



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la vie
Department des Sciences Agronomiques

MÉMOIRE DE MASTER

Science de la Nature et de la Vie
Sciences Agronomiques
Spécialité : hydro-pédologie

Réf. : Entrez la référence du document

Présenté et soutenu par :
BENABDERRAHMANE Aya

Le : [Click here to enter a date.](#)

Effet de l'utilisation des amendements organiques sur les paramètres physiques et chimiques du sol dans la région de Biskra

Jury :

| | | | |
|------------------------|------------|----------------------------------|-------------------|
| M. AISSAOUI H. | MCB | Université Mohamed Khider Biskra | Président |
| Mme. MEBREK N. | MCB | Université Mohamed Khider Biskra | Rapporteur |
| Mme. HIOUANI F. | MCA | Université Mohamed Khider Biskra | Examineur |

Sommaire

Le page

| | |
|-----------------------------------|---|
| Introduction général | 1 |
|-----------------------------------|---|

Chapitre 1 : AMENDEMENTS ORGANIQUE

| | |
|--|---|
| 1. Définition..... | 3 |
| 2. Les grands types des amendements organiques..... | 3 |
| 2.1.Le compostage ou le compost..... | 3 |
| 2.2. Les engrais verts..... | 3 |
| 2.3. Les apports minéraux..... | 4 |
| 2.4. Les engrais composés bio..... | 4 |
| 2.5. Les fertilisants liquides..... | 4 |
| 4. Les caractéristiques agronomiques des amendements organiques..... | 5 |
| 4. Influence des amendements organiques sur la fertilité du sol..... | 5 |
| 4.1. Influence des amendements organiques sur les propriétés physiques du sol..... | 5 |
| 4.2. Influence des amendements organiques sur les propriétés chimiques du sol..... | 5 |
| 4.3. Influence des amendements organiques sur la biologie du sol..... | 6 |
| 5. Influence socio-économique des amendements organiques..... | 6 |

Chapitre 2 : RISQUES ENVIRONNEMENTAUX DES AMENDEMENTS ORGANIQUES

| | |
|---|----|
| 1. Les microbes pathogènes | 8 |
| 2. Les métaux lourds..... | 8 |
| 3. Les composés organiques traces et substances inertes indésirables..... | 11 |

Chapitre 3 : GENERALITE SUR LE COMPOSTAGE

| | |
|-------------------------------|----|
| 1. Historique..... | 12 |
| 2. Définition du compost..... | 12 |

| | |
|--|----|
| 3. L'importance du compostage..... | 12 |
| 4. Les avantages du compost..... | 13 |
| 5. Effet sur la structure du sol..... | 13 |
| 6. Effets sur les caractéristiques physico-chimiques du sol..... | 13 |
| 7. Effet sur la biologie..... | 14 |
| 8. Quelques inconvénients du compost..... | 14 |
| 9. Utilisation agronomique des composts..... | 14 |

Chapitre 4 : MATERIELS ET METHODES

| | |
|---|----|
| 1. Présentation de la région d'étude..... | 16 |
| 1.1. Situation géographique..... | 16 |
| 1.2. Facteurs climatiques..... | 16 |
| 1.2.1. Précipitation | 16 |
| 1.2.2. Température..... | 17 |
| 2. Objectifs de travail | 18 |
| 3. Matériels d'étude | 18 |
| 3.1. Matériel utilisé..... | 18 |
| 3.1.1. Le sol..... | 18 |
| 3.1.2. Matériel végétale | 19 |
| 3.1.3. Amendements organiques utilisés..... | 19 |
| 3.1.4. L'eau d'irrigation | 20 |
| 4. Méthodes | 21 |
| 4.1. Préparation du sol | 21 |
| 4.2. Dispositif expérimental | 22 |
| 4.3. Quantité du compost palmier dattes | 23 |
| 4.4. Semi | 23 |

| | |
|--|----|
| 4.5.Méthode d'échantillonnages | 23 |
| 5. Etude laboratoire..... | 23 |
| 5.1. Préparation des échantillons sol..... | 24 |
| 5.2. Méthodes d'analyses physico-chimiques..... | 24 |
| 5.2.1. Granulométrie..... | 24 |
| 5.2.2. pH..... | 24 |
| 5.2.3. Conductivité électrique | 25 |
| 5.2.4. Matière organique | 25 |
| 5.2.5. Calcaire totale..... | 26 |
| 5.2.6. Calcaire actif..... | 26 |
| 5.2.7. Capacité d'échange cationique CEC..... | 26 |
| 5.2.8. Dosage de sodium Na^+ échangeable..... | 27 |
| 5.2.9. Dosage de Phosphore assimilable | 27 |
| 5.2.10. Dosage de potassium K^+ échangeable..... | 28 |
| 5.2.11. Dosage de sulfate (SO_4^-)..... | 28 |
| 5.2.12. Dosage de calcium Ca^{2+} soluble..... | 28 |
| 5.2.13. Dosage du Mg^{2+} et Ca^{2+} | 29 |
| 5.2.14. Dosage de chlorure (Cl^-) | 29 |
| 5.2.15. Dosage de bicarbonates (HCO_3^-) | 30 |
| 5.2.16. Dosage de carbonates (CO_3^-) | 30 |
| 5.2.18. Dosage de potassium assimilable | 30 |
| 5.2.19. Dosage d'azote | 31 |

Chapitre 5 : RESULTATS ET DISCUSSION

| | |
|---|----|
| 1- Analyse granulométrie..... | 32 |
| 2. L'effet compost sur les paramètres physique et chimique..... | 32 |

| | |
|---|----|
| 2.1 Evolution du pH | 33 |
| 2.2 Evolution de la conductivité électrique (CE)..... | 34 |
| 2.3 Evolution de matière organique(MO) | 35 |
| 2.4 Evolution le phosphore assimilable..... | 36 |
| 2.5 Evolution le potassium assimilable | 37 |
| 2.6 Evolution de calcaire totale..... | 38 |
| 2.7 Evolution de calcaire actif..... | 38 |
| 2.8 Evolution d'azote totale..... | 39 |
| 2.9 Evolution de la Capacité d'échange cationique (CEC) | 40 |
| 2.10 Evolution des cations solubles | 41 |
| 2.11 Evolution des anions solubles | 42 |

Conclusion générale

Référence bibliographique

Annexe

Remerciements

Tout d'abord, je commence par remercier le bon Dieu qui m'a doté de la volonté, le courage et la patience pour réaliser ce travail.

Nous tenons à exprimer vivement nos remerciements les plus sincères à toutes les personnes ayant contribué à la confection de notre mémoire de fin d'études et à notre formation de façon permanentes, à tous nos professeurs d'agronomies, et plus

Spécialement :

- ❖ *A notre encadreur : **Mebrek Naima***

Qui nous a énormément aidés à réaliser ce mémoire

- ❖ *A notre le jury.MD **Hiouani F.**et **Aissaoui H** , d'avoir accepter l'examiner ce travail.*
- ❖ *A notre professeur directrice du département : **Khachie Salim***

Nous tenons à remercier aussi très cordialement

- ❖ *Amon professeur, que Dieu lui fasse miséricordes, **Bachar Mohamed Farouk***
- ❖ *Monsieur le directeur de L'ITDAS de Biskra*

Ainsi que le staff du laboratoire de L'ITDAS et du département d'agronomie

Et aussi à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à l'établissement de ce travail.

DEDICACE

Je Dédie se modeste travail

A mes chers parents Ahmed et Fatma

Mes grands parents

Mes sœur «Amina, hadjer , Zohra »

Mes frères « Mostapha amine, Taj Eddine »

Aux familles « Ben abderrahmane et Khamouli »

*A Mes amies « Marwa, Nadjwa, Meriem, Madjeda, Zineb, Nour, Khadjda, Nada,
Ibtissam, Zahira »*

A Mes amies spécialement « Amira, Raya »

Aux étudiants 5^{émé} année Agronomie 2022

Surtout qui m'on aider pour faire ce travaille

B. Aya

LISTE DES FIGURES

| | |
|---|----|
| Figure 1. Situation géographique de la wilaya de Biskra..... | 16 |
| Figure 2 : Précipitation moyennes mensuelles en (mm) à Biskra (2009-2020)..... | 17 |
| Figure 3: Température moyennes mensuelles en (mm) à Biskra (2009-2020)..... | 18 |
| Figure 4 : Schéma de dispositif expérimental..... | 22 |
| Figure 5 : Triangle textural..... | 32 |
| Figure 6 : l'évolution du pH dans le sol à (0-20cm) et (20-40cm) pour les différents traitements..... | 33 |
| Figure 7 : l'évolution de la CE dans le sol à (0-20 cm) et (20-40 cm) pour les différents traitements..... | 34 |
| Figure 8 : le l'évolution de la matière organique dans le sol à (0-20cm) et (20-40cm) pour les différents traitements..... | 35 |
| Figure 9 : le l'évolution le phosphore assimilable dans le sol à (0-20cm) et (20-40cm) pour les différents traitements..... | 36 |
| Figure (10) : le l'évolution le potassium assimilable dans le sol à (0-20cm) et (20-40cm) pour les différents traitements..... | 37 |
| Figure 11 : le l'évolution de calcaire totale dans le sol à (0-20cm) et (20-40cm) pour les différents traitements..... | 38 |
| Figure 12 : le l'évolution de calcaire actif dans le sol à (0-20cm) et (20-40cm) pour les différents traitements..... | 39 |
| Figure 13: le l'évolution d'azote totale dans le sol à (0-20cm) et (20-40cm) pour les différents traitements..... | 39 |
| Figure 14 : le l'évolution de la Capacité d'échange cationique dans le sol à (40cm) pour les différents traitements..... | 40 |
| Figure 15 : le l'évolution des cations solubles dans le sol à (0-20cm) et (20-40cm) pour les différents traitements..... | 41 |
| Figure 16 : le l'évolution des anions solubles dans le sol à (0-20cm) et (20-40cm) pour les différents traitements..... | 42 |

LISTE DES PHOTOS

| | |
|---|----|
| Photo 1 : la culture d'orge de la variété Saïda (Photo originale 2022)..... | 19 |
| Photo 2 : le compost utilisé (Photo originale 2022)..... | 20 |
| Photo 3 : Méthode du prélèvement du sol par une tarière..... | 21 |
| Photo 4 : préparation du sol et épandage de compost | 22 |
| Photo 5 : Le semi des grains en ligne manuel..... | 23 |
| Photo 6 : séchage, broyage et tamisage du sol..... | 24 |
| Photo 7 : Granulométrie du sol..... | 24 |
| Photo 8 : Détermination du pH..... | 25 |
| Photo 9 : Détermination de la CE du sol..... | 25 |
| Photo 10 : Dosage du MO..... | 26 |
| Photo 11 : mesure calcaire totale..... | 26 |
| Photo 12 : mesure calcaire actif..... | 26 |
| Photo 13 : capacité d'échange cationique CEC..... | 27 |
| Photo 14 : Dosage de sodium Na^+ échangeable..... | 27 |
| Photo 15 : Dosage de Phosphore assimilable..... | 27 |
| Photo 16 : dosage de K^+ | 28 |
| Photo 17 : dosage de sulfate SO_4^- | 28 |
| Photo 18 : Dosage de Ca^{2+} soluble..... | 19 |
| Photo 19 : Dosage du Mg^{2+} et Ca^{2+} | 19 |
| Photo 20 : Dosage de Cl^- | 19 |
| Photo 21 : Dosage de HCO_3^- | 30 |
| Photo 22 : Dosage de CO_3^- | 30 |
| Photo 23 : Dosage de potassium assimilable | 31 |
| Photo 24 : Dosage d'azote..... | 31 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|--|----|
| Tableau 1 : Valeurs seuils des métaux lourds dans les amendements organiques et dans les sols destinés à l'épandage..... | 9 |
| Tableau 2: Teneur en métaux lourds des composts de déchets ménagers (en mg/kg)..... | 10 |
| Tableau 3 : Les critères d'innocuité des substances inertes et composés organiques traces... | 11 |
| Tableau 4 : Caractéristiques physicochimiques du sol de l'expérimentation profondeur (40cm)..... | 19 |
| Tableau 5: propriétés chimiques du compost étudié..... | 20 |
| Tableau 6 : la qualité chimique d'eau d'irrigation..... | 20 |
| Tableau 7 : les doses de compost apporté en kg pour chaque parcelle..... | 23 |
| Tableaux 8 : présenter la granulométrie du sol..... | 32 |

Liste abrégiation

pH : potentielle d'hydrogène.

CE : conductivité électrique.

CEC : capacité d'échange cationique

MO : matière organique.

T : traitement.

Ppm : partie par million.

Kg : kilogramme.

% : pourcent.

Cm : cent mètre.

Ca : calcium.

Mg : magnésium.

Cl : chlorure.

SO₄ : sulfate.

P₂O₅ : phosphore.

Na : sodium.

K₂O : potassium.

E.D.T.A: Acide éthylène diamine tetra-acétique.

dS/m: Décisiemence par mètre.

HCO₃ : Bicarbonate.

CO₃ : carbonate.

T. Max: Température maximale.

T. Min: Température minimale.

ITDAS : Institut Technique De Développement De L'agronomie Saharienne – Biskra.

Introduction générale

Les matières organiques sont des composantes essentielles du sol et jouent un rôle fondamental dans leur conservation, dans les cultures agricoles. Pour améliorer la fertilité du sol effectivement à long terme, il faut améliorer la structure du sol et accroître le niveau de matière organique dans le sol. Afin d'augmenter la fertilité du sol à court terme, il faut ajouter des substances nutritives au sol. Le compost est un bon engrais du fait qu'il contient des substances nutritives (Madeleine, 2005 in Soufi, 2021).

On appelle compost le produit du compostage de certains déchets. C'est-à-dire le produit de la fermentation des déchets organiques provient des restes des plantes, des fumiers animaux et sous l'action combinées de bactéries, de champignons, autres micro-organismes, d'insectes et de vers de terre en présence d'oxygène, qui a atteint un état d'équilibre (Pierre Morency, 2006 in Soufi, 2021).

L'objectif étant d'en récupérer des éléments riches en minéraux et matière organique. Lorsqu'il est prêt à l'emploi, le compost ressemble à du terreau. Sa couleur est sombre. Il est léger et son odeur est celle d'un sous-bois (salemi, 2012 in Soufi, 2021).

Le compostage est l'une des principales voies de valorisation de la fraction organique. Il se présente comme un maillon indispensable de la chaîne de valorisation des déchets permettant non seulement la réduction de la fraction organique, mais aussi la production d'un engrais naturel, substitut des engrais chimique et très bénéfique aux sols. Outre les aspects pédologiques, environnementaux et écologiques, le compostage à des enjeux économiques; à savoir, l'obtention d'un produit de qualité, à coût réduit, et la création d'activités et d'emplois (Soufi, 2021).

Dans la wilaya de Biskra, le palmier dattier est la principale culture de l'agriculture et offre une large gamme de sous-produits agricoles, augmentant la production de sous-produits du palmier dattier. Conduit à une accumulation de ces déchets dans l'environnement et nuit à notre environnement. Parmi les solutions envisagées pour le traitement est la valorisation des déchets organiques en général on peut citer le compostage.

L'objectif de ce travail est la comparaison de l'effet du compost de palmier dattier à différents doses (T1, T2 et T3) et un témoin (T0) dans une parcelle qui est cultivé par la culture d'orge durant son cycle végétatif sur les paramètres physiques et chimiques du sol.

Introduction générale

Notre modeste travail est divisé en quatre chapitres :

- Chapitre 1 : est consacré aux amendements organiques
- Chapitre 2 : est consacré aux risques environnement des amendements organiques.
- Chapitre 3 : est consacré au compostage.
- Chapitre 4 : Matériels et méthodes.
- Chapitre 5 : Résultats et discussion ensuite une Conclusion qui vient clore ce travail.

On termine par une conclusion générale.

1. Définition

Historiquement, les amendements ont été utilisés pour modifier la structure des sols. Larousse agricole considère comme amendement, toute substance organique ou minérale incorporée au sol en quantité importante pour améliorer les propriétés de celui-ci.

(SEH NGOUN Emmanuel,E., 2009)

L'AFNOR (2006) entend par amendements organiques, toutes « *matières fertilisantes composées principalement de combinaisons carbonées d'origine végétale, fermentées ou fermentescibles, destinées à l'entretien ou à la reconstitution du stock de matière organique (MO) du sol et à l'amélioration de ses propriétés physiques et/ou chimiques et/ou biologiques* ». La teneur totale en N, P₂O₅ et K₂O ne doit dépasser chacune 3% (sur produit brut). En plus les pourcentages en matière sèche et en matière organique (sur produit brut), doivent être respectivement inférieurs à 30% et supérieurs à 20%. L'ITAB (2001) considère comme amendements organiques, la fraction fermentescible des déchets d'une part et les composts qui en résultent d'autre part.

Les matières fertilisantes comprennent les engrais minéraux, les engrais organiques, et les amendements, et d'une manière générale, tous les produits dont l'emploi est destiné à assurer ou à améliorer la nutrition des végétaux ainsi que les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols.

2. Les grands types des amendements organiques

Les engrais organiques sont des matières premières végétales et animales très variées, certaines peuvent être utilisées seules et sans transformation, si non après simple dessiccation ou broyage.

2.1.Le compostage ou le compost

C'est la base de la fertilisation organique ; il est constitué par la décomposition des matériaux (résidus de plantes, de la paille, de fumier...) grâce à des micro-organismes. Une fois que le compost est répandu sur le champ, il fournit des substances nutritives au sol et augmente le niveau de matière organique dans le sol et par conséquent ses micro-organismes. Il agit aussi positivement sur la structure, l'infiltration, la capacité de rétention de l'eau, et la stabilité des agrégats du sol.

La disponibilité des éléments nutritifs dans les composts varie beaucoup en fonction de leur état de maturité (âge). On peut considérer que sa composition durant la première année peut donner (Azote 5 à 25 %, Phosphore 60 %, et Potassium 80 à 100 %).

Selon (VAN SCOLL, 1998 in MERDACI, A., ATIA, S, 2006) le compost nourrit autant le sol que la plante.

2.2. Les engrais verts

Les engrais verts sont obtenus à partir de l'enfouissement des plantes vertes, non ligneuses, ils. Peuvent être des mauvaises herbes, des feuilles des plantes taillées ou des plantes qui ont poussé après ou en même temps que la culture principale. L'apport des engrais verts est surtout pour améliorer les caractéristiques physiques du sol, et de faciliter la fixation de l'azote de l'air dans le cas des plantes légumineuses et aussi de fournir des substances nutritives à la disponibilité de la culture. (VAN SCOLL, 1998 in MERDACI, A., ATIA, S, 2006).

2.3. Les apports minéraux

Ce sont des fertilisants organiques sous des formes insolubles pour augmenter trop brusquement la concentration de la solution du sol en d'ions nutritifs (N, P, K). Ils doivent nécessairement être mobilisés par l'activité enzymatique des microbes de la rhizosphère (SOLTNER, 2003 in MERDACI, A., ATIA, S, 2006).

2.4. Les engrais composés bio

Ce sont des produits organiques, mais sont coûteux. Ils apportent peu de matière organique, leur composition chimique indique qu'ils contiennent des concentrations plus élevées en calcium que celle de l'azote, du phosphore et du potassium, cela peut perturber l'équilibre des besoins des cultures et surtout celui de la tomate (ROBITAILLE, non daté in MERDACI, A., ATIA, S, 2006).

2.5. Les fertilisants liquides

Ce sont des hormones végétales, plus que des fertilisants organiques Parmi les effets sur les divers cultures citées par des producteurs ou dans la littérature, c'est qu'ils donnent une meilleure résistance aux stress hydriques, aux insectes et aux maladies, et permet un retard du vieillissement de la culture, donc ils peuvent aussi augmenter le nombre de fleurs (bourgeons

floraux) et des fruits et par conséquent augmenter le rendement des cultures Ils peuvent aussi en outre, améliorer les qualités gustatives des fruits (ROBITAILLE, non daté in MERDACI, A., ATIA, S, 2006).

3. Les caractéristiques agronomiques des amendements organiques

Selon la nouvelle norme de l'AFNOR (2006), l'efficacité d'un amendement organique est appréciée à travers les critères suivants :

- La teneur en matières sèches par rapport au produit brut (MS) ;
- La teneur en matière organique par rapport au produit brut (MO);
- Les teneurs en éléments fertilisants majeurs : azote (N), phosphate (P_2O_5) et potasse (K_2O)
- Les teneurs en éléments fertilisants secondaires : oxyde de calcium (CaO) et oxyde de magnésium (MgO) ;
- La minéralisation potentielle du carbone et de l'azote.

4. Influence des amendements organiques sur la fertilité du sol

4.1. Influence des amendements organiques sur les propriétés physiques du sol

TEJADA et al. (2006) ont étudié la stabilité structurale d'un sol 4 ans après l'enfouissement d'amendements organiques. Ils obtiennent un effet notable de la perméabilité hydrique du sol, de la capacité de rétention en eau et de la densité apparente du sol. Ces résultats ont été obtenus bien avant par KIELH (1985) après un épandage de compost sur une période de cinq ans.

Ces résultats montrent que l'effet des amendements organiques sur les propriétés physiques du sol est perceptible uniquement lorsque les épandages se font sur une période assez longue.

4.2. Influence des amendements organiques sur les propriétés chimiques du sol

SNAPP et al.(1998) montre qu'en se décomposant, la matière organique libère plusieurs éléments nécessaires à la croissance des plantes. C'est en effet la source de presque la totalité de l'azote et du soufre absorbés par les plantes dans un sol n'ayant pas reçu d'apport de ces éléments sous forme d'engrais. La décomposition de la matière organique fournit aussi d'importantes quantités de phosphore, de potassium, de calcium, de magnésium, de bore, de molybdène ainsi que du cuivre et du zinc. La libération de ces éléments est lente et

progressive, en harmonie avec les besoins nutritionnels de la plante qui sont échelonnés dans le temps. Le rythme de libération maximum a lieu en saison de pluies lorsque les conditions de température et d'humidité sont favorables à la fois pour l'activité des microorganismes du sol et pour la croissance rapide des cultures. Ceci confère à la matière organique un avantage certain sur les engrais minéraux azotés et soufrés, qui tendent à être drainés par les eaux de lessivage (TERMAN *et al.*, 1973). Ces auteurs expliquent ceci par l'hypothèse selon laquelle les colloïdes humiques ont une capacité d'échange cationique élevée qui confère à la matière organique la capacité de mieux retenir les engrais, assurant ainsi une meilleure nutrition des cultures. Cette hypothèse est vérifiée par BENGTON et CORNETTE (1973) qui signalent un modeste accroissement de la capacité d'échange cationique (CEC) d'un sol argileux après épandage de doses importantes de composts.

En se décomposant, les amendements organiques libèrent certains anions (citrate, oxalate, tartrate, lactate) qui ont plus d'affinités avec les cations Fe^{+3} , Al^{+3} , Mn^{+2} et autres métaux lourds que l'ion $H_2PO_4^-$. Ainsi, les anions organiques vont se combiner avec ces métaux lourds libres pour former des molécules complexes, débarrassant ainsi la solution du sol de ces cations métalliques. Partis sur cette hypothèse, VISHNU *et al.* (2008) montrent que l'enrichissement d'un compost avec des oxydes de fer réduit la capacité d'absorption du cuivre par une graminée (*Lolium perenne L.*). Les mêmes auteurs montrent que la combinaison compost/zéolite réduit la capacité d'absorption du cadmium sur la même plante.

4.3. Influence des amendements organiques sur la biologie du sol

L'enrichissement des sols en matières organiques par épandage d'amendements organiques influence significativement les propriétés biologiques du sol (TEJADA *et al.*, 2006). Bien avant, CUINIER (1975) a montré que le compost a un rôle proche de celui du fumier dans la stimulation de la micro flore d'un sol de vignoble. Cette stimulation peut jouer un rôle important dans l'absorption des éléments nutritifs. L'impact des amendements organiques sur la microflore tellurique a été confirmé par ONWUENE et SINHA (1991) qui montrent que la matière organique en se décomposant fournit un substrat nutritif pour la multiplication d'organismes du sol dont l'activité est en retour bénéfique au sol et aux plantes.

5. Influence socio-économique des amendements organiques

L'importance socio-économique liée à l'utilisation des amendements organiques peut se réduire à la création des emplois et à la génération des revenus. Ainsi, une étude de l'ADEME (1993) montre que le nombre d'emplois créés pour une collectivité de 100 000

habitants qui génèrent 420 kg de déchets/habitant/an, est compris entre 20 – 35, selon le tonnage collecté. L'adjonction d'une filière de valorisation agricole entraîne une augmentation de 25% d'emplois. Aussi, OUL TOURAD et *al.* (2003) montrent-ils que la collecte des déchets ménagers constitue une source de revenu non négligeable en Mauritanie.

Les critères d'innocuité des amendements organiques tels que retenus par la nouvelle norme de l'AFNOR (2006) sont les suivants :

- les microbes pathogènes ;
- les métaux lourds ;
- les composés traces organiques et substances inertes indésirables.

1. Les microbes pathogènes

Les risques sanitaires sont liés à une éventuelle contamination des populations humaines, des animaux et de l'environnement par les microorganismes pathogènes contenus dans les matières organiques brutes ou compostées. Ces matières peuvent héberger quatre types de microorganismes pathogènes : les parasites, les bactéries, les virus et les champignons. La nouvelle norme de l'AFNOR retient comme microbe pathogène, devant faire l'objet d'une évaluation dans les amendements organiques, les micro-organismes ci après : oeuf d'helminthes viables, *Listeria monocytogene* et la Salmonelle. Ces pathogènes sont responsables de bons nombres de maladies, parmi lesquelles celles contenues dans le tableau X. Par ailleurs, MENSAH (2006) et ROUSE (2006) montrent que l'amélioration du système de gestion des déchets urbains contribue significativement à l'assainissement environnemental. C'est ainsi que les travaux menés par MOSLER et *al.* (2006) à Cuba montrent qu'une bonne gestion des déchets permet de contrôler les germes pathogènes.

Les facteurs déterminants pour la destruction de ces agents pathogènes dans le compost sont la chaleur et les réactions aboutissant à la production d'antibiotiques (GOLUEKE et DIAZ, 1990). Des expériences montrent que la destruction des germes pathogènes est efficace si une température de 70°C est maintenue pendant 30 minutes dans l'ensemble du tas, ou 65°C pendant plusieurs heures (DE BERTOLDI et *al.*, 1983). Cependant la résistance à la température de certains germes pathogènes (*Escherichia coli*, *Clostridium perfringens* et Entérocoque) fait d'eux des agents indicateurs de traitement des composts (CHABALIER et *al.*, 2006).

2. Les métaux lourds

Les matières organiques, généralement utilisées pour la fertilisation des cultures, peuvent contenir des métaux lourds. L'expression « métaux lourds » désigne pour les chimistes, des métaux de numéro atomique élevé, de densité supérieure à 5 g/cm³ et qui forment des sulfures insolubles (LEMIERE et *al.*, 2008).

Sur le plan environnemental, PARROT et *al.* (2008) considèrent le compostage d'ordures ménagères comme une méthode judicieuse de traitement et de stockage définitif des déchets solides. Néanmoins, la contamination potentielle des sols agricoles par les composts d'ordures ménagères brutes insuffisamment triées contenant des concentrations élevées des sels de métaux lourds, constitue un problème fondamental de pollution de l'environnement (LEMIERE et *al.*, 2008). Par ailleurs, les produits agricoles pouvant contenir des traces métalliques (cuivre et zinc) sont les fumiers et les lisiers (ITAB, 2001).

Plusieurs études concernent le comportement des métaux dans les sols et l'eau du sol, leur disponibilité et les modalités de leur passage dans les plantes et dans la chaîne alimentaire. Ces résultats ont permis de mettre au point des conseils et des réglementations en matière d'apport d'éléments traces métalliques dans les sols via le recyclage des déchets transformés ou non. On peut résumer ces recommandations en trois points :

- il est indispensable de maintenir le pH du sol supérieur à 6 pour limiter la disponibilité des métaux les plus mobiles, tels que le cadmium et le zinc ;
- il faut être très prudent si on utilise des déchets sur les cultures maraîchères dont les feuilles sont consommées car certains métaux, comme le cadmium, s'accumulent préférentiellement dans les parties foliaires ;
- à long terme, il est absolument nécessaire de respecter les limites en termes de quantités apportées, mais aussi de teneurs maximales admissibles dans les sols (tableau 1)

Tableau 1 : Valeurs seuils des métaux lourds dans les amendements organiques et dans les sols destinés à l'épandage.

| Métaux lourds | Seuil dans les amendements organiques (mg/kg MS) | Seuil dans les sols destinés à l'épandage (mg/kg MS) |
|----------------------|--|--|
| Cd (cadmium) | 3 | 2 |
| Cr (chrome) | 120 | 150 |
| Cu (cuivre) | 300 | 100 |
| Hg (mercure) | 2 | 1 |
| Ni (nickel) | 60 | 50 |
| Plomb (plomb) | 180 | 100 |
| Zn (zinc) | 600 | 300 |
| Se (sélénium) | 12 | - |
| As (Arsenic) | 18 | - |

(Source : Nouvelle Norme AFNOR (2006) in CHABALIER et *al.*, 2006)

Parmi les métaux lourds contenus dans ces amendements, le plomb, le mercure et le cadmium sont les plus dangereux. Cependant les produits d'origine agricole comme les fumiers contiennent surtout du cuivre et du le zinc (ITAB, 2001).

Chapitre 2 : RISQUES ENVIRONNEMENTAUX DES AMENDEMENTS ORGANIQUES

Les travaux menés sur les composts en Europe et en Afrique montrent que la teneur en métaux lourds d'un compost est fortement influencée par sa région d'origine (tableau 2).

Tableau 2: Teneur en métaux lourds des composts de déchets ménagers (en mg/kg).

| Caractéristiques | Compost de France ¹ | Compost de Cotonou ² | Compost de Yaoundé ³ |
|------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Zinc | 1,179 | 0,157 | 0,314 |
| Cuivre | 0,445 | 0,02 | 0,058 |
| Plomb | 0,394 | 0,092 | 0,165 |
| Nickel | 0,059 | 0,005 | 0,03 |
| Chrome | 0,072 | 0,011 | 0,149 |
| Cadmium | 0,0043 | 0,0003 | 0,001 |
| Mercure | 0,004 | - | - |

1= Composition moyenne à partir de 37 unités en France (BRULA et *al.*, 1995).

2= Composition moyenne issue d'une compostière artisanale à Cotonou (WASS et *al.*, 1996).

3= Composition moyenne à partir de 15 compostières artisanales de Yaoundé (NGNIKAM et *al.*, 1995).

Dans une région, l'activité majeure plus que nul autre facteur est à l'origine des métaux lourds contenus dans les composts (WALLACE et WARRICK 2000). Ainsi, les teneurs relativement élevées enregistrées dans les pays développés, s'expliquent par la forte activité industrielle de ces pays. Par ailleurs, SMITH (1992) montre que la concentration en métaux lourds d'un compost dépend du matériel mère, aussi bien que de la technique de compostage.

L'accumulation des métaux lourds, suite aux épandages dans le sol, peut entraîner des risques de toxicité pour la flore, la faune et les populations humaines (APV Compost, 2001). L'absorption racinaire est l'une des voies principales de contamination de la chaîne alimentaire par les métaux lourds (CHABALIER et *al.*, 2006).

Les expériences d'utilisation du compost comme support de cultures maraîchères montrent qu'il y a un accroissement significatif de la teneur en zinc, en cuivre et en bore dans les laitues (PURVES et MACKENZIE, 1973; JUSTE et SOLDA, 1977). Cependant, les apports massifs de compost n'ont eu aucun indice sur l'accumulation du plomb dans les légumes, susceptibles d'altérer leur qualité hygiénique. En effet, le zinc, le cuivre, le bore et dans la moindre mesure le plomb, s'accumulent dans les végétaux et présentent une certaine biodisponibilité souvent parallèle à leur mobilité dans le sol (LEMIERE et *al.*, 2008).

Par ailleurs, KHIM-HEANG et CORVI (2000) observent dans la laitue 0,7 mg/kg de plomb, 13,8 mg/kg de cuivre et 57 mg/kg de zinc. Selon ces auteurs, ces teneurs sont très faibles par rapport à la norme de l’OMS/FAO. Aussi ils constatent que la teneur en éléments métalliques dans la laitue est d’autant plus importante que le sol en contient. Cependant, ils notent qu’il n’y a pas de corrélation significative entre la teneur en métaux du sol et celle des laitues. WILKINS (1978) montre que l’augmentation du pH réduit la mobilité en métaux, par conséquent réduit leur absorption par les plantes. De même, GIORDANO et MAYS (1977) montrent que l’augmentation de la CEC réduit l’absorption des métaux lourds par les plantes.

3. Les composés organiques traces et substances inertes indésirables

Les nuisances causées par les composés organiques traces et les substances inertes indésirables sont en discussion. La norme française qui régit l’épandage des amendements organiques en France a en projet les critères présentés dans le tableau 3.

Tableau 3 : Les critères d’innocuité des substances inertes et composés organiques traces.

| Nature | Critère d’innocuité | Valeur seuil |
|---------------------------|----------------------|-----------------|
| Inertes indésirable | Plastiques > 5mm | < 0,8 % MS |
| | Verre + métaux > 2mm | < 2 % MS |
| Composé organiques traces | Fluoranthène | 4 mg/kg de MS |
| | Benzofluoranthène | 2,5 mg/kg de MS |
| | Benzopyrène | 1,5 mg/kg de MS |

(Source : CHABALIER *et al.*, 2006)

1. Historique

Le compostage n'est pas une technique récente mais très ancienne pratiquée dès l'Antiquité. Depuis des millénaires, les Chinois ont rassemblé et composté toutes les matières organiques du jardin, des champs, de la maison y compris les matières fécales (ZNAÏDI ,2001 in SOUFI, 2021).

Au Proche-Orient par exemple, une aire de dépôt des déchets urbains était aménagée devant les portes de Jérusalem : certains déchets étaient brûlés et les autres compostés (ZNAÏDI ,2001 in SOUFI, 2021).

Aussi le mot 'compost' vient du latin 'Compositus' qui signifie 'composé de plusieurs choses'. Les romains appelaient ainsi les préparations de légumes et de fruits avec des adjonctions d'huiles, de sel et d'autres adjuvants. C'est sous ce nom que la Choucroute a été introduite en Europe centrale au XI^{ème} siècle (ZNAÏDI ,2001 in SOUFI, 2021).

2. Définition du compost

MUSTIN (1987) définit le compost comme « *un produit organique stable riche en composés humiques, issus d'une décomposition biologique des constituants organiques des sous produits et déchets.* ». Par exemple : les composts verts obtenus à partir des débris végétaux, les composts de fermentescibles alimentaires et/ou ménagères obtenus à partir de la fraction fermentescible des déchets de ménage et/ou alimentaires, les composts de fumier, les composts de lisier et les composts de boues de stations d'épuration.

3. L'importance du compostage

Le compost comme une solution à la gestion des déchets présente un certain nombre d'avantages qui justifient sa mise en œuvre. Selon FRANCOU (2003), le compostage permet de transformer un matériau en fin de vie, le déchet en un produit utilisable le compost dont l'intérêt premier est d'être un amendement organique permettant d'améliorer la fertilité des sols. Aussi, l'utilisation des composts en agriculture permet de lutter contre l'effet de serre additionnel en séquestrant le carbone dans le sol (HOUOT, 2002 in FRANCOU, 2003).

Cependant selon ZEMAN *et al.*(2002) in FRANCOU (2003), cet effet positif pourrait être contrebalancé par l'émission de gaz à effet de serre durant le compostage. Le compostage en anaérobie de la filière biogaz quant à elle peut être une alternative de lutte contre l'effet de serre additionnel car étant cité par plusieurs auteurs comme un processus permettant de

récolter le biogaz produit (SEDOGO *et al.*, 1989; FARINET et NIANG, 2005 in SOMA, 2008).

Pour HOUOT *et al.* (2003), les micropolluants organiques sont en partie dégradés au cours du compostage. A la fin de la maturation des composts ATTRASSI *et al.* (2005) cités par ALBRECHT(2007), notent une disparition totale des coliformes fécaux. L'influence du compostage sur les phytopathogènes ne se limite pas à leur destruction (LARBI, 2006). Pendant ces processus, une population de microorganismes antagonistes peut s'y développer, ce qui confère au compost la capacité de protéger les plantes contre les maladies telluriques. (BICABA, 2017).

4. Les avantages du compost

Le compost, une fois terminé, sera utilisé comme amendement de sol. Sur votre potager bien sûr, mais également sur vos parterres de fleurs, sous vos arbres fruitiers, ou encore dans vos jardinières et plantes d'intérieur.

Les propriétés formidables du compost sont principalement dues à la formation des complexes colloïdaux argilo-humiques. L'utilisation du compost est intéressante à plusieurs points de vue : (EDDY MERCIER, 2019).

5. Effet sur la structure du sol

Le compost a un effet sur le sol, on peut les citer comme suit :

- Amélioration de la structure du sol par augmentation des agrégats (pénétration des racines facilitée et exploitation du sol favorisée).
- Meilleure perméabilité à l'air et à l'eau.
- Meilleure rétention d'eau (effet éponge).
- Réduction importante de l'effet du gel, de l'érosion (de l'eau et du vent) et diminution de la dessiccation par ventilation.
- Le compost de couleur foncée, augmente l'absorption des rayons solaires (réchauffement). (EDDY MERCIER, 2019).

6. Effets sur les caractéristiques physico-chimiques du sol

L'effet de compost sur les caractéristiques physico-chimiques du sol est :

- En se minéralisant, le compost fournit des substances nutritives progressivement assimilables par les plantes.

- Le compost bien mûr évite une acidification du sol ou corrige l'acidité d'un sol par effet tampon (EDDY MERCIER, 2019).

7. Effet sur la biologie

Les effets du compost sur la biologie sont :

- La présence de micro-organismes divers dans le compost, augmente l'activité biologique du sol qui fixe par exemple l'azote de l'air ou rend assimilable par les plantes du soufre, du phosphore, des oligo-éléments,...contenu dans les roches, (Cette activité biologique favorisée, répercute elle-même ces effets sur la structure du sol et ces capacités physiques et chimiques).
- L'activité microbienne limite le développement d'organismes pathogènes (directement dans le sol ou dans les plantes par absorption par celle-ci de substances actives, d'hormones ou d'antibiotiques).
- Permet un meilleur développement racinaire (mycorhizes plus actifs). (EDDY MERCIER, 2019).

8. Quelques inconvénients du compost

Les inconvénients du compost sont :

- Il n'y a pas de recette magique pour obtenir un bon compost, c'est avec le temps que vient l'expérience
- Du temps et des suivis sont nécessaires afin que tout se passe dans les normes
- Le processus est assez long, cela peut prendre des mois
- Le compost nécessite de l'espace
- Cette pratique nécessite de la machinerie, au minimum un tracteur avec pelle et un épandeur à fumier (ANDRE, 2014).

9. Utilisation agronomique des composts

La maturité, la stabilité, la teneur en nutriments et les restrictions réglementaires sont les aspects fondamentaux qui déterminent l'usage agricole d'un compost (HE et *al.*, 1995 ; ITAB, 2001). Selon ces auteurs, la maturité d'un compost peut être évaluée à partir de :

- l'activité des bactéries assurant la biodégradation ;
- l'étude des caractéristiques physico chimiques ;
- et la réaction d'organismes vivants mis en présence dans le compost.

Selon ITAB (2001), la stabilité d'un compost est évaluée par les indicateurs suivants:

- le rapport C/N ;
- le coefficient isohumique ;
- l'indice de stabilité biologique ;
- le coefficient apparent d'utilisation de l'azote.

1. Présentation de la région d'étude

1.1. Situation géographique

La région de Biskra ($34^{\circ} 48' 00''$ Nord et $5^{\circ} 44' 00''$ Est) se situe dans le sud-est algérien plus exactement au pied du versant sud de la chaîne montagneuse de l'Atlas saharien qui constitue la limite entre le nord et le sud algérien. (BERLAN-DARQUE *et al.*, 2007 in BOUKHELOUF.W, 2018). Elle se trouve à une altitude moyenne de 125 m Le Chef-lieu de la wilaya est situé à 400 km au sud-est de la capitale Alger. La wilaya s'étend sur une superficie de 21 671 km² (A.N.D.I, 2013 in BOUKHELOUF.W, 2018).

La wilaya de Biskra est limitée (voir Figure 1) :

Au nord par la wilaya de BATNA,

Au nord-est par la wilaya de KHENCHELA,

Au nord-ouest par la wilaya de M'SILA,

Au sud-ouest par la wilaya de DJELFA,

Au sud par la wilaya d'El OUED.

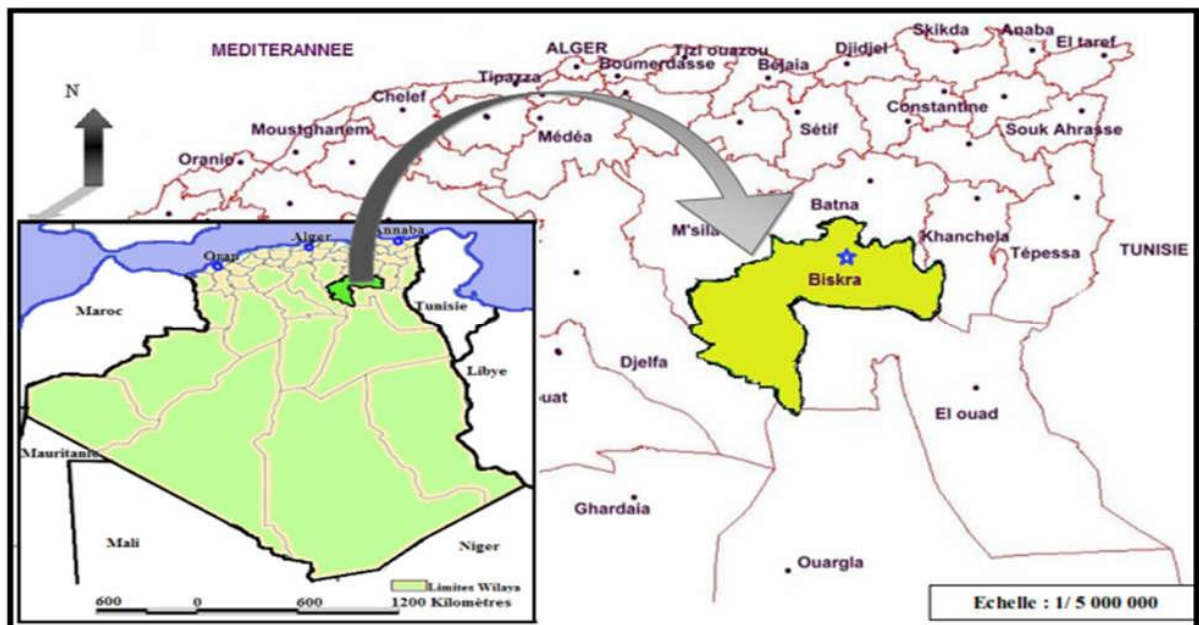


Figure 1. Situation géographique de la wilaya de Biskra (FARHI, 2014 in BOUKHELOUF.W, 2018).

1.2. Facteurs climatiques

1.2.1. Précipitation

Les précipitations jouent un rôle primordial dans l'alimentation des réseaux hydrographiques d'une région ainsi que son système aquifère, en plus, elles forment un paramètre indispensable dans la réalisation d'un bilan hydrique

La forme de la précipitation la plus importante est la pluviosité qui reste le facteur le plus déterminant pour les plantes. En zone aride cette importance prend des proportions plus grandes puisqu'elle conditionne presque à elle seule la répartition de la végétation « la pluviosité est responsable de la répartition des écosystèmes terrestres » (Ramade., 1984 in YAHIAOUI. A, 2021).

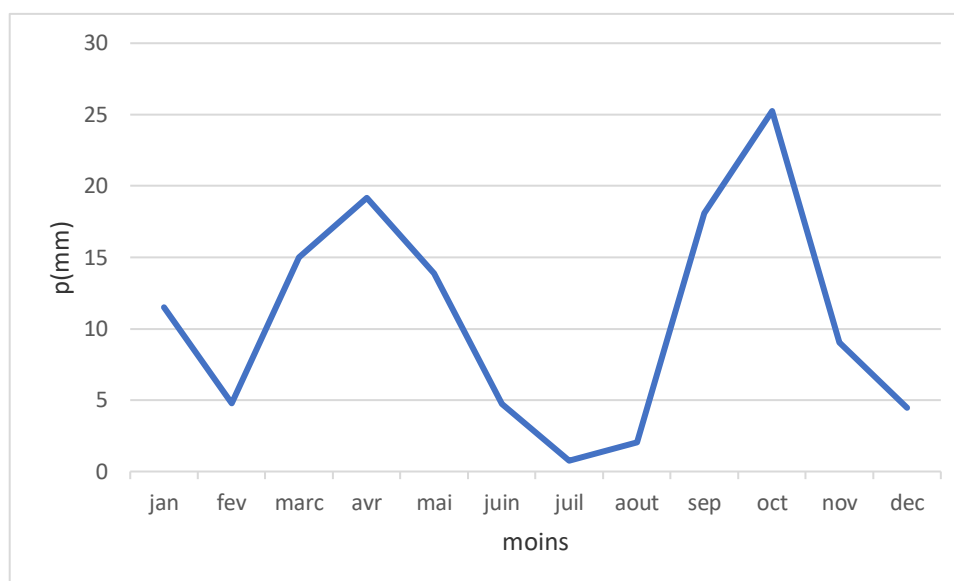


Figure 2 : Précipitation moyennes mensuelles en (mm) à Biskra (2009-2020).

D'après les valeurs de la pluviométrie moyenne mensuelle au cours des périodes (2009-2020). Durant le mois le plus chaud (juillet) avec un minimum de pluviométrie (0,76 mm), par contre le mois le plus pluvieux c'est le mois d'octobre avec un maximum de 25.25 mm.

1.2.2. Température

La température est le facteur le plus important de tous les facteurs climatiques. Elle contrôle l'ensemble des phénomènes métabolique. En effet, chaque espèce ne peut vivre que dans un certain intervalle de température (**Dreux., 1980 in YAHIAOUI. A, 2021**).

Selon (**Ramade1984 in YAHIAOUI. A, 2021**), la température représente un facteur limitant, conditionne de ce fait la Répartition de la totalité des espèces et des communautés d'être vivant dans la biosphère. Le Climat thermique du Sahara est relativement uniforme (les données sont en annexe 5).

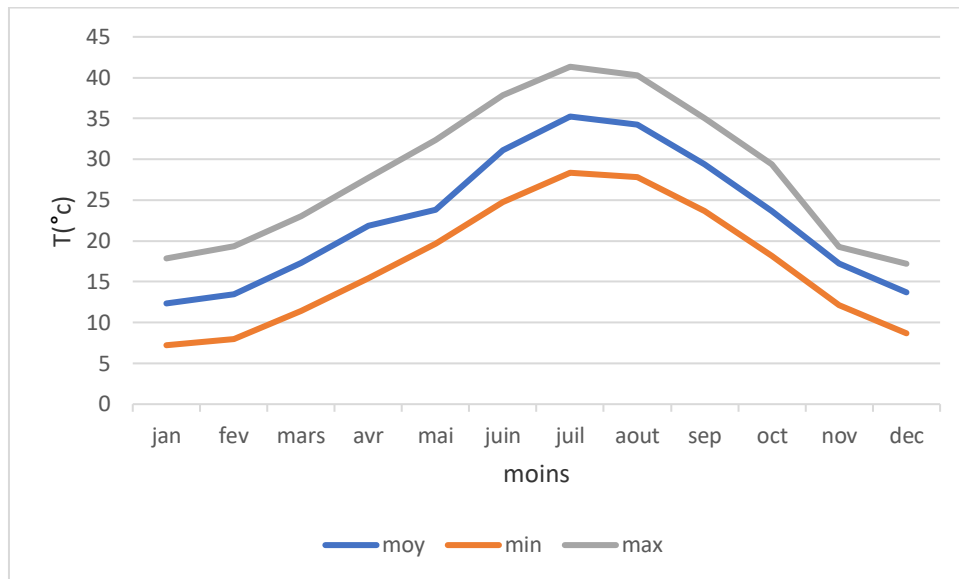


Figure 3: Température moyennes mensuelles en (mm) à Biskra (2009-2020).

D'après la figure on peut conclure que la région de Biskra est caractérisée par des fortes températures pouvant atteindre une moyenne annuelle de 20.91o C entre 2009 et 2020. La température la plus élevée est enregistré au mois de juillet (35.24 o C) et la plus faible au mois de janvier (12.34 o C).

2. Objectifs de travail

L'objectif de ce travail est de comparer l'effet des différentes doses du compost (sa composition est 50% les feuilles des palmiers dattiers et 50% de fumier ovin) sur les paramètres physiques et chimiques du sol.

3. Matériels d'étude

3.1. Matériel utilisé

3.1.1. Le sol

Le sol utilisé est celui du terrain d'expérimentation de département des sciences agronomiques de l'université de Biskra. Ces caractéristiques physicochimiques sont regroupées dans le tableau suivant :

Tableau 4 : Caractéristiques physicochimiques du sol de l'expérimentation profondeur (40cm).

| Profondeur (cm) | CE (Ds/m) Rapport 1/5 | pH Rapport 1/2.5 | P ₂₀₅ Assimilable (ppm) | Calcaire total (%) | Calcaire Actif (%) | Matière Organique (%) | K ₂ O Assimilable (ppm) | CEC |
|-----------------|-----------------------|------------------|------------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|------------------------------------|-----|
| 40 | 2.43 | 8.40 | 137 | 39.31 | 13 | 0.97 | 324.48 | 12 |

3.1.2. Matériel végétal

Le matériel végétal est constitué de la culture d'orge (variété Saïda) (**Photo 1**).

Saïda: est une variété d'orge à 6 rangs, issue de la sélection généalogique pratiquée à l'intérieure des populations locales, de l'Ouest du pays. Elle est de type printemps, à paille haute, sensible à l'Helminthosporiose (Benmahammed A., 2004 in Soufi, 2021), c'est une orge très sensible au froid, tardive, cultivée surtout sur les plaines intérieures ou les risque de gel printanier est moindre (Bouzerzour H et al., 1997 in Taïbi-Hadj et al, 2001 in Soufi, 2021) (voir Photo1).



Photo 1 : la culture d'orge de la variété Saïda (Photo originale 2022).

3.1.3. Amendements organiques utilisés

Les amendements organiques utilisés dans cette expérimentation (compost des palmiers dattiers amélioré avec un fumier ovin et bovin). Ce compost est fabriqué par l'usine palm compost, située à chetma Biskra (voir Photo 2).



Photo 2 : le compost utilisé (Photo originale 2022).

Tableau 5: propriétés physico-chimiques du compost étudié.

| CE (Ds/m) Rapport 1/5 | pH Rapport 1/2.5 | P ₂₀₅ Assimilable g/kg | K ₂ O Assimila ble | Azote total g/kg | Carbone Organique g/kg | Matière minérale g/kg | Matière Organique g/kg |
|--------------------------------|------------------------|---|-------------------------------------|------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 2.60 | 8.7 | 16.3 | 27.9 | 15.1 | 21.8 | 580 | 355 |

3.1.4. L'eau d'irrigation

L'eau d'irrigation utilisée dans expérimentation est celui de département des sciences agronomiques (l'université de Biskra) qui est caractérisée par :

Tableau 6 : la qualité chimique d'eau d'irrigation.

| CE Ds/m | pH | Cations méq/l | | | | Anions méq/l | | | |
|------------|------|------------------|------------------|------------------|----------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|
| | | Na ⁺ | Ca ⁺⁺ | Mg ⁺⁺ | K ⁺ | CO ₃ ⁻⁻ | HCO ₃ ⁻ | Cl ⁻ | SO ₄ ⁻⁻ |
| 4.93 | 7.23 | 21.28 | 15 | 20.00 | 0.21 | 00 | 7.2 | 26.56 | 15.45 |

4. Méthodes

4.1. Préparation du sol

Le sol a été préparé selon l'étape suivante :

- **Préparation du sol** : l'opération de labour a été effectuée le moins de décembre (09/12/2021),
- **Épandage de compost**: l'épandage du compost a été réalisé manuelle avant le semi.
- **Épandage d'engrais (azote, phosphore, potassium)** : a été manuellement par deux doses de 60 kg/ha pour chaque apport c'est-à-dire 36g/6m² pour chaque parcelle élémentaire à différents stade (la 1^{ère} dose a été le 22 février 2022 et la 2^{ème} dose a été le 13 avril 2022) (voir Photo 4).



Photo 4 : préparation du sol et épandage de compost (Photo originale 2022).

4.2. Dispositif expérimental

L'essai a été conduit avec un dispositif de trois blocs aléatoires, et trois traitements et un témoin, ce qui nous donne le total de 12 parcelles élémentaires cultivées.

La superficie de chaque parcelle est de 6m². (5m de longueur et 1,2m de largeur) séparé entre eux de 1m de distance.

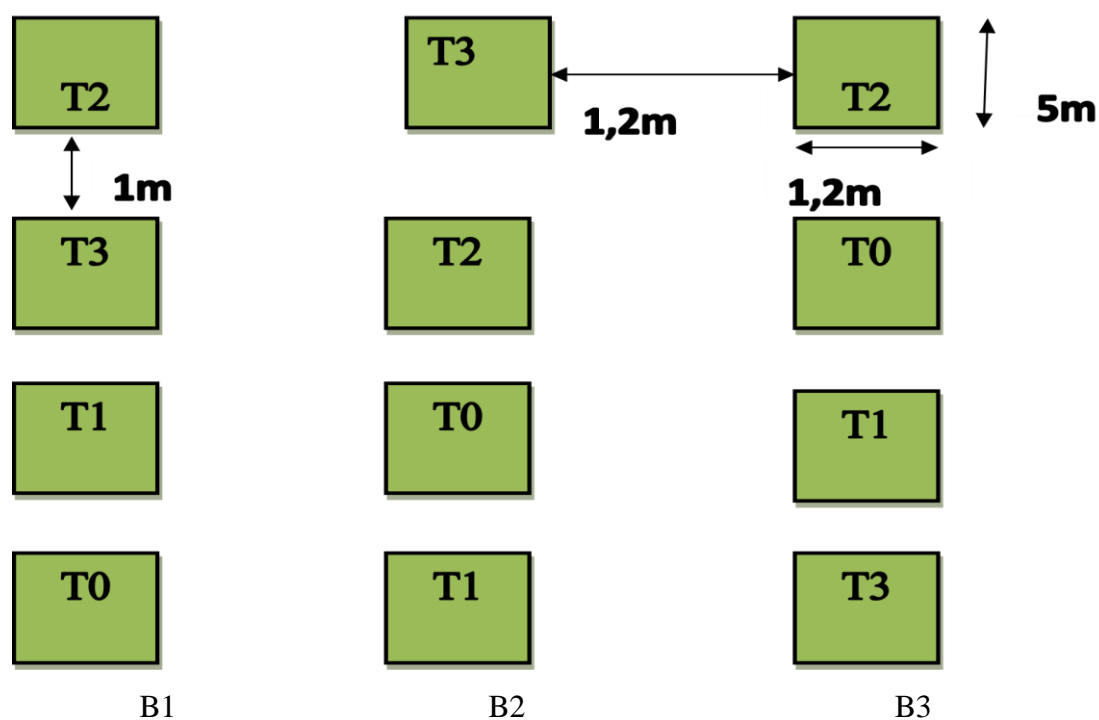


Figure 4 : Schéma de dispositif expérimental

[T0 : témoin (0 compost) ; T1 : 1.8 kg/6m² ; T2 : 3 kg/6m² ; T3 : 4.2 kg/6m²]

4.3. Quantité du compost

Le tableau suivant donne les doses de compost apporté pour chaque parcelle élémentaire.

Tableau 7 : les doses de compost apporté en kg pour chaque parcelle.

| Traitement | Dose en t/ha | Dose en kg/m ² |
|---------------|----------------------|---------------------------|
| Témoin T0 | Sans compost apporté | 0 |
| Traitement T1 | 18 | 1.8 |
| Traitement T2 | 30 | 3 |
| Traitement T3 | 42 | 4.2 |

4.4. Semi

Le semi des grains en ligne manuel est effectué le 19 décembre 2021 avec une dose de 75g pour chaque parcelle élémentaire (voir Photo 5).



Photo 5 : Le semi des grains en ligne manuel (Photo originale 2022).

4.5. Méthode d'échantillonnage

Les prélèvements des échantillons ont été réalisés par une tarière. On a fait le premier prélèvement avant le semi de la culture et deux autres prélèvements au stade du développement d'orge (tallage et récolte). Les échantillons sont recueillis dans des sachets en plastiques étiquetées qui porte ; le stade de développement, le traitement et la profondeur (voir Photo3).



Photo 3 : Méthode du prélèvement du sol par une tarière (Photo originale 2022).

5. Etude au laboratoire

Toutes les analyses des échantillons du sol, sont effectuées au niveau du laboratoire de la station ITDAS- Biskra et au niveau de laboratoire de département des sciences agronomiques de l'université de Biskra.

5.1. Préparation des échantillons du sol

Les échantillons des sols prélevés ont été séchés dans l'étuve. Après le séchage vient le broyage et enfin le tamisage avec un tamis de 2 mm (voir photo 6).



Photo 6 : séchage, broyage et tamisage du sol (Photo originale 2022).

5.2. Méthodes d'analyses physico-chimiques

Les différents protocoles que nous avons utilisés dans le dosage des paramètres physico-chimique ont été donnés dans l'annexe 1.

5.2.1. Granulométrie

On a fait l'analyse de la granulométrie par tamiseur (voir photo 7).



Photo 7 : Granulométrie du sol (Photo originale 2022).

Avec un diamètre : 500um, 250um, 50,0.

5.2.2. pH

On a mesuré le pH de l'échantillon par pH mètre type *PHM 240*. Elle est la mesure de la concentration en ions hydrogènes (H^+) de la solution, et traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14 et 7 étant le pH de neutralité. Il est représenté par une expression logarithmique. Le pH influence la forme et la disponibilité des éléments nutritifs dans le sol (RIEUL & RUELLE, 2003 in SOUFI, 2021) (voir photo 8).



Photo 8 : Détermination du pH (photo originale 2022).

5.2.3. Conductivité électrique

On a déterminé la conductivité électrique spécifique par conductimètre *type HANNA EC 214*.

Une valeur élevée de la salinité signifie une grande quantité d'ions en solution, ce qui rend plus difficile l'absorption du sol et des éléments minéraux par la plante. Une salinité trop élevée peut causer des brûlures racinaires (voir photo 9).



Photo 9 : Détermination de la CE du sol (photo originale 2022).

5.2.4. Matière organique

On a déterminé le taux de la matière organique (MO) du sol a été réalisé par la méthode Walkley et Black (voir Photo 10).



Photo 10 : Dosage du MO (photo originale 2022).

5.2.5. Calcaire totale

On a déterminé le calcaire total par Calcimètre de Bernard (voir Photo 11).



Photo 11 : mesure calcaire totale (photo originale 2022).

5.2.6. Calcaire actif

On a déterminé par la méthode de Drouineau-galet (voir Photo 12).



Photo 12 : mesure calcaire actif (photo originale 2022).

5.2.7. Capacité d'échange cationique CEC

On a réalisé l'analyse par centrifugeuse à 3000 t/min à 5min (voir Photo 13).



Photo 13 : capacité d'échange cationique CEC (photo original).

5.2.8. Dosage de sodium Na^+ échangeable

On a réalisé l'analyse par photomètre à flamme type *JUNWAY PFP* (voir photo 14).



Photo 14 : Dosage de sodium Na^+ échangeable (photo originale 2022).

5.2.9. Dosage de Phosphore assimilable

Le dosage de Phosphore assimilable a été fait par méthode de Joret-Hebert (voir Photo15).



Photo 15 : Dosage de Phosphore assimilable (photo originale2022).

5.2.10. Dosage de potassium K^+ échangeable

Le dosage de Potassium a été réalisé par l'appareil photomètre à flamme type *JUNWAY PFP* (voir Photo16).



Photo 16 : dosage de K^+ (photo originale 2022).

5.2.11. Dosage de sulfate (SO_4^-)

Le dosage de Sulfate (SO_4^-) a été fait par la méthode gravimétrique (voir Photo17).



Photo 17 : dosage de sulfate SO_4^- (photo originale 2022).

5.2.12. Dosage de calcium Ca^{2+} soluble

Le dosage de calcium soluble a été titré avec l'EDTA jusqu'à l'apparition de la coloration mauve (voir Photo18).



Photo 18 : Dosage de Ca^{2+} soluble (photo originale 2022).

5.2.13. Dosage du Mg^{2+} et Ca^{2+}

Le dosage de Magnésium a été fait par l'EDTA jusqu'à l'apparition de la coloration bleu (voir Photo19).



Photo 19 : Dosage du Mg^{2+} et Ca^{2+} (photo originale2022).

5.2.14. Dosage de chlorure (Cl^-)

Le dosage de Chlorure a été réalisé par méthode de Mohr (voir Photo20).

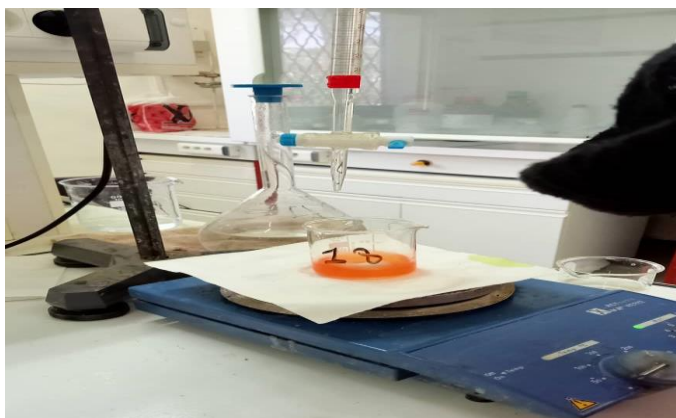


Photo 20 : Dosage de Cl^- (photo originale 2022).

5.2.15. Dosage de bicarbonates (HCO_3^-)

Le dosage de Bicarbonates a été titré avec l'acide sulfurique jusqu'à l'apparition de la coloration orange (changement de la coloration : jaune orange) (voir Photo21).

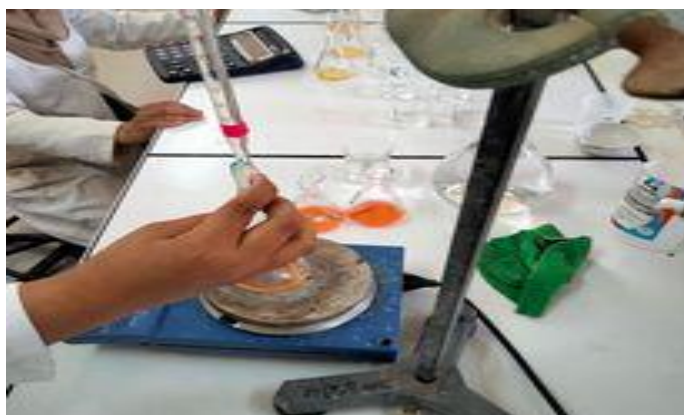


Photo 21 : Dosage de HCO_3^- (photo originale 2022).

5.2.16. Dosage de carbonates (CO_3^{2-})

Le dosage de Carbonates a été titré avec l'acide sulfurique jusqu'à la disparition de la couleur rose (voir photo 22).



Photo 22 : Dosage de CO_3^{2-} (photo originale2022).

5.2.18. Dosage de potassium assimilable

Le dosage de Potassium assimilable a été fait par photomètre à flamme type *JUNWAY PFP* (voir photo 23).



Photo 23 : Dosage de potassium assimilable (photo original2022)

5.2.19. Dosage d'azote

Le dosage d'azote a été fait par la méthode kaldjehale (voir photo 24).



Photo 24 : Dosage d'azote (photo originale 2022).

1- Analyse granulométrique

L'analyse granulométrique est une étape essentielle pour la classification d'un sol qui consiste à mesurer la dispersion des grains d'un sol suivant leurs dimensions. Selon (RICHER de forges et al., 2008 in AISSAOUI., 2019) la composition granulométrique est généralement représentée par l'appartenance à une classe texturale située dans un diagramme triangulaire ou équilatéral.

Tableaux 8 : présenter les résultats de la granulométrie du sol.

| Diamètre des tamis | Pourcentage |
|--------------------|-------------|
| (2mm-500um) | 19.8166 |
| (500um-250um) | 17.139 |
| (250um-50um) | 47.695 |
| < 50 | 13.998 |

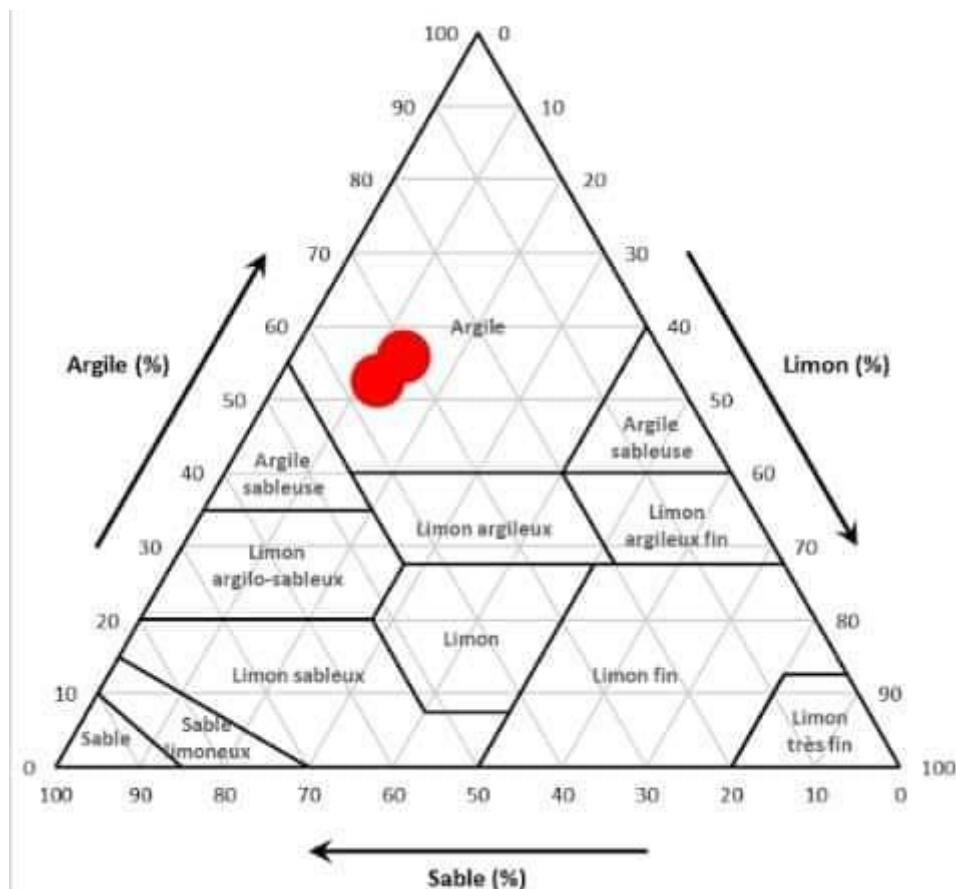


Figure 5 : Triangle textural (CLEMENT et FRANCOISE, 1998).

Le sol analysés par le biais de triangle texturale révèlent l'existence la textures du sol dans la région d'étude (Argileuse).

2. L'effet compost sur les paramètres physique et chimique

2.1 Evolution du pH

L'étude de l'effet de compost dans notre essai a nécessité l'étude de variation du pH du sol selon deux stades du cycle cultural pour les quatre traitements et dans la profondeur (0-20 cm) et (20-40 cm).

Les données de mesure sont dans l'annexe 2. La figure (6) présent l'évolution du ph dans les eux profondeurs et pour les quatre traitements, on remarque le pH pour les quatre traitements a évolué de la transplantation jusqu'à la récolte. La valeur de du pH est entre la valeur minimale qui est de 6.17 dans le stade maturation en profondeur 20-40cm et une valeur maximale de 8.74 au stade tallage en profondeur 0-20cm

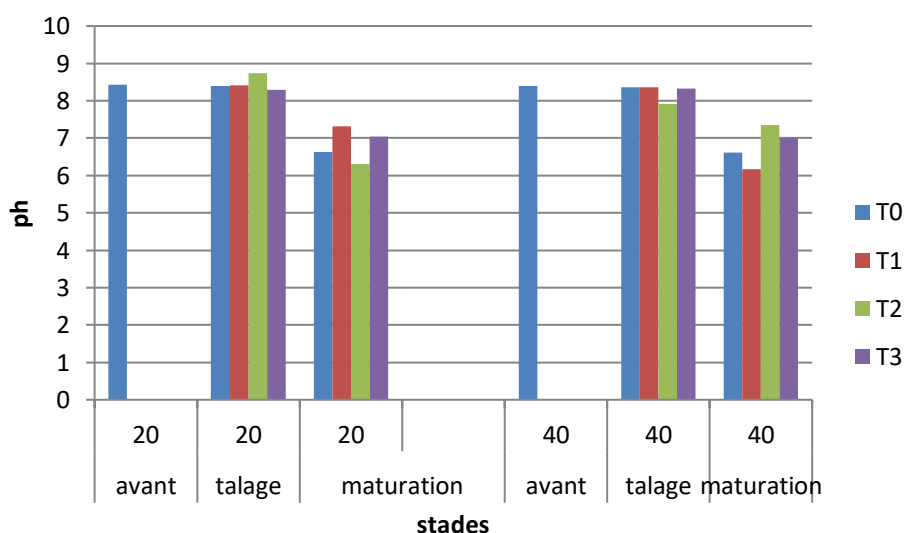


Figure 6 : l'évolution du pH dans le sol à (0-20cm) et (20-40cm) pour les différents traitements.

L'augmentation et la diminution des valeurs du pH observé en réponse à l'apport organique sont dues à la nature de la matière organique utilisée ou à la libération des éléments minéraux qui augmente ou diminue l'alcalinité du sol (BUSNOT et al. 1995).

2.2 Evolution de la conductivité électrique (CE)

L'étude de l'effet de compost dans notre essai a nécessité l'étude de variation de la CE du sol selon deux stades du cycle de la culture d'orge pour les quatre traitements et dans les profondeurs (0-20 cm) et (20-40 cm).

Les données de mesure sont dans l'annexe 2. La figure (7) présente l'évolution de la CE dans les deux profondeurs et pour les quatre traitements, on remarque que pour les trois traitements (T0, T1, T3), la conductivité a augmenté dans les deux profondeurs pour les deux stades est de 2.42Ds/m à 5.6Ds/m, par contre la valeur de CE pour le traitement T2 est de 2.12Ds/m dans la profondeur (0-20cm) et 2.27Ds/m dans la profondeur (20-40cm) pour le stade tallage.

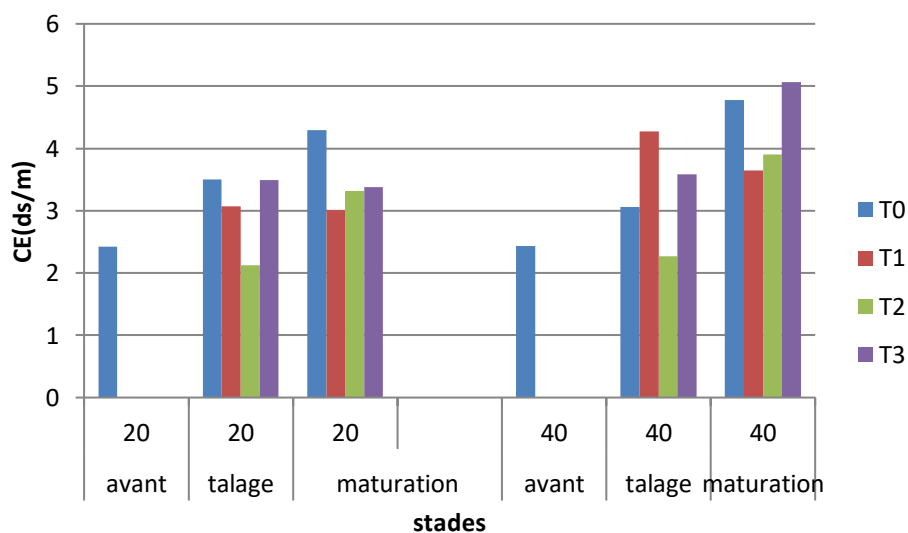


Figure 7 : l'évolution de la CE dans le sol à (0-20 cm) et (20-40 cm) pour les différents traitements.

La diminution des valeurs de la conductivité électrique (CE) observées en réponse à l'utilisation de compost par rapport au teneur initiale sont dues à la libération des éléments minéraux suite au processus de lessivage. Par contre, l'augmentation des valeurs de la conductivité électrique (CE) observées par rapport au teneur du témoin sont dues à la biodégradation des produits organiques apportés au sol. (Aissaoui., 2019).

2.3 Evolution de matière organique(MO)

L'étude de l'évolution de la matière organique dans le sol a été faite selon deux stades du cycle cultural.

Les données de mesure sont dans l'annexe 2. La figure (8) présente l'évolution de la matière organique dans les deux profondeurs et pour les quatre traitements, on remarque que la matière organique existant dans le sol a augmenté très rapidement après l'épandage du compost, pour à maximum dans le stade tallage de la culture dans les traitements T3, T2 et T1 et dans les deux profondeurs contrairement dans le traitement T0 qui indique une évolution très lent de la matière organique dans le sol, mais juste dans le stade maturation cette teneur de MO % est diminué.

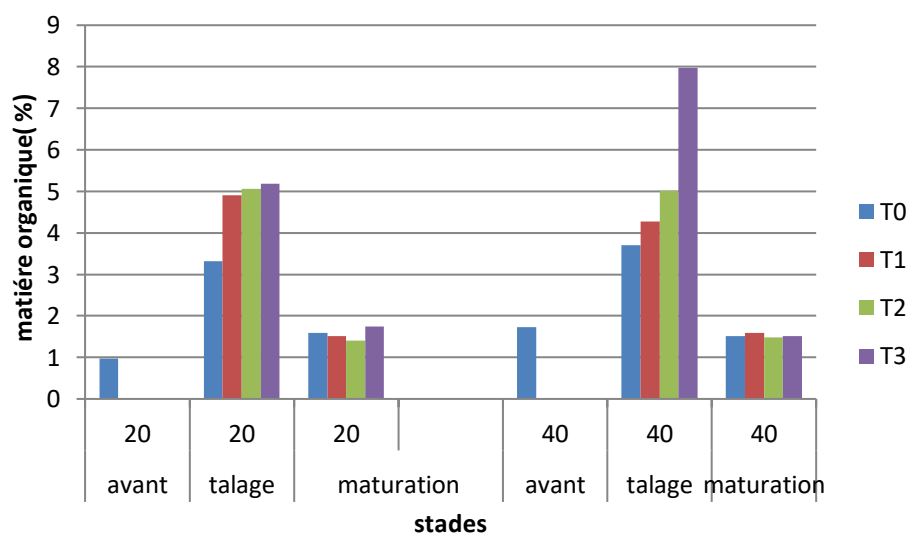


Figure 8 : le l'évolution de la matière organique dans le sol à (0-20cm) et (20-40cm) pour les différents traitements.

Cette diminution est expliquée par l'absorption des éléments nutritifs par la culture.

2.4 Evolution le phosphore assimilable

L'étude de l'évolution le phosphore assimilable dans le sol a été faite selon deux stades du cycle cultural.

Les données de mesure sont dans l'annexe 2. La figure (9) présent l'évolution le phosphore assimilable dans les deux profondeurs et pour les quatre traitements, on remarque que le phosphore pour :

- Le traitement T0 a augmenté dans les deux profondeur (20-40cm) pour le stades maturation les valeurs sont 157 ppm à 796.83 ppm et une diminution dans les deux profondeur pour le stade tallage avec une valeur de 12.6 ppm
- Pour les traitements T1 une diminution dans les deux profondeurs pour le stade tallage et maturation les valeurs entre 139 ppm à 125.5 ppm
- Pour les traitements T2 une augmentation dans les deux profondeurs pour le stade tallage les valeurs entre 38.66 ppm à 70 ppm et maturation 339 ppm à 379.5 ppm
- Pour les traitements T3 une augmentation dans les deux profondeurs pour le stade tallage les valeurs entre 78.66 ppm à 142.16 et pour le stade maturation en augmentation dans la profondeur 20cm 966.5 ppm par contre la profondeur 40cm en diminution arrive à 369.66 ppm.

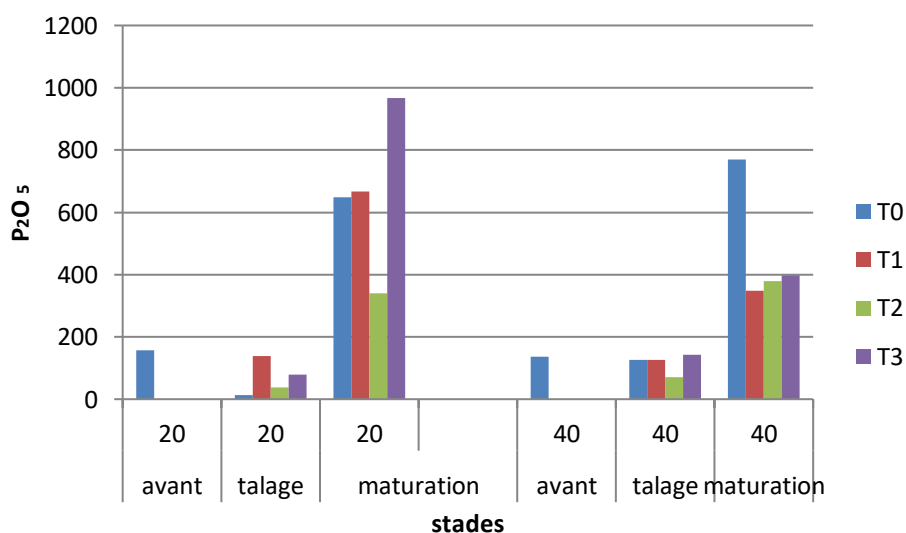


Figure 9 : le l'évolution le phosphore assimilable dans le sol à (0-20cm) et (20-40cm) pour les différents traitements.

Les fractions solubles de phosphore devraient stimuler la croissance racinaire et faciliter une plus grande exploitation du sol enrichi en phosphore (ZAITER G., DAAS M, 2019)

2.5 Evolution le potassium assimilable

L'étude de l'évolution le potassium assimilable dans le sol a été faite selon deux stades du cycle cultural.

Les données de mesure sont dans l'annexe 2. La figure (10) présent l'évolution le potassium assimilable dans les deux profondeurs et pour les quatre traitements, on observe qu'il y a une variation instable entre les valeur pour les stades étudié et les profondeur, une augmentation dans les traitement T2et T3 dans les stades étudié et dans les profondeur (20-40cm) la valeur maximale a été de 375.98 ppm et une valeur minimale dans les traitements T0et T1 dans les stades et dans les profondeur (20-40cm) avec une valeur minimale de 272.97 ppm.

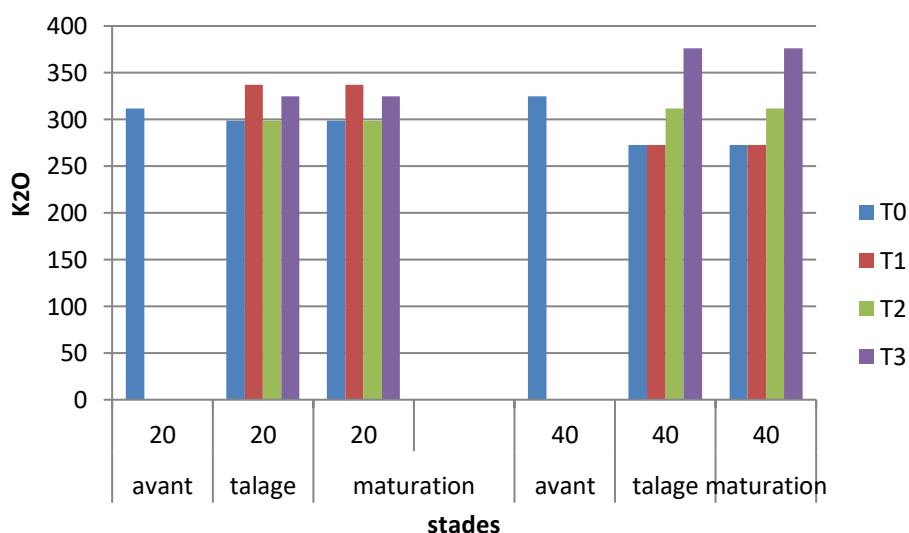


Figure 10 : le l'évolution le potassium assimilable dans le sol à (0-20cm) et (20-40cm) pour les différents traitements.

2.6 Evolution de calcaire totale

L'étude de l'évolution de calcaire totale dans le sol a été faite selon deux stades du cycle cultural.

Les données de mesure sont dans l'annexe 2. La figure (11) présente l'évolution de calcaire totale dans les deux profondeurs et pour les quatre traitements. On observe qu'il y a une variation instable entre les valeurs pour les traitements T0, T1, T2, T3 dans les stades étudiés et les deux profondeurs.

La concentration maximale en calcaire total dans les sols est enregistrée avec la valeur de 45.07 % pour la profondeur 20cm dans le stade maturation.

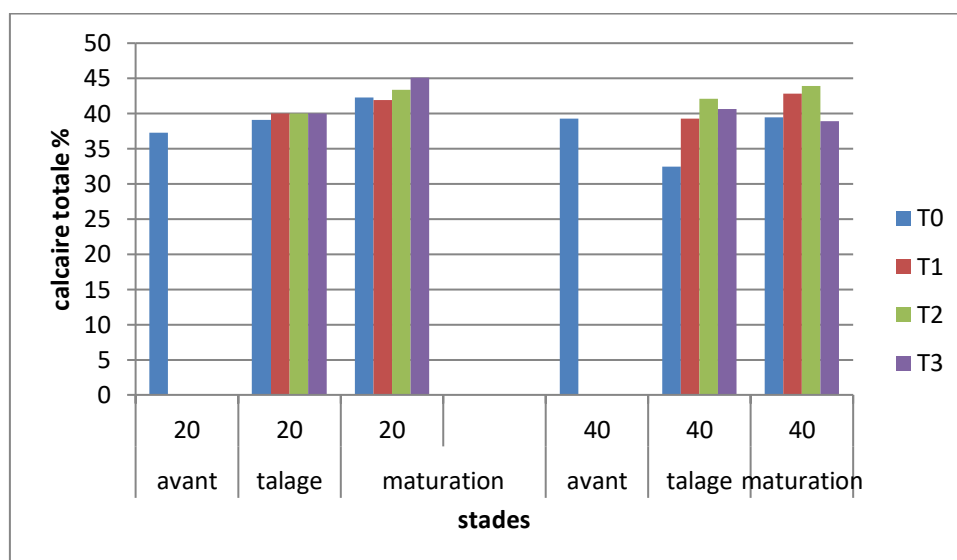


Figure 11 : le l'évolution de calcaire totale dans le sol à (0-20cm) et (20-40cm) pour les différents traitements.

La diminution et l'augmentation de taux de calcaire des sols traités par rapport aux sols témoin peuvent être dues à la solubilisation du calcaire sous l'effet de l'irrigation et l'apport de la matière organique est les engrais

2.7 Evolution de calcaire actif

L'étude de l'évolution de calcaire actif dans le sol a été faite selon deux stades du cycle cultural.

Les données de mesure sont dans l'annexe 2. La figure (12) présente l'évolution de calcaire actif dans les deux profondeurs et pour les quatre traitements. Il est clair d'après les

résultats obtenus que les échantillons des sols traité par les différentes traitements on fait augmenter le calcaire actif du sol par rapport au témoin pour les stades étudié et les deux profondeurs.

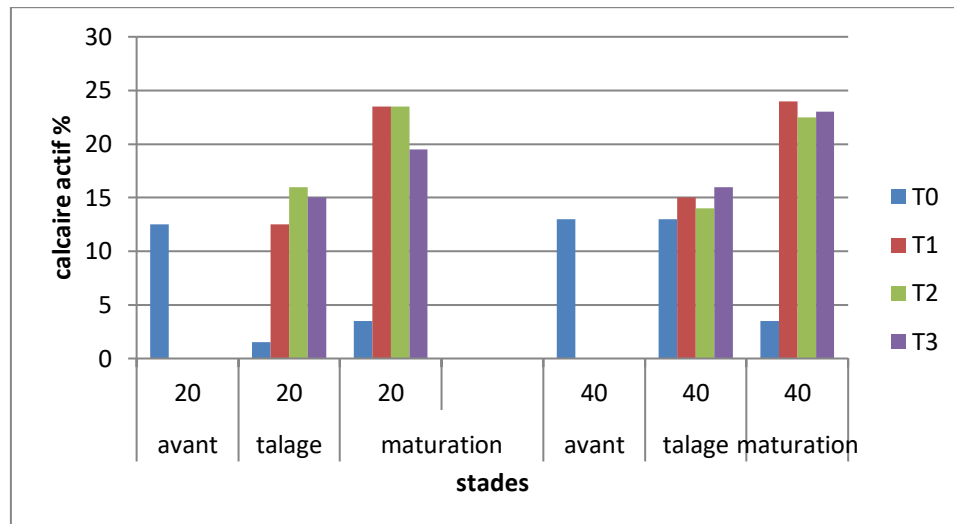


Figure 12 : le l'évolution de calcaire actif dans le sol à (0-20cm) et (20-40cm) pour les différents traitements.

Il est claire d'après les résultats obtenus que les échantillons des sols traité par les différentes traitements on fait augmenter le calcaire actif du sol par rapport au témoin pour les stades étudié et les deux profondeurs.

2.8 Evolution d'azote totale

L'étude de l'évolution d'azote totale dans le sol a été faite selon deux stades du cycle cultural.

Les données de mesure sont dans l'annexe 2. La figure (13) présent l'évolution d'azote totale dans les deux profondeurs et pour les quatre traitements.

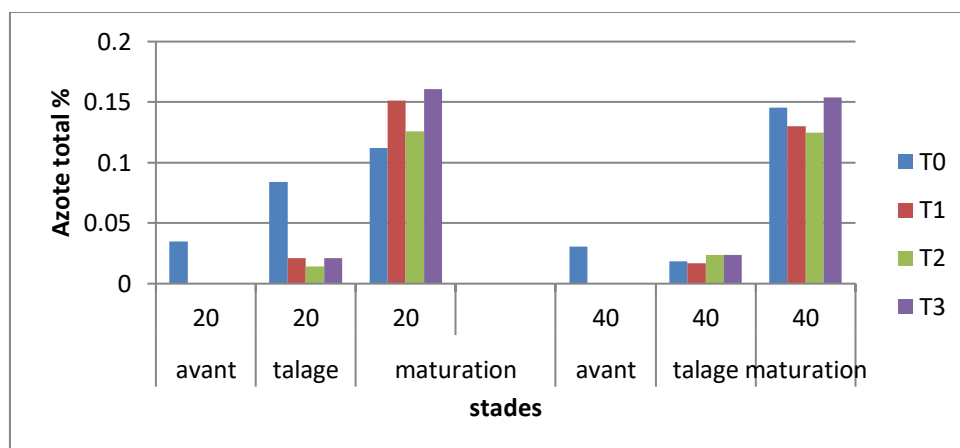


Figure 13: le l'évolution d'azote totale dans le sol à (0-20cm) et (20-40cm) pour les différents traitements.

L'azote a de nombreuses fonctions mais la plus importante est celle d'être un composant essentiel des aminoacides et des protéines. C'est un élément déterminatif du développement végétatif de la plante et donc nécessaire qu'il soit présent durant toutes les phases de développement de la plante. Il est consommé par les racines des plantes sous sa forme nitrique (NO_3^-) en grande partie (80 à 90%) ou sous sa forme ammoniacale (NH_4^+) en petite quantité (10 à 20%). Aussi, un taux équilibré de l'azote N permet de favoriser l'activité photosynthétique de la plante, une croissance végétative importante et une bonne coloration du feuillage (ZAITER G., DAAS M, 2019).

2.9 Evolution de la Capacité d'échange cationique (CEC)

L'étude de l'évolution de la Capacité d'échange cationique dans le sol a été faite selon deux stades du cycle cultural.

Les données de mesure sont dans l'annexe 2. La figure (14) présent l'évolution de la Capacité d'échange cationique dans la profondeur (40cm) et pour les quatre traitements.

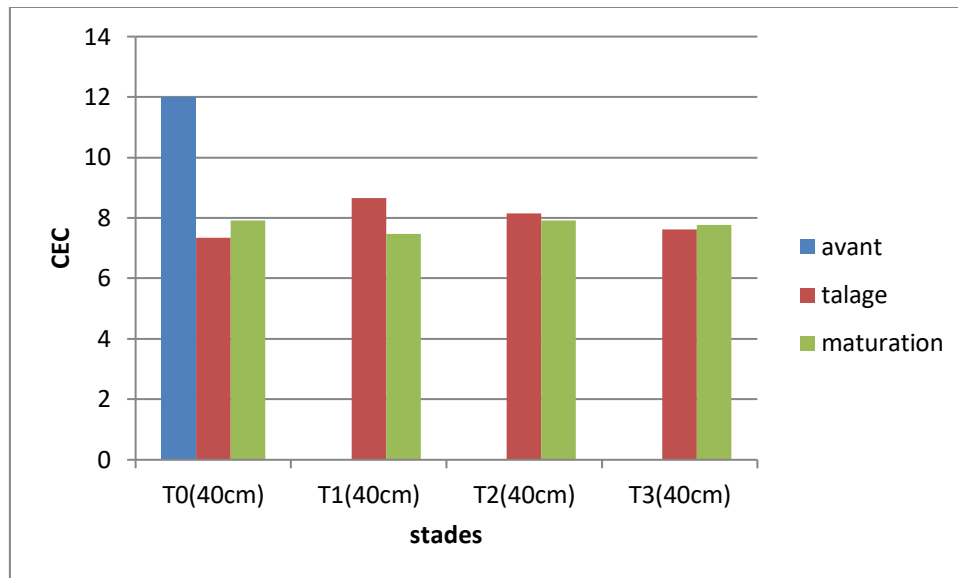


Figure 14 : le l'évolution de la Capacité d'échange cationique dans le sol à (40cm) pour les différents traitements.

Il est claire d'après les résultats obtenus que les échantillons des sols traité par les différentes traitements on fait diminution de la Capacité d'échange cationique du sol par rapport au témoin pour les stades étudié dans la profondeur (40cm).

Les résultats des CEC montre que a donné une teneur le plus élevée 12 mol/kg dans le traitement T0 et la valeur le plus bas 7.35 mol/kg du témoin pour le stade tallage.

2.10 Evolution des cations solubles

L'étude de l'évolution des cations solubles dans le sol a été faite selon deux stades du cycle cultural.

Les données de mesure sont dans l'annexe 2. La figure (15) présent l'évolution des cations solubles dans les deux profondeurs et pour les quatre traitements.

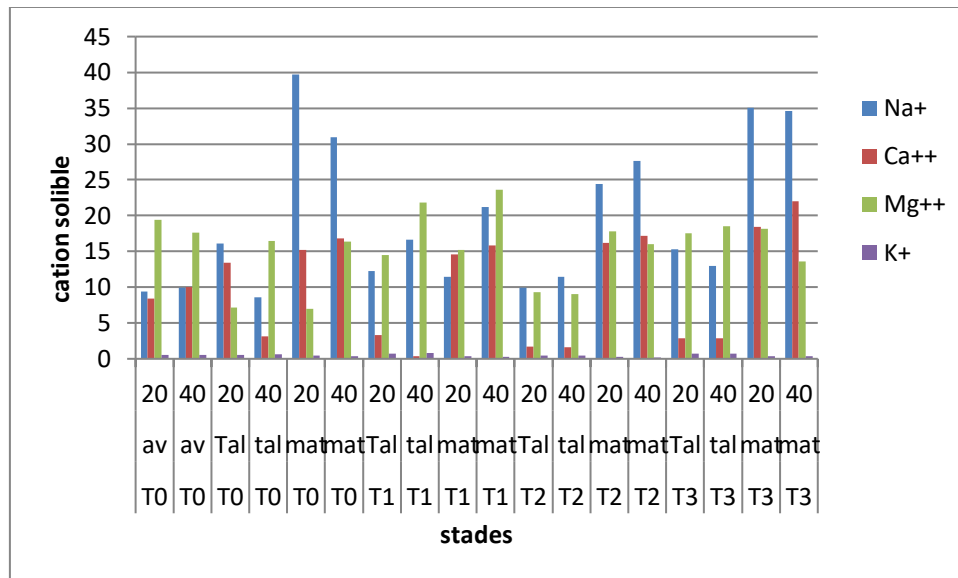


Figure 15 : le l'évolution des cations solubles dans le sol à (0-20cm) et (20-40cm) pour les différents traitements.

Il y a une dominance du Na⁺⁺ dans les types du dispositif expérimental adopté avec un taux importante par rapport aux autres cations, vient le calcium Ca⁺⁺ en deuxième position avec des teneurs faibles par rapport au Mg⁺⁺. Le Na⁺ et K⁺ vient en derniers position avec des faibles concentrations pour les types du dispositif expérimentales.

- Il y a un lessivage des cations pour les sols traités avec différentes traitement d'une part et le témoin d'autre part en comparaison avec les teneurs initiales des cations.

En général, les valeurs des cations solubles du sol enregistrent une notable augmentation avec la profondeur pour les différents traitements utilisés et le témoin. Ces résultats sont en concordance avec les valeurs de la CE obtenus.

2.11 Evolution des anions solubles

L'étude de l'évolution des anions solubles dans le sol a été faite selon deux stades du cycle cultural.

Les données de mesure sont dans l'annexe 2. La figure (16) présent l'évolution des anions solubles dans les deux profondeurs et pour les quatre traitements.

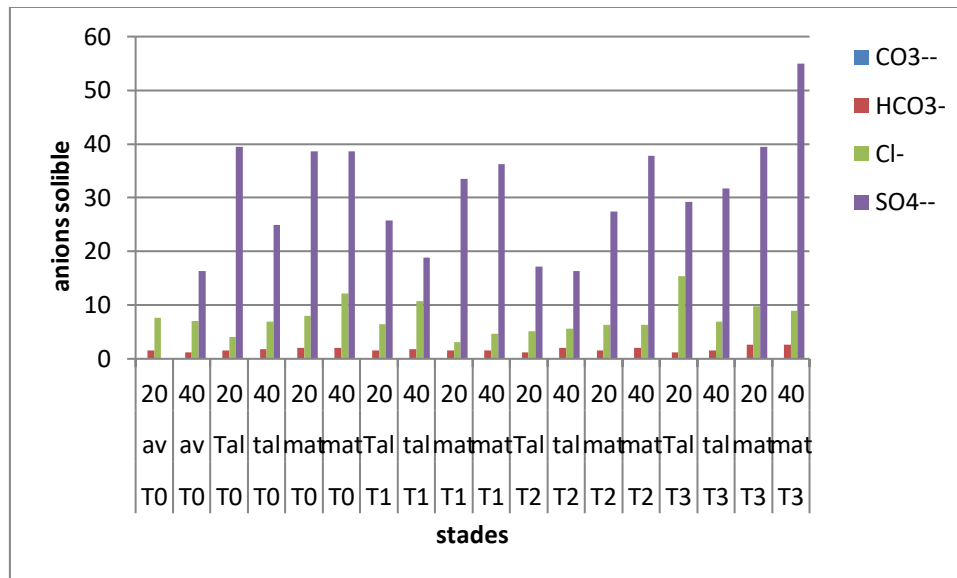


Figure 16 : le l'évolution des anions solubles dans le sol à (0-20cm) et (20-40cm) pour les différents traitements.

L'ion sulfate (SO_4^{2-}) se trouve en quantité prédominante pour les quatre traitements testés, il représente un pourcentage massique dans les sols traités.

En deuxième position viens le chlore. Et les bicarbonates viennent en troisième position toujours à des concentrations très faible par rapport aux sulfates et les chlorures, Tandis que les carbonates en dernier position avec des concentrations nulles pour les types du dispositif expérimentales adoptés.

- Il y a un lessivage des anions pour les sols traités avec différentes traitements d'une part et le témoin traité.

- Les résultats obtenus dans cette étude montrent qu'il y a une concordance entre les valeurs obtenues de l'évolution des anions solubles et les teneurs obtenues de l'évolution de la CE.

A partir des résultats obtenus à la fin de cette étude sur l'effet du compost sur les paramètres physiques et chimiques du sol on peut conclure que :

- Texture : les sols analysés révèlent l'existence d'une textures ; argilo-limoneuse.
- L'amélioration des propriétés physicochimiques du sol (capacité de rétention, pH, CEC, MO.....).
- Pour l'évolution du Ph : La valeur de du pH est entre la valeur minimale qui est de 6.17 dans le stade maturation en profondeur 20-40cm et une valeur maximale de 8.74 au stade tallage en profondeur 0-20cm,
Le pH du sol traité a un caractère basique dans l'ensemble et évoluant vers le neutre.
- la conductivité a augmenter dans les deux profondeurs pour les deux stades est de 2.42Ds/m à 5.6Ds/m, par contre la valeur de CE pour le traitement T2 est de 2.12Ds/m dans la profondeur (0-20cm) et 2.27Ds/m dans la profondeur (20-40cm) pour le stade tallage, tous les échantillons étudiés sont très salé a extrêmement salé.
- Pour l'évolution de la MO dans le sol : le traitement T3 (4.2 Kg/6m²) a contribué à l'amélioration du taux de la matière organique dans le sol significativement par rapport au les traitements T2 (3 Kg/6m²), T1 (1.8Kg/6m²) et au traitement T0 sans compost les stades étudiés et les deux profondeurs (20-40cm) qui indique une richesse en humus et par conséquent une meilleur disponibilité en élément nutritifs.
- Pour l'évolution de CEC montre que a donné une teneur le plus élevée 12 mol/kg dans le traitement T0 et la valeur le plus bas 7.35 mol/kg du témoin pour le stade tallage, généralement la CEC est faible.
- Le sol traité est riche en cation (Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺, Na⁺), [Na]⁺ > [Ca] > [Mg]⁺⁺ > [K] et anion (SO₄⁻, Cl⁻, HCO⁻) [SO₄⁻] > [Cl] > [HCO⁻] manque de CO₃⁻, pour les stades étudiés et les deux profondeurs (0-20cm) et (20-40cm).
- L'épandage du compost a eu un impact positif sur L'amélioration des propriétés physicochimiques au premier et au second cycle de culture.
- Les différentes doses du compost ont le même effet sur l'amélioration des propriétés physicochimiques du sol.

- Les résultats obtenus dans ce travail permettent une meilleure connaissance des caractéristiques favorisant l'obtention de meilleurs rendements à partir des composts de déchets. Une forte maturité de la matière organique du compost et leur enrichissement en nutriments.
- Enfin, on peut dire que le compost du palmier a une grande importance sur l'amélioration des propriétés physicochimiques du sol pour la croissance et le rendement de la culture d'orge en créant un milieu favorable dans des conditions sévères de développement surtout dans un sol salé et calcaire.

Référence bibliographiques

ADEME, 1993. Méthodologie de caractérisation des ordures ménagères: Agence de l'environnement et de la maîtrise d'énergie, Connaître pour Agir, guides et cahiers techniques, p.60.

AFNOR, 2006. Qualité des sols, méthodes de prélèvement d'échantillon de terre. Norme Française Homologuée. 80p.

AISSAOUI.H, 2019. caractérisation et dynamique des métaux lourds (Cu,Zn et Mn) dans le sol de la région de Biskra sous l'effet de matière organique. Thèse de Doctorat en science agronomique,univ.Biskra. 104p.

ALBRECHT R., 2007. Co-compostage de boues de station d'épuration et de déchets verts : Nouvelle Méthodologie du suivi des transformations de la matière organique. Thèse Pour obtenir le grade de docteur de l'Université PAUL CEZANNE AIX MARSEILLE III. 189p

ANDRE CARRIER., 2014. Agronome, M. Sc. Conseiller régional en horticulture.

APV Compost, 2001. Etude d'impact et de danger, site d'Inisten-viaporc, 28p.

ATTRASSI B., MRABET L., DOUIRA A., OUINE K., EL HALOUI N., 2005. Etude de la valorisation agronomique des composts des déchets ménagers. Université Ibn Tofail. Kenitra (Maroc) 6P.

BENGTSON, G. W. AND CORNETTE, J. J., 1973. Disposal of composted municipal waste in a plantation of young slash pine. Effect on soil and tree, J. Environ. Qual., 2 , pp :441-444.

BOUKHELOUF .W, 2018. La biodiversité des arthropodes (coleopteres) dans le vignoble et Oliveraie au Ziban. Thèse,univ.Biskra. pp : 3-4.

BRULA, P., NAQUIN, P., et PERRODIN, Y., 1995. Etude bibliographique des rejets des différentes techniques de traitement de résidus urbains. Vol.2. L'incinération et la décharge. Lyon (France) INSA valor. Division Polden, ADEME (Anger), p. 74.

BUSNOT A., BUSNOT F., LE QUERLER J. et YAZBECK J., 1995 - Caractérisation de matériel humique, d'origine terrestre de la région Bas-Normande. *Thermochimica Acta.* 254, 319–330.

CHABALIER, P.F., VIRGINIE V.D.K., ET HERVE S.M. 2006, Guide de la fertilisation organique à la REUNION, Chambre d'agriculture de la Réunion, CIRAD, p. 106-115

CLEMENT M., et FRANÇOISE P., 1998 - Analyse physique des sols : méthodes choisissés. 3 éd. Londre-Paris- New York. 387 p.

CUINIER, C., 1975. Recherche sur la microflore édaphique des terroirs viticoles de Touraine. Application culturale. Thèse, Fac. Sci. Clermont Ferrand. 277 p.

DE BERTOLDI, M., VALLINI, G., et PERA, A., 1983. The biology of composting: A review, Waste Management and Research. Vol.1, p. 157-176

EDDY MERCIER, 2019. Composter, C'est facile.

Référence bibliographiques

Francou C., (2003). Stabilisation de la matière organique au cours du compostage de déchets urbains : Influence de la nature des déchets et du procédé de compostage –Recherche d'indicateurs pertinents. Thèse présentée pour l'obtention du grade de docteur de l'Institut National Agronomique Paris Grignon (INAPG). 286P.

GIORDANO, P.M., and MAYS, D.A., 1977. Effect of land disposal application of municipal wastes on crop yields and heavy metal uptake. U.S. EPA Technol. Ser. EPA-00/2-77, p14

GOLUEKE, C. G. et DIAZ, L. F., 1990. Un derstanding the basics of composting. Biocycle n°31, p.56

HE, T.J., LOGAN AND TRaine, S.J., 1995. Physical and chemical characteristics of selected US municipal solid waste composts, *J. Environ. Qual.* 24, pp. 543–552.

HOUOT S., FRANCOU C., VERGE L. C., BOURGEOIS S., LINERES M., MOREL P.,
III. 189p.

ITAB, 2001. Guide des matières organiques, tome 2, 91p.

JUSTE, C. et SOLDA, P., 1977. Etude des possibilités d'utilisation des composts d'ordures ménagères comme supports des cultures maraichères. Dans « Actes du 1er symposium sur la recherche en matière de sol et déchets solides », Ministère de la culture et de l'environnement, Paris. 30 p.

KHIM-HEANG, S., et CORVI, C., 2000. Programme de surveillance de la teneur en métaux des denrées alimentaires : plomb, cadmium, cuivre et zinc dans les salades de laitue. Vol.91, n°2, pp 186-190

KIELH, E.J., 1985. Fertilizantes orgânicos, *Agronômica Ceres*, Piracicaba, Brasil, p. 417 – 431.

LARBI M., 2006. Influence de la qualité des composts et de leurs extraits sur la protection des plantes contre les maladies fongiques. Thèse présentée à la Faculté des sciences de l'université de Neuchâtel pour l'obtention du titre de Docteur ès-sciences. 161 p.

LEMIERE, B., SEGUIN, J.J., LE GUERN, C., GUYONNET, D., BARRANGER, PH., SAADA, A., avec la collaboration de **DARMENDRAIL, D., CONIL, P., BODENAN, F., FAUCONNIER, D., HUBE, D. ET COLOMBANO, S., 2008.** Guide sur le comportement des polluants dans les sols et nappes. Documents du BRGM 300, p. 21 – 25

MENSAH, A., 2006. People and their waste in an emergency context: The case of Monrovia, Liberia, *Habitat International* 30(4), p : 754-768.

MERDACI, A., ATIA, S, 2006. L'étude de la fertilisation organique et ses impacts sur la production de la tomate sous serre en milieu salin. Mémoire du diplôme d'ingénieur d'état en agronomie, univ. Biskra. Pp :3-4.

Référence bibliographiques

MOSLER, H.J., DRESCHER, S., ZURBRÜGG, C., RODRIGUEZ, T.C., MIRANDA, O.G., 2006. Practices of households in santiago de Cuba. Cuba, Habitat International 30(4), p.849-862

MUSTIN, M., 1987. Le compost, gestion de la matière organique, 954p.

NGNIKAM, E., NDOUMBE, N., H., WETHE J., 1995. Mise en place de dix compostières dans les quartiers de Yaoundé: Animation et participation de la population. Réseau africain du compost, compte rendu de la première conférence. Dakar, p.60.

ONWUENE, I.C. ET SINHA, T. D., 1991. Field and vegetable production in warm climate. Mac. Millan, London, U.K., p.220

OULD TOURAD, M., OULD MOULAYE ZEINE, S.A., 2003. Projet d'appui aux petits transporteurs des déchets solides du quartier Basra à Nouakchott, Mauritanie; (Final report), Nouakchott, Mauritanie. p.22-34

PARNAUDEAUV.,BISSONNAIS Y., DIGNAC M. F., DUMAT C., CHEIAB A. ET POITRENAUD M., 2003. Agriculture et épandage des déchets in : Les Dossiers de l'environnement de l'INRA. N° 25, INRA, 107-123.

PARROT, L., SOTAMENOU, J., and KAMGNIA, D.B., 2008. Municipal solid waste management in Africa: Strategies and livelihoods in Yaoundé, Cameroon, country report, Elsevier, doi: 10.1016/J. wasman, p.10

PURVES, D. and MACKENZIE, E ., 1973. Effects of municipal compost on uptake of copper, zinc, and boron by garden vegetable, Plant & soil, p.231-235

SEH NGOUN Emmanuel,E., 2009. Impacts agronomiques, économiques et environnementaux de quelques amendements organiques a nkolondom (yaoundé-cameroun). Mémoire présenté et soutenu en vue de l'obtention d'un MASTER II Professionnel en Etudes d'Impacts Environnementaux (EIE) ,98pp.

SMITH, S. R., 1992. Sewage-sludge and refuse compost as peat alternatives for conditioning impoverished soils- Effects on the growth reponse and mineral status of Petunia grandi flora, J. Hort. Sci. 67 (5), p. 703 – 716.

SNAPP, S. S., MAFONGOYA, P.L., AND WADDINGTON, S., 1998. Organic matter technologies for integrated nutrient management in smallholder cropping systems of Southern Africa. Agric. Ecosyst. Environ. 71: 185 – 200.

SOMA D. M., 2008. Contribution à l'amélioration de la qualité agronomique des composts de déchets d'abattoir et de décharges de la ville d'Ouagadougou. Mémoire de fin de cycle. IDR/UPB. Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 48P.

SOUFI S., 2021. Etude comparative entre le compost du palmier dattier et quelques amendements organiques sur le sol et végétal (orge).Mem,univ.Biskra. 66pp.

TEJADA, M., HERMANDEZ, M.T., GARCIA, C., 2006. Application of two organic amendments on soil restoration: Effects on the soil biological properties. J. Environ. Qual. 35, p. 1010 – 1017

Référence bibliographiques

TERMAN. G.L., SOILEAU, J.M., ALLEN, S.E., 1973. Municipal waste compost: effects on crop yields and nutrient content in greenhouse pot experiments. *J. Environ. Qual.*, 2, pp. 84-89

VISHNU, P.G., SABEHA, K.O., TONY, H., 2008. Remediation of copper and cadmium in contaminated soil using compost with inorganic amendments, *Water Air Soil Pollut., Springer Sci. + Business Média*, p.14

WAAS, E., ADJADEME, N., et BIDAUX, A., 1996. Valorisation des déchets organiques dans les quartiers populaires des villes africaines. Genève- Suisse. Fonds Suisse de la recherche scientifique ; Module 7, Développement et Environnement. CREPA, IAGU et SAN DEC. 50 p.

WALLACE, H., and WARRICK, A., 2000. Soils in waste treatment and utilisation : Land treatment (vol.1). CRC Press. Inc., Boca Raton, Florida. 140 p.

WILKINS, D.A., 1978. The measurement of tolerance to edaphic factors by means of roots growth. *New phytol.* Vol.80, pp 623-624

YAHIAOUI. A, 2021. Impact de l'irrigation par les eaux souterraines sur les propriétés physique et chimique des sols dans la région de Biskra. *Mem,univ.Biskra.* Pp : 15-17.

ZAITER G., DAAS M, 2019. Réalisation d'un compost à base des déchets du palmier dattier (*Phoenix dactylifera L*) de la région de Biskra.*Mem,univ.Biskra,56p.*

Résumé :

Notre travail a été réalisé au niveau du champ d'expérience réservé au étudiant de département des sciences agronomique de l'université de Biskra durant La compagne 2021-2022, sur l'étudier de l'effet du composte sur les paramètres physiques et chimiques du sol avec la présence de la culture d'orge.

On a utilisé trois doses du compost (T1 : 1,8 Kg/6m², T2 : 3Kg/6m² et T3 : 4,2 Kg/6m²) avec un témoin sans compost.

L'ensemble des résultats d'analyse obtenus indique que le compost a montré une bonne performance de L'amélioration des propriétés physicochimiques du sol (capacité de rétention, pH, CEC, MO...) pour les différentes doses durant le cycle de la culture d'orge ainsi que pour les ions soluble pour les différents traitements.

Mots clés :

Compost de palmier dattes , sol, analyse physicochimique, amélioration et doses différents de composts .

Summary :

Our work was carried out at the level of the field of experiment reserved for the student of the department of agronomic sciences of the university of Biskra during the companion 2021-2022, on the study of the effect of compost on the physical and chemical parameters of the soil with the presence of the barley crop.

Three doses of compost were used (T1: 1.8 kg/6m², T2: 3 kg/6m² and T3: 4.2 kg/6m²) with a control without compost.

All the analysis results obtained indicate that the compost showed good performance in improving the physicochemical properties of the soil (retention capacity, pH, CEC, MO, etc.) for the different doses during the crop cycle. barley as well as for the soluble ions for the different treatments.

Key words :

Date palm compost, soil, physicochemical analysis, improvement and different doses of compost.

ملخص:

تم عملنا على مستوى مجال التجربة المحجوز للطلبة قسم العلوم الزراعية بجامعة بسكرة خلال فترة 2021-2022 ، حول دراسة تأثير السماد العضوي على الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة مع وجود الشعير.

تم استخدام ثلاث جرعات من السماد (T1: 1.8 كغ / 6 م² ، T2: 3 كغ / 6 م² ، T3: 4.2 كغ / 6 م²) مع تحكم بدون سماد. تشير جميع نتائج التحليل التي تم الحصول عليها إلى أن الكومبوست أظهر أداءً جيدًا في تحسين الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة (قدرة الاستبقاء ، الأس الهيدروجيني ، CEC ، MO ، إلخ) للجرعات المختلفة خلال دورة المحاصيل. الشعير وكذلك الأيونات الذائبة للعلاجات المختلفة.

الكلمات الدالة :

سماد نخيل التمر والتربة والتحليل الفيزيائي والكيميائي والتحسين والجرعات المختلفة من السماد.

Annexe 1 : Protocole expérimental d'analyse du sol :

1. pH eau (1/2.5)

- Peser 10 g du sol.
- Ajouter 25 ml d'eau distillée dans un bécher de 100 ml.
- Agiter pendant 15 mn avec un agitateur magnétique.
- Laisser reposer 15 mn.
- Mesurer le pH à l'aide d'un pH mètre.

2. La conductivité électrique (1/5)

Mode opératoire

- Peser 10 g du sol.
- Ajouter 50 ml d'eau distillée dans un bécher de 100 ml.
- Agiter pendant 15 mn avec un agitateur magnétique.
- Laisser reposer 10 mn.
- Mesurer la CE à l'aide d'un conductivimètre.

Réactifs

- Le bichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$) 1N : peser 49.04g de $K_2Cr_2O_7$, ajouter de l'eau distillée dans une fiole de 1l jusqu'à le trait de jauge.
- Acide sulfurique concentré (H_2SO_4).
- Acide orthophosphorique ou Acide phosphorique (H_3PO_4) concentré.
- Sulfate de fer d'ammonium [$(NH_4)_2SO_4.FeSO_4.6H_2O$] 0.5 M: dissoudre 196g de Sulfate de fer d'ammonium dans une quantité d'eau distillée, ajouter 5ml H_2SO_4 , ajouter l'eau distillée jusqu'à un litre (trait de jauge de la fiole d'1L).
- Diphénylamine (indicateur coloré) (C_6H_5) $_2NH$: dissoudre 1g de diphénylamine dans 100ml d'acide sulfurique concentré.

3. La matière organique par (Méthode Walkley et Black)

Mode opératoire

- Peser 1g de sol dans un bécher de 500ml.
- Ajouter 10 ml de bichromate de potassium 1N.
- Ajouter 20 ml de l'acide sulfurique concentré.
- Laisser reposer 30 min.
- Ajouter 200 ml d'eau distillée.
- Ajouter 10 ml de l'acide orthophosphorique concentré.
- Ajouter 10-15 gouttes de l'indicateur coloré diphénylamine.
- Titrer avec le sulfate de fer d'ammonium jusqu'à l'apparition d'une couleur verte.
- Préparer un témoin avec la même méthode mais sans sol.

$$\text{Calcul C\%} = \frac{(n' - n)}{p} * 1 * \frac{0.3}{0.77}$$

n' : volume de témoin (volume de titrage)

n : volume de l'échantillon

p : pois de sol

M : molarité de sulfate de fer d'ammonium = 0.5

La matière organique MO% = C% * 1.72

4. Le phosphore assimilable (méthode Joret-Hebert)

Réactifs

Réactif sulfomolybdique

- Dissoudre 37.5g de molybdate d'ammonium ($(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$) dans un bécher de

500ml contenant environ 150ml d'eau distillée

- Dans un bécher d'1l, ajouter 280ml de H₂SO₄ pur (d = 1.84) à 200ml d'eau. Après refroidissement, verser lentement et en agitant, la solution molybdique. Laisser refroidir, verser la solution dans un ballon jaugé de 1l et compléter à 1l

Le réactif contient 30g/l de MoO₃ et sa normalité est de 10N. Il est conservé dans un flacon coloré et placé dans un réfrigérateur

Solution d'acide ascorbique

- Peser 1g d'acide ascorbique, introduire dans un ballon jaugé de 1l, et compléter à 1l avec l'eau distillée.

- Conserver la solution au réfrigérateur, et à renouveler chaque semaine.

Mode opératoire

Extraction

- Peser 4 g de terre broyée et passée au tamis de 2 mm et introduire dans un flacon de 150/200 ml environ.

- Ajouter 100 ml d'une solution d'oxalate d'ammonium 0.2 N et de pH 6.5 à 7.0.

- Agiter pendant 2 heures ; puis filtré.

- Recueillir la solution dans un flacon de 100 ml.

- Prélever 1.5 ml de la prise d'essai dans un tube à essai.

- Ajouter 2 ml de réactif sulfomolybdique.

- 6.5 ml d'une solution à 1 g/l d'acide ascorbique.

- Passer les tubes au bain marie bouillant pendant 10 à 12 min

- Laisser refroidir

- Passer au colorimètre et colorimétrer à 650 nm.

Calcul :

$$\begin{aligned} \text{P}_2\text{O}_5 \text{ (ppm)} &= x * U/v * V/P \\ &= x * 10/1.5 * 100/4 \\ &= x * 1000/6 \end{aligned}$$

x : concentration lue sur le graphique en mg/l de P₂O₅

U : volume colorimètre (10 ml)

v : volume de la prise d'essai (1.5 ml)

V : volume de la solution d'extraction (100 ml).

P : poids de la prise de terre (4g).

5. Le calcaire total

Réactif

- HCl 50% (ex : 50 ml HCl concentré + 50 ml d'eau distillée)

- CaCO₃ pur

Mode opératoire

- Peser 1 g de sol (0.5 g pour les sols très calcaires).

- Introduire dans l'erenmeyer de calcimètre.

- Préparer une solution de HCl 50%.

- Remplir le tube avec HCl et l'introduire avec précaution dans l'erenmeyer.

- Fermer l'erenmeyer, et verser le tube de l'HCl puis abaisser l'ampoule de calcimètre jusqu'à ce que le niveau de l'eau dans cette dernière soit dans un même plan horizontal que ce lui de l'eau située dans la colonne.

- Lire le volume V de gaz carbonique dégagé.

- Faire les même étapes, mais avec le CaCO₃ pur (0.3 g) à la place du sol et lire le volume V' de gaz carbonique dégagé (essai témoin).

Calcul :

$$\text{CaCO}_3\% = \frac{V*0.3}{V'*P} * 100$$

V1 = volume de CO₂ produit par 0,3g de CaCO₃ pur et sec.

V2 = volume de CO₂ produit par la prise d'essai (sol).

P1 = poids de CaCO₃ pur en gramme

6. Le calcaire actif (Méthode Drouineau- Galet)

Réactif

-Oxalate d'ammonium (NH₄)₂C₂O₄.H₂O (0.2N) 14.2g/l

- Acide sulfurique concentré H₂SO₄

- Permanganate de potassium KMnO₄ (0.2N) 6,32g/l

Mode opératoire

- Introduire dans un bécher 5g de sol (2.5 pour les sols calcaires, salée).

- Ajouter 250 ml de la solution d'oxalate d'ammonium.

- Agiter pendant 2 heures, puis filtrer.

- Prélever 25ml de la solution d'extraction (filtrée), les verser dans un bécher de 250ml.

- Ajouter 5ml d'acide sulfurique concentré.

- Chauffer jusqu'au l'ébullition.

- Titrer avec la solution de permanganate de potassium jusqu'à l'apparition d'une coloration rose persistante.

- Répéter les opérations précédentes mais sans sol, pour faire un témoin (25ml d'oxalate d'ammonium + 5ml H₂SO₄ chauffe titrer avec le permanganate de potassium).

Calcul

CaCO₃ (actif)% = (n' - n) x 5

n' : volume de titration pour le témoin.

n : volume de titration pour le sol.

7. Dosage de l'azote total (Méthode Kjeldahal)

Réactifs

- Acide sulfurique.

- Acide borique 2% : 2g/100ml

- Catalyseur : - 0.25g de sélénium.

- 1g de sulfate de cuivre.

- 1g de sulfate de potassium.

- Hydroxyde de sodium NaOH (10N) : 400gde NaOH/l eau distillée

-Indicateur de Tashiro : le mélange de rouge de méthyle et le bleu de méthylène

1 part de rouge de méthyle à 0.2 % dans l'éthanol (95%)

1 part de bleu de méthylène à 0.1 % dans l'éthanol (95%)

Mode opératoire

1. La minéralisation

- Peser 5g de terre fine, passée au tamis à maille de 2mm.

- L'introduire dans un matras de Kjeldahal de 500ml.

- Ajouter 1g de catalyseur.

-Ajouter 20ml d'H₂SO₄ concentré et homogénéiser par agitation.

- Porter à la rampe d'attaque sous hôte bien ventilée, chauffer d'abord à feu doux ; puis à feu vif jusqu'à l'obtention d'un liquide incolore. L'opération peut demander plusieurs heures. Chauffer encore ¼ h à ½ h après la décoloration.

- Laisser refroidir le matras.

- Récupérer la solution dans une fiole jaugée de 100ml

- Compléter avec l'eau distillée jusqu'à 100ml.

2. Distillation

- Prélever 20ml de la solution contenue dans la fiole pour la distillation. Verser ce prélèvement dans un matras.

- Ajouter 30ml NaOH (10N = 400g/l) et distiller en recueillant le distillat dans un bécher

qui contient 10ml d'acide borique (2%) et un indicateur coloré mixte jusqu'à 80ml.

- Titrer avec l'acide sulfurique (0.05N)

- Faire un témoin avec la même méthode mais sans sol (minéralisation + distillation)

Calcul :

$$N\% = (n - n') * \frac{V}{V'} * 0.05 * \frac{1.4}{P}$$

n : volume de l'échantillon (lue sur la burette).

n' : volume de témoin (lue sur la burette).

V : volume de la solution d'extraction (100ml).

V' : volume prélevé pour la distillation (20ml).

P : poids du sol (5g).

8. La capacité d'échange cationique

Réactifs

- Ethanol

- Acétate de sodium (CH₃COONa) 1N : 82.04g/1000ml

- Acétate d'ammonium (CH₃COONH₄) 1N: 77.08g/1000ml

Solution standard (mère)

- Dissoudre 2.5418g de chlorure de sodium sec, dans un litre d'eau distillée. Cette solution contient 1000ppm de Na.

Solution fille

- Préparer une série de solution fille à partir de la solution standard : diluée 2, 4, 6, 8, 10, 15 et 20 ml de la solution standard dans 100ml d'eau distillée. Ces solutions contiennent 20, 40, 60, 80, 100, 150 et 200 ppm de Na

Mode opératoire

- Peser 5g de sol et verser dans un tube à centrifuger, ajouter 33 ml d'acétate de sodium et centrifuger pendant 5min à 3000 t/min.

- Répété cette opération 3 fois.

- Récupérer la solution dans une fiole de 100ml pour le dosage des bases échangeable K⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺.

- Ajouter 33ml éthanol et centrifugé pendant 5min à 3000 t/min. Eliminer chaque fois le surnageant

- Répété cette opération 3 fois

- Ajouter au culot 33ml d'acétate d'ammonium à 3 reprises (33ml, 33ml, 33ml), doser la CEC dans cette solution par le dosage du Na par le spectrophotomètre à flamme.

Calcul :

$$CEC \text{ meq}/100g = \frac{\text{meq}}{L} \text{Na} \quad \frac{A}{Wt} \times \frac{100}{1000}$$

A : volume total de l'extrait (100ml)

Wt : poids de sol sec (5g)

9. Dosage des sels solubles

9.1 Dosage des sulfates (SO₄₋₂)

9.2 Les chlorures (Méthode volumétrique de Mohr)

Réactifs

- Nitrate d'argent (AgNO₃) 0.01N: dissoudre 1.6987 g de nitrate d'argent dans 1000ml d'eau distillée. Conserver à l'abri de la lumière

- Chlorure de sodium NaCl 0.01N : dissoudre 0.585g de chlorure de sodium dans 1000ml d'eau distillée

- Chromate de potassium K₂CrO₄ 5% : dissoudre 5g de chromate de potassium dans 80ml d'eau distillée, et ajouter des gouttes de nitrate d'argent (AgNO₃ 1N =17g/l) jusqu'à l'apparition d'un léger précipité rouge. Ajuster avec l'eau distillée à 100ml.

Mode opératoire

- Transvaser une aliquote de 5 ml de l'extrait diluée (à 10 ou à 100) ou de l'eau à analyser (Ex: eau d'irrigation) dans une fiole de 100 ml
- Ajouter 4 gouttes de chromate de potassium.
- Titrer avec la solution de nitrate d'argent jusqu'à l'apparition d'une coloration barbillon brique.
- Faire un témoin avec le chlorure de sodium pour estimer la normalité de nitrate d'argent exactement. Donc prélever 5 ml de chlorure de sodium 0.01N et ajouter 3 gouttes de chromate de potassium et titrer avec le nitrate d'argent.

Calcul :

$$Cl \text{ (méq/l)} = \frac{(V-B) \cdot V \cdot R \cdot 1000}{Wt}$$

V : volume d'AgNO₃ - 0.01N utilisé pour la titration de l'échantillon en ml.

Wt : poids du sol sec en g

N : normalité de la solution d'AgNO₃.

B : volume d'AgNO₃ - 0.01N utilisé pour la titration de témoin

R: Rapport entre, le volume total de l'extrait et l'extrait utilisé pour la titration

9.3 Les carbonates et les bicarbonates

Réactifs

- Phénolphtaline (1%) 1g dans 100 ml d'éthanol
- Méthyle orange (0.01%) 0.01g dans 100ml d'eau distillée
- Acide sulfurique 0.05N

Mode opératoire

- Prélever 20ml de la solution du sol ou de l'eau à analyser (Ex : eau d'irrigation) et ajouter 3 gouttes de phénolphtaléine : s'il y a une coloration rose, il y a les carbonates.
- Titrer avec l'acide sulfurique jusqu'à la disparition de la couleur rose.
- S'il n'y a pas une coloration de la solution ; il y a les bicarbonates. Ajouter des gouttes (3-4) de l'indicateur coloré méthyle orange et titrer avec l'acide sulfurique jusqu'à l'apparition de la coloration orange (changement de la coloration : jaune → orange).

Calcul :

$$\text{Bicarbonates (HCO}_3\text{) méq/l} = \frac{x \cdot 0.05 \cdot 1000}{y}$$

x : volume de H₂SO₄ utilisé pour la titration.

y : volume de la solution du sol ; 20ml.

$$\text{Carbonates (CO}_3\text{) méq/l} = \frac{2 \cdot x \cdot 0.05 \cdot 1000}{y}$$