caractérisées par une absence de perturbation du sol, et la présence de couverture du sol qui permet de limiter l'évaporation de l'eau suite à la limitation de la remontée capillaire. Ce qui permet une meilleure conservation de l'eau en limitant l'effet des facteurs abiotiques à savoir, les hautes températures et les vents. Z. Abdellaoui*, H. Teskrat*, A. Belhadj** et O. Zaghouane 2010

Porosité du sol :

Tableau N°4: La porosité du sol en pourcent(%)

Période	Porosité(%) dans TC	porosité(%) dans TM	porosité(%) dans SD
Avant semis	45	50	37
Après récolte	38	41	41

Avant semis:

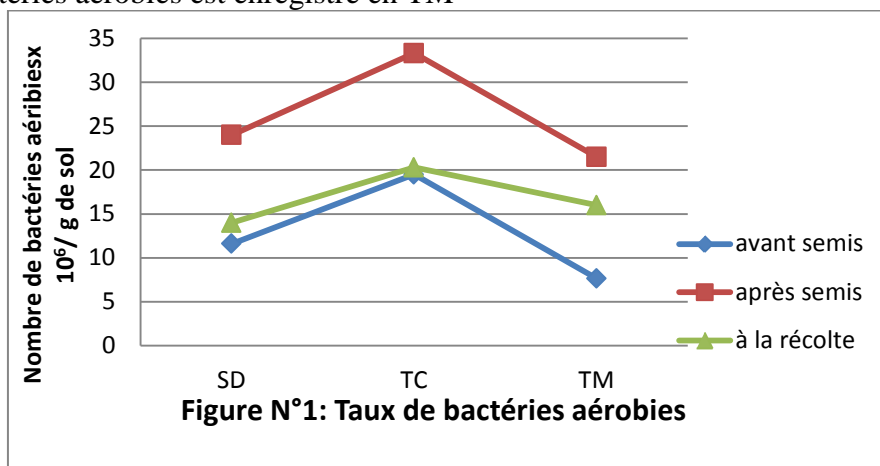
L'absence de travail du sol conduit à une diminution de la porosité de l'horizon de surface par rapport à un sol travaillé conventionnellement. Selon Guerif 1994, en semis direct les pores structuraux situés en surface sont moins nombreux et plus continus.

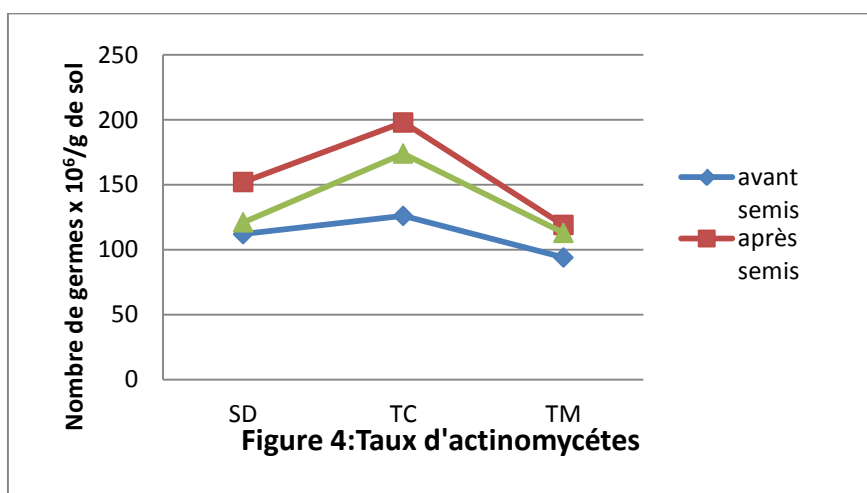
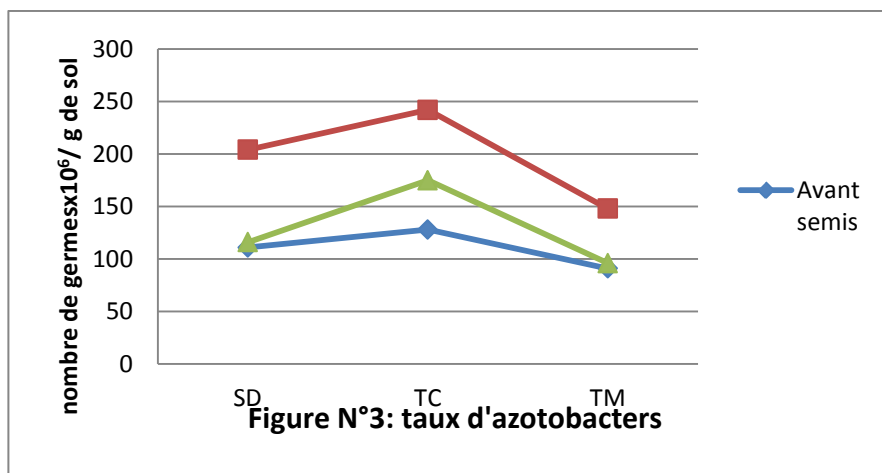
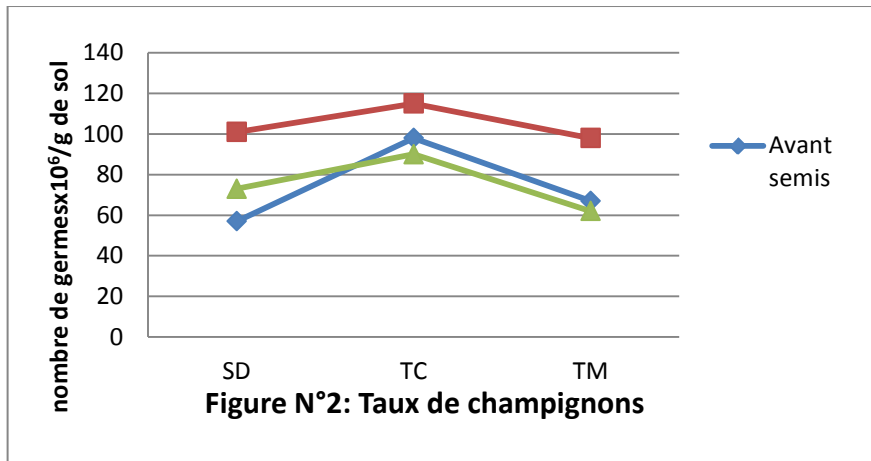
Après la récolte: Nous avons remarqué l'augmentation de la porosité au niveau des parcelles de semis direct avec 41% par rapport à celui du travail conventionnel (38%). Les effets du non travail du sol sur la macrofaune ont été étudiés principalement sur les vers de terre pour leurs rôles essentiels dans l'agro système (Kladivko, 2001).

Étude microbiologique: Les résultats présentés sont obtenus à partir de l'analyse microbiologique des trois échantillons du sol prélevés au stade avant semis, après semis et après la récolte. Les dénombrements des germes microbiens ont été effectués par la méthode du Nombre le Plus Probable (Mac CRADY, 1918), à partir de suspensions-dilutions avec culture en

milieu solide et en milieu liquide sur extrait de terre à raison de trois tubes par dilution (POCHON et al, 1962).

Taux de bactéries aérobies :Les résultats moyens (Fig.2) montrent qu'au stade avant semis le taux le plus élevé des bactéries aérobies est de 19.50×10^6 germes/g de sol en TC, le taux le plus faible est remarqué en TM avec une moyenne de 7.65×10^6 germes/g de sol. Après la récolte le taux le plus élevé des bactéries aérobies est celui du TC avec un taux moyen de 20.33×10^6 germes/g de sol, le taux le plus faible trouvé est celui de l'échantillon SD avec une moyenne de 14×10^6 germes/g de sol. Les bactéries aérobies présentent une densité moins élevée relativement aux autres germes microbiens (en période avant semis), cela peut s'expliquer par les températures basses hivernales qui n'ont pas un grand effet sur l'évolution de ces germes. En période printanière, leur taux présente une croissance moyenne où les températures sont plus clémentes au développement des microorganismes. Le taux le plus élevé des bactéries aérobies est enregistré chez l'échantillon TC pour les trois périodes de prélèvement, c'est probablement dû à la quantité d'azote présente dans le sol qui est le plus élevé par rapport aux autres parcelles où les bactéries prolifèrent mieux dans les milieux riches en azote (sous culture de la lentille). Selon Alexander (1982) in Besraen 2006, les bactéries sont plus sensibles au manque d'eau que les autres microorganismes, l'optimum de leur activité se situe entre 50 à 75% de la capacité au champ, c'est pour cela que le taux le plus faible des bactéries aérobies est enregistré en TM





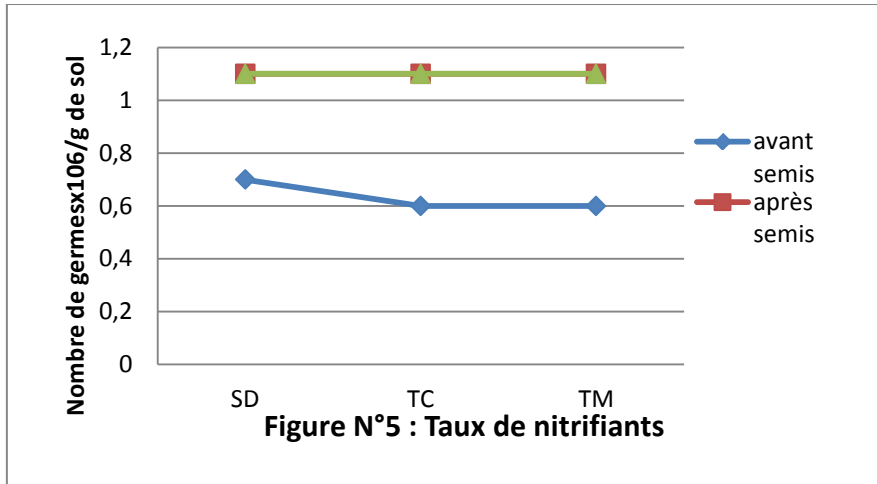


Tableau N°5: Variation du taux de la biomasse

périodes	Avant semis	A la sortie de l’hiver	A la récolte
nombre de germe/g de sol	325,84	482,79	349,11

Nous remarquons que la biomasse microbienne totale dans les différents échantillons est relativement faible avant semis, puis augmente rapidement après semis où elle atteint son maximum puis diminue à la récolte. Selon ALI-HAIMOUD D,1980, le sol sous végétation est beaucoup plus riche en microorganismes qu'un sol nu. Divers chercheurs ont signalé que les populations microbiennes ont une densité dix fois plus grande dans la rhizosphère que dans un sol dépourvu de racines. A proximité de la rhizosphère, les microorganismes sont stimulés par la fixation d'azote atmosphérique (la culture de lentille) et les apports de carbone et d'énergie d'origine végétale et par les composés sécrétés par les racines (CLARCK, 1969 in BATRA et al, 1997). D'une manière générale la quantité de biomasse augmente à la sortie de l'hiver suite à un flush de minéralisation similaire à un effet de stérilisation partielle constaté par plusieurs auteurs (Nicolardot B. et al, 1983)

Discussion

Nos résultats montrent que l'on a un taux de germes élevé dans le traitement TC et à la période après semis. Dans le sol, l'activité biologique est concentrée dans les couches superficielles et à la périphérie des galeries des vers de terre où l'apport de la matière organique et l'eau contribuent aux meilleures conditions d'aération (Mustin, 1987 inBatra et al 1997).De nombreux facteurs limitants contrôlent cette activité (Bonneau et al, 1979).Selon Morel en 1996, la microflore du sol à besoin d'un ensemble de substances nutritives soit métabolites, organiques ou éléments chimiques.En

générale, on s'aperçoit que les groupes microbiens étudiés évoluent différemment en fonction des conditions auxquelles ils sont liés. Comme le montre Morel en 1989, dans un sol limono-sableux suffisamment humide, la continuité d'un film liquide autour des particules assure une propagation rapide de l'activité microbienne, et c'est le cas de nos échantillons en période après semis. Cette propagation est ralentie par la présence d'argile qui joue un rôle protecteur par une formation de complexes argilo minéraux. Aduet Oases (1978) in Chotte et al en 1992 montrent qu'un substrat carbonaté apporté à un sol limono-sableux (argile = 18%) est dégradé en premier par l'activité fongique secondée ensuite par l'activité bactérienne alors que dans le cas d'un sol argileux (argile = 60%) ce substrat est simultanément décomposé sous l'action des champignons et des bactéries. La respiration spécifique est très liée à la teneur en argile d'échantillons du sol, diminuant d'un sol léger à un sol lourd. Les premiers hébergent donc une biomasse plus faible mais proportionnellement plus «active» que celle des sols argileux (Bottneret al, 1976). Selon Dommerguesen 1977, un sol ne présente qu'une activité microbienne très faible, lorsque le taux d'humidité s'élève, cette activité augmente progressivement jusqu'à un maximum, puis décroît, alors que, parallèlement la nature de la micro population activée par une température optimale de croissance et par un intervalle entre un minimum et un maximum, en dehors duquel sa croissance est impossible. Selon Morel en 1989, dans les régions à saisons caractérisées par des températures et d'humidité favorables, les maxima d'activité se situent au printemps et en automne. C'est entre pH 6 et 8 que le développement des bactéries est le meilleur, les actinomycètes préfèrent des pH 6 à 7,5 (Soltner, 2003), cela peut démontrer que le taux des microorganismes de tous les échantillons SD, TC et TM (qui a un pH supérieur à 8 durant toutes les périodes de prélèvements) est le plus faible.

Conclusion

Les résultats de cette investigation ont permis d'évaluer l'activité microbiologique des sols évoluant dans des conditions favorables; l'évaluation quantitative a été faite à travers le dénombrement microbien sur trois parcelles différentes (travail conventionnel, travail minimum et un semis direct) sur trois périodes avant semis, après semis et à la récolte, l'ensemble de ces résultats a permis de démontrer que l'évolution biologique tend vers une augmentation accélérée après semis. Quoi que nos résultats analytiques sur l'analyse granulométrique aient prouvé que les sols étudiés sont aérés, cela démontre d'une part que la diffusion de l'oxygène ne peut être considérée comme le seul facteur favorable au développement des microorganismes du sol et d'autre part l'humidité du sol soit le facteur prépondérant dans ce développement. Les effets bénéfiques du semis direct

sur les composantes de l'environnement ne sont pas constatés dès la première année de sa pratique mais probablement à long terme l'évolution de la structure du sol ainsi que sa composition chimique influenceront positivement sur la productivité et la qualité du sol. Donc nous préconisons d'autres expérimentations comme perspectives d'étude à long terme afin d'étayer davantage nos résultats confirmant l'utilité de la pratique du semis direct. En Algérie, comme tous les pays de l'Afrique du nord, l'érosion hydrique et éolienne sont des phénomènes largement répandus et qui ne cessent de s'accroître à cause des actions anthropiques, particulièrement le labour, le pâturage et le déboisement. L'intensification de l'agriculture conventionnelle a contribué à l'augmentation du risque de désertification dans la plupart des régions vulnérables. Le semis direct permet de conserver la fertilité du sol et de lutter contre l'érosion.

References:

- Abdellaoui Z.; Teskrat H.; Belhadj A.; Zaghouane O, Étude comparative de l'effet du travail conventionnel, semis direct et travail minimum sur le comportement d'une culture de blé dur dans la zone subhumide. 4èmes rencontres méditerranéennes du semis direct . (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens ; n. 96). 4. Actes des Rencontres Méditerranéennes du Semis Direct, 03-05 /05/2010/ Sétif (Algérie).2010.
- Ali-Haimoud D, Contribution à l'étude des sols alfatiens : fixation d'azote symbiotique: effet du paillage sur cette activité. These magister USTHB Alger: 112p.1980
- Anken, Tet al 2004 Long-term tillage system effects under moist cool conditions in Switzerland. *Soil & TillageResearch*, 78, 171-183
- Batra L et Manaa, Deshydrogenase activity and microbial biomass in salt affected soil of semi-arid and arid région. *Arid soil research and rehabilitation*. Edition Taylor et Francis. N°11 pp 265-303.1997
- Ben Hassine H. , Ben Salem M., Bonin G. , Braudeau E. et Zidi C., Réserve utile des sols du Nord-Ouest tunisien Evolution sous culture Étude et Gestion des Sols, Volume 10, 1, 2003 - pages 19 à 33. 2003
- BesraD, Contribution à l'étude de la biomasse microbienne dans les sols alluviaux d'une daya située au niveau de la région de Guerrara (cas de dayat Ben Feilah). Thèse d'ingénieur. Université de Ouargla. 2006
- Bonneau M et Souchier B., Pédologie T2: constituants et propriétés du sol. Ed Masson: 459p. 1979
- Bottner P, et al ,Mineralization of labeled microbial compounds after partial sterilisation. *Soil organic matter studies, Symposium I.A.E.A, F.A.O., B raunschweig*, 263-273.1976

- Dommergues Y., La biologie des sols. Ed. Que sais-je? Presse universitaire de France, 125p.1977
- Eynarda A., Schumacher T.E., Lindstrom M.J. et Maloa D.D., Porosity and Pore-Size Distribution in Cultivated Ustolls and Usterts. Dans : *Soil Science Society of America Journal*, 68, pp.1927-1934. 2004
- Guerif, J., Influence de la simplification du travail du sol sur l'état structurelle des horizons de surface. Conséquences sur leurs propriétés physiques et leur comportement mécanique, in Monnier, G., Thevenet, G., Lesaffre, B. ed. Simplification du travail du sol INRA, édition Paris (France), pp13-33, 1994
- Kacemi, M., Peterson, G.A., Mrabet, R., Water conservation, wheat-crop rotations and conservation tillage systems in arid and semi-arid Moroccan agriculture 1995.
- Kladivko, et al., Nitrate leaching to subsurface drains as affected by drain spacing and changes in crop production system. *J. Environ. Qual.* 33:1803-1813.2001
- Mac Crady M.H. Tables for rapid interpretation of fermentation tube results. *Public Health J* ; 9 : 201-20. 1918
- Morel J., Étude de l'évolution des caractéristiques physico-chimiques et de la stabilité biologique des ordures ménagères au cours de compostage. *Agronomie*, 6: 693-701.1988
- Mrabet R., Saber N., El Brahli A., Lahlou S. et F Bessam., - Total, particulate organic matter and structural stability of a Calcixeroll soil under different wheat rotations and tillage systems in a semi-arid area of Morocco, *Soil and Tillage Research* 57 : pp. 225-235.2001
- Mrabet R. et Bouzza A. Conservation de l'eau sous différentes rotations céréalières et systèmes de gestion des résidus de récolte en semi-aride. INRA Internal Report. Aridoculture Centre.1994.
- Nicolardot B., Chaussod R. et Catroux G. Décomposition de corps microbiens dans des sols fumigés au chloroforme: Effets du type de sol et de microorganisme *Soil Biol. Biochem.* Vol. 16, No. 5, pp. 453-458.1984
- Pochon J et Tardieux P., Techniques d'analyse en microbiologie du sol. Edition de la Tourelle, 112p.1962
- Rasmussen K.J., Impact of ploughless soil tillage on yield and soil quality: A Scandinavian review.1999,
- Dans : *Soil & Tillage Research*, 53, pp. 3-14..
- Tebrügge F. et Düring R.-A., Reducing tillage intensity – A review of results from a long-term study in Germany. Dans : *Soil & Tillage Research*, 53, pp.15-28.1999