



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Agronomiques

MÉMOIRE DE MASTER

Science de la Nature et de la Vie

Sciences Agronomiques

Hydro-pédologie

Réf. : Entrez la référence du document

Présenté et soutenu par

Sidi Baba Mohammed Iemine

Le : 11 juin 2024

Contribution à l'étude d'effet de l'amendement gypseux sur l'évolution des propriétés d'un sol salé (Cas des palmeraies de Sidi Okba)

Jury :

Mr. Bensmaine. B	MAA	Université de Biskra	Président
Mr. KHECHAI Salim	MAA	Université de Biskra	Promoteur
Me. Atek.Y	MAB	Université de Biskra	Examineur

Année universitaire : 2023- 2024

Dédicace

Je tiens à remercier mon père, **Mohammed Iemine Sidi Babe**, et ma mère, **Minna Bint Damba**, de m'avoir encouragé dans ma quête de connaissance et de persévérance.

Mes remerciements vont à mon frère **Jamal Damba**, à mes sœurs **Khadija Mohammed Iemine Tekber**, mon cher oncle **Mohamed Bemba**, ma tante, **Khadija bint Damba**, leurs épouses, les fils ,les filles de mon oncle de ma tante maternelle, et tous mes ma famille.

Tous les professeurs qui m'ont accompagné de la maternelle à l'université, notamment mon père, mon cher professeur **Salim Khechai**, et mes chers frères et amis et compagnons.

Remerciements

Avant d'exposer ce modeste travail, je remercie ALLAH qui m'a donné la force, la santé, le courage et la volonté, grâce à qui nous avons pu faire ce modeste travail.

Je tiens tout d'abord à remercier enseignant Mr. KHECHAI Salim au département des sciences agronomiques à l'université de Mohammed Khider Biskra, pour avoir encadré et dirigé ce travail, avec une grande rigueur scientifique. La qualité de sa formation et ses conseils, le soutien et la confiance qu'il m'a accordée.

Je remercie Monsieur, le professeur a Mr BOUKEHIL Khaled, Naïma MEBRAK, et tous les professeurs qui m'ont enseigné au Département Des Sciences Agronomiques de Biskra, pour sa disponibilité et ses suggestions concernant cette étude.

Je remercie ma chère collègue et amie qui a m'avoir aidée à traverser les moments difficiles. Notre équipe est plus forte grâce à vous **Ben Ramdani Yousef** et Rachidou Abdou Rahman et Bezegrari Amal et Ben Bouzid amira aussi que Sagara Ramata.

Tous mes remerciements à l'équipe du laboratoire du département d'agronomie pour la formation qu'ils nous ont donnée.

Des remerciements vont également à l'endroit du responsable de la palmeraie a (Sidi Okba) Mr **Ben Ramdani Toufik**, qui a été d'une gentillesse incroyable et nous a orienté pour mener à bien nos recherches.

Listes des Figures

Figure 1	Évolution de la teneur en gypse (%)	34p
Figure 2	Évolution des pH des sols de la couche 0-30 cm	35p
Figure 3	Évolution des pH des sols de la couche 30-60 cm	35P
Figure 4	Évolution de la salinité de la couche 0-30 cm (dS/m)	36P
Figure 5	Évolution de la salinité de la couche 30-60 cm (dS/m)	36P
Figure 6	Évolution de la teneur en calcaire (%)	37P
Figure 7	Évolution de la teneur de la CEC (Cmol⁺ /Kg)	38P
Figure 8	Évolution de la teneur en calcium (ppm)	39P
Figure 9	Évolution de la teneur en magnésium (ppm)	39P
Figure 10	Évolution de la teneur de potassium (ppm)	40P
Figure 11	Évolution de la teneur de sodium (ppm)	41P
Figure 12	Évolution de la teneur de phosphore (ppm)	41P
Figure 13	Évolutions de la densité apparente de la couche 0-30 cm (g/cm³)	42P
Figure 14	Évolutions de la densité apparente de la couche 30-60 cm (g/cm³)	42P
Figure 15	Évolution la densité réelle de la couche 0-30 cm (g/cm³)	44P
Figure 16	Évolution de la densité réelle de la couche 30-60 cm (g/cm³)	44P
Figure 17	Évolution de la teneur de l'azote total (%)	44P
Figure 18	Évolution du rapport C/N	45P

Liste des Tableaux

Tableau 1	Relation entre la concentration de sulfate de calcium avec la CE	27P
------------------	---	-----

Liste des abréviations

CE : conductivité électrique

CEC : capacité d'échange de cations

FAO : Organisation des Nations Unies pour L'alimentation et l'agriculture

MO : Matières Organiques

Da : La densité apparente

Dr : La densité réelle

Sommaire

Dédicace.....	2
Remerciement.....	3
Liste des abréviations	3
Liste des figures.....	4
Liste des tableaux.....	5
Sommaire.....	6
INTRODUCTION.....	9
Chapitre I : généralités sur l'importance des amendement gypseux et organique.....	12
I. Rôle des amendements gypseux sur l'amélioration des propriétés des sol.....	13
1. Caractéristique et propriétés des sols gypseux	13
2. Texture.....	14
3. Propriétés hydriques.....	14
4. Structure.....	14
5. Ph.....	15
6. Capacité d'échange cationique	15
7. Interaction gypse-élément nutritif.....	15
8. Interaction gypse-matière organique	15
9. Interaction gypse-calcaire.....	16
10. Gypse-calcaire totale	16
11. Relation lineaire gypse-calcium soluble.....	16
12. Relation lineaire gypse-ESP.....	16
13. Relation gypse-ph	16

14. Relation gypse salinité.....	18
15. Origine de la matière organique	18
II. Rôle des amendements organiques sur l'amélioration des propriétés des sols	19
1. Effet de la matière organique sur la croissance des plante	19
2. Effet de la matière organique sur l'amélioration du stock organique du sol	20
3. Effet de l'amendement organique sur la salinisation des sols	20
4. Effet de la matière organique sur l'amélioration des propriétés physique des sols.....	21
5. Effet de la matière organique sur l'amélioration des propriétés chimique des sols.....	21
6. Effet de l'amendement organique sur la capacité d'échange cationique.....	22
Chapitre II : matériel et méthode.....	24
I. Travail du terrain	25
1. Dispositif expérimentale	25
2. Echanttinnage	25
II. Travail de la boratoire.....	26
1. Préparation du sol	26
2. Analyse effectuée.....	26
3. Détermination du ph	26
4. Détermination du conductivité électrique.....	26
5. Dosage de gypse	26
6. Dosage de la matière organique dans le sol	28
7. Capacité d'échange cationique (CEC)	29
8. Calcaire totale	31
9. Densité apparente	31
10. Densité réelle	32

Chapitre III : Résultat et discussion	33
I. Évaluation des paramètres chimique des sols	34
1. Teneur en gypse	34
2. Évaluation du pH	34
3. Évaluation de la salinité.....	35
4. Évaluation de la teneur en calcaire totale	36
5. Évaluation de la capacité d'échange cationique (CEC)	37
6. Teneur en calcium	38
7. Teneur en magnésium	39
8. Teneur en potassium	40
9. Teneur en sodium	40
10. Teneur en phosphore	41
II. Évaluation des paramètres physique des sols	42
1. Évaluation de la densité apparente	42
2. Évaluation de la densité réelles	43
III.Évaluation des paramètres biologique des sols	44
1. Teneur en azote totale	44
2. Évaluations du rapport C/N	45
Conclusion générale.....	46
Reference bibliographique	48
Résumé.....	52

INTRODUCTION

Dans les régions arides, différents types de sols sont rencontrés, mais qui, sont menacées par différents contraintes qui s'opposent à leur mise en culture. En effet, la salinisation des sols constitue un trait pédologique des sols oasiens (Khechai et Daoud ,2016), toute fois ce mécanisme a engendré, toujours, en dégradation des sols et une limitation de la production agricole (Saïdou et al, 2003).

En milieux oasiens des Ziban, les palmeraies sont soumissent à une salinisation secondaire à partir des eaux d'irrigation salée, et par conséquent, elle induit une diminution de la fertilité des sols, accentués par le manque d'apport adéquat et raisonné de matières fertilisantes (Jendoubi et al, 2014).

Ces sols à texture sont affectés par une importante salinisation à faible profondeur et d'un début d'alcalinisation liée au mauvais drainage. Tout cela conditionne le fonctionnement hydrodynamique et de la structure et par conséquent l'état de fertilité physique, chimique et biologique des sols.

Dans ce contexte, différents études ont montré que la salinisation des sols engendre une dégradation des potentialités édaphiques et agricoles des sol (Artieda et Herrero,1987). Elle conduit une détérioration de la structure du sol par la prise en masse, un dysfonctionnement racinaire, une baisse du statut des minéraux des sols et un risque d'alcalinisation (Zongo et al, 2021). Toute fois, pour une meilleure production agricole, l'amélioration des paramètres édaphiques les sols salés, devient une exigence pour la production de qualité (Sidi, 1987).

En effet, pour rétablir la fertilité du sol et améliorer la productivité des cultures, l'apport des amendements minérale devient indispensable (Collet et al ,1984). Selon Hiouani, (2016), la fumure à base de gypse pourrait, toujours, offert des perspectives satisfaisantes pour l'amélioration des sols à caractère salé. L'application de cet élément comme amendement minéral est plus recommandée à cause de sa solubilité modérée (Abrol et al ,1988).

L'objectif du présent travail est d'étudier l'effet des amendements gypseux par des doses croissantes sur les paramètres physiques, chimiques et biologiques d'un sol salé dans les palmeraies de Sidi Okba.

Chapitre I

Généralités sur l'importance des amendements gypseux et organiques

Au cours des temps, différentes pratiques agricoles ont conduit à la détérioration des propriétés des sols. De même la salinisation, l'alcalinité et la surexploitation des sols ont induit à une diminution de la fertilité physique, chimique et biologique et par la suite à une chute de la production notamment dans les sols arides. Cependant pour une agriculture durable, les amendements minéraux et organiques constituent des alternatives pour la réhabilitation des sols menacés par différentes contraintes d'ordre climatiques, anthropiques et naturels comme il est suggéré par différents auteurs.

I. Rôle des amendements gypseux sur l'amélioration des propriétés des sols

1. Caractéristiques et propriétés des sols gypseux

Le gypse est un élément qui, par ses taux et ses formes, modifie profondément la morphologie du profil et agit sur les propriétés pédologiques et agronomiques des sols (Djili, 2000). Les caractéristiques édaphiques sont propres et spécifiques aux sols gypseux, et peuvent contribuer largement à leur identification et leur classification.

Les différentes formes d'accumulation ont fait l'objet de nombreux ouvrages (Herrero et al., 1992; Boyadgiev et Sayegh, 1992; Verba, 1996) :

- tâches en pseudomycélium ;
- cristaux séparés (individualisés) ou regroupés en petites agglomérations ;
- gypse fibreux ;
- croûte gypseuse ;
- gypse spongieux (généralement cristaux en agglomération) ;
- sable gypseux ;
- roses de sable ou du désert ;
- roche dure gypseuse.

2. Texture

L'utilisation de la définition de la texture dans le cas des sols gypseux est moins appropriée, puisque le gypse est considéré comme un inhibiteur de la dispersion des particules et contraignant pour les méthodes d'analyse standard (Boyadgiev et Verheye, 1996). D'après la F.A.O, (1990), il serait souhaitable de développer des méthodes de détermination de la texture des sols gypseux sans l'extraction initiale du gypse. Toutefois, Poch (1992) a montré que la texture des sols gypseux est étroitement liée à la teneur en gypse et qu'elle est conditionnée par le matériau parental. Ainsi, l'apport excessif de gypse engendre la formation d'une texture à dominance de limons et de sables en raison d'une cristallisation grossière et par conséquent induit une diminution des teneurs relatives en argile.

3. Propriétés hydriques

Les procédures analytiques standards pour la détermination de la force de rétention de l'eau dans le sol à différents niveaux de succion ne peuvent pas être appliquées dans le cas des sols gypseux à cause, d'une part, de leur instabilité constitutive observée sous les différents régimes d'humidité, et d'autre part, à cause de la faible densité volumique du gypse ($2,32 \text{ g / cm}^3$) (Boyadgiev et Verheye, 1996). Il est fréquemment observé sur champ que les sols gypseux sont caractérisés par une absorption d'eau de surface très élevée qui s'effectue rapidement et à des niveaux de succion très faible (F.A.O., 1990). Boyadgiev (1974) et Herrero et Boixadera (2002) estiment que la rétention en eau des sols gypseux est fonction du taux d'argile, de la teneur et de la dimension des cristaux de gypse.

4. Structure

La plupart des sols gypseux présentent une faible agrégation, par conséquent une structure peu favorable en raison de l'absence de forces d'attractions et de cohésions (F.A.O, 1990 ; Mashali, 1995). Selon Pouget, (1995) les sols gypseux sont marqués par la présence une structure massive relativement friable à très massive, parfois indurée avec des cristaux plus ou moins visibles, et parfois présentant une structure lamellaire grossière. Cependant, Les résultats obtenus Roussel et al, (2001) ont montré que les doses d'amendement en gypse sont préconisées. Elles affectent très faiblement les différents indicateurs physico-chimiques et hydriques des sols

étudiés. Les variations de ces indicateurs sont très apparentes entre les horizons superficie, intermédiaire et inferieur du profil du sol

5. pH

Les sols gypseux présentent un pH modérément à légèrement alcalin entre 7,4 et 8,4 (Boyadgiev et Verheye, 1996). D'après Jafarzadeh et Burnham (1992), c'est un paramètre qui dépend largement du taux des autres sels présents dans le système, et ne présente aucun effet sur la formation « in situ » du gypse.

6. Capacité d'échange cationique

Dans les sols gypseux, la capacité d'échange cationique (CEC) est inversement corrélée avec les teneurs en gypse du sol. Selon Polemio et Rhoades (1977), la CEC varie de 8 à 10meq /100g du sol.

- les plus importantes teneurs ainsi que la majorité des faibles teneurs en gypse (5-15%) sont observées dans la gamme des faibles valeurs de la CEC (< 15 mé/100g),
- les très faibles taux de gypse (< 5%) et les teneurs moyennes en gypse (15-25%) peuvent être associées à n'importe quelle valeur de la CEC ; la gamme varie de 1 à 50mé/100g.

7. Interaction gypse - éléments nutritifs

Dans les sols gypseux, l'effet contraignant de l'élément gypse se traduit par l'action de l'ion calcium (Ca^{2+}) sur la solubilité des éléments nutritifs tels que P, K, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, N en formant des composants non solubles (Florea et Al-Joumaa, 1998), ce qui constitue le principal obstacle à leur absorption par les plantes et leur adsorption par les colloïdes (F.A.O., 1990).

8. Interaction gypse-matière organique

Le taux d'humus des sols gypseux varie beaucoup, quoiqu'il soit généralement faible sous les conditions de climat aride et semi-aride. Il se concentre dans les couches de surface et tend à diminué avec les profondeurs (Boyadgiev et Verheye, 1996). Selon la F.A.O (1990), il est respectivement de l'ordre de 0,4 à 1%. C'est un humus considéré comme riche en azote, avec un apport C/N dont le ratio est de l'ordre de 6 à 9 (Boyadgiev, 1974; Dekkiche, 1974). La présence

d'une forte teneur en gypse influe sur l'activité des micro-organismes avec réduction de la minéralisation (Singh et Taneja, 1977) et sur la réorganisation qui semble être freinée au stade acide fluviq (Melouk, 1983). Hiouani ,(2016) a montré que l'augmentation du taux de gypse au-delà de 5% provoque une diminution de la nitrification, de l'ammonification et de la minéralisation de l'azote, ainsi que sur la diminution du poids de la matière sèche aérienne, racinaire et total et sur la diminution de la vitesse d'absorption de l'azote, la quantité d'azote prélevée par la plante et la vitesse de croissance. Les meilleurs résultats sont enregistrés avec le taux 5% en gypse, et les plus faibles sont enregistrés avec la dose 60% de ce dernier, pour les paramètres précités.

9. Interaction gypse - calcaire

Dans la plupart des sols gypseux, le calcaire est présent sous différentes formes et teneurs. Cependant, il est généralement observé qu'avec l'augmentation du gypse la teneur en calcaire diminue. Ceci est lié à la différence de solubilité entre les deux sels (F.A.O., 1990).

Le gypse qui présente une solubilité plus importante, tend à s'accumuler en profondeur formant ainsi des horizons d'accumulations, tandis que le calcaire, élément très peu soluble, persiste et tend à s'individualiser dans la partie médiane ou supérieure du profil (FA.O., 1990; Florea et AL-Joumaa, 1998).

10. Gypse - Calcaire total

La coexistence du gypse avec le calcaire total dans le sol à fait l'objet de nombreuses observations (Durand, 1963; Pouget, 1968; Gaddas, 1971; Boyadgiev, 1974; Halitim, 1988; Podwojewski et Petard, 1996; Abdesselam, 1999; Djili, 2000; Berkal, 2006).

L'analyse de la représentation graphique suggère une tendance à la diminution du taux de gypse quand le taux de calcaire total augmente. La dispersion et la disposition des points semblent confirmer cette tendance : · les plus fortes valeurs de gypse coïncident avec les taux de calcaire inférieur à 20%.

- la majorité des faibles à très faibles taux de gypse (<15%) et les taux moyens de gypse (15 - 25%) se situent dans la tranche inférieure à 35% du calcaire total.
- au-delà de 35% de calcaire total, la relation gypse - calcaire total devient très faible à nulle.

11. Relation gypse-calcium soluble

Selon les résultats rapportés par Servant, 1975 et Carter et Inskeep, 1988 il est possible de dire que le gypse n'est pas la seule source d'apport en Ca^{++} , en effet ce dernier peut être issu : des interactions liées à la nature du milieu, avec la présence de CaCl_2 , et de CaHCO_3 .

12. Relation linéaire gypse – ESP

Il est à souligner que dans le contexte algérien, la sodisation est généralement liée à la salinité des sols (Djili, 2000). Le sodium du complexe absorbant proviendrait essentiellement des chlorures de sodium en solution. Ce dernier, étant un sel très soluble, la formation du profil sodique reposerait donc sur la dynamique de ce sel (Touaf, 2002; Saidi et al., 2004). Selon Pouget (1968), la présence et l'observation du gypse dans ce type de profils, peuvent être considérées comme une situation originale et complexe. L'étude réalisée par Servant (1975) confirme cet état de fait ; il s'agit de l'aboutissement de processus réactionnels reposant sur l'interaction des sels en solutions (chlorures, sulfates et (bi)carbonates) et des conditions de milieu favorables

13. Relation gypse - pH

Les résultats obtenus par différentes études montrent que quelle que soit la teneur en gypse des sols, même à des taux très faibles, le pH varie entre 7 et 9, avec une gamme préférentielle allant de 7,5 à 8,4. Cette gamme a été identifiée par Boyadgiev et Verheye (1996) comme référentielle aux sols gypseux (faiblement à modérément alcalins). En effet, il ressort clairement que le pH du sol ne présente aucune influence sur la variation des taux de gypse (Boyadgiev et Verheye ,1996 ; Djili (2000).

Pour Artieda et Herrero (1996), le pH ne devient déterminant sur la solubilité du gypse, qu'avec l'attachement des ions H^+ sur les anions SO_4^{--} et la formation de HSO_4^- . Ceci correspond à des

conditions où la précipitation est moins complète en comparaison à un pH neutre ou alcalin (Pouget, 1968).

14. Relation gypse – salinité

Zongo, (2021) a rapporté que l'application du gypse a diminué le sodium échangeable des sols fortement dégradés de 50 % et le pH de 0,65 à 1,12 unité dans les sols faiblement et fortement dégradés. L'application du gypse aux parcelles irriguées par les eaux usées a induit les fortes hausses du P-Olsen et les fortes réductions du pH, du K-total et du K⁺ échangeable des sols faiblement et moyennement dégradés. L'apport du gypse est efficace pour réduire l'alcalinité et améliorer le phosphore disponible du sol.

II Amendement organiques

1. Origines de la matière organique

La M.O du sol comprend l'ensemble des résidus organiques vivants, animaux et végétaux incorporés dans le sol, sans tenir compte de leur état de décomposition (Koull, 2007).

Les matières organiques du sol sont un ensemble très hétérogène : êtres vivants, tels que racines des plantes, faune ou microorganismes et produits de la décomposition de ces derniers, qu'il s'agisse de débris végétaux en cours de décomposition, de matières organiques de taille très fine « colloïdales », ou de matières organiques solubles (Chenu, 2003), elles renferment de nombreux éléments chimiques dont les principaux sont : C, O, H, N, P, S : le carbone représente 50 à 60 % de la totalité, l'oxygène de 30 à 35 % et l'azote environ 5% (Vilain, 1997).

Les constituants organiques du sol proviennent de la décomposition de la matière organique végétale, animale et bactérienne. Ces substances sont en constante évolution dans le sol et sont transformées par divers processus biogéochimiques à travers le temps. Il est important que la matière organique soit constamment renouvelée (Brady et Weil, 2008). D'ailleurs, la matière organique est un important indicateur de fertilité et de qualité des sols, c' est pourquoi ce paramètre est souvent le premier mesuré lors de l'étude d'un sol et de son écosystème (Paré, 2011).

2. Rôles des amendements organiques sur l'amélioration des propriétés des sols

Différents auteurs ont rapportés les rôles fondamentaux de la matière organique du sol. Elle apparaît comme un élément incontournable dans ce contexte agri-environnemental, au travers de ses différents rôles tant physique (structure du sol) que chimique (nutrition minérale des cultures) et biologique (Roussel et al , 2001 et Hiouani ,2016). L'apport des amendements organiques améliore significativement les différentes propriétés du sol et ils peuvent être utilisés comme des fertilisants en agriculture (Jendoubi et al ,2014).

2.1.Effet de la matière organique sur la croissance des plantes

Ognalaga et al ;(2015) ont montré que les amendements organiques ont un effet sur les paramètres de croissance (diamètre, hauteur, surface foliaire et nombre de feuilles) l'amarante. Cette matière organique humifiée est riche en éléments minéraux qui enrichissent le sol et favorise la bonne croissance des végétaux sur la culture de *H. sabdariffa* L. Sehngoun, 2009 suggère que l'épandage du fumier ou du compost a eu un impact positif sur le rendement de la laitue au premier et au second cycle de culture où, le compost a présenté les meilleures performances environnementales comparativement au fumier.

Dans ce contexte , Hiouani ,(2016) ,a montré que l'augmentation de la minéralisation del'azote organique est en relation étroite avec la diminution du taux de gypse et l'augmentation de la dose du fumier qui se traduit par une grande vitesse de l'absorption de l'azote par la plante, une vitesse de croissance élevée, un taux élevée en matière sèche et vis versa. En effet L'apport continu de fumier et débris végétaux ont induit une augmentation de la majorité des éléments nutritifs notamment le carbone organique, l'azote, phosphore. De plus, une forte corrélation positive a été observée entre la partie minérale et la partie organiques du sol, indiquant l'intérêt que présente l'accroissement de l'état structural des sols sablonneux (Ait M'hamed Ouahmed, 2016). Pour le même auteur, les apports de composts ont augmenté la biodisponibilité des éléments majeurs N et P ainsi que la somme des cations basiques échangeables sur le sol.

2.2.Effet de la matière organique sur l'amélioration du stock organique du sol

Dans le cadre d'un essai agronomique de longue durée portant sur les possibilités de régénération de sols sableux sous culture d'arachide, Cisse et Vachaud, (1987) ont montré que le fonctionnement hydrodynamiques du sol, ne peuvent pas s'expliquer par un effet de l'apport en matière organique sur les propriétés du sol mais par une très forte différence de colonisation du sol par le système racinaire des cultures étudiées. Cependant Selon l'étude bibliographique de Roussel et al, (2001) les baisses taux de matière organique des sols français a conduit à la dégradation des qualités biologiques des sols et les conséquences non agricoles de l'érosion des parcelles (inondations boueuses, contamination des ressources en eau potable...) suscitent de plus en plus de réactions. En effet pour Selob et al, (2014), les amendements ont engendré une augmentation du stock organique deux fois plus élevée au niveau du sol.

Dragon et Icard,(2010), Les amendements organiques sont destinés à l'entretien ou à la reconstitution du stock de matières organiques (MO) du sol et à l'amélioration de ses propriétés physiques (état structural , stabilité structurale, résistance au compactage, capacité de rétention en eau), (et/ou chimiques(pH , CEC) et/ou biologiques(biomasse microbienne , C/N) . Ils se différencient des engrais organiques par une teneur en azote, phosphate et potasse inférieure à 3 % du produit brut pour chaque élément. **Selob et al , (2014)** ont rapporté que l'apport des produits organiques dans le sol a une influence d'une part sur la fertilité du sol et sa capacité à produire et d'autre part sur son statut organique et donc le rôle du sol à stocker du carbone organique et lutter contre l'érosion

2.3. Effet de l'amendement organique sur la salinisation des sols

Jendoubi et al,(2014), les amendements organiques ont engendré un effet très notable sur la salinité du sol. Pour remédier au risque d'accumulation des sels dans le sol, notamment dans les parcelles amendées avec le fumier camelin, il est fort recommandé d'ajuster les doses d'utilisation de ce fumier. L'épandage des amendements organiques a entraîné une modification peu notable sur les valeurs du pH du sol. Ceci est dû au pouvoir tampon des sols tunisiens riches en calcaire. Selon l'étude de Ait M'hamed Ouahmed, (2016) a montré l'importance des

amendements organiques disponibles, en l'occurrence le compost des déchets, le fumier et débris végétaux réside dans l'amélioration de la fertilisation des sols sableux. En milieu calcaire, la matière organique peu modifie le pH des sols Cela est dû à l'effet tampon des sols tunisiens riches en calcaire (Jendoubi et al, 2014).

2.4.Effet de la matière organique sur l'amélioration des propriétés physiques des sols

Roussel et al, (2001) Les réserves organiques du sol peuvent être considérées comme un capital à entretenir et améliorer, dans le cadre d'une gestion durable des agro-systèmes. Des résultats révéleraient que les fumures organiques apportées enrichissent non seulement le sol en éléments minéraux, mais qu'elles contribueraient également à l'amélioration de sa structure défavorisée par l'abondance des limons (Ognalaga et al ; 20015). Dans leurs travaux, Gbadamosi (2006), Choudhary et Kumar (2013), Ognalaga et al.(2014) ont fait état de l'amélioration de la structure du sol suite à l'apport des amendements organiques. Il ressort également de ces résultats que l'agrégation est favorisée par l'apport de débris végétaux contenant des composés facilement biodégradables. L'accroissement de l'agrégation durant les premiers jours d'incubation est provoqué par des substances agrégatives fabriquées par la microflore, et qui agiraient soit par l'augmentation de la cohésion des agrégats soit par diminution de leur mouillabilité (**Collin et et Mazariego ,1993**),

Sidi, (1979) a observé que dans le sol salé carbonaté enrichi en gypse, une nette amélioration de l'agrégation, beaucoup plus importante que dans le témoin (sans apport de gypse). Cette différence s'accroît avec des apports de paille plus élevés. Ceci montre qu'il existe une interaction entre l'effet du gypse et celui de la matière organique sur l'agrégation de ce sol.

2.5.Effet de la matière organique sur l'amélioration des propriétés chimiques des sols

Godefroy, (1979), a mentionné que les amendements organiques en fumiers divers, composts urbains, résidus de récolte ou des industries agro-alimentaires, sont peu utilisés pour la fertilisation des sols en cultures fruitières industrielles. Il est vraisemblable que ces déchets d'usines n'ont pas une grande valeur fertilisante (pauvres en nutriments sauf en potassium, faible coefficient d'humification). Une valorisation serait probablement possible par compostage et

enrichissement minéral, particulièrement en azote pour résoudre les problèmes de pollution que représentent ces déchets. **Collin et Mazariego ,(1993)**, l'incorporation de matière végétale fraîche provenant d'une légumineuse (*Gliricidia sepium*) est la meilleure méthode pour reconstruire un complexe absorbant, tout en permettant des rendements de plus en plus proches de ceux des parcelles ayant reçu un amendement d'origine animale.

Ait M'hamed Ouahmed, (2016) a déduit que des amendements organiques améliorent la fertilité physico-chimique des horizons d'un sol alluvial et cultivé par différentes cultures (bananier, tomate et gazon).Ainsi d'après Jendoubi et al,(2014) ont montré que les amendements organiques ont modifié significativement la teneur en potassium échangeable, l'azote minéral et le phosphore assimilable. En effet le fumier camelin est considéré comme l'amendement organique le plus riche qui a une tendance à augmenter la teneur en éléments majeurs du sol.

Actuellement, les amendements organiques appliqués ont engendré une amélioration significative de la teneur en potassium échangeable dans le sol. Le fumier camelin est considéré comme étant un amendement organique très riche et qui a donc tendance à augmenter la teneur en potassium échangeable dans le sol (Jendoubi et al ,2014). Cette même tendance est presque observée suite à l'épandage par le fumier ovin. Ces matériaux peuvent constituer un éventuel amendement potassique pour les sols des zones arides pauvres en cet élément. Ces amendements organiques ont engendré une amélioration significative de la teneur du sol en phosphore assimilable dans le sol. Cependant, le fumier camelin et le fumier ovin sont relativement très riches en cet élément. Les teneurs du sol en azote ammoniacal $N-NH_4$ augmentent significativement suite à l'épandage de ces amendements organiques, qui ont engendré un enrichissement en cet élément dans les quarante premiers centimètres.

2.6.Effet de l'amendement organique sur la capacité d'échange cationique

Selon, Jendoubi et al , (2014) ,l'apport de ces amendements organiques dans le sol a engendré une augmentation hautement significative de la capacité d'échange cationique dans l'horizon superficiel du sol qui était initialement très faible. Ceci pourrait être attribué à la richesse de ces amendements organiques en éléments minéraux. **Delas et Molot ,1983** ont confirmé sur le rôle

bénéfique de l'amendement organique sur l'amélioration de la fertilité du sol sableux et de sa composition minérale et par la suite sur le rendement de la culture de maïs. Sehngoun,(2009) et Ait M'hamed Ouahmed,(2016) ,le compost améliore la teneur en matière organique, la somme des bases échangeables et le pH des parcelles où il a été épandu.

Chapitre II

Matériels et Méthodes

I. Travail de terrain

L'essai expérimental est mené au niveau de la palmeraie de M^R BENRAMDANI Toufik. La palmeraie est située au périmètre agricole : EL TAJDID à la commune de SIDI OKBA. Les coordonnées GPS son N 34,72, E 5,93.

1. Dispositif expérimental

Trois palmiers de dattes Deglt-Nour sont traités par 3 doses différentes de gypse($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) [dite : gypse agricole). Les doses sont respectivement 5, 7 et 15kg de gypse enfouies au niveau des fausses de plantation, le 15/05/2023.

Pour mieux montrer l'effet du gypse, un test de comparaison est effectué avec un sol de palmier dépourvu en gypse.

Palmier témoin : sol dépourvu de gypse ;

Palmier 1 : palmier sous un sol amendé par 5Kg de gypse ;

Palmier 2 : palmier sous un sol amendé par 7Kg de gypse ;

Palmier 3 : palmier sous un sol amendé par 15Kg de gypse ;

Palmier 1 : palmier sous un sol amendé par la MO

2. Échantillonnages

L'échantillonnage est effectué au cours du mois du janvier 2024. Un échantillonnage du sol est réalisé dans un deux profondeur de (0-30cm) et (30-60cm).

Le choix des profondeurs est conduit par les profondeurs des racines respiratoires et de la nutrition du palmer dattier.

II. Travail de laboratoire

1. Préparation du sol

Une fois les échantillons sont ramenés au laboratoire, ils sont séchés dans l'étuve pendant 24h, puis broyés et tamisés à 2mm.

2. Analyses effectuées

Après tamisage, les analyses effectuées sont :

3. Détermination du pH

Par pH mètre type HANNA - OHAUS

- Peser 20 g du sol dans un bécher de 100ml et ajouter 100 ml d'eau distille
- Agitation pendant 1 heures
- Filtration
- Mesuré par la solution du sol par pH mètre

4. Détermination de la conductivité électrique

Par conductimètre type HI 8733

La conductivité électrique, mesurée par le conductimètre avec le rapport sol/ eau est de 1/5 à 25°C.

5. Dosage de gypse

Réactifs : Acétone

Mode opératoire

-Peser 1g du sol, mettre dans un bécher de 1L, ajouter 500ml d'eau distillée, agiter pendant une heure, puis filtrer.

-Prélever 20ml, mettre dans un godet de la centrifugeuse, ajouter 20ml d'acétone concentré, puis centrifuger à 3000T pendant 5min.

-Jeter la solution et ajouter encore dans le godet 10ml d'acétone puis centrifuger à 3000T pendant

5min puis jeter la solution.

-Ajouter 40ml d'eau distillée dans le godet, mélanger avec une spatule et laisser en contacte pendant 10min.

- Mesurer la conductivité électrique de la solution.

-Calcul

Le taux de gypse est calculé par l'utilisation de la courbe standard qui relie la concentration de sulfate de calcium avec la CE.

Tableau 1. Relation entre la concentration de sulfate de calcium avec la CE

CaSO ₄ (méq/l)	Conductivité électrique à 25°C (dS/m)
1.0	0.121
2.0	0.226
5.0	0.500
10.0	0.900
20.0	1.584
30.5	2.205

$y = 0.0705 A + 0.118$ donc $A = \frac{y - 0.118}{0.0705}$ $R^2 = 0.9942$

L'expression utilisée pour calculer le taux de gypse dans l'échantillon est la suite :

$$\text{Gypse\%} = \frac{\text{Améq CaSO}_4}{1000\text{ml}} * \frac{\text{Bml}}{\text{Cml}} * \frac{1}{\text{Dg/ml}} * \frac{0.086\text{g}}{1\text{méq gypse}} * 100$$

A : méq CaSO₄ calculer de l'équation A.
 B : volume de H₂O pour apporter tout le précipite dans la solution 40ml.
 C : volume de l'aliquote ; 20ml.
 D : rapport sol/eau ; 1/500.

6. Dosage de la matière organique dans le sol

Le dosage de la MO est effectué par méthode Walkley et Black.

Matériels utilisés

- bécher de 500 ml
- Fiole de 1000 ml
- Agitateur

Réactifs utilisés

-Le bichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$) 1N : peser 49,04g de $K_2Cr_2O_7$, ajouter de l'eau distillé dans une fiole de 1L jusqu'à le trait de jauge.

-Acide sulfurique concentré (H_2SO_4)

-Acide phosphorique (H_3PO_4) concentré

-Sulfate de fer d'ammonium $(NH_4)_2 SO_4.Fe SO_4.6H_2O$. 0,5M : dissoudre 196g de sulfate de fer d'ammonium dans une quantité d'eau distillé, ajouter 5 ml H_2SO_4 , ajouter l'eau distillé jusqu'à un litre (trait de jauge de la fiole 1L)

-Diphénylamine (indicateur coloré) $(C_6H_5)_2NH$: dissoudre 1g de Diphénylamine dans 100ml d'acide sulfurique concentré.

Mode opératoire

-Peser 1g de la matière végétale dans un bécher de 500 ml

-Ajouter 20 ml de Le bichromate de potassium 1N

- Ajouter 10 ml d'Acide sulfurique concentré

-Laisser reposer 30min

-Ajouter 200 ml d'eau distillé

-Ajouter 10 ml Acide phosphorique H_2SO_4 concentré

-Ajouter 10-15 gouttes de Diphénylamine

- Prendre 50 ml du solution
- Titrer avec Sulfate de fer d'ammonium jusqu'à l'apparition d'une couleur verte.
- Préparer un témoin avec la même méthode mais sans matière végétale

Calcul

$$C\% = \frac{n' - n}{p} * 100 * \frac{0,3}{0,77}$$

n' : volume de témoin

n : volume de titrage

p : poids du sol

Echelle de richesse

≤ 1 : très pauvres

1 à 2 : pauvre

2 à 4 : moyenne

$4 \geq$: riche

7. Capacité d'échange cationique CEC

Matériel utilisé

- Par centrifugeuse à 3000 t/min à 10 min.
- Bêcher de 1000ml

-Préparation de la solution d'acétate de sodium

-Peser 82.03g d'acétate de sodium dans un litre d'eau distillée +agitation dans un bêcher d'un litre.

-Préparation de la solution d'acétate l'ammonium

-Peser 77.04g d'acétate d'ammonium dans un litre d'eau distillée +agitation.

Préparation de l'échantillon

- Peser 5g du sol et le mettre dans des tubes de centrifugeuse
- 20ml d'éthanol et les poser dans la centrifugeuse 3000 tr/min pendant 10 min et jeter la solution (répétition 3 fois).
- Ajouter 50ml d'acétate de sodium (1N) et les mettre dans la centrifugeuse 3000 tr/min pendant 10 min 3 Fois solution a spectromètre a flamme pour
- récupérer la solution pour les cations K, Mg, Ca échangeable. Laver à l'éthanol (3fois) et jeter la solution. Ca et Mg sont dosés par complexométrie
- Ajouter au culot 50ml d'acétate d'ammonium à 3 reprises (50ml, 50ml, 50ml), doser la « CEC » dans cette solution par le dosage du Na.
- Peser 5g du sol.
- Ajouter (50ml, 50ml, 50ml), x3 d'acétate d'ammonium pour le dosage du sodium échangeable. par photomètre à flamme type JUNWAY PFP
- Détermination de la d CEC:

$$CEC = R S/5 \cdot 100/1000$$

S : poids du sol

R : résultat en méq du Na.

V : volume de l'extraction (150ml)

8. Calcaire totale

- La mesure du calcaire total est effectuée par Calcimètre de Bernard.
- Peser 1g du sol et introduire dans un erlenmaer du calcimètre, ajouter 0,3ml d'HCl (50% ,10ml Hcl +10ml d'eau distillée).
- Poser le tube d'Hcl avec précaution dans calcimètre, verser sur le sol qui va dégager CO₂.

- Abaisser l'ampoule du calcimètre jusqu'à ce que le niveau d'eau dans cette dernière soit au même niveau horizontal avec celle de la colonne puis lire le volume (V).
- Faire les mêmes étapes pour CaCO₃ pure (0.25g) et prendre le volume (V').

$$\text{CaCO}_3\% = V.0.3/V'.P$$

V : volume de Co₂ dégagé

V' : volume de Co₂ dégagé du CaCO₃ pure

Echelle de classification du sol calcaire

1% : non calcaire

1-5% : peu calcaire

5-25% : modérément calcaire

25-50% : fortement calcaire

50-80% : très calcaire

>80% : électivement calcaire

9. Densité apparente

Elle est mesurée par la méthode de cylindre de volume connu. Elle consiste à effectuer un prélèvement du sol par cet outil. L'échantillon est desséché à l'étuve pendant 24 h à 105°.

D_a (g/ cm³)= poids du sol après dessiccation / volume du cylindre

10. Densité réelle

La masse des particules solide est obtenue par pesage, le volume est déduit par pesée à l'aide d'un pycnomètre en substituant de l'eau aux particules solides. Mode opératoire :

- 1-Peser le pycnomètre vide avec son tube capillaire soit **m1** ;
- 2-Peser l'échantillon dans le pycnomètre soit **m2** ;
- 3-Peser le pycnomètre contenant l'échantillon et l'eau soit **m3** ;

4-Peser le pycnomètre plein d'eau soit **m4**. Afin qu'aucune bulle d'air ne reste accrochée aux particules on porte le pyc+éch+eau à ébullition pendant au moins 1hr. On utilise la formule suivante :

$$\rho_s = \rho_w (m_2 - m_1) / (m_4 + m_2 - m_1 - m_3)$$
 Avec ρ_w masse volumique de l'eau=1000 kg/m³.

Chapitre III

Résultats et Discussion

I. Évaluations des paramètres chimiques des sols

1. Teneurs en gypse

La figure 1 montre que les sols analysés présentent des teneurs très faibles en $\text{Ca SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ avant l'amendement gypseux, cependant L'épandage du gypse conduit à l'augmentation de la teneurs en cet élément pour atteindre des teneurs à l'ordre de 12% notamment pour les traitement 2 et 3. Selon la classification de l'USDA (2016), les gypsids, ceux sont les sols qui ont des teneurs supérieurs à 15 % de gypse.

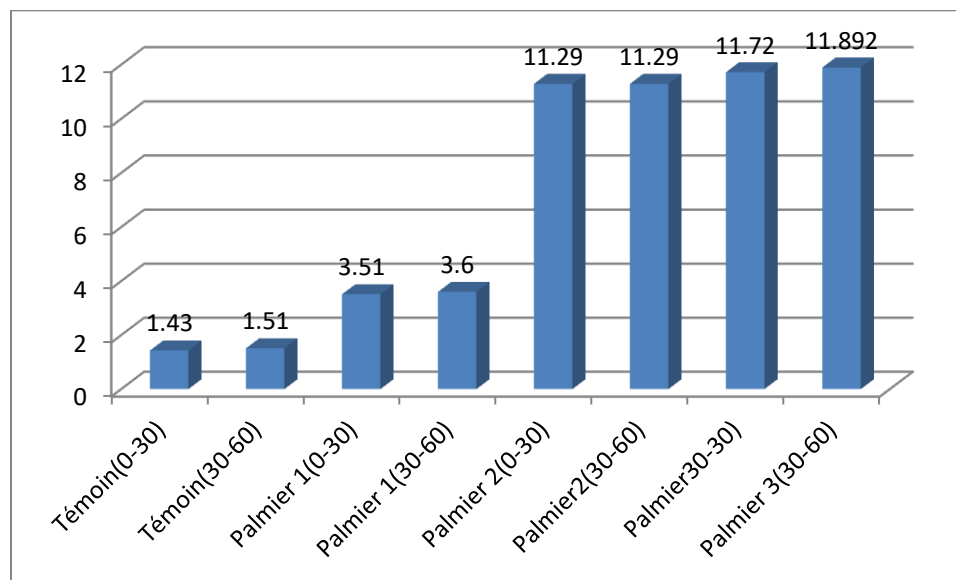


Figure 1. Évolution de la teneur en gypse (%)

2. L'évolution du pH

L'analyse montre que les amendements de gypses des sols textés non aucun effet sur le pH des sols. Les valeurs obtenues expriment un état de basicité est établit au niveau de la couche de surface pour les différents traitements. (Figure 2 et 3). Cependant on note un léger abaissement des pH de la couche souterraine est signalé après l'ajout de gypse. Ceci pourrait être expliqué par l'effet acidifiant des sulfates SO_4^{2-} dans la diminution de la réaction des sols. Les pH obtenus varient de 7.1 et 7,2 tandis qu'ils sont à l'ordre de 7,4 pour le sol témoins et celui enrichie en MO (Figure 2). Cette gamme a été identifiée par (Boyadgiev et Verheye ,1996).

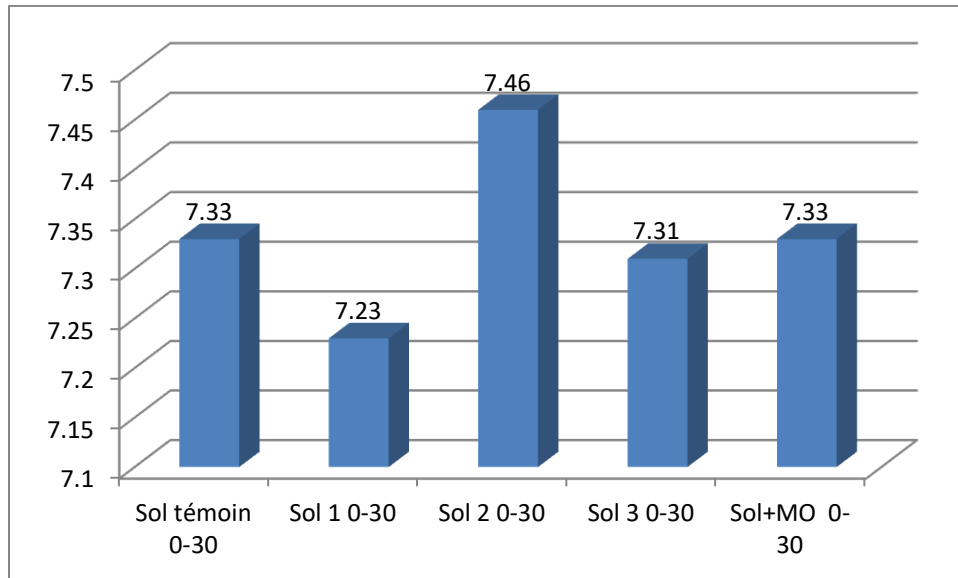


Figure 2. Évolution des pH des sols de la couche 0-30 cm

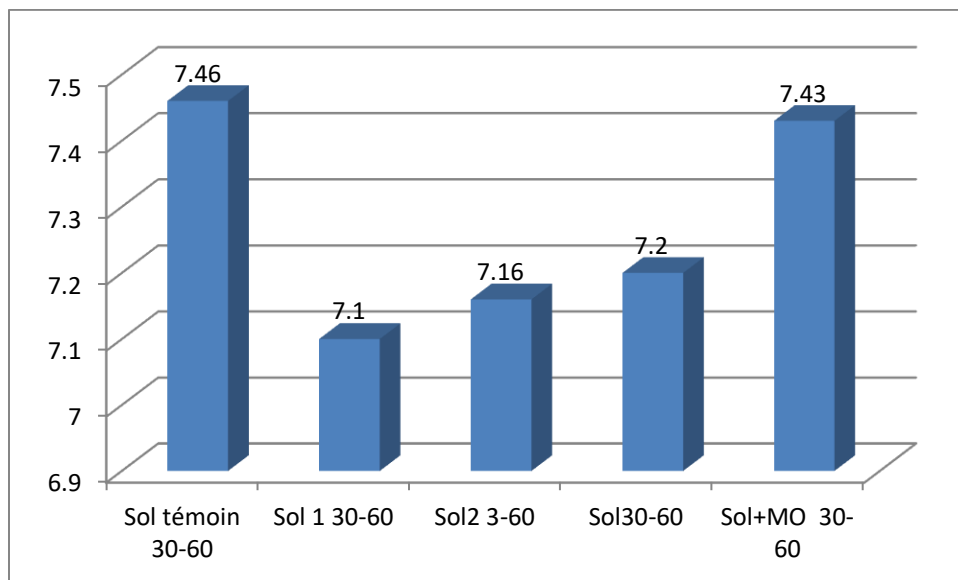


Figure 3. Évolution des pH des sols de la couche 30-60 cm

3. Évolution de la salinité

Il ressort de l'examen des histogrammes exprimant le niveau de salinité des sols analysés que les apports en gypses induisent à une légère diminution de la conductivité électrique (CE) comparativement au sol témoin. Des résultats similaires sont obtenus, également par

(Guimer, 2014 ; Zongo, 2021) . Les CE obtenues sont comprises entre 2 et 3.13 dS/m pour la couche de surface et entre 1.6 et 4 dS/m pour la couche souterraine.

Ceci probablement due au transport par lixiviation des sels. Toute fois on note que les sols épandus par la MO présente les teneurs les plus faible en CE avec une salinité à l'ordre de 2ds/m. Ceci certifie l'effet favorable de la MO comme un moyen de lutter contre la salinisation des sols comme il est rapporté par (Jendoubi et al, 2014).

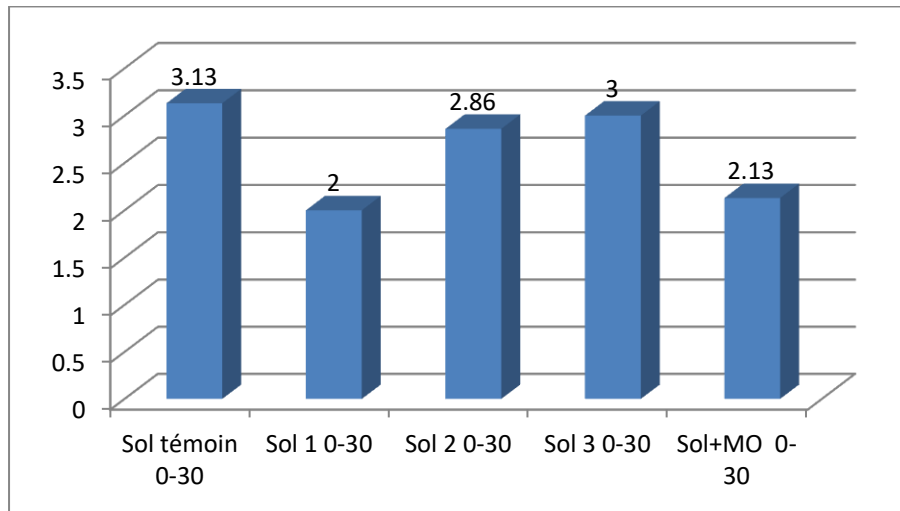


Figure 4.Évolution de la salinité de la couche 0-30 cm (dS/m)

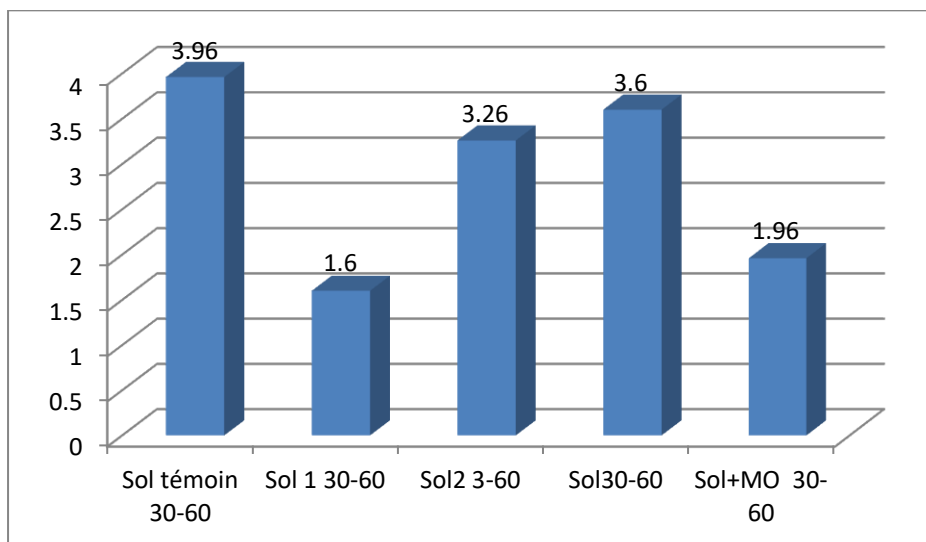


Figure 5.Évolution de la salinité de la couche 30-60 cm (dS/m)

4. Evolution de la teneur en calcaire total

L'examen de la figure ci-dessous montre que le sol étudié est très riche en calcaire. Les taux varient de 27.5 au 48%. Cependant, on note que le taux de cet élément décroît avec l'accoisement des doses de gypse appliqué. Les valeurs les plus importantes sont obtenues pour le sol témoin, toute fois la plus faible valeur est obtenue pour le sol amendé par la dose la plus élevée en gypse.

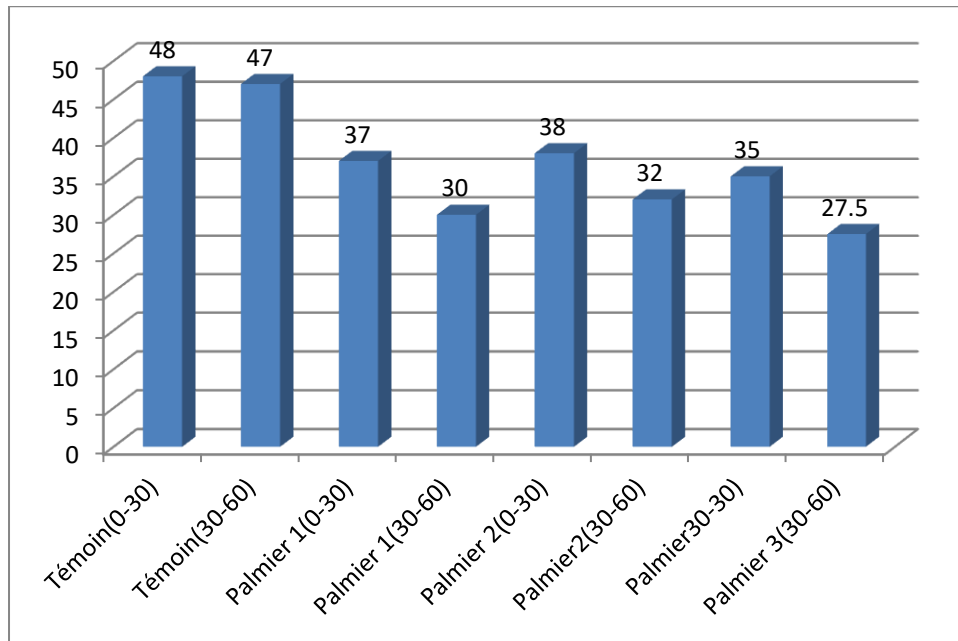


Figure 6. Évolution de la teneur en calcaire (%)

5. Evolution de la capacité d'échange cationique (CEC)

L'examen de la figure 7 illustre que les amendements gypseux influents positivement sur l'augmentation de la CEC. Cet accroissement est deux fois plus dans les sols après l'ajout du gypse pour les différents traitements. Les valeurs obtenues sont entre 22,5 et 29 Cmol^+/Kg . Cependant, le sol témoin montre un CEC de 12,8 Cmol^+/kg . Selon Polemio et Rhoades (1977), la capacité d'échange cationique est inversement corrélée avec les teneurs en gypse du sol.

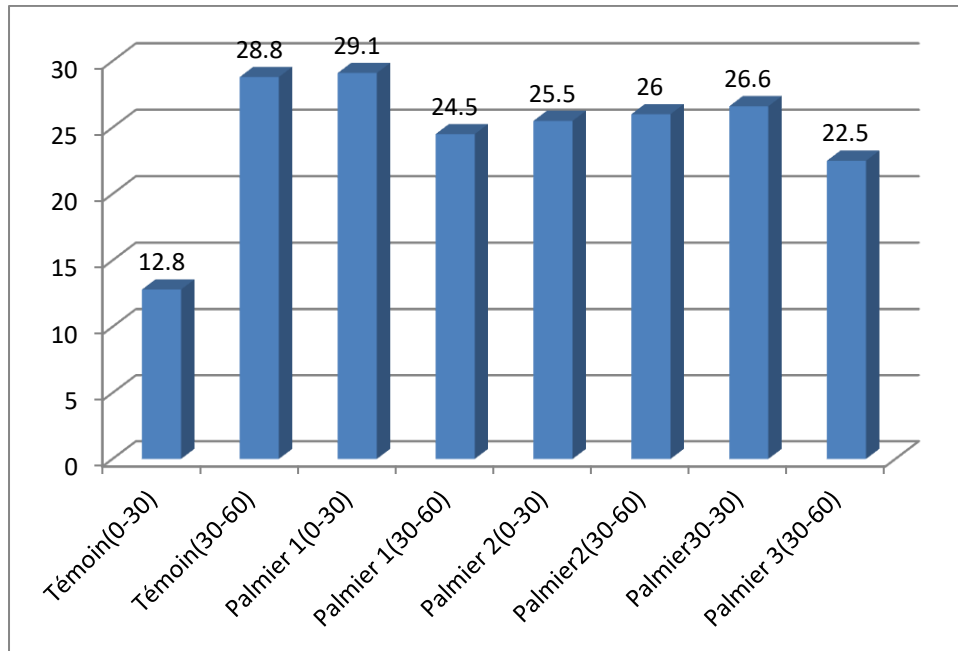


Figure 7. Évolution de la teneur de la CEC (Cmol⁺/Kg)

6. Teneurs en calcium

La figure ci-dessous exprime que les teneurs en calcium sont proportionnelles à l'augmentation de la dose du gypse additionné. Khechai et Daoud, (2016) coïncidèrent que le gypse n'est plus la seule source principale du calcium (Ca⁺⁺). En effet on note que le sol témoin présente les taux les plus faibles en Ca⁺⁺ avec une teneur de l'ordre de 52ppm tandis que le sol épandu avec différentes doses de gypse ont conduit à une augmentation du taux de calcium soluble pour atteindre des taux de 71.5ppm. Cette enrichissement de la solution du sol en cet élément améliore la structure en déplaçant les ions Na⁺ du complexe absorbant et les remplaçant par les ions Ca⁺⁺, il s'agit de désalinisation (Raouhna,2018).

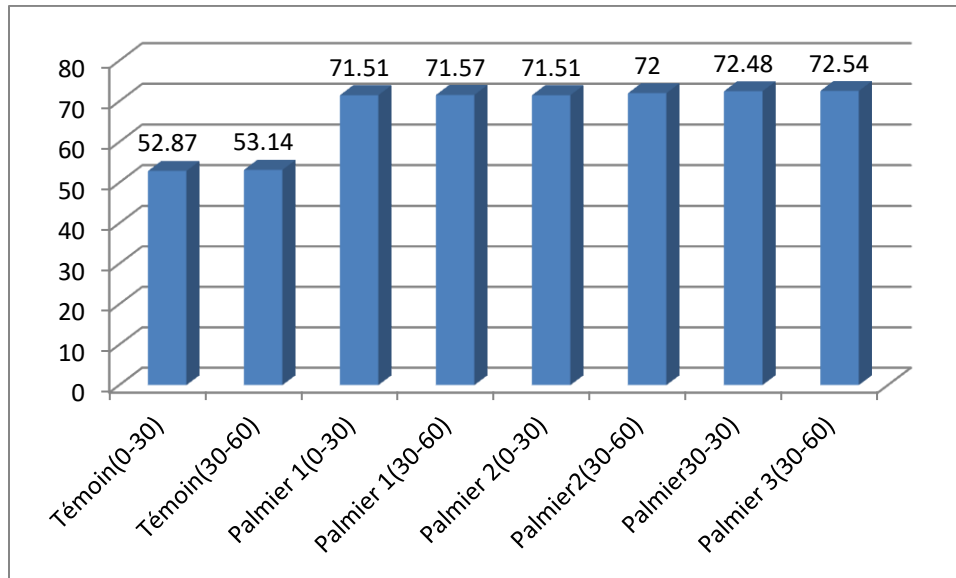


Figure 8. Évolution de la teneur en calcium (ppm)

7. Teneurs en magnésium

Les données analytiques figurant dans les histogrammes ci-dessous expriment une élévation des taux de magnésium après l'ajout du gypse. Les teneurs les plus élevées sont observés pour les différents traitements avec des teneurs s de 73 et 88 ppm. Toutefois, les symptômes de mal nutrition magnésienne et leur absorption par les colloïdes du sol sont expliqués par l'effet par du calcium en formant un composé non soluble (FAO, 1990).

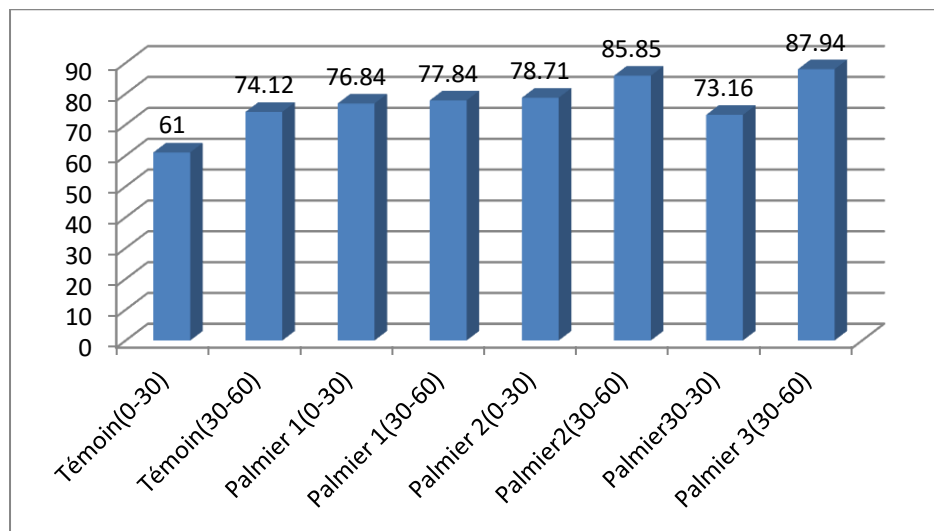


Figure 9. Évolution de la teneur en magnésium (ppm)

8. Teneurs à potassium

Le sol analysé montrant une augmentation du taux du potassium après l'amendement de gypse (Figure 10). Les teneurs les plus faibles en K^+ sont enregistrées pour le sol témoin avec des taux de 47 et 63ppm. Cependant l'amendement induit une croissance de cet élément pour gagner les taux les plus importants qui varient de 88 à 92 ppm particulièrement pour les palmiers 3 et 4. Khechai et Daoud, (2017) admettent un effet positif du calcium pour la libération du potassium échangeable. Le taux obtenus sont au-dessous des seuils de fertilisé potassiques selon plusieurs auteurs.

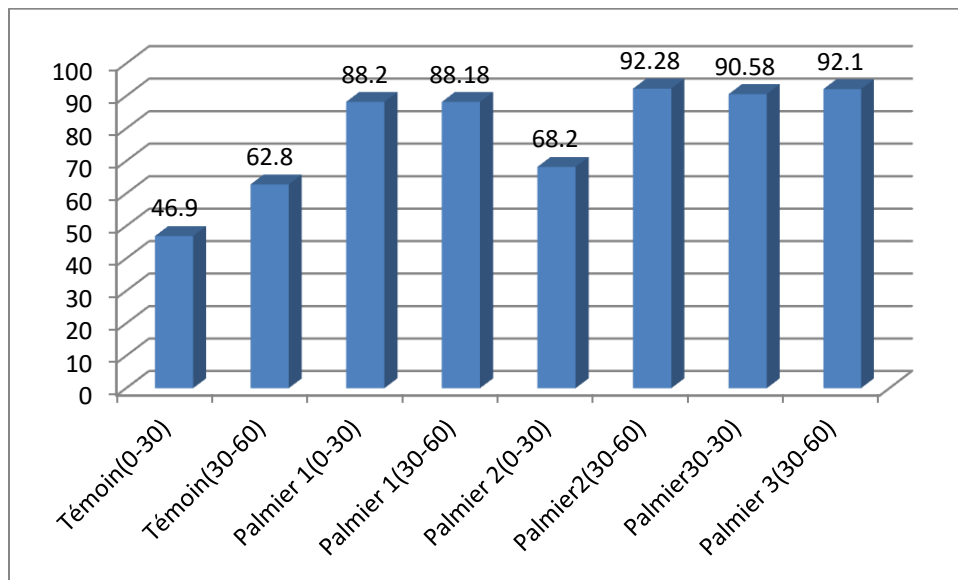


Figure 10. Évolution de la teneur de potassium (ppm)

9. Teneurs sodium

Selon la figure 11, les teneurs en sodium soluble déterminant dans le sol après l'amendement de gypse. Les fortes valeurs signalées avec le sol dépourvu d'un apport gypseux là où les teneurs sont à l'ordre de 25,3 et 27,89 ppm. En revanche le sodium soluble diminue progressivement avec l'augmentation des doses de gypses apporté au sol pour induire par la suite un abaissement de la salinité du sol. Le sodium échangeable proviendrait essentiellement des NaCl en solution. Ce dernier, étant un sel très soluble. Selon Pouget (1968), la présence du gypse dans ce type de profil, peut être considéré comme une situation originale et complexe.

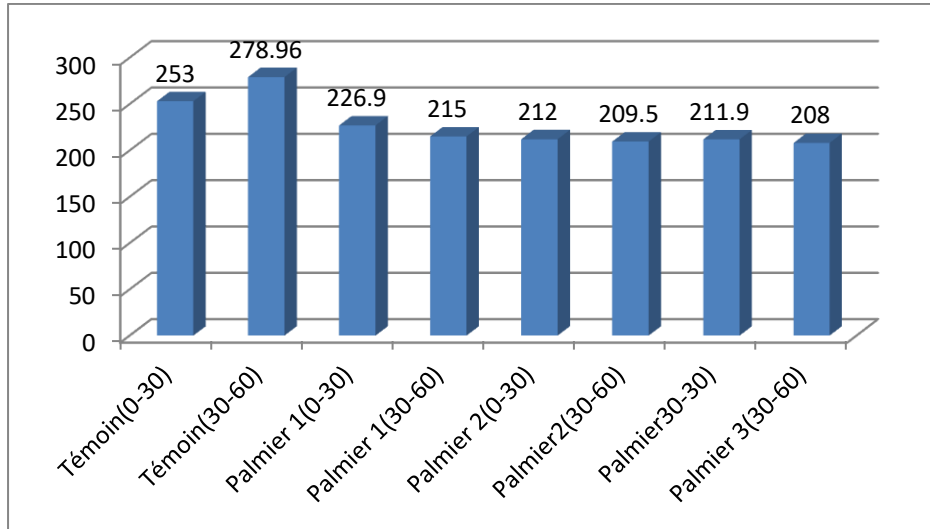


Figure 11. Évolution de la teneur de sodium (ppm)

10. Teneurs en phosphore

L'analyse de la figure 12 reflète que l'apport en gypse influe sur l'augmentation de la teneur en phosphore des sols. En effet, on note que l'augmentation des doses en gypse épandus dans le sol conduit à une augmentation du taux de phosphore. Ce croissant est bien distinguer pour les doses 3 où les teneurs en phosphore atteignent les taux de 30 à 33,5 ppm. En revanche, F.A.O., 1990) motionne l'effet contraignant du gypse sur la solubilité du phosphore.

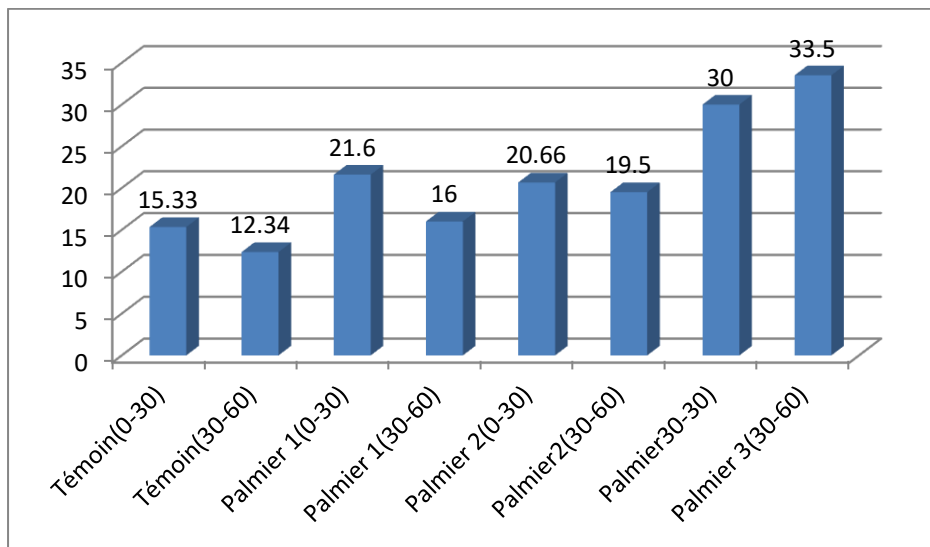


Figure 12 .Évolution de la teneur de phosphore (ppm)

II. Évaluations des paramètres physique des sols

1. Évolution de la densité apparente

Les histogrammes de l'évolution de la densité apparente illustrent un effet positif de l'amendement gypseux sur la lutte contre le compactage des sols (Figure 13 et 14). Ainsi on note une diminution de la densité apparente après l'ajout de gypse comparativement au sol dépourvu de $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Pour les deux couches agricoles, il est admis que le dysfonctionnement racinaire est obtenu pour une densité apparente (D_a) de $1,4\text{ g/cm}^3$. Cependant l'application du gypse montre le rôle fondamental de cet élément dans l'amplification des taux de la porosité du sol. Selon Roussel et al, (2001) les amendements en gypse sont préconisés pour la structuration et l'agrégation des sols pour des faibles teneurs en cet élément.

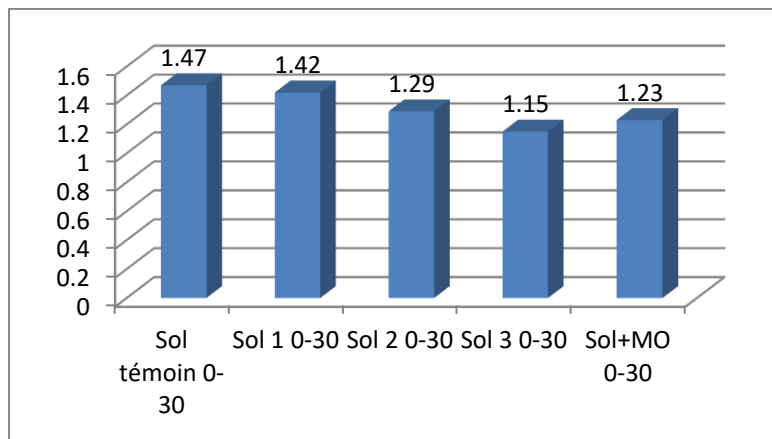


Figure 13. Évolutions de la densité apparente de la couche 0-30 cm (g/cm^3)

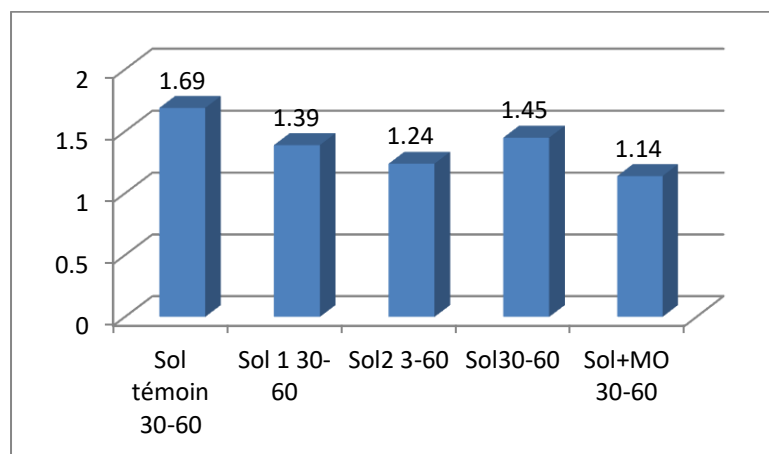


Figure 14. Évolutions de la densité apparente de la couche 30-60 cm (g/cm^3)

2. Évolution de la densité réelle

Il ressort de l'analyse des valeurs obtenues pour la densité réelle que cette dernière diminue progressivement avec l'augmentation de la dose en gypse apporté (Figure 15 et 16). Le sol témoin présente les valeurs les plus importantes avec une densité réelle (D_r) de $2,7 \text{ g/cm}^3$. Cependant une régression remarquable est obtenue après l'ajout de $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ qui varie de $2,62$ à $2,68 \text{ g/cm}^3$ pour la couche de surface du sol est $2,62$ et $2,64 \text{ g/cm}^3$ pour la couche souterraine. Actuellement la densité réelle maintenue à l'échelle universelle est de $2,65 \text{ g/cm}^3$ alors que (Halitim, 1988) propose une valeur de $2,3 \text{ g/cm}^3$ pour le cas des sols gypseux. On fin on note que les densités réelles obtenues après l'ajout de la matière organique, les valeurs de cette grandeur oscillent entre $2,45$ et $2,54 \text{ g/cm}^3$. La teneur en matières organiques d'un sol peut affecter considérablement sa densité de particules parce qu'il est généralement plus léger que les particules minérales.

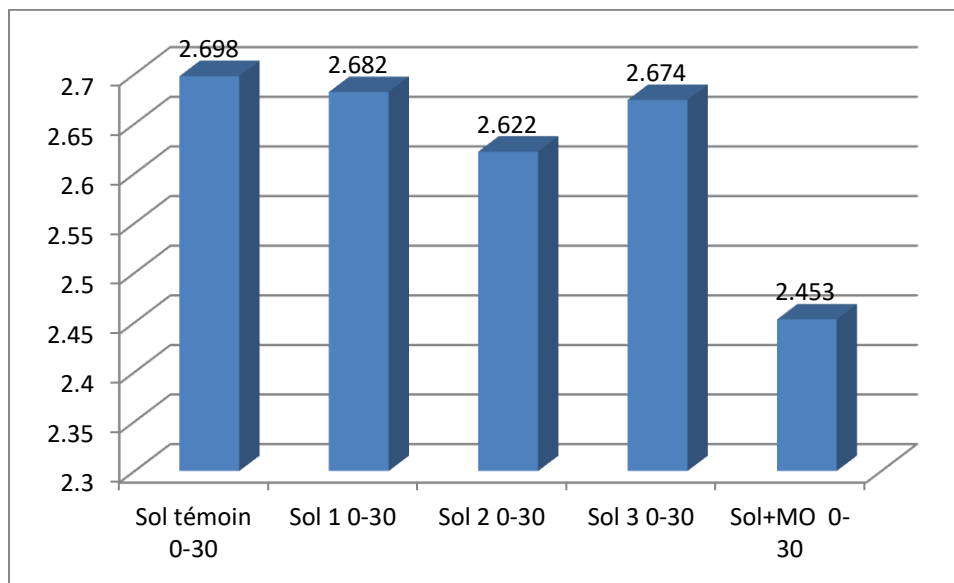


Figure 15. Évolution la densité réelle de la couche 0-30 cm (g/cm^3)

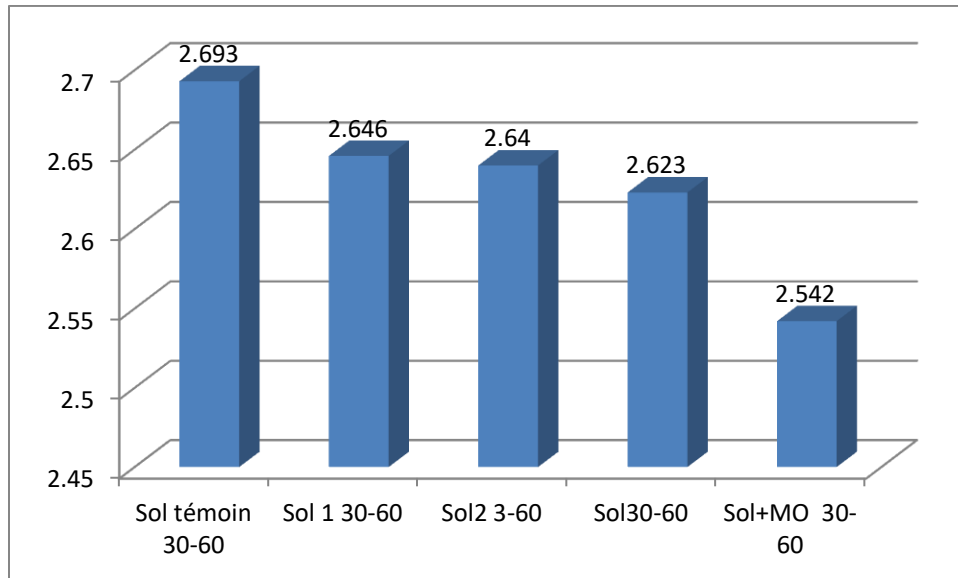


Figure 16. Évolution de la densité réelle de la couche 30-60 cm (g/cm³)

III. Évaluations des paramètres biologiques des sols

1. Teneurs en azote total

L'examen de la figure 17 reflète que l'amendement gypseux induit une augmentation de l'azote total du sol. La valeur la plus faible en azote est signalée avec une teneur de 0,05% pour le sol témoin. Cependant on note que la dose la plus importante de 0,14% est obtenue avec les doses plus grandes de gypse additionné.

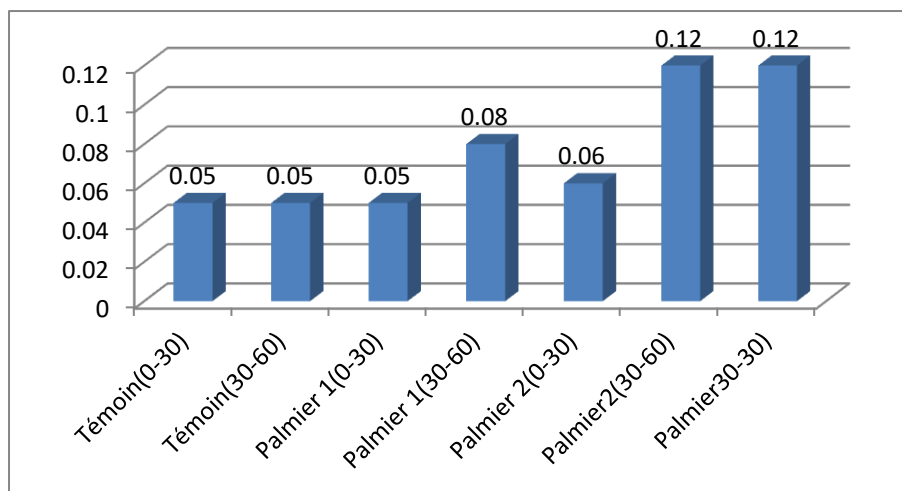


Figure 17. Évolution de la teneur de l'azote total (%)

2. Évolution du rapport C/N

L'analyse de la figure 18 indique que le rapport C/N augmente avec l'augmentation des doses de gypses appliquées au sol. Les valeurs de C/N les plus faibles sont obtenu avec le sol dépourvu en gypse avec $13 < C/N < 13,8$ tandis que on note que ce ration augme avec l'accoisement de la dose de $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ additionnée au sol, avec $18,4 < C/N < 21,6$. Ceci implique le rôle de calcium comme un cation inhibiteur de la bio-composition de la matière organique du sol comme il est apporté dans la bibliographie. En effet , Il est admit que l'augmentation du taux de gypse au-delà de 5% provoque une diminution de la nitrification, de l'ammonification et de la minéralisation de l'azote (Hiouani ,2016).

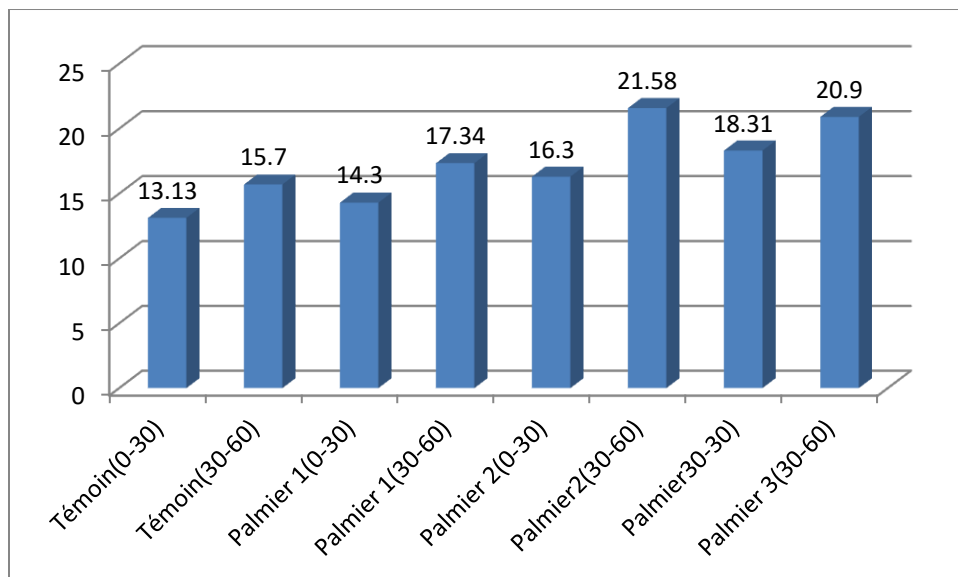


Figure 18. Évolution du rapport C/N

Conclusion Générale

Conclusion générale

Le présent travail a pour 'objectif l'étude de l'évolution des propriétés physiques d'un sol salé à texture limoneuse sous palmeraie dans la région de Sidi Okba, sous l'influence d'amendements gypseux. Le but est de réduire les contraintes physiques, chimiques que présentent ces sols, en particulier la mauvaise structure. Dans cette optique trois doses de gypse sont appliquées sur le sol dans deux profondeurs différentes.

Les principaux résultats montrent que les amendements gypseux induisent une structuration du sol matérialisée par une diminution de la densité apparente du sol analysés. Ils ont, aussi, engendré un effet très notable sur la diminution de la salinité du sol et du sodium soluble. L'épandage des amendements gypseux a entraîné une modification peu notable sur les valeurs du pH du sol. Ceci est dû au pouvoir tampon des sols en présence de calcium.

L'analyse du bilan ionique montre une bonne réponse aux amendements gypseux qui favorisent l'accroissement de la concentration du calcium, magnésium, sodium, potassium et phosphore dans la solution du sol au fur et à mesure que la dose de gypse augmente.

Dans les conditions de notre expérimentation, les amendements gypseux appliqués ont engendré une augmentation hautement significative de la capacité d'échange cationique marquée par des CEC supérieures à $20\text{Cmol}^+/\text{Kg}$. Cette amélioration de la CEC est accompagnée par un fort enrichissement du sol du sodium soluble induite, probablement, par un remplacement spécifique du sodium échangeable par le calcium du gypse.

Finalement, on note que l'apport de ces amendements gypseux dans le sol salé a engendré une faible minéralisation de la matière organique exprimé par des rapports $\text{C/N} > 15$. Cela conduit à motonner sur le rôle inhibiteur du calcium sur l'activité microbienne.

En fin, pour une agriculture durable dans le contexte des sols salés des palmeraies de Sidi Okba, il est important de monter des essais par la combinaison du gypse avec différents type de matière organiques d'origine animale et végétale pour l'amélioration de la qualité des sol

Références Bibliographiques

Abdesselam .S ,1999 . Contribution à l'étude des sols gypseux du Nord Est du Sahara Algérienne : caractérisation et genèse cas des Oasis de Tolga(Ziban). Thèse de Magister, I.N.A El-Harach, Alger, 79p

Ait M'hamed Ouahmed.M , 2016 . Effet des amendements organiques sur la structure des sols et sa fertilité physico-chimique : Cas des sols de la région de Chtouka (Sous Massa, Maroc) p, 88.

Artieda.O et Herrero.J (1987). Micromorphological features of lutitic Cr horizons in gypsiferous soils. Séminaire sur la genèse, classification et cartographie des sols salés et gypseux. 2p

Bend (jaher), 1980.Paramètres physico-chimique des principaux types de sol en relation avec leurs potentiels de production. En dient der ETH – bibliothék ETH Zurich , ranistrasse 101,8092 zurich , schweiz .www.librivy.ethz .ch,173p.

Benfatima K, 2016. Caractérisation de la salinité perspective d'amélioration de la gestion hydroagricole au niveau d'une parcelle située dans les périmètres irrigué de la MINA Relizane. Mémoire master université Abdelhamid Ibn Badis MOsteganem ,64p

Bensabour .F, 2018. Effet de l'incorporation de la matière organique sur les propriétés physico-chimiques des sols salés de la plaine de Mina. Mémoire master Université Abdel Hamid Ben Badis Mosteganem, 48p.

Boyadgiev T.G., Verheye W.H., 1996. Contribution to a utilitarian classification of gypsiferous soil Géoderma 74, pp: 321-338.

Brady, N.C., Weil, R.R., 2007. The nature and properties of soils. 14th Edition, PrenticeHall, London, United Kingdom

Chenu C., 2003, Comment caractériser les matières organiques du sol?, Actes des 6èmes rencontres de la fertilisation raisonnée et de l'analyse de terre,.

Collet,.L., Boucaron. C, Gourdon .F, Bonzon.B,JICQUEL. J. L., HUELVAN.Y., 1985 . Effets des amendements calcloues sur un sol sodioue acide et sur vertisol. Hypermagne,p 88.

Collinet.J, Mazariego.M , 1993. Réhabilitation de sols volcaniques dégradés à l'aide d'amendements organiques au Salvador ,Amérique centrale. p16.

Combeau, P. Segalen, Bachelier.G, 1970, l'étude du sol au laboratoire caractéristiques physiques, chimiques, minéralogiques et biologiques, ORSTOM

Djeghhala A, Zerari R, 2021. Caractéristiques physico-chimiques et valorisation de gypse de la région de M'rara. Thèse master université MOHAMED KHEIDER, 53p.

Djemrat K, Kaba S, 2018. Caractérisation de la salinité au niveau des périmètres irrigués par des eaux saumâtres dans la zone Ouargla. Thèse master université de GHARDAIA, 80p

Dragon .S, Icard .C, 2010. Effet d'apport de différents amendements organiques sur les propriétés du sol - Bilan de 15 années d'essai en culture légumière à la Serail .p 5.

FAO ; 1988. Management of gypsiferous soils .FAO bulletin No62,p 23.

Fedda. A, 2016. Évaluation de la biodisponibilité des contaminants dans le sol. Mémoire de master Université Abdelhamid Ben Badis Mosteganeme, 86p

Ghnen, N ; Cours méthode d'analyse physico-chimiques. Master 1 biologique de la conservation, 9p

Godefroy. J, 1979. Composition de divers résidus organiques utilisés comme amendements organo-minérale, p579-584.

Guesseie. S, Fethiza .TI, Benmou, 2021.Contribution à l'étude du comportement chimique d'un sol sableux (ph et pouvoir tampon) amélioré avec bio-charbon d'origine végétale dans le région d'El Oeud. Thèse master université Elchahid Hamma LKDAR D'el woud ,49p

Hachemi 5101, 1978 Effet de l'apport de matière organique et de gypse sur la stabilité structurale de sols de région méditerranéenne (Mateur-Tunisie), p 219

Hiouani. F ,2016. Etude expérimentale de l'influence du gypse sur la dynamique de l'azote des amendements organiques (fiente de volaille, fumier ovin) et cinétique d'absorption par une graminée fourragère ray grass d'Italie,p 197

Huber .G, Schaub. C , 2011. La fertilité des sols.L'importance de la matière organique , p 46

Jacques Delas, Christian Molot. Effet de divers amendements organiques sur les rendements du maïs et de la pomme de terre cultivés en sol sableux. *Agronomie*, 1983, 3 (1), pp.19-26.

Jendoubi .D, Taamallah.H, et Mohamed Moussa.M, 2013 . Suivi des effets des amendements organiques (fumier ovin et fumier camelin) sur les propriétés chimiques de sol dans les régions arides Tunisiennes (Dar Dhaoui et El Fjé – Médenine) , p 14.

Koull N., (2007) – Effets de la matière organique sur les propriétés physiques et chimiques des sols sableux de la région de Ouargla. Mémoire de Master, Univ. Kasdi Merbah Ouargla, 92p.

Lirnamoulaye CISSE, Georges VACHA UD, 2013. Effet d'un amendement organique sur l'infiltration, les coefficients de transferts hydriques, et l'évaporation d'un sol sableux dégradé du Nord-Sénégal. Institut Sénégalais de Recherches Agricoles CNRA, B. P. 53, Bambey, Sénégal. p, 30.

Marlet, S., et J.O. Job, 2006. Processus et gestion de la salinité des sols. In : Tiercelin, J.R. *Traité d'irrigation*, seconde édition. Tec & Doc Lavoisier. ISBN-13: 978-2743009106,p 29

Ognalaga. M, Boussiengui. G, Ichida.p, Odjogui.o ,2015. Contribution à la restauration de la fertilité des sols du périmètre maraîcher de l'IGAD DJAMITI (Franceville) par l'apport raisonné des Amendements organiques et minéral. *Journal of Animal & Plant Sciences*, Vol.24, Issue 3: 3843-3853.

Rouahna. H, 2019.Individualisation de gypse dans les sols du palmier d'EL OUTAYA. Thèse doctorat université Mohamed Kheider Biskra.

Paré, M.C., 2011. Organic matter quality in cryosols: Effect on soil nitrogen dynamics and greenhouse gas emissions. PhD thesis, Saskatchewan University, Saskatoon, Canada.

Roussel.O,Bourmeauet .E ,Walter.Ch, 2001. Évaluation du déficit en matière organique des sols français et des besoins potentiels en amendements organiques,p 18.

Sallami.I, 2013, évolution des propriétés physiques des sols irrigués de la plaine de Loutaya (BISKRA). Thèse de magister, ENSA, EL Harrach -Alger ,89p.

Sehgoun EE, 2009 . Impacts agronomiques, économiques et environnementaux de quelques amendements organiques a nkolondom (Yaoundé-Cameroun),p 116.

Soffih.M, 2017. Contribution au diagnostic de l'état de salinisation des sols de la plaine D'Echmedena. Thèse master université ABDELHAMID BEN BADIS ,56p

Tir. Ch, 2007.Genèse des sols accumulation gypso-calcaire et salines dans la riions de (Ain ben noui-BISKRA). Institut national agronomie EL HARRACH – ALGER,120p

Zante P, Etude du comportement physique de sols argileux soumis a l'irrigation dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal ORSTOM, Laboratoire d'hydrophysique.

Zongo.N, Lompo.DJP , Juliane DA , Sedogo.MP et NACR B.H, 2021. Effets du gypse et de la qualité de l'eau d'irrigation sur les propriétés chimiques d'un Lixisol affecté par la pollution saline-sodique, p16.

.

Résumé

Le présent travail a pour objet l'étude de l'effet des armements gypseux sur l'évolution des paramètres d'un sol salé à texture limoneuse. Trois doses de gypse dans deux profondeurs différentes sous un sol s'une palmeraie. Les principaux résultats montrent le rôle positif du gypse comme un amendement minéral dans l'amélioration des fertilités physiques et chimiques. Cependant, il est admet l'effet du calcium comme inhibiteur de l'activité biologique exprimé par des rapports C/N élevés

Mot clés : Palmeraie, Sol salé, gypse, CEC, CE, densité apparente, C/N.

ملخص:

تبحث هذه الدراسة في تأثير مكملات الجبس على التغيرات في بارامترات التربة المالحة ذات القوام الطيني. تم استخدام ثلاث جرعات من الجبس على عمقين مختلفين تحت تربة بستان نخيل. أظهرت النتائج الرئيسية الدور الإيجابي للجبس كتعديل معدني في تحسين الخصوبة الفيزيائية والكيميائية. ومع ذلك، تم الإقرار بتأثير الكالسيوم كمنشط للنشاط البيولوجي الذي تعبر عنه نسب C/N العالية.

C/N، الكثافة الظاهرية، EC، CEC، الكلمات المفتاحية: بساتين النخيل، التربة المالحة، الجبس،

Abstract

The present study investigates the effect of gypsum supplements on changes in the parameters of a saline soil with a silty texture. Three doses of gypsum were applied at two different depths under the soil of a palm grove. The main results show the positive role of gypsum as a mineral amendment in improving physical and chemical fertility. However, the effect of calcium as an inhibitor of biological activity expressed by high C/N ratios is acknowledged.

Key words: Palm grove, saline soil, gypsum, CEC, EC, apparent density

