



**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou**

**Faculté des Sciences Biologiques et des**  
**Sciences Agronomiques**  
**Département des Sciences Agronomiques**

**Mémoire de Fin d'Etude**

**En vue de l'obtention du diplôme de Master 2 en Sciences Agronomiques**

**Option : Réhabilitation et Restauration des Sols**

**Thème**

***Impact des techniques culturales sur la qualité physique  
chimique et faunistique des sols céréaliers :  
cas de la station de l'ITGC***

**Présenté par :**

**M<sup>elle</sup> AMARNI Tassadit**

**M<sup>elle</sup> GHEMDANE Lamia**

**Devant le jury :**

**Président : M<sup>r</sup> Metahri M.S.**

**M. C. A.**

**U. M. M. T. O.**

**Promotrice : M<sup>me</sup> Boudiaf Nait Kaci M.**

**M. C. A.**

**U. M. M. T. O.**

**Co-promotrice : Mme Siad D.**

**Ingénieur**

**I. T. G. C. Oued Smar**

**Examineurs : M<sup>r</sup> Merrouki K.**

**M. C. B.**

**U. M. M. T. O.**

**M<sup>me</sup> Setbel S.**

**M. C. A.**

**U. M. M. T. O.**

**2016/2017**

# *Remerciement*

Nous tiendrons vivement à exprimer notre profonde reconnaissance et gratitude à notre promotrice Mme Boudiaf Nait Kaci M. pour son aide, sa confiance, ses encouragements et ses critiques qui nous ont beaucoup aidé dans notre formation. Nous la remercions vivement.

Nos profonds remerciements vont également à notre co-promotrice Melle Siad D., ingénieur à l'ITGC de Oued Smar pour ses précieux conseils et ses orientations sur le terrain. Nous remercions vivement Mr Metahri M.S. qui a bien voulu nous faire l'honneur de présider ce jury.

Nous remercions aussi Mme Setbel S. et Mr Merrouki K. d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Nous remercions Melle Issaoun Djamila de nous avoir aidé sur le terrain lors des prélèvements des échantillons et durant toute la réalisation de ce mémoire. Nous remercions également Mme Smail N., Mme Mestar, Mme Tibiche G. et Mr Si Smail A. pour leur aide et compréhension.

Nous tenons à remercier la direction et le personnel de l'institut technique des grandes cultures l'I.T.G.C de nous avoir permis l'accès à leur station afin de prélever les échantillons

Merci à toute personne ayant contribué de loin ou de près dans la réalisation de cette expérimentation.

## *Dédicaces*

*A l'aide de dieu le tout puissant, qui trace le chemin de ma vie, j'ai pu arriver à réaliser ce modeste travail que je dédie :*

*Aux êtres les plus chers, ma mère **Tassadit** et mon père **Ammar** qui ont toujours veillé sur moi et m'ont toujours soutenu ; que dieu les protège*

*A mes chers frères, leurs femmes et leurs enfants*

*A mes chères sœurs, leurs maris et leurs enfants*

*A mes grand-mères*

*A mon oncle Saïd et sa famille*

*A mon oncle Rachid et sa famille*

*A toute ma famille*

*A mes ami(es) Anissa, Kahina, Farida, Mohammed, Ouiza, Thinhinane, Yamina, Hamida, Ourdia, Thiziri, Ferhat, Saleh, Ali, Athmane, Smail et Nassim*

*Et à toute personne m'ayant soutenu et encouragé de loin où de prêt.*

*Lamia*

## *Dédicaces*

*Mes sincères remerciements vont à ma promotrice M<sup>me</sup> Nait Kaci pour son soutien, ces encouragements durant tout le cycle d'études et pour tous ces efforts et les moyens mit pour le bon déroulement de ce travail.*

*Je dédie ce travail à :*

*Mes chers parents*

*Mon mari et sa famille*

*Mes chères sœurs*

*Mes chers frères*

*Tous les membres de ma famille*

*Mon binôme « Lamia », ainsi que pour sa disponibilité, sa patience tout au long de ce travail. J'ai eu le plaisir d'effectuer ce travail avec elle.*

*A tout mes camarades de promotion et mes camarades de département d'Agronomie.*

*Pour tous les enseignants, qui m'ont marqué, du primaire jusqu'à l'université, durant ma scolarisation et formation.*

*A toute personne qui m'a aidé de loin ou du pré.*

*Tassadit*

# *Liste des abréviations*

\*\* hautement significatif

\*\*\* très hautement significatif

\*significatif

<b>AC</b>	Agriculture de conservation
<b>ACP</b>	Analyse en composantes principales
<b>Arai</b>	Araignées
<b>C°</b>	Degré celsius
<b>CLB</b>	Collemboles
<b>CLP</b>	Coléoptère
<b>cm</b>	centimètre
<b>DIP</b>	Diptères
<b>DIPL</b>	Diploures
<b>DPL</b>	Diplopodes
<b>Fig</b>	Figure
<b>Hémi</b>	Hémiptères
<b>ITGC</b>	Institut Technique des Grandes Cultures
<b>L.A</b>	limono-Argileux
<b>LRV</b>	Larves
<b>M</b>	Températures Maximales
<b>m</b>	Températures minimales
<b>mm</b>	millimètre
<b>Myr</b>	Myriapodes
<b>N<sub>1</sub></b>	Niveau (0-10 cm)
<b>N<sub>2</sub></b>	Niveau (10-20 cm)

<b>Néma</b>	Nématodes
<b>NS</b>	non significatif
<b>ONM</b>	Office National de la Météorologique
<b>P</b>	précipitations
<b>P<sub>2</sub></b>	Profondeur de semis (5cm)
<b>pH</b>	Potentiel Hydrogène
<b>PSD</b>	Pseudo-scorpions
<b>SD</b>	Semis direct
<b>T°</b>	température
<b>T1</b>	Travail conventionnel
<b>T2</b>	Travail simplifié
<b>T4</b>	semi direct
<b>Tab</b>	Tableau
<b>TC</b>	Travail conventionnel
<b>TCS</b>	Techniques culturales simplifiées
<b>W</b>	Watt

# Liste des figures

<b>Figure 01</b> : différents stades de développement du blé.....	8
<b>Figure 02</b> : classification et rôle des organismes vivants dans le sol selon leur taille, habitat et leur fonction.....	12
<b>Figure 03</b> : situation géographique de la station d'étude.....	21
<b>Figure 04</b> : variation des moyennes mensuelles des précipitations (septembre 2016-juin 2017) (O.N.M).....	22
<b>Figure 05</b> : les températures moyennes mensuelles d'Oued Semar (O.N.M. Dar el Beida., 2016/2017).....	23
<b>Figure 06</b> : diagramme ombrothermique de Bagnols et Gausson pour la wilaya d'Alger période (2016/2017).....	24
<b>Figure 07</b> : quadrat.....	28
<b>Figure 08</b> : prélèvement de la terre.....	28
<b>Figure 09</b> : dispositif de Berlèse .....	29
<b>Figure 10</b> : tri et dénombrement des invertébrés.....	30
<b>Figure 11</b> : variation du pH en fonction du sol, profondeur et travail du sol.....	32
<b>Figure 12</b> : variation de taux de carbone organique.....	33
<b>Figure 13</b> : abondance des invertébrés selon le travail et les niveaux du sol.....	35
<b>Figure 14</b> : variation des collemboles en fonction de profondeur.....	35
<b>Figure 15</b> : les collemboles sous la loupe .....	36
<b>Figure 16</b> : variation des acariens en fonction de la profondeur.....	36
<b>Figure 17</b> : acariens sous la loupe.....	37
<b>Figure 18</b> : répartition des invertébrés dans le travail conventionnel .....	38
<b>Figure 19</b> : répartition des invertébrés dans le travail simplifié.....	39
<b>Figure 20</b> : répartition des invertébrés dans le semi direct.....	39
<b>Figure 21</b> : projection des variables selon l'ACP.....	44

# *Liste des tableaux*

<b>Tableau 01</b> : valeurs pluviométriques mensuelles de la campagne 2016/2017 à Oued Smar (O.N.M).....	22
<b>Tableau 02</b> : températures moyennes maximales et minimales enregistrées à Oued Smar (O.N.M).....	23
<b>Tableau 03</b> : résultats d'analyse granulométrique des sols d'Oued Smar.....	32
<b>Tableau 04</b> : données quantitatives des groupes d'individus récoltés.....	34
<b>Tableau 05</b> : analyse de la variance des groupes faunistiques pour le facteur travail.....	40
<b>Tableau 06</b> : analyse de la variance des groupes faunistiques pour facteur niveau .....	41
<b>Tableau 07</b> : analyse de la variance des groupes faunistiques pour les deux facteurs travail et niveau.....	42

# Sommaire

Introduction.....	1
-------------------	---

## *Chapitre I synthèse Bibliographique*

I. Le sol .....	3
I.1. Importance de la matière organique dans un sol .....	3
I.2. La biodiversité dans les sols .....	3
II.1. Impact d'une agriculture de conservation sur la qualité des sols .....	5
II.2. Indicateurs de la santé des sols .....	6
III. Céréaliculture.....	6
III.1. Biologie et systématique du blé.....	6
III.2. Exigences pédoclimatiques du blé.....	6
III.3.Exigences culturelles .....	7
III. 4. Cycle de développement.....	7
IV. Invertébrés du sol.....	8
IV.1. Rôle de la faune du sol.....	9
IV.1.1.Bioindicateurs.....	9
IV.1.2. Rôle fonctionnel dans l'équilibre des sols .....	9
IV.1.2.1. Action biologique .....	9
IV.1.2.2. Action chimique.....	10
IV.1.2.3. Action physique.....	10
IV.2. Facteurs déterminants la répartition de la faune .....	10
IV.2.1.Facteurs biotiques .....	10

IV.2.2. Facteurs abiotiques.....	11
IV.2.3. Facteurs anthropiques.....	11
IV.3. Diversités des populations fauniques.....	11
IV.3.1. Classification des invertébrés du sol.....	11
IV.3.1.1. Classification fondée sur la taille des animaux1.....	11
IV.3.1.1.1. La microfaune.....	11
IV.3.1.1.2 La mésofaune.....	12
IV.3.1.1.3. La macrofaune.....	12
IV.3.1.2. Classification fondée sur le régime alimentaire.....	12
IV.4. Systématique.....	13
IV.4.1. Protozoaires.....	13
IV.4.2. Nématodes.....	13
IV.4.3. Annélides.....	13
IV.4.4. Gastéropodes .....	14
IV.4.5. Isopodes .....	14
IV.4.6. Myriapodes .....	14
IV.4.6.1. Diplopodes .....	14
IV.4.6.2. Chilopodes.....	14
IV.4.7. Arachnides.....	15
IV.4.7.1. Acariens.....	15
IV.4.8. Insectes.....	15
IV.4.8.1. Collemboles.....	15
IV.4.8.2. Fourmis.....	15

IV.4.8.3.Diptères .....	16
IV.4.8.4. Coléoptères .....	16
V.1. Agriculture conventionnelle.....	16
V. 1.1. Avantages de travail conventionnel.....	17
V.1.2. Inconvénients de travail conventionnel.....	17
V.2. Agriculture de conservation (AC).....	17
V. 2.1. Le semis direct (SD).....	18
V.2.1.1. Caractéristiques du semis direct sous couvert végétal.....	18
V.2.1.2. Avantages du semis direct sous couverture végétale.....	19
V.2.1.3. Inconvénients du semis direct.....	19
V.2.2. Techniques culturales simplifiées (TCS).....	20

### ***Chpitre II Etude du milieu***

I. Situation géographique de la station d'étude.....	21
II. Etude climatique.....	21
II.1. Pluviométrie.....	21
II.2. Température.....	22
II.3. Diagramme ombrothermique.....	23

### ***Chapitre III Matériels et Méthodes***

I. Echantillonnage .....	25
I.1. Choix de la station.....	25
I.2. Choix de la période d'échantillonnage.....	25
I.3. Matériel d'échantillonnage.....	25
I.4. Dispositif d'échantillonnage.....	26

I.4.1. Méthodes de prélèvement.....	28
I.4.2. Méthodes d'extraction.....	28
I.4.3. Tri et dénombrement.....	29
I.4.4. Détermination des invertébrés du sol.....	30
I.5. Analyse des sols.....	30
I.6. Analyse statistiques.....	31
I.6.1. Analyse de la variance.....	31
I.6.2. Analyse en composantes principales (ACP) .....	31

### ***Chapitre IV Résultats et Discussion***

I. Résultats des analyses des sols .....	32
I.1. l'analyse granulométrique.....	32
I.2. Réaction du sol .....	32
I.3. Le carbone organique .....	33
II. Résultats de l'étude biologique des sols .....	33
II.1. Abondance des invertébrés dans les sols étudiés.....	33
II.2. Variation de l'abondance des invertébrés selon les niveaux.....	34
III.3. Abondance des invertébrés selon les espèces .....	35
III.3.1. Collemboles .....	35
III.3.2. Acariens .....	36
III.4. Abondance des invertébrés selon le travail du sol .....	37
III.4.1. Impact du travail conventionnel (TC) sur la distribution de la faune .....	37

III.4.2. Impact du travail cultural simplifié (TCS) et le semi direct (SD) sur la densité de la faune des sols .....	38
IV. Analyse de la variance .....	40
IV.1. Facteur travail .....	40
IV.2. Facteur niveau .....	41
IV.3. Impact du type de travail du sol sur l'abondance des invertébrés en fonction de la profondeur du sol.....	42
V. Analyse en composante principale (ACP).....	43
V.1. Impact des conditions du milieu sur la répartition des invertébrés .....	44
V.2. Effet des techniques culturales sur la répartition des invertébrés dans le sol.....	45
Conclusion.....	46
Références bibliographiques .....	48

## Introduction

Les pays Nord africains ont besoin, plus que jamais, de revoir leurs modes d'utilisation des terres pour assurer une sécurité alimentaire et un développement agricole durable (CDSR, 2001). 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 ce faire, il y a une nouvelle initiative à travers le monde qui accorde une attention particulière à renverser le processus actuel de dégradation des sols et 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 et la protection par une couverture végétale constituée de résidus et de pailles (Mrabet, 2001). La fixation de cette agriculture contribuera à la durabilité des systèmes agricoles en Afrique du nord (CDSR, 2001).

Les contraintes de production, les plus importantes sont : les contraintes climatiques telles que l'irrégularité et la mauvaise répartition des pluies d'une année à l'autre et même à l'échelle de l'année, les contraintes édaphiques telles que la dégradation des sols par l'érosion et l'appauvrissement en matière organiques sans oublier les contraintes socio-culturelles basées essentiellement sur l'agriculture conventionnelle (Mrabet, 2001 et Abdellaoui et *al.*, 2010).

Pour limiter le phénomène de dégradation des sols en Algérie, le recours aux techniques culturales simplifiées et au semis direct seraient une alternative viable (Abdellaoui et *al.*, 2010). L'adoption de cette nouvelle approche implique un changement global sur le plan sol.

Nombreux travaux de recherche soulignent les conséquences du système conventionnel et appuient l'intérêt économique, agronomique et le respect de l'environnement qui caractérisent le semi direct et les techniques culturales simplifiées (Abdellaoui et Zaghouane, 2010 ; Mrabet, 2001). Mais très peu des expériences ont lieu sur l'intérêt de cette technique agricole pratiquée sur différentes successions de cultures et son effet sur les propriétés du sol. Cependant, dans notre pays le semis direct est encore au stade embryonnaire. Au Maroc et en Tunisie la plus grande part des travaux concerne les aspects phytotechniques tels que les

## **Introduction**

rendements, le contrôle des résidus et le contrôle des mauvaises herbes (Mrabet, 2010 ; Raunet, 2002).

La présente étude a pour objectif de comparer les différentes pratiques culturales adoptées dans un champ céréalier. Après présentation des pratiques culturales adoptées pour la culture de blé, nous présenterons les effets bénéfiques sur les propriétés physiques, chimiques et biologique des sols. Par la suite nous nous intéresserons l'abondance des invertébrés dans ces sols dans le but de connaitre et identifier les indicateurs de la qualité biologique de ces sols.

Notre travail est scindé en plusieurs parties, un premier chapitre qui consiste en une synthèse bibliographique donnant un aperçu sur la classification, l'abondance et le rôle des invertébrés dans les agrosystèmes. Le second chapitre porte une étude du milieu. Le troisième chapitre résume les différentes méthodes et le matériel utilisés dans notre expérimentation. Le quatrième chapitre présente les résultats et leur discussion suite à une analyse statistique. Une conclusion et des perspectives viennent clore le travail.

## **I. Le sol**

Le sol correspond à la partie superficielle de l'écorce terrestre. Couverture de la lithosphère en contact avec l'atmosphère. Il est soumis à des altérations d'ordre biotique et abiotique. Ainsi il est présenté comme un produit d'interface de l'interaction entre différents composants ; la roche, l'eau, l'air et les êtres vivants (Robert, 1996 ; Chaussod, 2002 ; Ramade, 2003 ; Calu, 2004). C'est un écosystème particulier, dans lequel se développent la microflore, la faune et les végétaux. En effet, c'est un réservoir de biodiversité encore assez méconnu (Antoni, 2007 in Lieutaud, 2007).

Les sols sont des milieux dont les modes de fonctionnement sont définis par des interactions entre constituants – solutions et organismes vivants qu'ils renferment (Girard et *al.*, 2005).

### **I.1. Importance de la matière organique dans un sol**

La fraction organique du sol provient de l'activité de tous les organismes présents à la surface ou à l'intérieur du sol ainsi que la litière végétale (Davet, 1996). Cette matière organique va suivre la voie de la minéralisation ou de l'humification. L'humus tenant lieu de mise en réserve temporaire ; celui-ci sera à son tour dégradé et minéralisé (Chaussod, 2002).

Les matières organiques des sols sont donc une ressource naturelle qu'une agriculture durable aux plans écologiques et économiques doit considérer et gérer (Chenu, 2007). Les réserves organiques du sol peuvent être considérées comme un capital à entretenir et améliorer, dans le cadre d'une gestion durable des agrosystèmes (Roussel et *al.*, 2001).

Cependant, la fertilité des sols dépend principalement de la quantité et la qualité des matières organiques transformées par des organismes décomposeurs. L'efficacité de ces derniers peut être caractérisée par le taux de transformation de la matière organique, dépendant des facteurs du milieu tels que la température, l'humidité et des caractéristiques de la matière à décomposer. Les populations d'invertébrés jouent un rôle primordial dans la transformation des matières (Francis et *al.*, 2003).

### **I.2. La biodiversité dans les sols**

La biodiversité ou la diversité biologique est la variation des organismes vivants. Elle comprend la diversité au sein des espèces et la diversité des écosystèmes. La notion de la biodiversité peut aussi se trouver à différentes échelles : l'échelle moléculaire, l'échelle des

espèces et l'échelle des écosystèmes. A chaque échelle, la biodiversité a des composantes à la fois quantitatives et qualitatives ainsi, la diversité spécifique peut être décrite de manière quantitative, par le nombre d'espèces par exemple, ou de manière qualitative, par la composition spécifique (Scott, 2000 ; Breton, 2006 et Goudard, 2007).

La biodiversité est actuellement un enjeu majeur de la recherche en écologie, à la fois concernant son rôle dans les écosystèmes, son déterminisme et sa valorisation dans le domaine de la préservation de l'environnement (Alard, 1997). Elle subit une réduction considérable à l'échelle mondiale. Son étude et la recherche de méthodes qui permettent de conserver le maximum de cette biodiversité sont devenues un domaine d'étude prioritaire en écologie (Dajoz, 1998). Toutefois, la diversité d'une biocénose se traduit par deux composantes, la richesse spécifique et la distribution du nombre d'individus par espèce (Lemoine et *al.*, 2005).

Cependant, les indicateurs retenus pour acquérir des données sur l'état de la biodiversité des sols sont : la diversité des espèces de lombricidés et de collemboles et l'activité respiratoire. Cette batterie minimale utilisant des organismes ayant des fonctions, des tailles et des habitats différents, devrait traduire les différentes pressions s'exerçant sur les sols (Antoni et *al.*, 2007).

## II. Qualité des sols

Un sol n'est pas bon au mauvais dans l'absolu, il est plus ou moins adapté à une utilisation donnée. De plus un sol évolue naturellement mais aussi, plus rapidement, sous l'effet d'action humaine, cette transformation peut modifier, souvent dégrader, son aptitude à assurer durablement des fonctions essentielles (Chaussod, 2002).

La qualité du sol a été définie comme étant la résultante des propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol permettant la croissance et le développement des cultures, la régulation et la répartition des flux d'eau à travers l'environnement (filtre épurateur vis-à-vis des polluants). La qualité du sol traduit sa capacité à retenir et à libérer l'eau et les éléments fertilisants, à maintenir sa biodiversité et à résister aux effets des pratiques pouvant conduire sa dégradation. Il est évident que la qualité du sol vis-à-vis d'une utilisation donnée dépend de ses propriétés intrinsèques, de ses environnements géochimiques et climatiques et de son utilisation par l'homme (Badraoui, et *al.*, 1998 et Warin et *al.*, 2004).

La qualité biologique des sols a également été appréhendée par la caractérisation au laboratoire de compartiments et d'activité biologique, liée à la fertilité (biomasse microbienne, pool de matière organique, C/N) et aux activités de dénitrification et potentialités des sols à

émettre NO<sub>2</sub>. Ces paramètres biologiques se sont avérés opérationnels et discriminants vis-à-vis des types de sols, du système de culture et des pratiques culturales étudiées. Néanmoins, ils sont soumis à de nombreuses sources de variation et d'interprétation. L'utilisation de telles mesures, nécessaire dans le cadre d'observation de la qualité des sols, doit faire au vu des caractérisations physico-chimiques des mêmes sols (Chaussoud, 2002 et Bispo et *al.*, 2005).

Les sols constituent donc des écosystèmes à part entière, à la base de la production agricole. La qualité agronomique des sols repose à la fois sur des composantes physico-chimiques, mais aussi biologiques. Les systèmes de production agricole doivent tenir compte de ces composantes biologiques par des pratiques culturales adaptées. Le sol n'est pas une ressource renouvelable à l'échelle de temps humaine, mais un milieu vivant qui peut être altéré de façon irréversible (Bertrand, 2007 in Lieutaud, 2007).

En l'occurrence certains organismes du sol peuvent être utilisés comme témoin de la qualité des sols, par exemple les populations de lombricidés. Les vers de terre sont des agents importants de la « santé des sols », ils agissent comme des indicateurs de la qualité de l'environnement (Paoletti, 1999 ; Spurgeon et *al.*, 2003 in Blanchart et *al.*, 2005).

## **II.1. Impact d'une agriculture de conservation sur la qualité des sols**

L'intérêt croissant pour l'agriculture biologique dans laquelle les vers de terre jouent un rôle important vis-à-vis de la fertilité du sol, plus encore, l'agriculture dite de conservation basée sur l'abandon du labour et la pratique du semis direct sous couverture végétale (Blanchart et *al.*, 2005 et Blaise et *al.*, 2007). Ils jouent un rôle essentiel dans la qualité des sols. Ils ont une fonction essentielle d'aération et de structuration des sols et contribuent fortement à la fertilité des milieux en transformant les déchets organiques en des composés directement assimilables par les plantes (Bouché, 1984 in Morin 2002).

De plus, des études ont montré que les carabes sont utiles pour l'agriculture. En effet, ils sont intéressants à deux titres, d'une part, ils sont prédateurs de mollusques et d'insectes. Ils sont donc des auxiliaires importants des cultures. D'autre part, ils peuvent être utilisés comme indicateurs de la biodiversité des milieux (Diwo et Rougon, 2003).

Ces définitions très larges traduisent la complexité de la notion de qualité des sols. D'une part, les multiples critères de qualité varient selon les types de sol, les modes d'exploitation, les fonctions considérées ou les menaces prises en compte. D'autre part, il est relativement difficile

de définir des critères diagnostiques et de normaliser les processus complexes intervenant dans ce réacteur biogéochimique poly-phasique qu'est le sol (Warin et *al.*, 2004).

## II.2. Indicateurs de la santé des sols

Les indicateurs utilisés dans l'évaluation de la santé du sol n'ont pas été strictement définis même si des composantes importantes comme la matière organique sèche sont considérées comme des éléments clés de cette santé. Il a été déterminé que la fraction légère de la matière organique est un indicateur précoce et précis des changements de la matière organique sèche découlant des pratiques de gestion agricole. La fraction légère est principalement constituée de résidus végétaux mais, elle contient également des débris microbiens et de la microfaune du sol. Des études ont montrées que la fraction légère était plus importante dans les sols qui font l'objet des rotations prolongées comparativement aux rotations avec culture continue. Les bio-indicateurs sont les organismes du sol comme les microbes, microarthropodes et vers de terre dont, la biomasse, l'abondance ou la diversité réagissent aux changements dans les pratiques agricoles. On peut s'en servir pour être rapidement prévenu des conditions néfastes (Eciteau, 2006).

Les vers de terre participent à la formation des sols et y immobilisent les composés organiques s'en nourrissent et les remettent en circulation. Ces déplacements ont un autre effet : ils brassent les différentes couches du sol, entraînant en profondeur des éléments de surface, et inversement (Lipied et *al.*, 2009).

## III. Céréaliculture

### III.1. Biologie et systématique du blé

Le blé dur est une espèce connue depuis la plus haute antiquité. Elle appartient au groupe tétraploïde, du genre *Triticum* qui comprend de nombreuses espèces. Selon McKee, (1968), l'origine génétique du blé dur remonte au croisement entre deux espèces ancestrales *Triticum monocucon* et une graminée sauvage du nom d'*Aegilops Speltoides*.

### III.2. Exigences pédoclimatiques du blé

A chaque phase du cycle végétatif du blé, la température reste un facteur qui conditionne sa physiologie ; à une température de zéro 0°C la germination est bloquée et la phase de croissance nécessite 15 à 25 °C (Zane, 1993). La lumière agit directement sur le bon fonctionnement de la photosynthèse et le comportement de la plante. Un bon tallage est garanti,

si le blé est placé dans les conditions optimales d'éclaircissements. Toutefois, le blé apprécie les sols limoneux, argileux calcaires ou les sols argileux-siliceux profonds, il a besoin d'un sol sain, se ressuyant bien en hiver et à bon pouvoir absorbant. En terre peu profonde, il y a risque de sécheresse en période critique. Il exige une humidité permanente durant tout le cycle de développement, l'eau est demandée en quantité variable (Soltner, 1988).

### III. 3. Exigences culturales

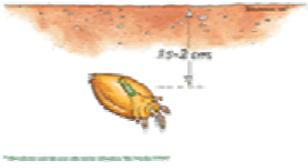
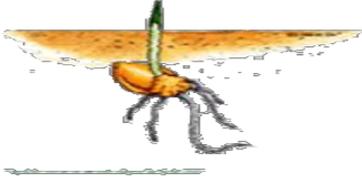
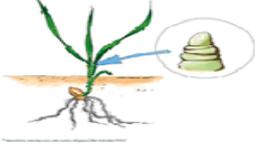
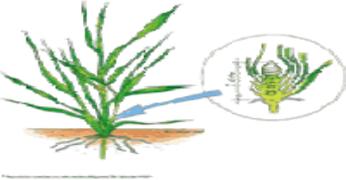
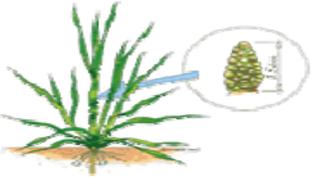
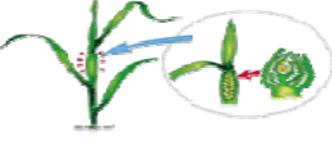
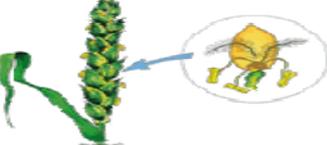
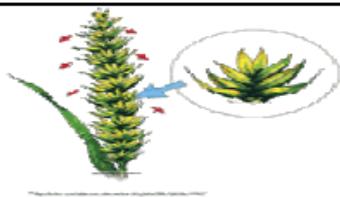
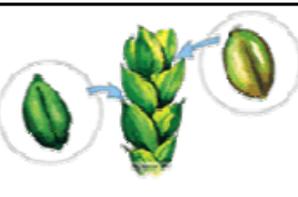
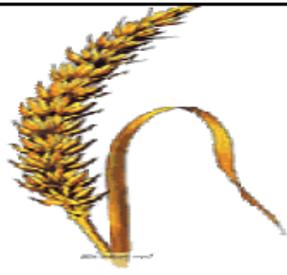
Le blé nécessite un sol bien préparé et ameubli sur une profondeur de 12 à 15 cm pour les terres patentes (limoneuse en générale) ou 20 à 25 cm pour les autres terres. Le sol doit être légèrement motteux et suffisamment tassé en profondeur, une structure fine en surface pour permettre un semis régulier et peu profond (Zane, 1993). En Algérie il peut commencer dès la fin d'octobre avec un écartement entre les lignes de 15 à 25 cm et une profondeur de semis de 2.5 à 3 cm. La fertilisation est très importante dans les régions sahariennes, elle sera en fonction des potentialités des variétés.

Il est important de respecter la rotation des cultures afin de réduire les attaques parasitaires et le risque de fusariose. Cette pratique permet d'avoir un meilleur contrôle des infestations avec une amélioration de la structure et de la fertilité du sol.

### III. 4. Cycle de développement

D'une manière très simplifiée, on peut découper le cycle du développement du blé dur en trois phases et qui sont les suivantes :

- 1- **La phase végétative** : durant laquelle la plante installe ses captures foliaires et racinaires pour intercepter le rayonnement absorber l'eau et les éléments minéraux.
- 2- **La phase reproductrice** : durant laquelle la plante met en place ses organes reproducteurs. A l'issue de cette dernière, le nombre potentiel de grains est fixé.
- 3- **La phase de maturation du grain** : qui requière de chaleur et un climat sec, durant laquelle, le grain profite des assimilés provenant de la remobilisation et des dernières feuilles photosynthétiquement actives, puis se déshydrate partiellement.

		
<p>1- La germination</p>	<p>2- La levée</p>	<p>3- Trois feuilles</p>
		
<p>4 - Début tallage</p>	<p>5 - Épi à 1 cm</p>	<p>6 - Un nœud</p>
		
<p>7 - Gonflement</p>	<p>8 - L'épiaison</p>	<p>9 - La floraison</p>
		
<p>10- Bâillement.</p>	<p>11- Grain formé</p>	<p>12- Epi à maturité</p>

**Figure 01 : différents stades de développement du blé. Source : blé hybride HYNO, 2002, <http://www.unctad.org/infocomm/francais/blé/culture>**

#### IV. Invertébrés du sol

La population du sol est nombreuse, bien que très variable d'un sol à un autre et d'une saison à une autre, le poids de matière vivante à l'hectare serait en moyenne de 2,5 tonnes, mais ce chiffre peut osciller de 1 à 5 tonnes et peut l'être encore plus selon l'importance des apports organiques, aliments des animaux et de la flore du sol. La faune est variée, une grande diversité d'espèces de tailles, de modes de nutrition et de source d'énergie caractérise les êtres vivants qui la composent (Culliney, 2013).

#### **IV.1. Rôle de la faune du sol**

Au-delà de leur densité, biomasse ou diversité, les organismes du sol peuvent être considérés selon deux points de vue complémentaires : indicateur et acteur (Pérès, 2003).

##### **IV.1.1. Bioindicateurs**

Au sein du compartiment biologique, de nombreux travaux ont mis en évidence les relations existants entre l'état de l'écosystème sol et certains invertébrés tels que les Arthropodes ou les Vers annelés. Ces taxons pouvant rendre compte de l'état et des usages de l'écosystème sol, sont alors considérés comme des bio-indicateurs (Siepel, 1988 ; Crossley et *al.*, 1992). Un bon indicateur doit être pertinent, faible, sensible et reproductif (Hopkin, 1994 in Pérès, 2003).

##### **IV.1.2. Rôle fonctionnel dans l'équilibre des sols**

A biomasse identique, la macrofaune n'aura pas le même impact fonctionnel que la microfaune, les uns agissant au niveau du solum tout en modifiant physiquement leur environnement alors que les autres agissent au niveau de l'agrégat sans impact physique sur leur environnement.

Toutefois, le rôle de la microfaune ou de la mésofaune n'est pas négligeable vis-à-vis de la macrofaune. Entre les taxons de ces trois classes de taille, il y a complémentarité d'impacts sur le recyclage de matières organiques mortes. L'influence de ces trois classes d'organismes, va intervenir sur les paramètres physiques, chimiques et biologiques du sol (Lavelle et Spain, 2001).

###### **IV.1.2.1. Action biologique**

Elle s'exprime notamment par la création des conditions favorables au développement des microorganismes : augmentation de la ressource trophique, amélioration des conditions d'aération et d'humidité du milieu (Cluzeau et *al.*, 2009).

L'action sur les microorganismes peut aussi s'exprimer en termes de modification de la composition des populations et de leur activité ainsi que leur répartition spatiale (Rinker et *al.*, 2001).

#### **IV.1.2.2. Action chimique**

Elle s'exprime principalement par une participation active de ces organismes à la dynamique de la matière organique. Cette action se situe à plusieurs niveaux, lors de la fragmentation de la matière organique prélevée à la surface ou à l'intérieur du sol, ces organismes augmentent la surface des débris végétaux dont la dégradation est accentuée par les processus de digestion, et lors de la restitution de cette matière organique ingérée sous forme de boulettes fécales correspondant à un mélange intime de débris végétaux et d'éléments minéraux. Ces modifications de l'état organique du sol vont influencer les processus d'humification, la dynamique et la distribution de certains éléments majeurs tels que le carbone, l'azote et le phosphore (Pérès, 2003 ; Chen et *al.*, 2007).

#### **IV.1.2.3. Action physique**

La porosité, la structure et le pouvoir de rétention de l'eau peuvent être complètement modifiés par la vie animale. Les actions mécaniques de la faune dans le sol sont bien sûr corrélées à leur taille, le régime alimentaire et le comportement des organismes implique (Sacch., 1971). Parmi les invertébrés du sol, les Fourmis et les Termites déploient, malgré leur petite taille, une activité particulièrement dans la construction des fourmilières et termitières par un mélange de la matière organique et minérale. Les plus efficaces sont les vers de terre qui agissent fortement sur la structure du sol surtout par leurs mouvements verticaux (Depince, 2003 ; Ivask., et *al.*, 2008).

### **IV.2. Facteurs déterminants la répartition de la faune**

La vie des animaux dans un sol est conditionnée par plusieurs facteurs, ces derniers sont des éléments du milieu (biotiques et abiotiques) et ceux liés à l'homme, qui peuvent agir directement sur l'activité des êtres vivants et leur cycle de vie (Metral, 2008).

#### **IV.2.1. Facteurs biotiques**

La diversité des organismes vivants dans un écosystème fait apparaître de nombreuses interactions entre eux. Ces associations sont d'origine diverse et plus ou moins complexe, elles peuvent être néfastes à certains espèces, ou bénéfiques pour d'autres (Deprince, 2003). Parmi les différentes interactions qui se manifestent entre les groupes faunistiques, le parasitisme, la symbiose, le mutualisme, le commensalisme, la compétition et la prédation (Bachelier, 1978 ; Metral, 2008).

#### **IV.2.2. Facteurs abiotiques**

Ce sont des caractéristiques physico-chimiques, qui interviennent dans la distribution et l'abondance de diverses espèces faunistiques.

#### **IV.2.3. Facteurs anthropiques**

Les différentes activités pratiquées par l'homme sur les sols agissent d'une manière directe ou indirecte sur la faune, elles modifient les paramètres physiques et chimiques, ainsi que l'ensemble du milieu dans lequel évolue les organismes vivants (Metral, 2008).

#### **IV.3. Diversité des populations fauniques**

A coté de l'aspect quantitatif de la faune du sol, il est nécessaire pour la comparaison des biotopes de tenir aussi compte de l'aspect qualitatif de cette faune et notamment de sa diversité (Dajoz, 2007). Deux lois ont été établies par Thieneman en 1920 dites lois biocénotique fondamentales, la première loi est « plus les conditions de vie sont variables dans un milieu biologique, plus grand est le nombre d'espèces de la communauté vivante qui le caractérise », la deuxième est « plus les conditions de vie d'un biotope s'écartent de la normale et des conditions optimales de la plupart des animaux, plus la biocénose devient pauvre en espèces, plus elle devient caractéristique et plus la densité des espèces présentes s'élève. » (Bachelier, 1978).

#### **IV.3.1. Classification des invertébrés du sol**

Une classification plus fonctionnelle peut être utilisée en liant les organismes à leur milieu et notamment aux ressources qu'ils proposent tels que l'alimentation et l'habitat. La taille, le régime alimentaire, la position dans le sol, les adaptations morphologiques, les modes de progression, la durée de présence dans le sol constituent d'autres paramètres pour classer la faune du sol (Hedde, 2006 ; Metral, 2008).

#### **IV.3.1.1. Classification fondée sur la taille des animaux**

##### **IV.3.1.1.1. La microfaune**

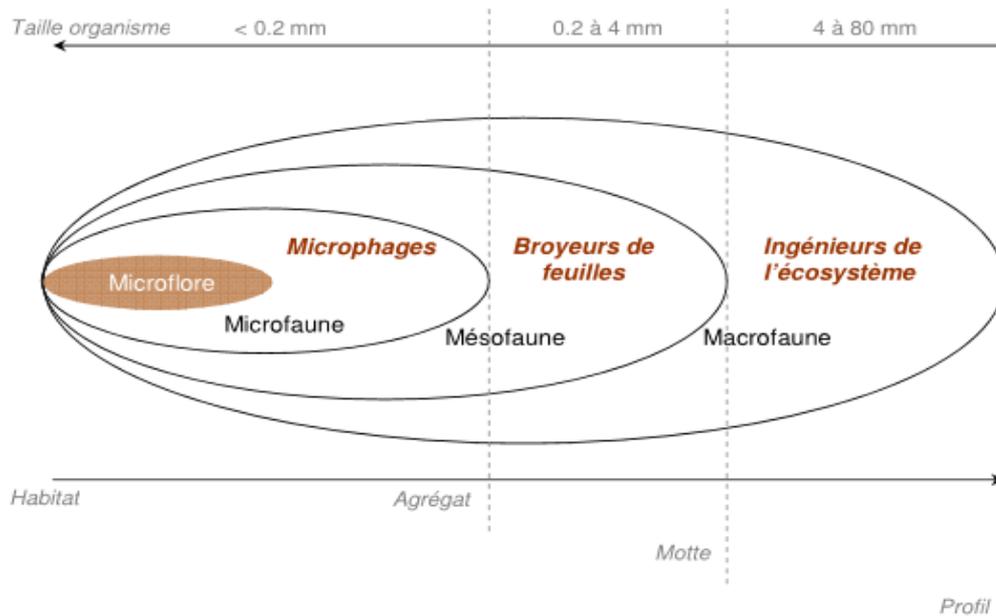
Leur taille est inférieure à 0,2 mm. Les principaux représentants de la microfaune sont les nématodes et les protozoaires. Le régime alimentaire de ces groupes est constitué de champignons, bactéries, débris organiques, algues (action de prédation stimulant le renouvellement de microflore) (Chaussod, 1996 et Girard et al., 2005).

#### IV.3.1.1.2 La mésofaune

Elle comprend principalement les arachnides et les insectes comme les collemboles et les thysanoures, avec une taille des individus de 0,2 à 4 mm. Son rôle principal consiste à déchiqeter la litière. Les collemboles et les thysanoures sont de petits insectes qui se nourrissent principalement de champignons et des spores de ces derniers. Ils contribuent à décomposer des débris organiques et ils améliorent la structure du sol (Gobat et al., 2003).

#### IV.3.1.1.3. La macrofaune

Composée de grandes larves d'insectes, de la majeure partie des myriapodes et des lombricidés qui peuvent modifier la structure physique du sol en creusant des galeries ou en ingérant la terre. Elles fragmentent des matières organiques et les brassent avec les matières minérales sur l'ensemble du sol. Leur taille entre 4 et 80 mm (Lafaud, et al., 1992 et Hulot, 1995).



#### IV.3.1.2. Classification fondée sur le régime alimentaire

Les animaux qui constituent la faune des sols possèdent des régimes alimentaires plus ou moins strict : animaux phytophages, saprophages, prédateurs, nécrophages et coprophages.

#### IV.4. Systématique

Elle est fondée sur la description des organismes constituant les principaux groupes des invertébrés :

##### IV.4.1. Protozoaires

Les protozoaires sont des microorganismes unicellulaire Eucaryotes, ils font partie de la microfaune, mesurent 3µm à 3 mm. On les trouve dans les eaux interstitielles du sol et les eaux pelliculaires à la surface des agrégats.ils sont abondants dans les dix premiers centimètres du sol (Bachelier, 1978 ; Davet, 1996).

Ce sont des bactériophages, saprophages, prédateurs d'autres protozoaire, ils sont très important pour les équilibres biologiques au niveau des microorganismes, principaux prédateurs de bactéries (Raphael, 2007).

##### IV.4.2. Nématodes

Les nématodes sont des petites vers en forme de fuseau, leur taille varie de 200µm à 3 mm de (Davet, 1996). Leur dispersion est verticale, 85% de ces individus vivent dans les trois centimètre de la zone d'enracinement, dans les sols sans végétation leur abondances maximale se situe en profondeur (Gobat et *al.*, 2003).

##### IV.4.3. Annélides

Ils regroupent les vers annelés, renferment environ 9000 espèces, les trois classes principales sont :

- la classe **polychètes** renferme environ 5300 espèces dont la majorité est marine et la plupart luminescents ;
- les **oligochètes** représentent 3000 espèces dont la majorité vivent dans les eaux douces ou dans le sol (Lombrics) ;
- les **achètes** par contre avoisinent 300 espèces dont la majorité est dulcicole (Sangsues), d'autres sont marines ou terrestres.

Les vers de terre sont des invertébrés qui appartiennent à la l'embranchement des annélides, leurs corps est segmenté et porte une série d'anneaux.

Ils appartiennent aux Oligochètes avec la famille des Lombricidés qui est la plus importante est la plus récente en terme évolutif (Edwards et Bolhen, 1996 ; Morin, 2002).

#### **IV.4.4. Gastéropodes**

Ils appartiennent à l'embranchement des Mollusques, les escargots et les limaces sont les principaux représentants. Ce sont les invertébrés non segmentés, leurs corps est protégé par une coquille. Ils sont actifs dans les dix premiers centimètres du sol, se nourrissent de divers tissus végétaux, certaines espèces sont considérées comme d'important ravageurs et d'autres comme prédateurs (Veron, 2002 ; Grassé et Doumenec, 2000 ; Gobat et *al.*, 2003).

#### **IV.4.5. Isopodes**

Les isopodes sont des crustacés supérieurs appartenant à la sous classe des malacostracés. Ils se nourrissent essentiellement de matière organique d'origine végétale, et favorisent les processus naturels d'humification (Bachelier, 1978).

La plupart peuvent se rouler, ce sont des vrais cloportes que l'on distingue des faux cloportes (Myriapodes par la présence des derniers segments formant un telson) ; ils sont surtout détritiphages ou saprophages et préfèrent les sols calcaires (Gobat et *al.*, 2003).

#### **IV.4.6. Myriapodes**

Ce sont des arthropodes qui comportent un grand nombre de segments corporels ou sont implantés un ou deux appendices locomoteurs. Leur classification est basée sur la position de l'orifice génital. Les diplopodes et les chilopodes sont les deux principaux groupes qui se trouvent dans les sols et les litières (Gobat et *al.*, 2003).

##### **IV.4.6.1. Diplopodes**

Ce sont des myriapodes dont le corps est allongé ou globuleux, avec deux paires de pattes par segment, vivent dans les milieux humides. Ils sont phytophages, certaines nuisibles pour les cultures, d'autres coprophages (Bachelier, 1978 ; Gobat et *al.*, 2003).

##### **IV.4.6.2. Chilopodes**

Ce sont des myriapodes à corps aplati dorsoventralement, long, segmenté régulièrement, avec une paire de pattes par segment à l'exception des deux dernières. Ils vivent dans les milieux

forestiers humides. La plupart sont carnivores, se nourrissent des petits diplopodes, d'insectes, de vers et de petites arthropodes (Grasse et Doumenc, 2000).

#### **IV.4.7. Arachnides**

Arthropodes à corps composé de deux parties, le céphalothorax qui porte quatre paires de pattes et l'abdomen, les acariens sont le groupe le plus représentatifs dans le sol (Bachelier, 1978 ; Deprince, 2003)

##### **IV.4.7.1. Acariens**

Ce sont des consommateurs très actifs de débris végétaux, la majorité sont phytosaprophages et coprophages, certaines espèces se nourrissent de la microflore, d'autres sont prédateurs et consomment des nématodes, des collemboles, des larves d'insectes et même des acariens (Davet, 1996).

Ils sont abondants dans les couches superficielles du sol et supportent la sécheresse, certaines sont abondants dans les sols acides (Grasse et Doumenc, 2000).

#### **IV.4.8. Insectes**

Ce sont des Arthropodes dont le corps est constitué de trois parties : la tête, le thorax et l'abdomen, possèdent trois paires de pattes et une ou deux paires d'ailes, les seuls invertébrés ailés (Grasse et Doumenc, 2000).

##### **IV.4.8.1. Collemboles**

Ce sont des microarthropodes Aptérygotes, les mieux représentés dans le sol. Ce sont des petits animaux à peine visible à l'œil nu, de taille comprise entre 0,2 et quelques millimètres, ce qui l'on appelle communément la mésofaune. Ils se nourrissent de microorganismes stimulant ainsi la croissance des champignons et régulant la microflore dans le sol, comme ils contribuent à la fragmentation de la matière organique (Morr et *al.*, 2002 ; Deprince, 2003). D'une façon générale les collemboles aiment les habitats humides et supportent mal la chaleur. Leur densité peut atteindre 2000 à 200 000 (parfois 500 000) ind. /m<sup>2</sup> (Deprince, 2003 ; Janssens et Dethier, 2005)

##### **IV.4.8.2. Fourmis**

Appartiennent à l'ordre des Hyménoptères, vivent en société dans des fourmilières, elles sont les organismes les plus abondants sur terre. Elles sont distribuées dans l'ensemble des

continents à l'exception des régions les plus froides ou les trois quarts des espèces vivent dans les zones tropicales (Gobat et *al.*, 2003).

#### **IV.4.8.3. Diptères**

Ce sont essentiellement leurs larves qui font partie de la pédofaune. Leurs larves sont abondantes dans la litière et dans les sols humides. Elles fragmentent les débris végétaux, l'importance de leur activité réside en la destruction de cadavres d'animaux et en recyclage des excréments des vertébrés (Gobat et *al.*, 2003).

#### **IV.4.8.4. Coléoptères**

Ils comprennent plus d'un million d'espèces dans le monde, les larves se repartissent dans les horizons humifères particulièrement et en profondeur. Ils se nourrissent de racines, de feuilles, de bois ou d'animaux vivants. Certains adultes sont parasites des fourmilières, ce sont des décomposeurs (Beaunneau et Souchier, 1979 ; Deprince, 2003).

### **V.1. Agriculture conventionnelle**

Le système conventionnel du sol est caractérisé par un labour entre deux cultures, créant un lait de semence avec les opérations de labour secondaire (Aron, 1972). Généralement, la préparation de lait de semence est réalisée en trois étapes.

#### **A- Travail primaire**

Le travail primaire est un travail profond avec retournement appelé labour il consiste à découper et retourner une bonde de terre, cette opération se réalise à l'aide du charrue versoir dont il existe plusieurs types de charrues, à socs et à disques.

#### **B- Travail secondaire**

Le travail secondaire dénommé reprise de labour ou pseudo labour à pour objectif d'ameublissement du sol sans retournement c'est-à-dire la réduction de la taille des mottes issues du labour. Pour réaliser le travail secondaire on fait appel soit aux outils à disques et à dents ou défaut à des outils animés (cultivateur animé) (Boisgontier, 1995).

#### **C- Préparation du lit de semence**

La préparation de lait de semence est la troisième et la dernière étape du travail conventionnel, cette opération dont l'action est superficielle (dit aussi façon superficielles) est

destinée à affiner la préparation de lait de semence. On distingue le hersage et éventuellement le roulage. En général, le hersage est pratiqué avant le semis tandis que le roulage est réalisé avant ou après le semis (Boisgotier, 1995).

### V. 1.1. Avantages de travail conventionnel

Les façons culturales telles que pratiquées, visent une amélioration physique et mécanique du sol, néanmoins, on constate que le travail du sol affecte les propriétés chimiques et biologiques également. A cet effet, Mahdi, (2004).résume les avantages du travail conventionnel :

- \_ amélioration de la structure du sol (aération, infiltration) ;
- \_ enfouissement de la matière organique est des engrais peu solubles ;
- \_ lutte efficace contre les mauvaises herbes et certains parasites ;
- \_ amélioration du stockage de l'eau dans le sol et limitation des pertes d'eau par évaporation.

### V.1.2. Inconvénients de travail conventionnel

On reproche à cette technique qui retourne le sol particulièrement quand le facteur eau est limitant (Seguy et *al.*, 2001 ; (Mahdi, 2004))., les inconvénients suivants :

- \_ il favorise l'érosion éolienne et hydrique par l'action du vent et de l'eau qui peut être très importante dans les sols fragiles
- \_ Une disparition de la couche superficielle de la matière organique
- \_ L'assèchement de la faune comme vers de terre en les exposants aux pesticides, en ne les incitant plus à remonter chaque nuit en surface, puisqu'ils trouvent la matière organique enfuie. Leur travail d'aération du sol est donc diminué ou interrompu en surface. La diminution de la biomasse en vers de terre, associée à la disparition de l'humus diminuent rapidement et fortement la capacité du sol à l'infiltrer et retenir l'eau.
- \_ La composition du sol introduite par les machines.

### V.2. Agriculture de conservation (AC)

Cette pratique a été retenue lors du « First World Congress on Conservation Agriculture : a Worldwide Challenge ». Qui s'est déroulé à Madrid du 1-5 octobre 2001, sa définition est la suivante :

- \_ absence de retournement profond du sol (travail minimum du sol) et implantation des cultures en semis direct ;
- \_ couverture permanent du sol (culture de couverture, résidus et mulch). Pour protéger le sol et contribuer à l'élimination des mauvaises herbes ;
- \_ Rotation de cultures diversifiées et associations de culture, qui favorisent les micro-organismes du sol et stoppent le développement des organismes nuisibles aux végétaux, des mauvaises herbes et des maladies.

L'agriculture de conservation vise à relancer la production agricole en optimisant l'utilisation des ressources agricoles et en aidant à réduire la dégradation généralisées des terres par une gestion intégrée du sol, de l'eau et des ressources biologiques disponibles, combinée à des apports externes. Le labour mécanique est remplacé par un labour biologique du sol, les micro-organismes du sol, les racines et la faune du sol assumant alors la fonction de labourage et garantissant l'équilibre en éléments nutritifs du sol. La fertilité du sol (éléments nutritifs et eau) est gérée par la gestion de la couverture des sols, la rotation des cultures et la gestion des mauvaises herbes.

### **V. 2.1. Le semis direct (SD)**

Le semis direct(SD) est un système de conservation, de gestion des sols et des cultures, dans lequel la semence placée directement dans le sol qui n'ai jamais travaillé. Seul, un petit trou ou un sillon est ouvert, de profondeur est suffisante avec des outils spécialement conçus à cet effet pour garantir une bonne couverture et un bon contact de la semence avec le sol. Aucune autre préparation du sol n'est effectuée (Seguy et *al.*, 2001) . Le semis direct peut s'effectuer sur ou non une permanente de couverture végétal. Le semi directe sur couverture végétale permanente du sol, imitant l'écosystème forestier tout en accroissant la production des plantes. Dans ces systèmes, le sol n'ai jamais travaillé et une couverture morte ou vivante est maintenue en permanence.

#### **V.2.1.1. Caractéristiques du semis direct sous couvert végétal**

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

**V. 2.1.2. Avantages du semis direct sous couverture végétale****a- Aspects environnementaux**

- \_ contrôle de l'érosion, la protection des sols et la préservation de leur fertilité au moindre coût ;
- \_ réduction de l'agriculture itinérante ;
- \_ réduction de la consommation d'eau pour la production agricole ;
- \_ efficacité accrue de l'utilisation des engrais et pesticides diminuant ainsi leur impact polluant ;
- \_ effet tampon pour les flux d'eau et la réduction des risques d'inondation ;
- \_ récupération des sols marginaux ;
- \_ séquestration du carbone et la réduction de l'effet de serre.

**b- Aspects socio-économiques**

Outre des aspects positifs sur les plans techniques et environnemental, un intérêt majeur de ces systèmes est qu'ils sont particulièrement attractifs sur le plan économique du fait de la réduction des temps de travaux et de leur pénibilité, de l'optimisation de l'organisation du travail avec un accès facilité aux champs, mais aussi de la réduction de la consommation en carburant pour les grandes exploitations, des intrants (engrais, pesticides), et des investissements (tracteur, charrue, etc....).

**V. 2.1.3. Inconvénients du semis direct**

Daniele et Galardon, (2008) ont montré que cette pratique peut causer certains inconvénients tels que :

- \_ difficultés des mauvaises herbes ;
- \_ La présence d'une grande quantité de résidus en surface ou leur mauvaise gestion, rend le sol plus froid et la croissance initiale de la plante plus lente (Aibar, 2006 ; Daniele et Galardon, 2008) ;
- \_ Ces résidus favorisent une prolifération des limaces qui affectent la levée des plantes ;
- \_ Incidence des maladies causées par les champignons qui peut augmenter avec des températures plus fraîches et une humidité très élevée (Aibar, 2006).

**V.2.2. Techniques culturales simplifiées (TCS)**

Selon Bulaboth (2002), les techniques culturales simplifiées ou encore les techniques de conservation des sols. TCS » est une expression utilisée par le monde agricole pour désigner une agriculture sans labour mais avec un grattage superficiel du sol. (du type déchaumage ou scarifiage) qui enfouit donc une partie des résidus de récolte. En effet, les agriculteurs en TCS pratiquent un travail superficiel du sol d'une profondeur allant de 5 cm à 10 cm, bien moins profond qu'un labour classique.

Les TCS et le semis direct sont les plus souvent associées à l'implantation d'une couverture végétale (permanente ou intermittente, morte ou vivante). L'implantation de couverts végétaux représente un atout agronomique et environnemental considérable pour une bonne conduite simplifiée des cultures.

Les couverts végétaux sont des outils complémentaires souvent associés aux techniques sans labour tout comme l'importance du choix de la rotation des cultures qui permet de sécuriser l'équilibre de ces pratiques culturales.

## 1. Situation géographique de la station d'étude

Les parcelles échantillonnées sont situées dans la station expérimentale de l'institut technique des grandes cultures (ITGC), situé à Oued Smar dans la partie nord-est de la Mitidja wilaya d'Alger à une altitude de 24 m, latitude 36°43' Nord, longitude 30°84'.



**Figure 03 : les températures moyennes mensuelles d'Oued Smar**

(O.N.M Dar El Beida., 2016/2017)

## 2. Etude climatique

La wilaya d'Alger se caractérise par un climat méditerranéen, humide et pluvieux en hiver, sec et chaud en été.

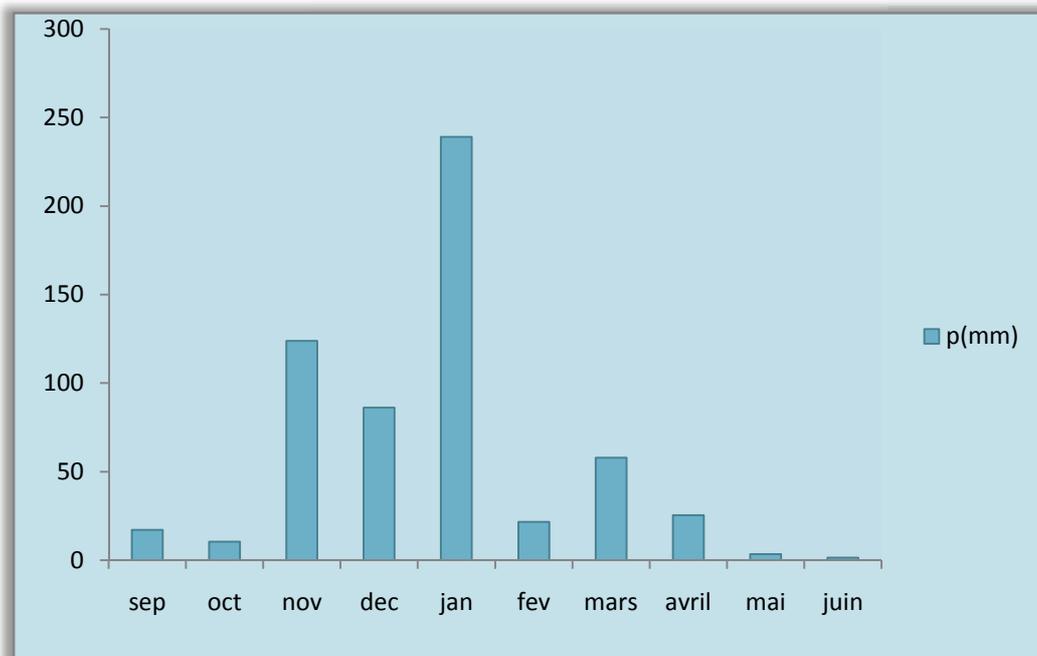
### 2.1. Pluviométrie

La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale (Ramade, 1984). C'est la hauteur annuelle des précipitations en un lieu exprimée en centimètres ou millimètres (Dreux, 1980). Selon Emberger (1952), dans les pays méditerranéens la presque totalité des pluies tombent pendant la période de végétation de l'automne ou printemps, l'été est sec.

Les quantités des pluies mensuelles enregistrées dans la station météorologique à Dar El Beida pour l'année 2016/2017 sont regroupées dans le (Tab. 1).

**Tableau 01 : valeurs pluviométriques mensuelles de la campagne 2016/2017 à Oued Smar (O.N.M.)**

Mois	sep	oct	nov	dec	jan	fév	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



**Figure 04 : variation des moyennes mensuelles des précipitations (sep 2016 – juin 2017) (O.N.M.)**

Les résultats de la campagne 2016/2017, montre que le mois le plus pluvieux est Janvier avec 239.1 mm. Le total des précipitations annuelles est de 586.7 mm.

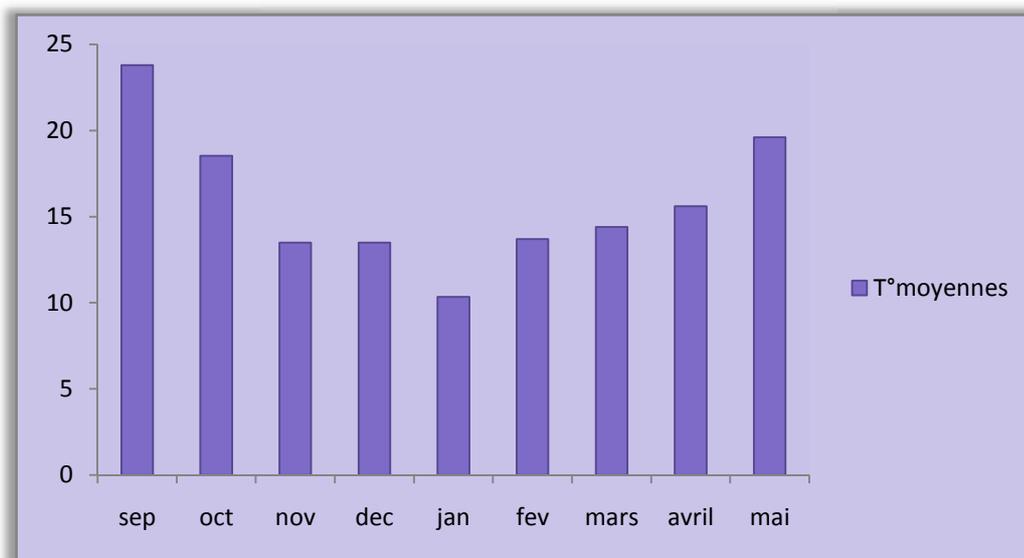
## 2.2. Température

La température est de tous les facteurs climatiques le plus important. Chaque espèce ne peut vivre qu'à l'intérieur de certaines limites. Lorsque la température s'approche de ces limites, l'animal est gêné par le froid ou la chaleur.

Tab02. représente les valeurs moyennes mensuels des températures maximales et minimales, ainsi que la moyenne  $(M+m)/2$  en 2016/2017.

**Tableau 02 : températures moyennes maximales et minimales enregistrées à Oued Smar (O.N.M)**

	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



**Figure 05 : les températures moyennes mensuelles d'Oued Smar**

(O.N.M Dar El Beida., 2016/2017)

La température maximale est enregistrée dans le mois de septembre avec 23.8° et la température minimale dans le mois de Janvier avec 10.35 C°.

### 2.3. Diagramme ombrothermique

Le diagramme ombrothermique de Bangnoul et Gaussien permet de mettre en évidence la saison sèche. 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'intersection entre la courbe pluviométrique et thermique délimitent durée de la saison sèche lorsque  $P < 2T$ .

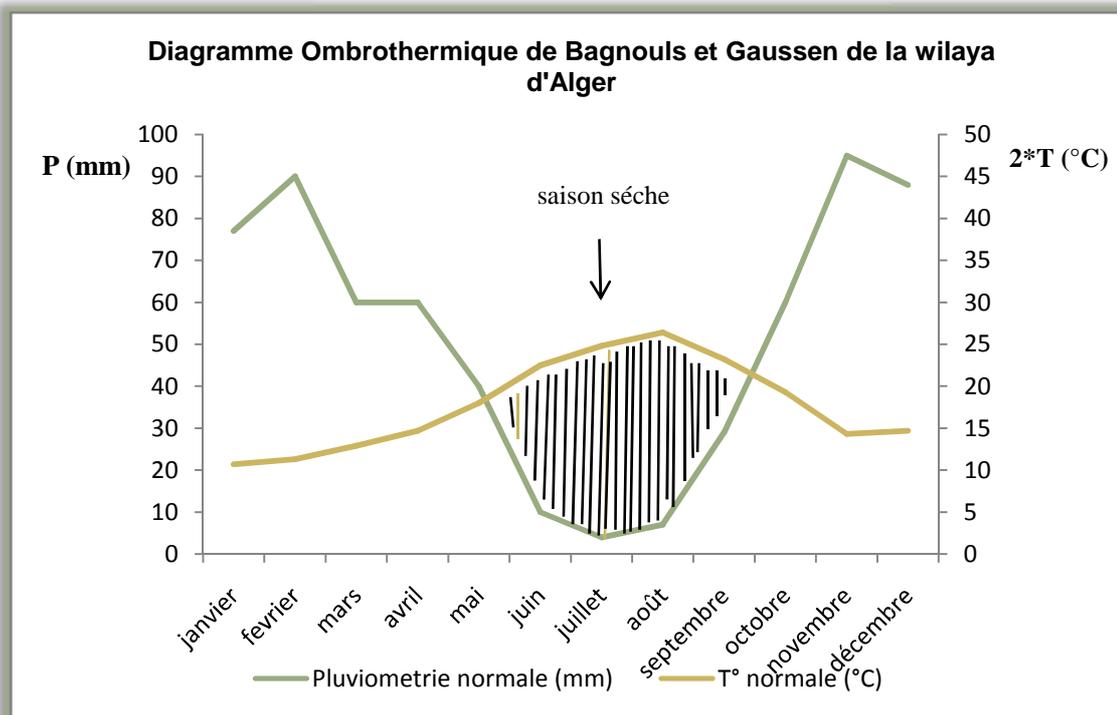


Figure 06 : diagramme ombrothermique de Bengnouls et Gausson pour la wilaya d'Alger

Période (2006/2016)

## **I. Echantillonnage**

### **I.1. Choix de la station**

La grande majorité de la faune du sol se localise dans les premiers centimètres du sol, ou dans la couche végétale des sols naturels ou dans la couche arable des sols cultivés, les animaux fouisseurs peuvent toutefois s'en éloigner quand les circonstances l'exigent (Pesson, 1971 ; Bachelier, 1978).

La biodiversité de la faune et l'hétérogénéité des biotopes sont les deux principaux problèmes qui se posent sur le terrain, donc il faut déterminer concrètement l'aire de prélèvement précise qu'on peut appeler aussi station. Cependant, la station ne doit être ni petite, ni trop compacte pour ne pas fausser les résultats ou ignorer un certain nombre d'espèces (Vannier, 1969). Nos prélèvements de sols et invertébrés ont été réalisés dans une station expérimentale de l'Institut Technique des Grandes Cultures (I.T.G.C), située à Oued Semar, wilaya d'Alger.

### **I.2. Choix de la période d'échantillonnage**

La répartition et le déplacement de nombreuses espèces dans le sol sont influencés par les facteurs primordiaux dans l'écosystème édaphique, il a une valeur écologique réelle (Vannier, 1971).

Pour un dénombrement et une identification des invertébrés du sol sous une culture de blé, nous avons choisi la fin de la période hivernale à savoir mars 2017.

### **I.3. Matériel d'échantillonnage**

Le prélèvement des échantillons de sols est effectué selon la méthode de Coineau, (1974), qui consiste à utiliser un quadrat de 6250 cm<sup>3</sup> (25 cm x25 cm x10 cm) afin de délimiter la surface de prélèvement. Il est enfoncé dans les dix premiers centimètres du sol dans chaque point marqué notant que dans cette expérimentation, nous avons tenu compte du type de pratique agricole utilisé. Nous avons utilisé le matériel suivant :

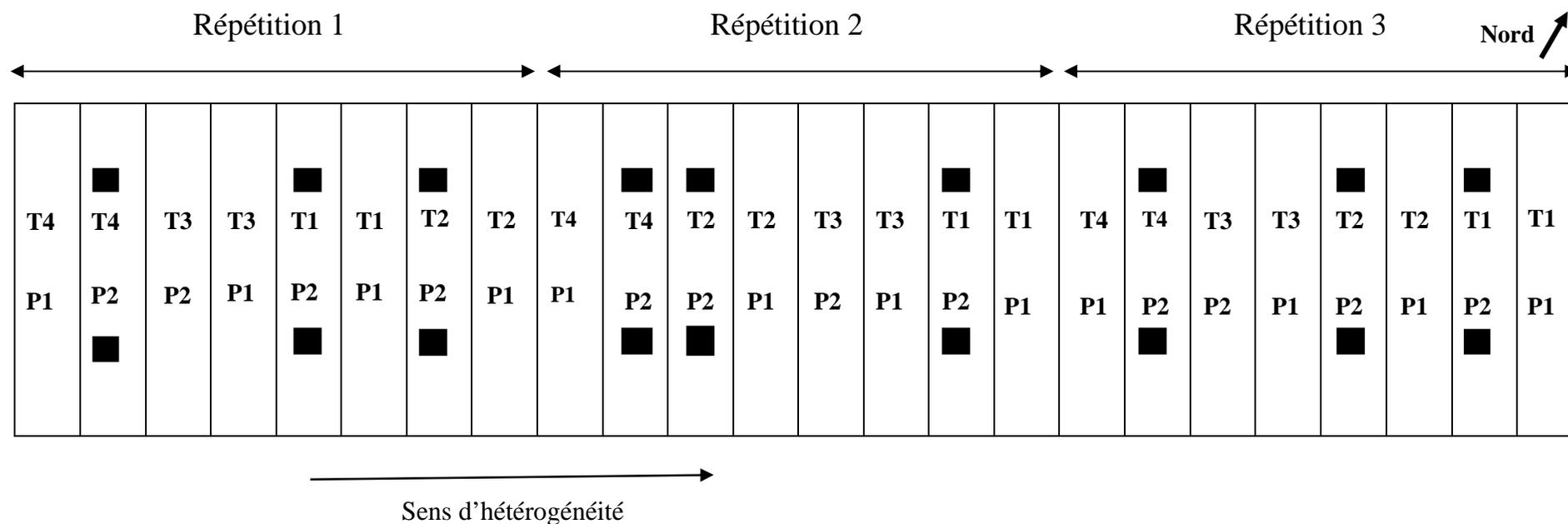
- un quadrat en bois ;
- une règle graduée ;
- une pioche ;
- des sacs en plastiques pour assurer le transport des échantillons ;
- des étiquettes ;
- des flacons ou des tubes à essais contenant de l'alcool à 70° (Ethanol) ;

- des pinces pour prélever la faune des échantillons ;
- une loupe binoculaire pour déterminer la faune.

#### **I.4. Dispositif d'échantillonnage**

Les observations sont effectuées sur des parcelles identifiées dans la zone d'étude. Un bloc aléatoire complet à trois répétitions a été choisi comprenant 24 parcelles élémentaires soumises à quatre modes de travail des sols à savoir : semis direct, techniques culturales simplifiées, semis conventionnel et le travail minimum.

Nous avons effectué deux prélèvements dans chaque mode de travail de sol à des profondeurs différents (0-10 cm) et (10-20 cm), comme le montre le schéma suivant :



### 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

### I.4.1. Méthodes de prélèvement

Le quadrat a délimité une surface contenant une quinzaine de plants de blé. Nous avons récolté toute la faune qu'on avait vu à l'œil nu, celle-ci est conservée dans des flacons contenant de l'alcool à 70°.

Les plants de blé ont été dégagés, à l'aide d'une pioche nous creusons et nous prélevons la terre à l'intérieur du quadrat suivant les niveaux successifs déjà cités (Fig. 7 et 8). Par la suite, nous faisons une première sélection d'animaux à l'œil nu et nous les gardons dans des flacons contenant un conservateur afin de les identifier au laboratoire.



**Figure 07 : quadrat**



**Figure 08 : prélèvement de la terre**

### I.4.2. Méthodes d'extraction

Pour l'extraction des invertébrés contenus dans les échantillons de sol prélevés, nous avons utilisé le dispositif de Berlese-Tullgren qui a pour principe de déclencher la fuite des animaux vers le fond de dispositif (Fig. 6) en les stimulant par l'élévation de la température et l'éclairage qui provoquent leur dessèchement (Pesson, 1971). Nous avons remplacé le tamis par une moustiquaire, cette méthode consiste à placer un échantillon de sol sur le tissu à maille de 2 mm posé sur un entonnoir qui lui-même est placé sur un flacon contenant de l'alcool à 70° comme lieu fixateur (Fig. 09).

Pour accélérer la fuite des invertébrés, nous mettons une lampe de 70W au dessus de l'échantillon et laisser agir pendant plusieurs jours, pour récolter toute la faune qui existe dans l'échantillon du sol.

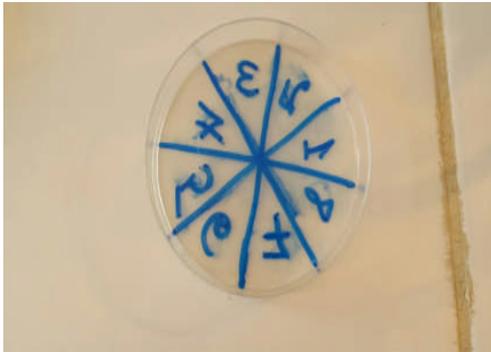


**Figure 09 : dispositif de Berlése-Tullgren**

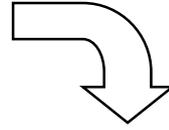
#### **I.4.3. Tri et dénombrement**

Le tri s'effectue à l'aide d'une pince pour les espèces visibles à l'œil nu et facile à différencier. Une fois que le contenu de chaque bouteille est renversé dans une boîte de pétri scindée en huit triangles afin d'éviter un double dénombrement des espèces (Fig. 10), les observations sont faites à l'aide d'une loupe binoculaire pour recenser et identifier la microfaune et les larves des insectes.

Tous les invertébrés récoltés sont comptés et classés par groupes faunistiques dans un tableau. Vu la grande diversité taxonomiques du sol, l'identification s'est limitée aux classes et ordres en utilisant une clé de détermination simplifiée.



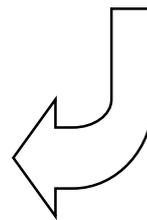
**A- Boite de pétri**



**B- loupe binoculaire**



**C- Piluliers et boites pétri  
contenant de la faune**



**Figure 10 : tri et dénombrement des invertébrés**

#### **I.4.4. Détermination des invertébrés du sol**

Nous avons pris comme référence plusieurs ouvrages qui utilisent quelques clés de détermination en se basant sur les caractères morphologiques du corps, le nombre de pattes, la couleur et les pièces buccales (Bachelier, 1978 ; Veron, 2002).

#### **I.5. Analyse des sols**

Des échantillons de sol ont été prélevés mis dans des sachets étiquetés puis ramenés au laboratoire de sciences du sol.

Des analyses physiques et chimiques ont été réalisées sur ces échantillons dans le même laboratoire (Nait Sider et Ouafi, en cours).

## **I.6. Analyse statistiques**

Pour mieux interpréter et comprendre les résultats obtenus, nous avons utilisé deux analyses statistiques.

### **I.6.1. Analyse de la variance**

Une analyse de variance à deux facteurs (travail du sol, niveau) est réalisée séparément pour chaque groupe, d'une part pour déterminer la variabilité des groupes faunistiques à travers les différentes profondeurs du sol et entre les différents modes de travail du sol, et d'autre part la variabilité des populations pour les deux facteurs en utilisant le logiciel statbox.

### **I.6.2. Analyse en composantes principales (ACP)**

Elle est réalisée avec le même logiciel pour mettre en relief les corrélations qui existent entre les différentes variables. Cette méthode nous permet d'une façon synthétique de mettre en évidence la répartition et l'abondance des groupes faunistiques selon les niveaux et le travail du sol et aussi les interactions entre les groupes. Elle donne une description des unités statistiques et des variables observées fondées sur l'étude des coefficients de corrélation qui nous permet de former des groupes homogènes et de déterminer le degré de signification des différences observées entre les traitements.

Ces significations sont étudiées comme suit :

- ✓ si la probabilité  $> 0.05$  → la différence est non significative
- ✓ si la probabilité  $< 0.05$  → la différence est significative
- ✓ si la probabilité  $< 0.01$  → la différence est hautement significative
- ✓ si la probabilité  $< 0.001$  → la probabilité est très hautement significative.

## I. Résultats des analyses des sols

### I.1. l'analyse granulométrique

La nature du sol rentre aussi dans les facteurs abiotiques du milieu sélectif de la faune, car de très nombreux animaux ont besoin de trouver dans les sols certains éléments particuliers importants pour leur développement (Metral, 2008).

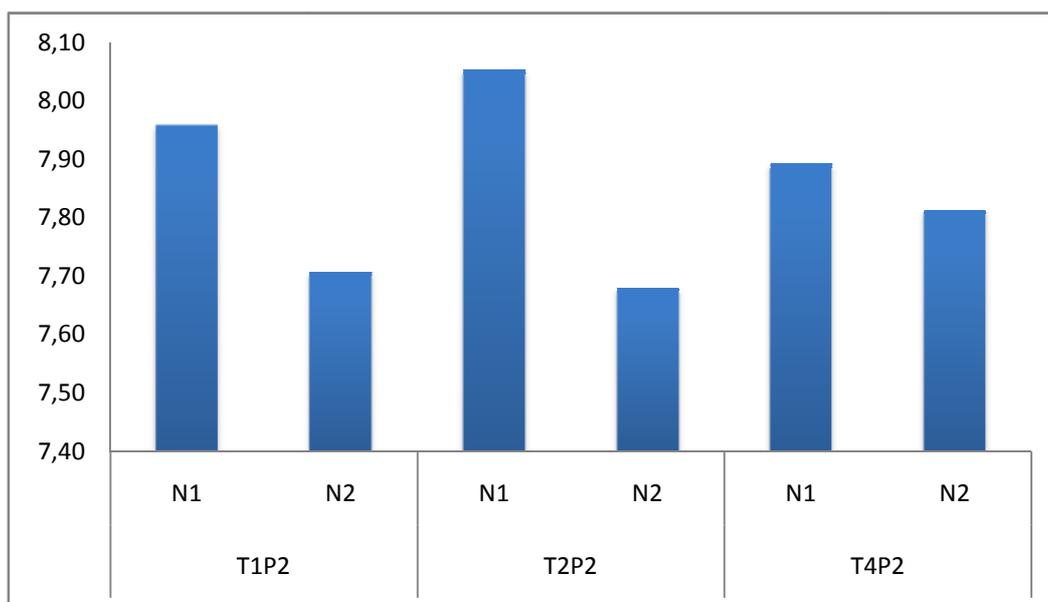
L'analyse granulométrique des sols prélevés montre que les deux niveaux N1 et N2 de sol échantillonnés représentent la même texture. Cette dernière est limono-argileuse dominante (Tab.3)

**Tableau 3 : résultats d'analyse granulométrique des sols d'Oued Smar**

	Profondeur (cm)	Argile %	Limon %	Sable %	Texture
Oued Smar	0-10	34.6	40.4	25	L.A
	10-20	34.6	40.4	25	L.A

### I.2. Réaction du sol

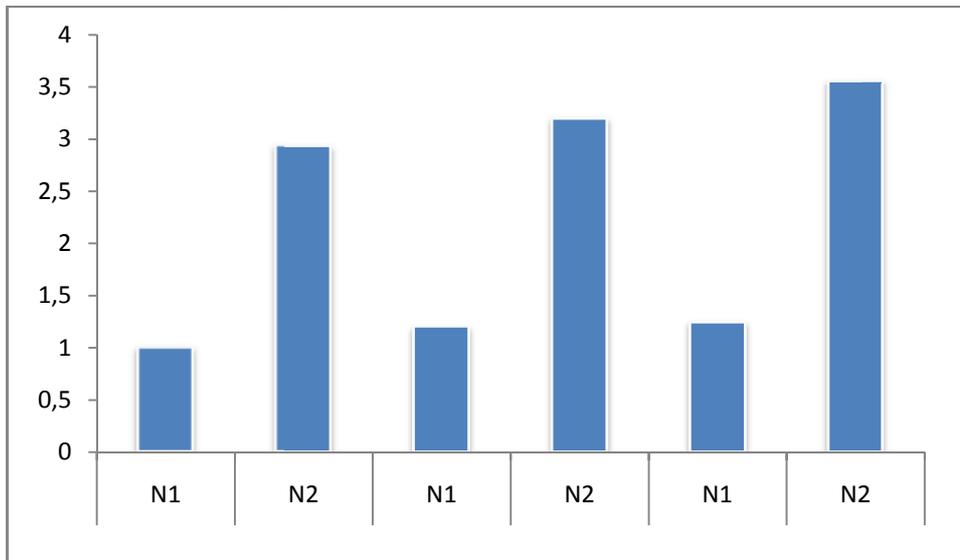
La mesure du pH d'un sol permet de comprendre les échanges chimiques entre les différentes phases de se dernier. La (Fig. 11) montre les résultats de l'acidité actuelle des sols qui varie d'une profondeur à une autre. Les pH oscillent entre 7.69 à 8.05 qui selon les normes d'interprétation sont basiques.



**Figure 11 : variation du pH en fonction du sol, profondeur et travail du sol**

### I.3. Le carbone organique

La détermination du taux de carbone permet d'évaluer la teneur en matière organique des sols étudiés. La (Fig. 12) montre que les couches en profondeur sont plus riches en carbone organique comparativement aux couches superficielles. La valeur maximale est de 3.5% ce qui signifie que ces sols sont moyennement riches en matière organique.



**Figure 12 : variation de taux de carbone organique**

Cette variation du taux de carbone organique est liée au type du couvert végétal, les techniques culturales adoptées aux conditions édaphiques de la station étudiée. Il est connu que la matière organique joue un rôle important dans la dynamique du sol, elle constitue une source d'énergie pour les organismes vivants. La nature de l'humus dépend de l'intensité de la minéralisation et de l'humification qui est influencée par l'activité biologique, elle-même conditionnée par plusieurs facteurs tels que le climat, le type de sol et la végétation (Davet, 1996).

## II. Résultats de l'étude biologique des sols

### II.1. Abondance des invertébrés dans les sols étudiés

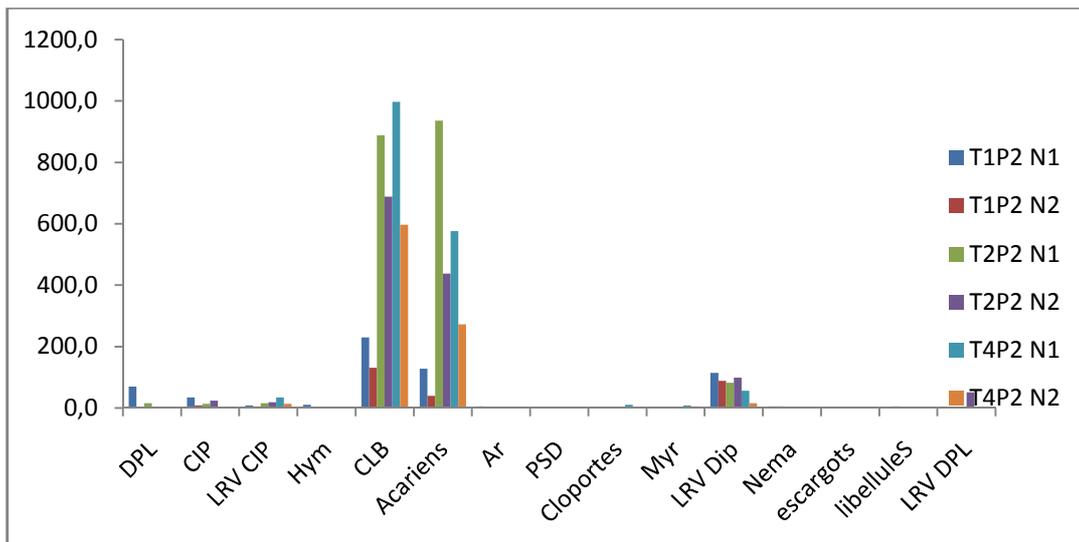
Le dénombrement des invertébrés nous a permis de recenser un total de 2532 individus. Ces derniers sont localisés dans les deux niveaux explorés (N1 et N2).

Nous avons recensé un total de 2532 d'invertébrés . Les acariens et les collemboles sont les plus abondants et représentent respectivement 24.28% et 31.31% d'invertébrés dans le N1. Cette densité diminue progressivement dans le niveau 2, signalant que les acariens représentent 11.33% et les collemboles avec 20.97%.

Les diptères et les coléoptères représentent 8.8% de l'ensemble des invertébrés recensés dans les différents niveaux. Ils sont plus abondants dans le niveau N1 avec 3.87% pour les diptères et 1.22% pour les coléoptères. Il est important de noter que les coléoptères ne représentent que 0.86% avec une dominance de leurs larves.

**II.2. Variation de l'abondance des invertébrés selon les niveaux**

Les résultats de ce recensement montrent que l'abondance des invertébrés varie d'une manière décroissante selon les niveaux. Nous remarquons que le N1 contient une abondance en espèces vivantes très importante comparativement au deuxième niveau exploré avec un total de 1588 individus dans le N1, suivi du N2 qui accumule 944 individus.



**Figure 13 : abondance des invertébrés selon le travail et les niveaux du sol**

### III.3. Abondance des invertébrés selon les espèces

#### III.3.1. Collemboles

La récolte de ces invertébrés dans les sols de céréale nous a permis de constater que ces organismes sont présents dans les deux niveaux N1 et N2 et sont plus abondants dans le N1, cette variation n'est pas significative. Ces invertébrés sont stratifiés par espèces au sein du profil du sol et peuvent se trouver jusqu'à 1.50 mètres de profondeur (Jeffery *et al.*, 2010).

Ils ont une adaptation aux couches profondes du sol, ce sont des espèces hydrophiles et le manque d'humidité entraine leur dessiccation cela explique leur présence dans le deuxième niveau du fait qu'ils fouissent la chaleur vers les habitats plus profonds (Davet, 1996 ; Ait Mouloud, 2006).

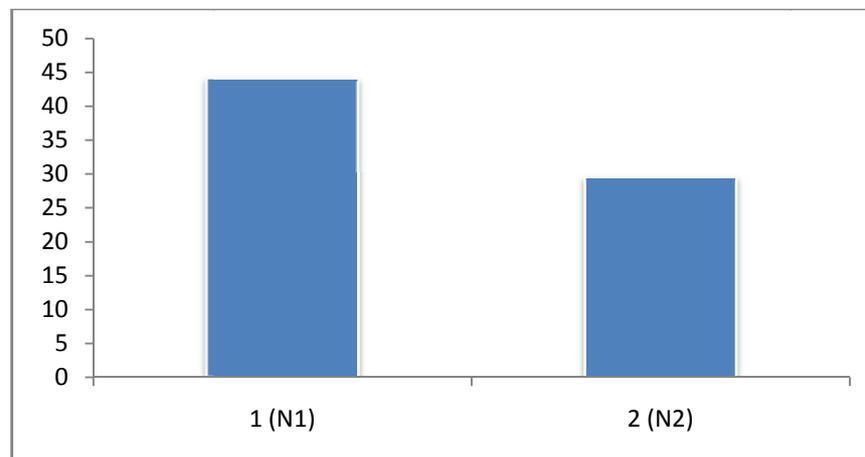


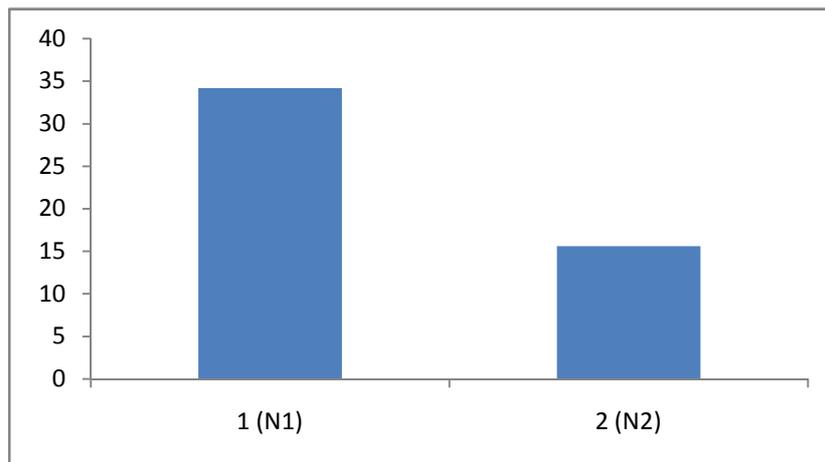
Figure14 : variation des collemboles en fonction de profondeur



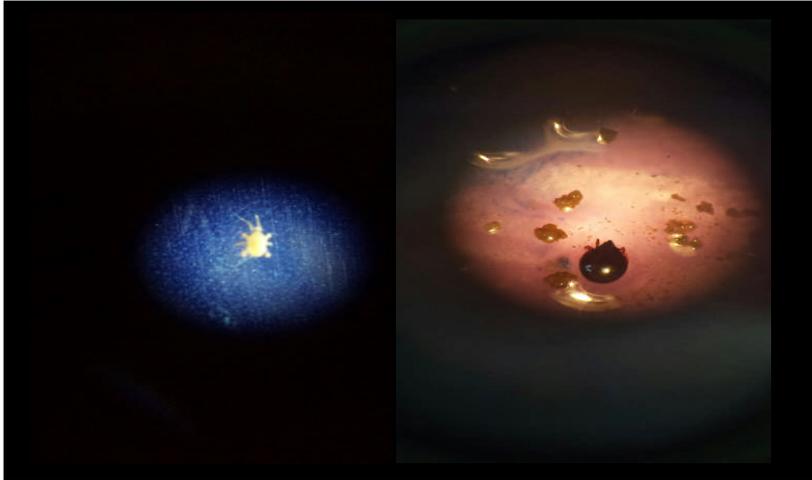
Figure15 : les collemboles sous la loupe

### III.3.2. Acariens

Les acariens sont majoritairement présents en surface, ils varient en fonction de la profondeur d'une manière significative (fig. 16). La littérature a déjà montré qu'ils sont plus abondants dans les couches superficielles du sol comme ils peuvent vivre plus profondément dans les sols (Grasse et Doumenc, 2000).



**Figure16 : Variation des acariens en fonction de la profondeur**



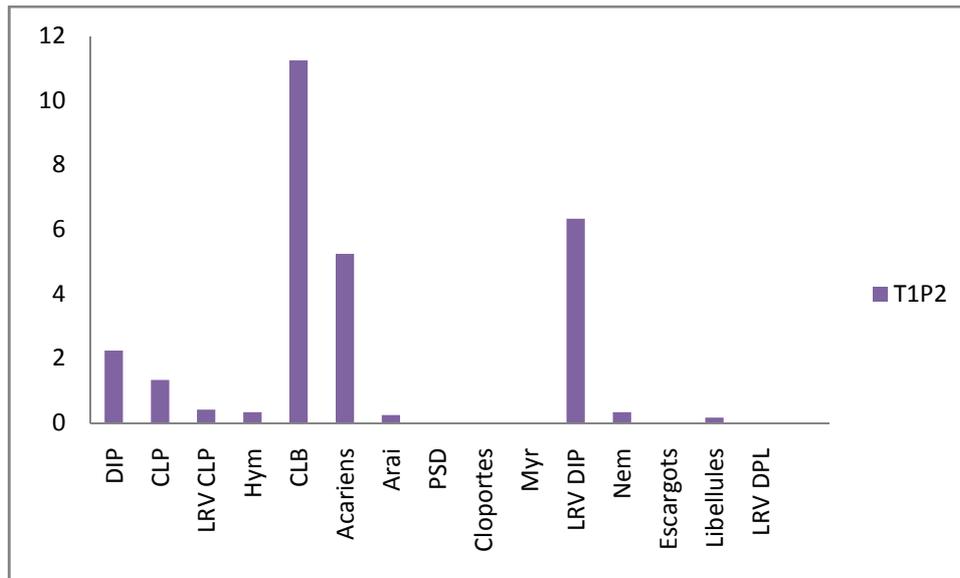
**Figure17 : acariens sous la loupe**

#### **III.4. Abondance des invertébrés selon le travail du sol**

Les effets des différentes méthodes du travail du sol sur l'abondance et la diversité de la faune du sol sont liés à des effets directs lors du travail. Les déplacements de la faune du sol peuvent être un facteur d'exposition aux prédateurs, ce qui va aussi induire leur mortalité suite au passage de l'engin utilisé lors du travail du sol. Ainsi une modification importante de leur habitat sera observée avec une variation de la teneur en eau, la porosité et la température. Ces variations physiques, chimiques et édaphoclimatiques vont engendrer à la fin du cycle de développement de la culture une modification de la distribution spatiale des ressources organiques et minérales (Ademe, 2007).

##### **III.4.1. Impact du travail conventionnel (TC) sur la distribution de la faune**

Les résultats montrent que l'abondance des invertébrés dans le travail conventionnel est faible (Fig.18).



**Figure 18 : répartition des invertébrés dans le travail conventionnel**

Les microarthropodes (acariens et collembolés) sont les plus abondants mais d'une manière réduite. Cette variation peut être expliquée par la compaction des sols au passage des machines agricoles (Neher et Barbercheck, 1998).

La faible abondance des peuplements de macro-invertébrés dans les parcelles soumises à un système de gestion conventionnel est due à la perturbation physique et à l'abrasion provoquée par le labour lui-même (Metral, 2008).

Une réduction importante dans le peuplement de larves de coléoptères et de diplopodes a été également observée. Pour ces groupes, la présence d'une couverture de surface est très importante, car elle maintient la température et l'humidité requises pour leur développement.

#### **III.4.2. Impact du travail cultural simplifié (TCS) et le semi direct (SD) sur la densité de la faune des sols**

La simplification du travail du sol et le semi direct consistent à réduire une action très perturbante pour l'activité biologique (Seguy et *al.*, 2001).

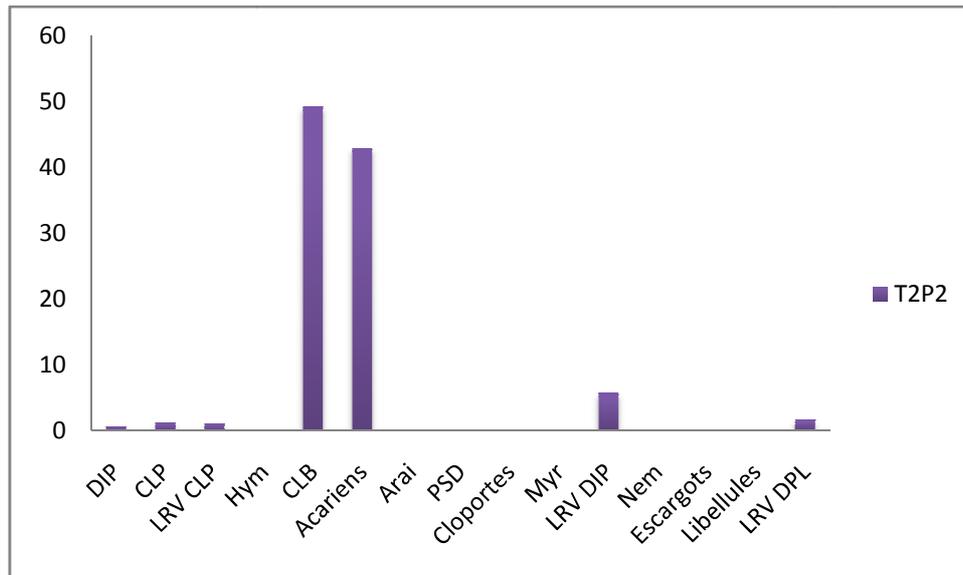


Figure 19 : répartition des invertébrés dans le travail simplifié

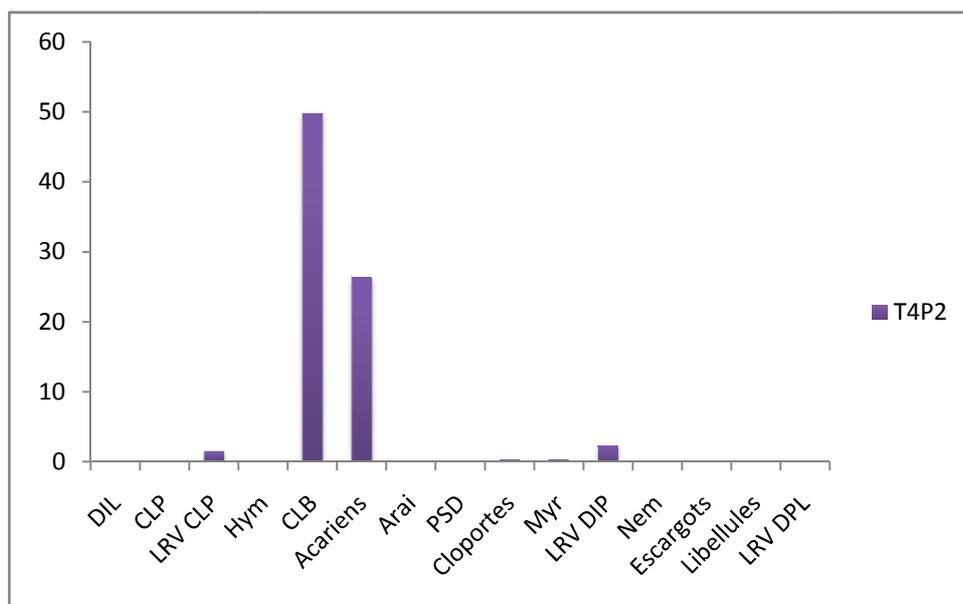


Figure 20 : répartition des invertébrés dans le semi direct

Dans les parcelles soumises à un travail simplifié et semi direct, les espèces les plus dominantes sont les collemboles et les acariens (Fig.19.20).

L'abondance des collemboles et acariens semble donc être affectés par l'enfouissement des résidus de culture et une perturbation physique du sol. Le non labour tend à rendre les sols plus stables et à favoriser le développement des décomposeurs des sols, notamment en surface du sol, là où les résidus de cultures s'accumulent (Coleman et *al.*, 2004).

#### IV. Analyse de la variance

##### IV.1. Facteur travail

L'analyse de la variance montre que le facteur travail du sol n'a pas un effet significatif pour la plupart des groupes recensés (Tab.05). Cependant, il est significatif pour les collemboles ( $p < 0.05$ ) et pour les acariens ( $p < 0.05$ ).

Des études ont déjà montré que les collemboles font partis des microarthropodes les mieux représentés dans le sol. Ils jouent un rôle très important dans la fragmentation de la matière organique préfèrent les habitats humides et supportent mal la chaleur (Morr et *al.*, 2002 ; Deprince, 2003). Toutefois, les acariens sont des consommateurs très actifs de débris végétaux, la majorité sont phytosaprophages et coprophages (Davet, 1996). Ils sont abondants dans les couches superficielles du sol et supportent la sécheresse (Grasse et *al.*, 2000).

**Tableau 05 : analyse de la variance des groupes faunistiques pour le facteur travail**

	DDL	SCE	CM	TEST F	PROB	S
<b>DIPL</b>	2	16.361	8.181	1.476	0.26696	NS
<b>CLP</b>		4.778	2.389	1.955	0.18304	NS
<b>LRV CLP</b>		3.583	1.792	2.633	0.1147	NS
<b>Hém</b>		0.361	0.181	2.6	0.11406	NS
<b>CLB</b>		5866.026	2933.013	4.443	0.03553	*
<b>Acariens</b>		4279.693	2139.846	5.266	0.02262	*
<b>Ar</b>		0.111	0.056	1	0.39852	NS
<b>PSD</b>		0.028	0.014	1	0.39852	NS
<b>Cloportes</b>		0.361	0.181	2.6	0.11406	NS
<b>Myr</b>		0.583	0.292	2.625	0.11207	NS
<b>LRV DIP</b>		57.583	28.792	0.653	0.54234	NS
<b>Nem</b>		0.444	0.222	3.2	0.07593	NS
<b>Escargots</b>		2	0.111	0.056	2	0.17681
<b>Lib</b>	0.111		0.056	1	0.39852	NS
<b>LRV DPL</b>	10.028		5.014	1	0.39852	NS

\*\*\* très hautement significatif ( $\alpha < 0.001$ )    \*\* hautement significatif ( $\alpha < 0.01$ )  
 \* Significatif ( $\alpha < 0.05$ )    NS non significatif

**IV.2. Facteur niveau**

Les résultats montrent que pour l'ensemble des stations étudiées, le premier niveau est le plus peuplé en nombre d'individus par rapport au deuxième niveau. Ces résultats correspondent à ceux déjà signalés dans la littérature (Gobat et *al.*, (2003) et Deprince, (2003). Le facteur niveau n'est pas significatif pour la majorité des espèces excepté pour les hémiptères ( $p < 0.05$ ) (Tab. 6).

Les hémiptères présentent une grande diversité de modes de vie, car certaines sont par exemple libres alors que d'autres sont des parasites. Leur milieu de vie varie du terrestre à aquatiques. Ils se nourrissent d'aliments liquides d'origine végétale ou animale (Chinery, 2005).

**Tableau 06 : analyse de la variance des groupes faunistiques pour le facteur niveau**

	DDL	SCE	CM	TEST F	PROB	S
<b>DIPL</b>	1	12.5	12.5	2.256	0.1561	NS
<b>CLP</b>		0.5	1	0.5	0.409	NS
<b>LRV CLP</b>		0.889	0.889	1.306	0.27527	NS
<b>Hém</b>		0.347	0.347	5	0.04336	*
<b>CLB</b>		953.388	953.388	1.444	0.25181	NS
<b>Acariens</b>		1549.388	1549.833	3.813	0.072	NS
<b>Ar</b>		0.014	0.014	0.25	0.6305	NS
<b>PSD</b>		0.014	0.014	1	0.33901	NS
<b>Cloportes</b>		0.125	0.125	1.8	0.20245	NS
<b>Myr</b>		0	0	0	0.99	NS
<b>LRV DIP</b>	1	5.014	5.014	0.114	0.74007	NS
<b>Nem</b>		0	0	0	0.99	NS
<b>Escargots</b>		0	0	0	0.99	NS
<b>Lib</b>		0.056	0.056	1	0.33865	NS
<b>LRV DPL</b>		5.014	5.014	1	0.33901	NS

\*\*\* très hautement significatif ( $\alpha < 0.001$ )

\* Significatif ( $\alpha < 0.05$ )

\*\* hautement significatif ( $\alpha < 0.01$ )

NS non significatif

### IV.3. Impact du type de travail du sol sur l'abondance des invertébrés en fonction de la profondeur du sol

L'effet de l'interaction des facteurs étudiés montre une différence non significative pour la pluparts des espèces excepté pour les cloportes ( $p < 0.05$ ). Il est connu que les cloportes jouent un rôle bénéfique dans la décomposition de la matière organique du sol. Ils se nourrissent de produits végétaux morts et en décomposition. Ils broient la matière organique, ce qui en accélère sa décomposition. Ils s'alimentent des ressources disponibles et se nourrissent de charogne, d'œufs d'insectes et d'autres cloportes en mue (Anne, 2005).

**Tableau 07 : ANOVA des groupes faunistiques pour les facteurs travail et niveau**

	DDL	SCE	CM	TEST F	PROB	S
<b>DIPL</b>	2	14.583	7.292	1.316	0.30466	NS
<b>CLP</b>		4.333	2.167	1.773	0.21067	NS
<b>LRV CLP</b>		1.861	0.931	1.367	0.29191	NS
<b>Hém</b>		0.361	0.181	2.6	0.11406	NS
<b>CLB</b>		273.529	137.765	0.209	0.81595	NS
<b>Acariens</b>		494.529	247.265	0.609	0.5644	NS
<b>Ar</b>		0.111	0.056	1	0.39852	NS
<b>PSD</b>		0.028	0.014	1	0.39852	NS
<b>Cloportes</b>		0.583	0.292	4.2	0.0409	*
<b>Myr</b>		0.083	0.042	0.375	0.69903	NS
<b>LRV DIP</b>		10.028	5.014	0.144	0.89318	NS
<b>Nem</b>	2	0	0	0	0.99	NS
<b>Escargots</b>		0	0	0	0.99	NS
<b>Lib</b>		0.111	0.056	1	0.39852	NS
<b>LRV DPL</b>		10.028	5.014	1	0.39852	NS

\*\*\* très hautement significatif ( $\alpha < 0.001$ )

\* Significatif ( $\alpha < 0.05$ )

\*\* hautement significatif ( $\alpha < 0.01$ )

NS non significatif

## V. Analyse en composante principale (ACP)

Pour mieux comprendre la relation entre les différents groupes d'invertébrés dénombrés ainsi que celles entre ces derniers et les facteurs abiotiques qui gèrent le biofonctionnement des sols dans lequel ils vivent, nous avons déterminé une ACP (Fig. 21).

### Axe factoriel 1

Cet axe réunit dans sa partie positive le travail conventionnel, les coléoptères, les nématodes, les hémiptères, les larves des diptères et les diploptides. Par contre la partie négative du même axe nous trouvons les collembolés, les acariens, les larves de coléoptères, les cloportes, les pseudo-scorpions, les myriapodes et le semi direct.

Cette opposition est liée au travail du sol, à savoir les coléoptères, les nématodes, les hémiptères et les larves des diptères, les diploptides et les araignées qui sont présents dans les sols soumis au travail conventionnel. Par contre les acariens, les collembolés, les larves de coléoptères, les cloportes, les myriapodes sont présents dans le semis direct.

### Axe factoriel 2

Cet axe réunit dans sa partie positive toutes les larves, les collembolés, les acariens, les coléoptères, les hémiptères et les pseudo-scorpions avec le travail simplifié du sol. Par contre la partie négative regroupe les cloportes, les myriapodes, les nématodes et le semi direct. Cette opposition est liée au mode de vie de ces groupes faunistiques, à savoir les larves qui sont plus présentes dans le travail simplifié. Par contre la macrofaune est présente dans le semi direct.

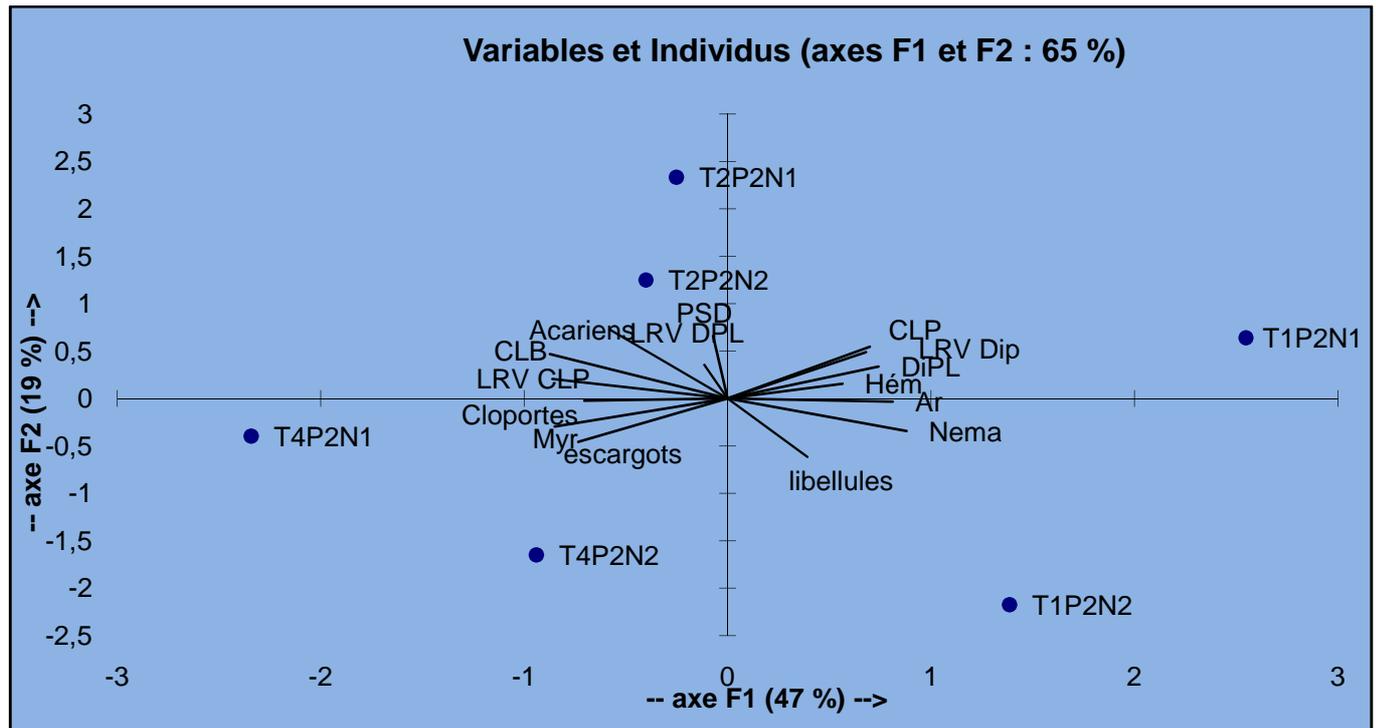


Figure 21 : projection des variables selon l'ACP

### V.1. Impact des conditions du milieu sur la répartition des invertébrés

Il est connu que les invertébrés occupent une grande diversité d'habitats et possèdent des modes de vie très variés. De ce fait, ils sont capables d'intégrer les changements d'environnement dans le temps et dans l'espace et d'y répondre avec un degré d'intensité variable dépendant de leur mode de vie. Ces changements peuvent être ressentis à différentes échelles et seront reflétés par des variations dans une ou plusieurs des unités taxonomiques, fonctionnelles et écologiques qui les composent (Ruiz, 2004). Ces contraintes façonnent en partie l'abondance, la distribution et le comportement de ces communautés d'invertébrés (Pey, 2010).

Les groupes dominants dans les stations sont les microarthropodes, constitués essentiellement des acariens et des collemboles. Ces derniers renferment des espèces épiedaphiques qui vivent dans la surface et la litière. Ils s'adaptent aux milieux instables mais pourvus de ressources, sont résistants à la dessiccation, ils recolonisent très vite les sols. Néanmoins, d'autres espèces vivent dans les pores des horizons profonds à faible ressources (Pey, 2010), cette diversité peut expliquer leurs résistances aux conditions du milieu. Les acariens jouent un rôle dans la régulation de la microflore et les populations de la micro et mésofaune, ils présentent des adaptations morphologiques dans les sols (Hedde, 2006). Leur

abondance pourrait être à la poursuite et l'abondance des collemboles du fait que ces derniers constituent leur régime alimentaire. Nous remarquons aussi la faible présence de leurs prédateurs tels que les myriapodes et les pseudo-scorpions. Cette hypothèse de prédation est illustrée dans nos résultats par la relation qui s'établit entre les pseudo-scorpions et la diminution du nombre d'acariens qui favorisent à leur tour l'augmentation du nombre de collemboles.

## **V.2. Effet des techniques culturales sur la répartition des invertébrés dans le sol**

Le travail du sol modifie les propriétés structurales de ce dernier, sa porosité et la répartition des matières organiques fraîches restituées ou apportées. Il affecte ainsi les organismes du sol directement en les blessant, les tuant ou en les exposant au risque de prédation (Roger-Estrade et *al.*, 2010) et indirectement en modifiant leur habitat et la localisation des sources d'éléments nutritifs. La diminution de la taille des pores va affecter les organismes en fonction de leur taille. L'existence d'un mulch de débris végétaux en surface va constituer un abri et limitera l'exposition des organismes à la sécheresse. Les conditions d'aération, de température, d'humidité et de pénétrabilité par les racines (Hume, 2003) qui sont indirectement modifiées par le travail du sol, en impactant également les habitats des organismes. Le travail du sol modifie donc l'écosystème sol en modifiant la diversité des espèces, leur abondance et leur activité (Altieri, 1999), de façon plus ou moins importante selon sa fréquence et son intensité.

## Conclusion

---

L'objectif de ce travail vise à évaluer l'abondance des invertébrés dans les sols céréaliers pour identifier les indicateurs de la qualité biologique de ces sols suivi de l'impact des techniques culturales, à savoir le travail du sol. Nous nous sommes intéressés à la détermination de l'influence de certains facteurs tels que : le travail du sol, la profondeur du sol ainsi que l'effet de leur interaction sur la répartition des invertébrés dans une expérimentation de l'I.T.G.C.

Cette étude s'inscrit dans le cadre d'un projet de recherche intitulé : Impact des techniques de production sur la biologie et l'écologie des sols des agroécosystèmes au niveau du laboratoire Ressources Naturelles de l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. Il fait partie d'un projet de collaboration avec l'I.T.G.C. d'Alger.

La biodiversité des arthropodes du sol et leur abondance dans les parcelles de semi direct (SD) et celles où les techniques culturales simplifiées sont appliquées (TCS), ont des totaux en invertébrés supérieurs à ceux recensés dans les sols qui ont subi un travail conventionnel.

Les résultats obtenus après application du semi direct montrent que l'effet de cette technique est limitant pour la macrofaune mais très favorable pour la méso et la microfaune. Ce résultat peut s'expliquer par l'effet de l'aération du sol qui devient moins importante contrairement à l'effet positif du travail conventionnel sur les abondances de ces invertébrés. Cette technique est favorable pour la faune et améliore la porosité des sols.

En effet les effets négatifs du type de travail des sols adopté avec des pratiques d'entretien organique du sol, de rotation des cultures, d'utilisation d'engrais verts et mulching avec une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires seront une démarche à suivre afin de conserver et protéger les sols. Les systèmes en agriculture de conservation demandent une maîtrise technique et des connaissances pratiques et écologiques poussées pour produire les effets attendus. Ils encouragent à plus de précautions et d'investigations sur les conditions de son succès et la durabilité dans les autres régions d'Algérie.

*Liste des  
abréviations*

# *Introduction*

*Chapitre I*  
*Synthèse*  
*bibliographique*

*Chapitre II*  
*Etude du*  
*milieu*

*Chapitre III*  
*Matériels et*  
*méthodes*

*Chapitre IV*  
*Résultats et*  
*discussions*

*Conclusion*

*Références  
bibliographiques*

## Références bibliographiques

- **Abdellaoui Z., Tissekart H., Belhadj A et Zaghouane O. 2010.** Etude comparative de l'effet du travail conventionnel, semis direct et travail minimum sur le comportement du blé dur. Actes du 4<sup>ème</sup> rencontre méditerranéen du semis direct. Sétif, Algérie, du 3 à 5 mai 2010, pp 68-82.
- **Aibar J., 2006.** La lutte contre les mauvaises herbes pour les céréales en semis direct : Principaux problèmes. Options Méditerranéennes, série A, numéro 69. pp19-26.
- **Alard D. et Poudevigne I., 1997.** Dynamique de la biodiversité dans un espace en mutation. Le cas des pelouses calcicoles de la basse vallée de Seine. Elsevier. Paris. pp 275-284.
- **Antoni V., Arrouays D., Barthes S., Bispo A., Brossard M., Fort J.L., Lacassin J.C., Rat D., Schnebelen N. et Yart G., 2007.** La «biodiversité des sols» Gis Sol.2p.
- **Arnon. , 1972.** Le travail du sol pour l'agriculture durable. FAO.
- **Atares A.P., 2006.** Semi direct dans la vallée moyenne de l'Ebre : résumé de résultats et analyse économique. Troisième rencontres méditerranéenne du semi direct. Option méditerranéennes, Zaragoza, série A, (69) 77p.
- **Bachelier G., 1978.** la faune du sol son écologie et son action. Ed. O.R.S.T.O.M, pp 335-391.
- **Badraoui G., Soudib. et Farhat A., 1998.** Variation de la qualité des sols : une base pour évaluer la durabilité de la mise en valeur agricole sous irrigation par pivot au Maroc. Etude et gestion des sols. pp 227-232.
- **Bispo A., Torette J., Arrouays D., Schnebelen N., Yart G., Rat D., Vindimian E. et Delmas A. B., 2005.** Lettre d'information du groupement scientifique sur les sols. IRD.4p.
- **Blaise L., Aubert C., Coulombel A. et Schreier U., 2007.** 25 ans en non labour ! Préserver le sol et réduire le temps de travail. Alter Agri. 2p.
- **Blanchart E., Brown Grown G.G., Chernyanskii S.S., Deleperte P., Feller C. et Goulet., 2005.** Perception et popularité des vers de terre avant et après Darwin. Etude et gestion des sols. pp 145-152.
- **Boisgontier D., 1995.** Etude des effets de l'agriculture de conservation par rapport à l'agriculture traditionnelle, 12-14.
- **Bonneau M. et Souchier B., 1979.** Pédologie 2 : Constituants et propriétés du sol. Ed.I.N.R.A.459p.
- **Breton C., Medail F., Pinatel Ch. et Berville A., 2006.** De l'olivier à l'oléastre : origine et domestication de *Olea europaea L.* dans le Bassin méditerranéen. Cahiers Agricultures Vol. 15, n°4. pp 329-336.
- **Bulaboth, 2002.** TCS compte-rendu final, 31 p.
- **Calu G., 2004.** L'eau, le sol et les plantes. Spectrsciences.21p.
- **Chaussod R., 1996.** La qualité biologique des sols : Evaluation implication. Ed. INRA, 261-264.

- **Chaussod R., 2002.** La qualité biologique des sols : des concepts aux applications, Comptes Rendus de l'Académie d'Agriculture de France. Pp 61-68.
- **Chen X., Liu M., Hu F., Mao X., Li H., 2007.** Contributions of soil micro-fauna (Protozoa and nematodes) to rhizosphere ecological functions. *Acta Ecologica Sinica*, Volume 27.3132-3143.
- **Chinery M., 2005.** Insectes de France et d'Europe Occidentale. Flammarion, 320p. Paris
- **Cluzeau D. et al., 2009.** Intégration de la biodiversité des sols dans les réseaux de surveillance de la qualité des sols.
- **Colman DC; Crossly DA., Hendrix PF., 2004.** Fundamentals of soil Ecology 2<sup>nd</sup> édition. Academic Press. USA: Elsevier science and technology books, 2004, 408p. ISBN: 978-0-12-179726-3
- **Crossley D.A., Barbara J.R., Mueller R., Perdue J.C., 1992.** Biodiversity of microarthropodes in agricultural soils: relation to processes. *Agri. Eco. and Env.*,4037-46.
- **Culliney W.T., 2013.** Role of Arthropodes in Maintaining Soil Fertility. *Agriculture* ISSN 2077-0472.630-640p.
- **Dajoz R., 1980.** Ecologie des insectes forestiers. Ed. Gauthiers- Villard, 490 p.
- **Dajoz R., 1998.** Les insectes de la forêt. Ed. Tec et Doc. Paris. 594p.
- **Dajoz R., 2007.** Les insectes et la forêt. Rôle et diversité des insectes dans le milieu forestier. 2<sup>E</sup> Ed.Tec et Doc. Lavoisier.
- **Daniel P. et Galardow G., 2008.** Technique culturale sans labour en Bretagne. Guide pratique. 43p.
- **Davet P., 1996.** La vie microbienne du sol et production végétale, Edition I.N.R.A, 383p.
- **Davet P., 1996.** La vie microbienne et production végétale. Ed. INRA.367p.
- **Deprince A., 2003.** La faune du sol : diversité, méthodes d'études, fonctions et perspectives. *Le courrier de l'environnement de l'INRA* n° 49, p 123-138.
- **Deprince A., 2003.** La faune du sol. Ed. INRA.47p.
- **Dreux P., 1980.** Précis d'écologie. Ed. Presses Université de France, Paris, 220p.
- **Eciteau G., 2006.** La santé du sol dans les systèmes biologiques de culture de pomme de terre. OACC. CABC.1p.
- **Edwards C. A. & Bohlen P. J., 1996.** Role of Earthworms in soil structure, fertility and productivity. *In biology and Ecology of Earthworms*. Edited by C.A. Edwards & P.J. Bohlen: Chapman et Hall...
- **Francis F., Haubruge E., TAT Thang Ph., Kinh L.V., Lebailly Ph. et Gaspar Ch., 2003.** Techniques de lombriculture au sud du Vietnam. Ed. Biotechnol. Agron. Soc. Enviro.pp 171-174.
- **Girard TM., C., Walter Ch., Remy J.C., Berthelin J. et Morel J.L., 2005.** Sols et environnement: cours, exercices et études de cas. Dunod. Paris. P 1-53.
- **Gobat JM., Agrono M., Matty W., 2003.** Base de pédologie; biologie des sols: le sol vivant. Ed. Lausanne. 522p.

- **Goudard A., 2007.** Fonctionnements des écosystèmes et invasion biologique : importance de la biodiversité et des interactions interspécifiques. Thèse Doc. Univ. Paris VI, 216p.
- **Grasse P.P. Et Doumenc D., 2000.** Zoologie. Invertébrés. Ed. Masson. 296 p.
- **Hedde M., 2006.** Etude de la relation entre la diversité des micro-invertébrés et la dynamique de la matière organique de sols limoneux de Haute-Normandie. Thèse de doctorat à l'université de Rouen.
- **Hulot N., 1995.** Déchets organiques : une ressource à ne pas négliger. Repères pour l'éducation à l'environnement. 2p.
- **Ivask M., Kuu A., Meriste M., Truu J., Truu M., Vaater V., 2008.** Invertebrate communities (Annelida and epigeic fauna) in three types of Estonian cultivated soil. European journal of soil biology 44.532-540 p.
- **Janssens F., Dethier M., 2005.** Contribution à la connaissance des Collemboles des milieux souterrains de Belgique. Bulletin des chercheurs de la wallonie.21p.
- **Lafaud R., Cauchon C. et Duceuc J., 1992.** Pédologie forestière. Ed. ISBN. Canada.146p.
- **Lapied E., Nahmani J., Rousseau G. X, 2009.** Influence of texture and amendments on soil properties and earthworm communities, Applied Soil Ecology 43, p 241- 249.
- **Lavelle P., 1988.** "Assessing the abundance and role of invertebrate communities in tropical soils: aims and methods". J. Afr. Zool. 120: 275-283.
- **Lavelle P., Spain A.V., 2001.** Soil Ecology. Kluwer Scientific Publications, Amsterdam, 654p.a
- **Lemoine H., Mathieu C., Lyon I., Ricard J. M. et Carcin A., 2005.** Les auxiliaires en verger d'oliviers : La biodiversité des arthropodes du sol. Ctifl. P40-44.
- **Leopoldo Q., Pool C., Jose G., Valgas P., Castano-Meneses G., EN. et Calderon G., 2007.** Edaphic Collembola from two agroecosystems with contrasting irrigation type in Hidalgo State, Mexico. Applied Soil Ecology. Elsevier. pp 44- 52
- **Lieutaud A., 2007.** La lettre du Gis sol. Ed. INRA. Paris. 2p.
- **Linder C., Hohn H., 2011.** Revue suisse de viticulture, arboriculture et horticulture. Ed A.M.T.R.A. 43P.
- **Mahdi M., 2004.** Contribution à l'étude de la technique du semis direct sous pivots. Mémoire ingénieur, INA, El-Harrach, 9-30.
- **McKee J., 1968.** Species relation in Triticum. Hereditas, 237-276.
- **Metral R., 2008.** Synthèse sur la biodiversité de la pédofaune dans un système agro-foristier. Centre de Montpellier Sup-Agro.65p.
- **Moor J.D, Rock O, Camir C, Houle D, 2002.** Impact des coupes forestières sur la faune du sol. Naturaliste Canadien Vol 126 N°2.55-58p.
- **Morel R., 1996 :** les sols cultivés. 2<sup>ème</sup> ed. Ed. Tec. et doc. Lavoisier. 389p.
- **Morin R., 2002.** Exploitation et élevage des vers de terre pour le marché des appâts vivants. Ed. Direction de l'innovation et des technologies. Québec.11p.
- **Mrabet R. 2001.** Le semis direct : une technologie avancée pour une agriculture durable au Maroc. Bulletin de Transfert de Technologie en Agriculture MADREF-DERD. N 76,47. [h//p:// agriculture. Ovh.Org](http://agriculture.Ovh.Org).

- **Neher D. A et Barbercheck M.E (1998).** Diversity and role of soil mesofauna. In : Collins W (ed) Importance of Biodiversity in Agroecosystems, Lewis Publishers, Chelsea, Michigan (in press).
- **O.N.M. 2016- 2017**, Bulletin mensuel d'information climatique. Ed. Office national de météorologie. Dar El Beida. 12p.
- **Pérès G., 2003.** Identification et quantification in situ des interactions entre la diversité lombricienne et la macro-bioporosité dans le contexte polyculture breto. Influence sur le fonctionnement hydrique du sol. Thèse de Doctorat à l'université de Rennes.
- **Pesson., 1971.** La vie dans les sols : aspect nouveau, études expérimentales. Ed. Gauthiers- Villars, 417p.
- **Ramad F., 2003.** Eléments d'écologie : écologie fondamentale. 3<sup>ème</sup> ed. Dunod. Paris. 687.
- **Ramade F., 1984** –Eléments d'écologie – écologie fondamentale. Ed. Mc Graw- Hill, Paris 397p.
- **Raphel M., 2007.** Synthèse sur la diversité de la pédofaune en système agrofornier. Centre de transfert Montpellier Sup. Agro. 65p.
- **Rinker H. B., Lowman M., Hunter M. D., Schowalter T. D. Fonte S. J., 2001.** Literature review: canopy herbivory and soil ecology, the top-down impact of forest processes. Selbyana, 22(2) : 225-231.
- **Robert M., 1996.** Le sol interface dans l'environnement, ressources pour le développement. Ed. Masson. 224p.
- **Roussel O., Bourneau E. et Walter Ch., 2001.** Evaluation du déficit en matière organique des sols français et les besoins potentiels en amendements organiques. Etudes et gestion des sols. pp 65-81.
- **Sacchi., 1971.** Ecologie comparée des Gastéropodes Pulmonés des Dunes Méditerranéennes et Atlantiques, Nature. Soc. It. Sc. Musco, Civ.St, nat. e Acquario Cio., Milano, Vol. 62, N°3, pp. 277-358, 1971.
- **Scott R., 2000.** Soil biodiversity. Biological diversity and ecosystem function in soil. NERC Thematique programme. 4p.
- **Seguy L., Bouzinac S. et Maronezzi C., 2001.** Système de culture et dynamique de la m.o, CIRAD, Montpellier, France 427p.
- **Siepel H., Van de Bund C. F., 1988.** The influence of management practices of the microarthropod community of grassland. Pedobiologia, 31: 339-354.
- **Soltner D., 1988.** Les grandes productions végétales. Les collections Sciences et techniques agricoles, Ed. 16<sup>ème</sup> édition, 464p.
- **Thienemann A., 1920.** Die Grundlagen der Biocoenotik und faunistische Prinzipien. *Festschr.f. Zschokke*, IV, pp 1-14.
- **Veron G., 2002.** Organisation et classification du monde animal, Edition Nathan, Paris, 145p.
- **Warin A., Bernaerdt R., Delcarte E., Maesen Ph., Jean Naud J. et Marcoen J. M., 2004.** Développement d'un système harmonisé de surveillance de la qualité des terres agricoles en région Wallonne anticipant la future directive européenne sur les sols Biotechnol. Agron. Soc. Environ. Pp 69-82.

- **WWW. Unctad. Org/infocomm/Français/blé/culture/blé hybride HYNO, 75-80 2002.**
- **Zane Y., 1993.** Etude du comportement de quelques variétés de blé dur introduites dans les conditions subhumides, Thèse. Ing. INFS (Mostaganem) 89p.

# Résumé

La diversité biologique d'un agro-système est un bon indicateur de sa qualité et de sa capacité à résister aux altérations dues aux facteurs externes. La préservation de la biodiversité est un élément clé de la protection de l'environnement. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'impact des techniques culturales sur la qualité physique chimique et faunistique sous une culture de blé à l'ITGC d'Oued Semar (Alger). Nous avons échantillonné les sols de neuf parcelles sur deux niveaux en utilisant le quadrat le dénombrement de la faune de ses sols déterminé selon la méthode de Berlése - Tullgren. Le sol est à texture argilo- limoneuse. Nous avons recensé un total de 2532 individus repartis en 15 groupes, avec la dominance des collemboles, acariens et larve des diptères. Cette étude a montré que les techniques du travail du sol ont un impact important sur la diversification, la présence et/ou l'absence de certains invertébrés et leur abondance dans le sol.

Mots clés : invertébrés- AC- céréale – SD - TCS