



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  
Hydopedologie

Réf. :

---

Présenté et soutenu par :  
CHEIAKH Mohamed Omar

Le : dimanche 24 juin 2018

# **Valorisation des déchets de palmier dattier, étude de leurs effets sur quelques paramètres physico-chimiques du sol, région de Biskra.**

---

### Jury :

M.	AISSAOUI Hichem	MAA	Université Mohamed khider	Président
M.	BOUKEHIL Khaled	MAA	Université Mohamed khider	Encadreur
M.	KHECHAI Salim	MAA	Université Mohamed khider	Examineur

Année universitaire : 2017 - 2018

	Page
Remerciement	
Dédicace	
Introduction.....	01
<b>Partie bibliographique</b>	
1- Généralité.....	03
2- Quantification des déchets du palmier dattier .....	03
3- Définition et Constituants du sol .....	03
4- Propriétés physiques du sol .....	03
4-1 Structure du sol et la matière organique .....	04
4-2 Texture du sol .....	04
4-3 Porosité du sol .....	04
4-4 Eau dans le sol et la matière organique .....	05
5- Amendement physique du sol en matière organique.....	05
6- Matière organique (MO) a un rôle chimique .....	06
7- Matière Organique intervient sur les propriétés hydriques et physiques du sol.....	06
8- Objectifs de l'amendement .....	06
8-1 Amendement organique selon le type de sol.....	07
9- Description de palmier dattier : .....	07
9-1 Description de palme ou « Djérid » .....	08
10- Compostage.....	08
11- Système racinaire .....	09
11-1 Plantes et sol.....	09
12- Sols sales .....	10
12-1 Définition et généralité .....	10
12-2 Genèse de la salinité des sols .....	10
12-3 Effets des sels solubles sur le sol et la végétation .....	10
13- Sols gypseux .....	10
13-1 Définition et généralité.....	10
13-2 Influence du gypse sur la résistance du sol .....	11
14- Paramètres physico-chimiques des eaux.....	12
14-1 Paramètres physiques des eaux.....	12

14-1-1	Température .....	12
14-1-2	Potentiel d'hydrogène (pH) .....	12
14-1-3	Conductivité électrique .....	12
14-2	Paramètres chimiques des eaux.....	13
14-2-1	Cations majeurs.....	13
a)	Calcium .....	13
b)	Magnésium.....	13
c)	Dureté.....	13
d)	Sodium .....	14
e)	Potassium .....	14
14-2-2	Anions majeurs.....	14
a.	Chlorures.....	14
b.	Sulfate.....	15
c.	Nitrates.....	15
d.	Bicarbonates (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) .....	15

## Partir matériels et méthode

I.1	Objectifs.....	16
I.2	Matériels .....	17
I.2.1	Présentation de la parcelle expérimentale.....	17
I.2.2	Matériel végétal .....	18
I.2.3	Dispositif expérimental adopté et les différents traitements appliqués (mélanges)	19
I.2.4	Caractérisation des eaux d'irrigation.....	21
I.2.5	Caractérisation de sol.....	23
I.2.5.1	Analyse granulométrique du sol.....	23
I.2.5.2	Echantillonnage et analyse physicochimique du sol.....	24
I.2.5.3	Les analyses physico-chimiques du sol .....	24
I.2.5.4	Protocoles d'analyses appliqués.....	24
a)	pH.....	24

b) C.E.....	24
c) CALCAIRE TOTAL .....	25
d) DENSITE APPARENTE.....	25
I.2.6 Essai de mesurer la capacité de rétention de Cornaf .....	26
I.2.7 Matériel informatique utilisé.....	26

## Partie résultat et discussion

1- Capacité de rétention de Cornaf.....	27
2- Variation et évolution de pH du sol.....	28
3- Variation et évolution de la conductivité électrique du sol .....	29
4- Evolution et la variation de la densité apparente du sol.....	30
5- Evolution de La porosité des sols.....	31
6- Evolution de l'humidité des sols .....	32
7- Variation et l'évolution de la matière organique.....	33
8- Evolution de gypse.....	34
Conclusion .....	35
Référence bibliographique .....	37
Annexe.....	40

## Liste des figures

Numéro	Titre de figure :	Page
01	Evolution simplifiée des matières organiques .....	04
02	Composition de l'horizon de surface d'un sol de culture.....	05
03	Schéma représentative de palmier dattier.....	07
04	Schéma d'une palme de palmier dattier.....	08
05	Différentes phases du compostage et évolution de la température.....	08
06	Déchet de palmier dattier (Cheiakh, 2018).....	19
07	Représentation générale de site expérimentale (google earth 2017)..	21
08	Schéma représentative de trou d'essai avec ses dimensions.....	22
09	Le dispositif expérimental adopté pour l'expérimentation.....	24

## Liste des tableaux

Numéro	Titre de tableau :	Page
01	Classification des eaux d'après leur pH (DDASS, 2005).....	12
02	poinds du type du sol et poinds le MO a aporté en fonction de D.a...	23
03	Capacité de rétention de Cornaf.....	29
04	Variation et évolution de pH du sol.....	30
05	Variation et évolution de la conductivité électrique du sol.....	31
06	Evolution et la variation de la densité apparente du sol.....	32
07	Evolution de la porosité des différents sols.....	33
08	Evolution et la variation d'humidité du sol.....	34
09	Evolution de matière organique (MO).....	35
10	Evolution du gypse.....	36



# **INTRODUCTION**

## Introduction

Les sols des pays d'Afrique subsaharienne ont un faible niveau de fertilité intrinsèque lié à des contraintes naturelles spécifiques à chaque zone agro écologique. Ces déficiences sont des facteurs déterminants de la production (**Nyembo et al., 2012**). Les éléments nutritifs exportés par les récoltes, dans des sols déjà pauvres, ne sont pas remplacés de manière adéquate (**Mulaji, 2011**).

Les problèmes de délaissement des déchets oasiens ne se limitent pas à cela. Ils constituent en plus un refuge aux insectes et animaux divers : mouches, moustiques, scorpions. Les déchets sont souvent un gêne pour le drainage oasien en bouchant les drains et les empêchant de bien fonctionner.

Le sol apparaît en effet d'une part comme un milieu complexe, biologiquement actif et siège de nombreux phénomènes transitoires qui s'inscrivent dans un processus évolutif global, et de l'autre comme une entité arbitrairement délimitée, en constante interaction avec les autres éléments de l'écosystème dans lequel il s'insère (**André, M et Marc, S ; 1991**)

Les sous-produits arboricoles et de palmier dattier, représentent un gisement important à valoriser et à exploiter dans les zones oasiennes. Ils permettent d'éviter ainsi les effets négatifs sur le système oasien, favorisant la pollution et la multiplication des maladies du palmier dattier. Le problème principal des déchets de palmier est leur consistance sèche et riche en cellulose qui fait que leur compostage nécessite le broyage préalable (**Ben Salah, 2014**).

La nature des sols oasiens pauvres en matière organique nécessite le recours à tous les déchets végétaux après compostage pour la fertilisation. Vu le manque de fumier, le compost peut être utilisé en support ou en remplacement comme engrais organique. Les besoins en fertilisants organiques ne cessent de s'accroître surtout avec l'accroissement de la pratique de l'agriculture biologique (**Anonyme, 2014**).

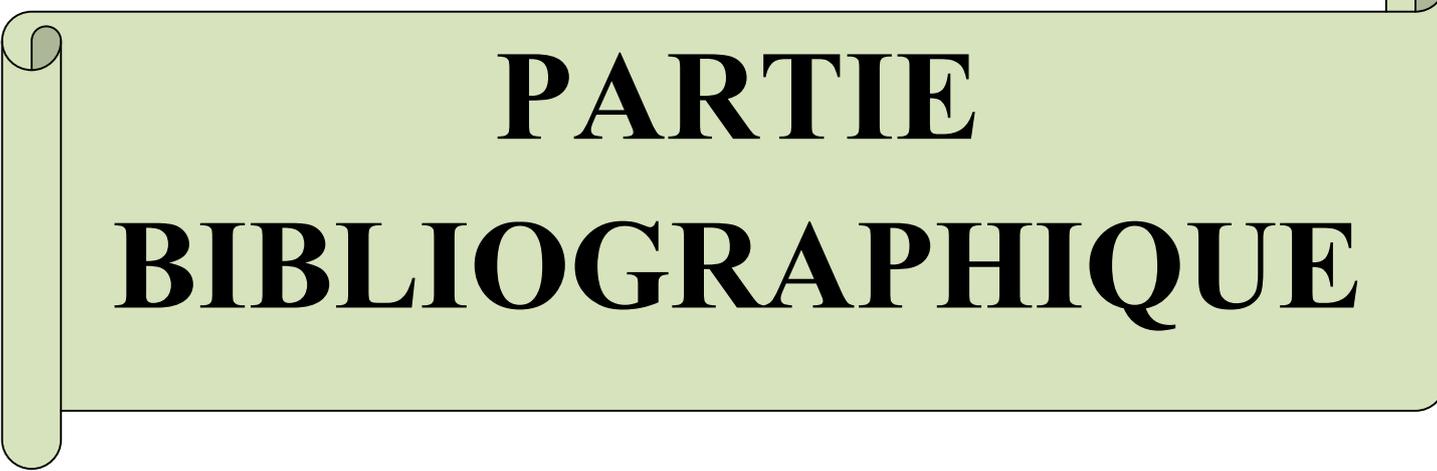
Deux raisons expliquent ces pratiques ancestrales soit : la valeur fertilisante de ces déchets ou la capacité des sols à épurer les effluents en particulier liquides, qui permet protéger les eaux profondes et superficielles de tout risque de contamination (**Michel et al ; 2005**).

Son impact socio-économique est non négligeable puisqu'elle contribue à une création d'emploi, une génération de richesse et un complément de revenu tant attendu par les agriculteurs (**Meradi et al., 2016**).

Plusieurs travaux ont été entamés par des chercheurs dans ce domaine de valorisation des déchets de palmier dattier. Notre modeste travail, s'inscrit dans le même axe de recherche. C'est un essai de valorisation de déchet de palmier dattier on l'utilisant comme matière fraîche pour amender le sol, nous visant son effet sur quelques paramètres physique du sol. Pour cela avons appliqué cette dernière sur trois type de sol (argileux, sableux et salin) est pour conclure leur importance nous avons utilisé d'autre matière organiques (noix de coco et le composte de déchet de palmier dattier) pour objectif de comparaison. L'expérimentation c'est déroulé au niveau de terrain expérimental de département d'agronomie de l'université Mohamed kheider – Biskra entre le mois de février et le mois d'avril 2018.

Notre travail s'est focalisé sur trois parties primordiales, commençant par une introduction et finissant par une conclusion :

- ✓ La première est celle de revue bibliographique
- ✓ La deuxième partie traite la première partie de l'expérimentation, la partie matérielle et méthodes.
- ✓ La Troisième partie c'est la partie d'analyse des résultats, résultats et discussion.



**PARTIE**  
**BIBLIOGRAPHIQUE**



**CHAPITRE I**

## 1- Généralité

L'Algérie a produits en 2001, 850 million de tonnes de déchets (IFEN, 2002), environ 50% de ces déchets sont recyclés en agriculture : les déchets agricole (palmier datte), une partie des déchets des collectivités et des ménages (boues issue de l'épuration des eaux, composts de déchet verts, d'ordures ménagères) (Michel et al ; 2005).

Un déchet est défini dans le code de l'environnement comme étant tous résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit, ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que le détenteur destine à l'abandon.

## 2- Quantification des déchets du palmier dattier

Le palmier dattier est un arbre rustique s'adaptant aux régions les plus arides du monde. C'est un monocotylédone arborescente, de la famille des palmacées ou phoenicacées sous famille des coryphinées, du genre phoenix et de l'espèce phoenix dactylifera L. Il constitue la principale source de vie de la population saharienne (chehma ; 2001).

En Algérie, la culture du palmier dattier est essentiellement localisée dans les wilayates sahariennes. On estime le nombre à 10 millions de palmiers dattiers dont 76 % productifs donnant une production annuelle d 270000 tonnes de dattes dont 45 % de Deglet Nour (chehma ; 2001)

Le calcul du tonnage de chaque sous-produit a été basé sur les mensurations effectuées par Chahma et al. (2000).

Palmes sèches : On se basant sur le fait que : Une foliole pèse en moyenne 5 g ; Une palme comporte en moyenne 180 folioles ; Un palmier dattier donne en moyenne 15 palmes par an ; le tonnage de la partie consommable des palmes sèches est calculé de la façon suivante  $5 \times 180 = 900$  g ; soit 0,9 kg /palme  $0,9 \times 15 = 13,5$  kg / palmier / ans

## 3- Définition et Constituants du sol

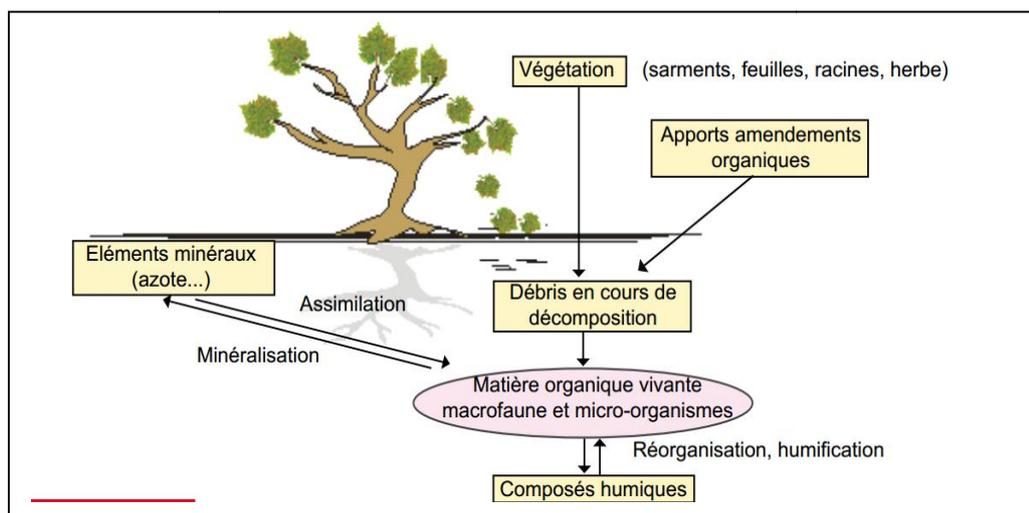
Le sol se présente comme un système comprenant trois phases que l'on retrouve dans la nature: liquide, gazeuse et solide. La phase liquide est représentée par l'eau du sol et la phase gazeuse par l'air du sol. La phase solide est constituée de grains minéraux de taille variable qui proviennent de la désagrégation et de l'altération des roches sous-jacentes, et d'une fraction organique minoritaire (Hillel, 1988; Gelin et Stengel, 1998).

## 4- Propriétés physiques du sol

Les paramètres définis sont utilisés dans le cadre de la description du comportement physique du sol peuvent être déterminés en pratique par diverses techniques, consistant en une détermination in situ du paramètre concerné, et les méthodes de laboratoire, qui reposent sur les analyses d'échantillons prélevés sur le terrain. Les déterminations effectuées en laboratoire fournissent des résultats plus précis, par comparaison avec des observations de terrain, mais leur signification et leur représentativité est plus faible, en raison du faible volume de sol prospecté et des effets du prélèvement et de la manipulation (Duchaufour, 1994).

#### 4-1 Structure du sol et la matière organique

La matière organique cimente entre elles les particules minérales du sol et contribue à la stabilisation des agrégats. Une agrégation stable procure une bonne structure au sol et le rend moins compact, plus meuble et plus perméable à l'eau et l'air (grâce à porosité plus élevée). Cela crée un environnement favorable à la croissance du système racinaire des cultures et à l'activité biologique du sol. Les sols comportant des agrégats stables sont par ailleurs moins exposés à l'érosion, à la formation d'une croûte et aux problèmes qui peuvent suivre, par exemple une émergence plus difficile et moins uniforme des semis. (Anonyme, non daté)<sup>A</sup>.



**Figure 1 :** Evolution simplifiée des matières organiques (Source: fertilisation de la vigne un point sur les préconisations, Fiche 3).

#### 4-2 Texture du sol

Texture du sol traduit de manière globale la composition granulométrique de la terre fine. L'objectif de l'analyse granulométrique consiste donc à différencier par la taille les éléments minéraux du sol et à quantifier leur répartition pondérale, dans des classes de diamètres prédéfinies. Habituellement trois catégories sont considérées: les argiles (< 2  $\mu\text{m}$ ), les limons (2 - 50  $\mu\text{m}$ ) et les sables (50 - 2000  $\mu\text{m}$ ). La granulométrie des particules dans un sol a des effets sur la densité, sur la porosité, sur la circulation de l'eau et de l'air et sur la rétention de l'eau (Bittelli et al., 1999; Gobat et al., 2010).

#### 4-3 Porosité du sol

La porosité désigne la fraction du volume total du sol occupé par des vides. Elle est exprimée par le rapport entre le volume des vides et le volume total du sol. Habituellement trois classes de taille de pores peuvent être distinguées: la microporosité, la méso-porosité et la macroporosité. L'eau est retenue principalement dans les pores ou par interaction avec les minéraux argileux. La quantité d'eau retenue dépend de plusieurs facteurs: la nature des constituants du sol, sa structure et des conditions climatiques (Ugarte-Nano, 2015).

La quantité d'eau retenue dans le sol est exprimée par un volume ou une masse rapportée à un volume ou une masse de référence. Elle s'exprime de différentes façons selon les grandeurs utilisées (Calvet, 2003).

#### 4-4 Eau dans le sol et la matière organique

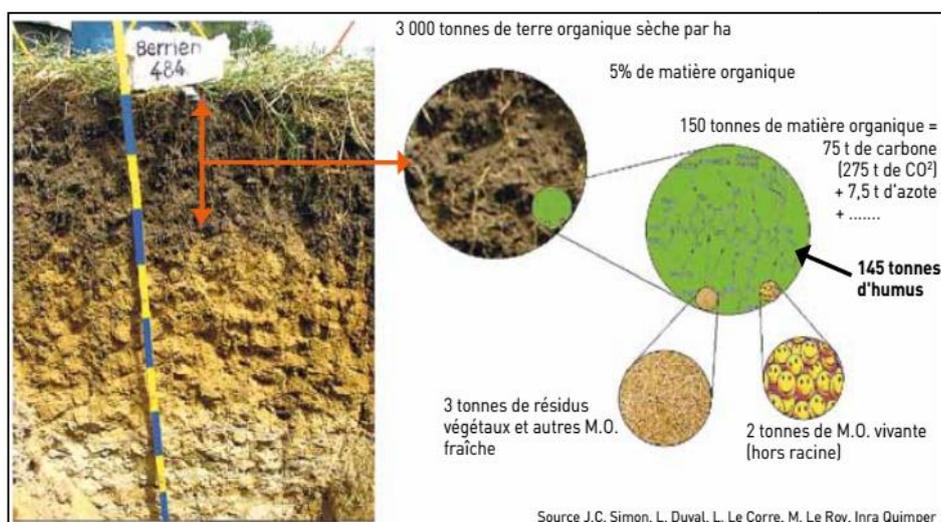
L'eau joue un rôle très important dans tous les phénomènes physiques, chimiques et biologiques qui se produisent dans le sol, La disponibilité de l'eau dans le sol peut être divisée en quatre niveaux (**Mahmoud, 2010**); le niveau de saturation en eau, la capacité de champ, le point de flétrissement (PF) et le niveau extra sec. (**Bruand et al., 1996**).

La matière organique agit comme une éponge et peut absorber plusieurs fois son poids en eau. Elle augmente ainsi la capacité de rétention en eau des sols. En période de sécheresse, cela favorise le maintien dans le sol d'une plus grande réserve en eau utile. Cet effet peut être particulièrement bénéfique pour les sols sableux.

Dans le cas de certains sols, l'augmentation de la capacité de rétention en eau peut par ailleurs ralentir quelque peu leur vitesse d'assèchement et de réchauffement au printemps. Ce dernier impact est cependant rarement d'un paillis de résidus de culture à la surface du sol peut par contre avoir un impact plus appréciable (**Anonyme, non daté**)<sup>A</sup>.

#### 5- Amendement physique du sol en matière organique

Les matières organiques fraîches (MOF) : elles sont d'origine végétale (débris végétaux incorporés, racines...), animale (déjections, cadavres...), fongique et microbienne (cadavres, exsudats). Elles constituent 1 à 2 % de la MO totale du sol. Associées aux produits issus de la décomposition des MOV, elles constituent les matières organiques facilement décomposables (**Anonyme ; 2013**).



**Figure 2** : Composition de l'horizon de surface d'un sol de culture  
(Source: la matière organique, pivot de la fertilité)

#### Les matières organiques vivantes (MOV)

Elles peuvent être d'origine animale, végétale, fongique et microbienne et englobent les racines, la faune du sol et la microflore. Cette MOV constitue 1 à 3 % de la MO totale du sol (**Anonyme ; 2013**)<sup>B</sup>.

Amendement physique du sol conçu pour augmenter la capacité de rétention en eau et en éléments nutritifs des sols et des terreaux. Il favorise le développement racinaire, la croissance des plants, le taux de survie et permet une réduction des fréquences d'arrosage jusqu'à 50% (**Anonyme ; 2013**)<sup>B</sup>.

Le produit est un mélange sec, d'amendement organique avec des engrais solubles, L'amendement du sol doit être mélangé de manière homogène à la terre de la zone prospectée par les racines ou au substrat (**Anonyme ; non daté**)<sup>B</sup>.

La matière organique joue un rôle important dans les fonctionnements physique, chimique et biologiques du sol. Elle améliore la cohérence des éléments structuraux, favorise la rétention en eau utile, participe au stockage réversible des éléments nutritionnels, limite le développement de certains parasites, augmente l'aération du sol...Un sol bien pourvu en matière organique offrira un milieu bien plus favorable au développement des cultures et moins sensible aux aléas climatiques (**Anonyme ; 2013**)<sup>B</sup>

#### **6- Matière organique (MO) a un rôle chimique**

Le Complexe Argilo Humique (CAH) est le terme indiquant cet ensemble (MO + fractions minérales) qui structure le sol et qui en constitue "le garde manger" pour les cultures. Le rôle du CAH s'apprécie entre autre, par une analyse dite de la CEC (Capacité d'Echange Cationique). Ce paramètre, dont la mesure est présente dans les bulletins d'analyses de sol, représente la capacité d'un sol à stocker les éléments nutritifs (Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, K<sup>+</sup>...) et aussi H<sup>+</sup> l'ion de l'acidité. Cette CEC dépend de la teneur en argile et en matière organique du sol. Il a été mesuré dans le nord Bretagne que environ **50 %** de la CEC était directement porté par la MO du sol. La CEC d'un sol varie très peu au cours du temps (**Anonyme ; 2013**)<sup>B</sup>.

#### **7- Matière Organique intervient sur les propriétés hydriques et physiques du sol**

La présence d'éléments organiques grossiers mais aussi l'activité fongique et lombricienne favorise la porosité et donc le drainage de l'eau l'hiver.

Elle intervient sur la plasticité du matériau (sa souplesse) qui permet d'augmenter sa portance et le nombre de jours où le sol est travaillable dans l'année.

Le taux de MO et en particulier l'activité du compartiment vivant, va favorablement influencer la stabilité structurale (capacité des agrégats de sol à résister à l'action des pluies ou des passages de charges) et limiter les phénomènes de battance en surface. Les apports de matière organique, tels que fumier de bovin ou compost, ont un effet mesurable sur la stabilité structurale des sols de limons. Il est important de rappeler qu'il existe une corrélation positive entre la stabilité structurale et la résistance à l'érosion du sol (**Anonyme ; 2013**)<sup>B</sup>.

#### **8- Objectifs de l'amendement**

On ne peut exagérer l'importance de la matière organique du sol. L'ajout d'amendements organiques comporte de nombreux avantages :

- Amélioration de la structure et de l'état d'ameublissement du sol.
- Amélioration des caractéristiques d'humidité du sol (taux d'infiltration, de percolation et capacité de rétention d'eau supérieurs).
- Ajout d'éléments nutritifs et amélioration du cycle des éléments nutritifs;
- Amélioration de la vie du sol.

- Diminution des émissions de gaz à effet de serre et obtention d'un puits de carbone.
- Rendre le sol plus facile à travailler.
- Augmenter selon les cas ses capacités de stockage ou de drainage de l'eau.
- Améliorer la circulation de l'air.
- Supplémenter le sol en calcaire s'il en manque.

### 8-1 Amendement organique selon le type de sol

- Amendement d'un **sol argileux** : des apports de sable, de fumier et de compost rendent la terre plus facile à travailler, plus drainante et mieux aérée.
- Amendement d'un **sol sableux** : des apports de terre argilo calcaire, de fumier et de compost donnent du corps à la terre et améliorent sa capacité à retenir l'eau et les nutriments.
- Amendement d'un **sol acide** : chaulage pour un apport de calcaire sous forme de chaux éteinte.

### 9- Description de palmier dattier :

On pourrait croire que c'est un arbre qui possède un tronc alors que c'est un monocotylédone qui ne contient pas de bois ni de tronc mais possède un stipe. De plus, c'est une plante dioïque contenant donc des palmiers mâles et des palmiers femelles. Le palmier a un tronc très élancé, haut jusqu'à 30 m, couvert de manière visible par les gaines des feuilles tombées. Les feuilles, réunies en un nombre de 20 à 30 maximums, forment une couronne apicale clairsemée. Elles sont pennées, longues jusqu'à 6m; les feuilles supérieures sont ascendantes, les basales recourbées vers le bas, avec des segments (**Raoui et Zouzou, 2017**)

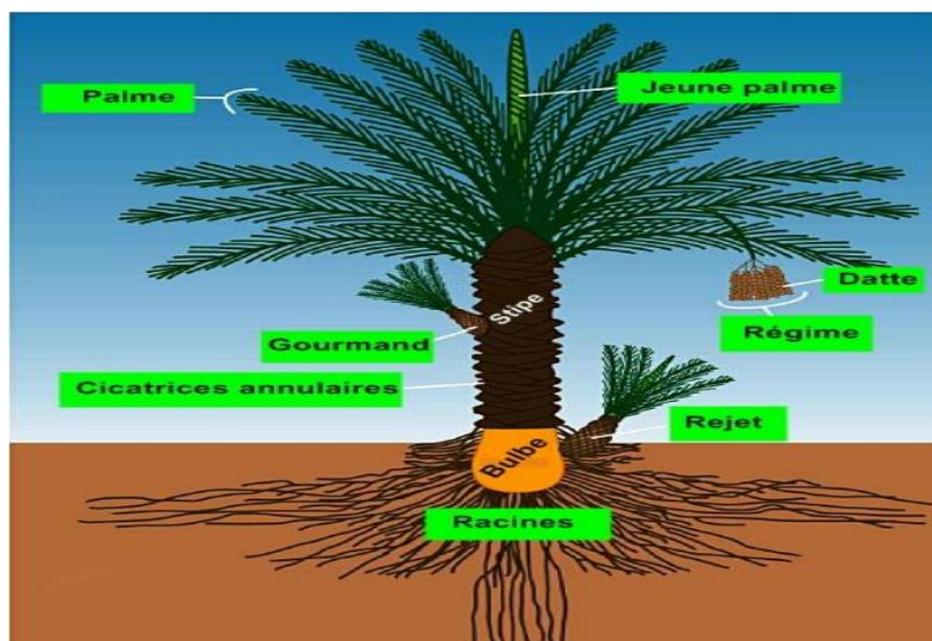


Figure 3 : Schéma représentative de palmier dattier

### 9-1 Description de palme ou « Djérid »

La palme ou « Djérid » est une feuille pennée dont les folioles sont régulièrement disposées en position oblique le long du rachis qui s'étend au pétiole. Les segments inférieurs sont transformés en épines, plus ou moins nombreuses, et plus ou moins longues. Le pétiole (Kornaf) est dur et relativement rigide. Chaque année, le palmier dattier produit un certain nombre de palmes à partir de bourgeon et perd un nombre (Raoui et Zouzou, 2017).

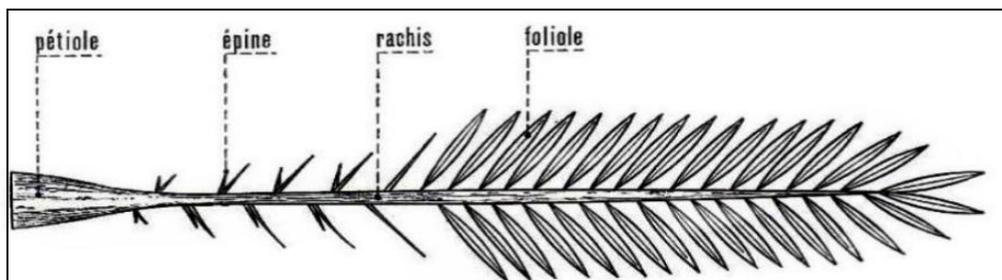


Figure 4 Schéma d'une palme de palmier dattier

### 10- Compostage

C'est un processus de dégradation de la matière organique en présence d'air (oxydation) qui dégage et réorganise le carbone et l'azote en des formes plus stables. Le compostage comprend trois phases :

1/ Une phase mésophile courte (quelques jours) où le milieu se réorganise après le brassage de constitution et où les microorganismes commencent à le coloniser.

2/ Une phase thermophile où le milieu est envahi de micro-organismes qui se nourrissent du carbone le plus biodégradable. Cette phase dure généralement quelques semaines et se caractérise par des montées en température qui peuvent être élevées.

3/ Cette phase est suivie d'une troisième phase dite de mûrissement, où la température a tendance à être plus faible que durant la 2<sup>e</sup> phase. Durant cette troisième période, le milieu est colonisé par des champignons qui vont s'attaquer aux formes de carbone les plus résistantes comme la lignine.

Ce processus dégage du gaz carbonique, de la vapeur d'eau mais aussi, parfois, de l'ammoniac si le milieu initial en contient (fumier de volaille). Les composts, surtout s'ils sont vieux, ont donc perdu ce carbone fermentescible facilement dégradable qui

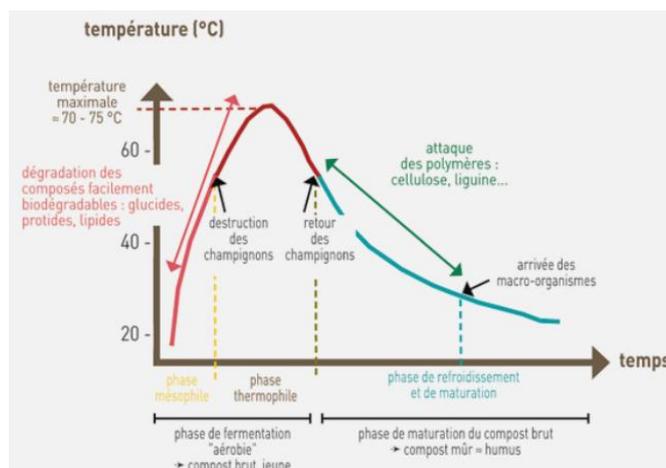


Figure 5 Différentes phases du compostage et évolution de la température

"provoquait une action rapide et courte sur les propriétés biologiques et physiques du sol" (Anonyme ;2013)<sup>B</sup>.

## 11- Système racinaire

La morphologie globale du système racinaire des végétaux dépend des nombreux facteurs affectant son développement. Ces divers facteurs sont aussi bien de nature interne, hérédité notamment, que de nature externe, teneur en eau et aération du sol, température, résistance mécanique du sol, pH et salinité, ou encore disponibilité et localisation des éléments nutritive et compétition avec d'autres espèces.

Le système racinaire est en général fortement ramifié et le volume de sol prospecté au moins aussi grand que le volume occupé par la partie aérienne visible. La structure de base de ce système comporte des racines primaire ou pivots à croissance verticale, auxquelles viennent se greffer des racines secondaire, puis tertiaires, etc ...

Sur le plan physiologique, les fonctions principales du système racinaire sont au nombre de quatre (04)

- 1- L'ancrage au sol dont dépend la résistance au renversement par le vent, varie grandement selon la profondeur d'enracinement et la résistance mécanique des racines
- 2- L'absorption d'eau d'éléments nutritifs S'effectue presque exclusivement par leurs systèmes racinaires
- 3- Le stockage de substance nutritive particulièrement dans les espèces bisannuelles et vivaces joue un rôle important lors du redémarrage printanier (betteraves, carottes,...)
- 4- La synthèse de divers composé organique

Finalement le système racinaire et la microfaune qui lui est associée exercent des activités de synthèse très important, telles que la conservation d'azote inorganique en azote organique assimilable (Andre et al., 1991).

### 11-1 Plantes et sol

L'ensemble des processus dynamique traités dans le cadre de la physique du sol sont affectés par la présence de végétaux. Ceux-ci prélèvent en effet de l'eau et des éléments nutritifs dans le sol, de manière analogue, la consommation d'oxygène et la production de gaz carbonique lors de la respiration racinaire induit une dynamique d'échanges au sein de la phase gazeuse du sol.

La croissance des plantes exerce en outre une action sur la structuration du sol, suite au développement des systèmes racinaires, Tous ces phénomènes, montrent que le comportement dynamique du sol est fortement conditionné par le facteur végétation

Le comportement hydrique de la plante et son rôle dans la dynamique d'échanges du système sol-plante-atmosphère repose ainsi essentiellement sur les principes régissant les transferts d'eau en son sein. (André et Marc, 1991).

Les zones arides et semis aride occupent environ (1/3) de la surface terrestre.

En Algérie est l'un des pays où les zones arides représentent près de 95% du territoire nationale, dont 80% du domaine hyper aride (Halitim, 1988). Ces zones sont caractérisées par une absence presque totale de la pluviométrie, et par la fragilité du système sol.

Généralement, ces sols s'accumulent sous différentes formes (croûtes encroûtements) qui posent d'énorme problème de mise en valeur (Aubert, 1960).

Les sols de ces régions sont de deux (02) types essentiels :

## **12- Sols sales**

### **12-1 Définition et généralité**

Les sols salés occupent 24% de la superficie globale du monde (**Bolyn, 1974**).

Leur concentration globale est généralement exprimée par la conductivité électrique. Par conséquent les sols salés étant définis comme des sols soumis à un excès de sels dissociés (**Aubert, 1965**).

D'après (**Coutinet, 1965**) considère un sol salé, lorsque la végétation climatique est remplacée par une végétation adaptée halophile.

### **12-2 Genèse de la salinité des sols**

La présence des sels solubles dans les sols se justifie par diverses causes, deux processus à signaler :

Une salinisation primaire ou le processus d'halomorphie débute avec la pédogenèse et demeure un caractère congénital. Exemple : dépôt d'alluvions dans une eau salée.

Une salinisation secondaire : qui est un processus ultérieur à la pédogenèse, d'accumulation progressive des sels, avec leurs effets sur les sols et les cultures.

### **12-3 Effets des sels solubles sur le sol et la végétation**

Le danger de la salinisation est la redouté suite à ses répercussions directes sur la végétation ou indirectes par le biais de la dégradation du sol et ses propriétés physico-chimique (**Lahrech, 1981**). En effet, la présence des sels solubles transforme profondément l'évolution du sol avec pour conséquence pratique principale, la création du milieu stérile (**Servant, 1978**). Les conséquences différentes d'un sol à un autre selon le type et la forme de salure. Selon (**Aubert, 1983 in Gagui, 1998**), elle influence en particulier :

- Les rapports sol-eau.
- Les propriétés physiques du sol (structure, porosité ...etc).
- L'activité biologique du sol par conséquent la nature des produits humiques formés.

## **13- Sols gypseux**

### **13-1 Définition et généralité**

D'après (**Boyandjiv, 1974**) Un sol est considéré gypseux, s'il présente une des caractérisations suivantes :

Un horizon à accumulation de gypse (horizon gypsique), épais de plus 15cm d'une partie du sol à moins d'un mètre de profondeur et dont la teneur en gypse est supérieure à un taux de 25%.

Un produit de teneur du gypse multiplié par la profondeur (jusqu'à 100cm), supérieur à 1500(% gypse, profondeur) > 1500.

Les sols gypseux sont des sols qui contiennent des quantités suffisantes de gypse, qui interrompe le développement normal des plantes.

Ces sols sont largement répandus dans le monde, leur surface totale est estimée à 709000Km<sup>2</sup>, ils se rencontrent au Nord de l'Afrique, le Sud-Ouest de l'Asie et la partie méditerranéenne de l'Europe (F.A.O, 1990).

En Algérie représentant 12.23%des sols gypseux du monde, et 3.3% de la superficie totale du pays (F.A.O, 1990).

### **13-2 Influence du gypse sur la résistance du sol**

Dans ce cadre (**Bejerrum et Rosenquist 1959 in Djemilli. F.A. 1994**) ont observé que la résistance mécanique d'une argile Norvégienne augmente de 40% lorsque le taux de sel augmente de 5% a 35%. Cette augmentation de la résistance mécanique est due à la croissance de la cohésion et non à celle du frottement.

Les modifications de la structure du sol engendrées par l'exploitation agricole proviennent essentiellement des efforts appliqués en surface par la circulation du bétail et des engins agricoles, ainsi que des efforts induits dans le sol par divers travaux, de labour notamment. La distribution de ces efforts dans le sol entraîne l'apparition de sur contraintes qui provoquent des déformations mécaniques, dont l'effet se caractérise généralement par une réorganisation des éléments structuraux, associée à une perte de porosité.

L'assainissement des terres par drainage souterrain constitue un cas particulier d'intervention humaine, en ce sens que cette modification artificielle et durable des conditions d'équilibre du milieu provoque l'initiation d'une dynamique naturelle, qui tend progressivement vers un nouvel équilibre.



**CHAPITRE II**

## 1- Paramètres physico-chimiques des eaux

### 14-2 Paramètres physiques des eaux

#### 14-2-1 Température

La température de l'eau joue un rôle important sur la solubilité des sels et des gaz ainsi que sur la valeur du pH. La connaissance de ce paramètre permet aussi de donner des indications sur les profondeurs de circulation des eaux souterraines.

#### 14-2-2 Potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH, abréviation de "potentiel hydrogène" est un indice de la concentration des ions hydrogène. Le pH se mesure sur une échelle allant de 0 à 14. De 0 à 7, les eaux sont acides ; à 7, elles sont neutres et entre 7 et 14, elles sont basiques. Le pH d'une eau est directement lié à son origine et à la nature des terrains qu'elle traverse. Le pH doit être mesuré sur le terrain à l'aide d'un pH-mètre ou par colorimétrie (**Chocat, 1997 ; Rodier et al, 2009**). Dans le domaine de l'eau, le pH joue un rôle primordial à la fois dans :

- Les propriétés physico-chimiques (acidité, agressivité).
- Les processus biologiques dont certains exigent des limites très étroites des pH ;

Le tableau 4 présente une classification des eaux d'après leur pH.

**Tableau 1 Classification des eaux d'après leur pH (DDASS, 2005)**

pH < 5	Acidité forte $\Rightarrow$ présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles
pH = 7	pH neutre
7 < pH < 8	Neutralité approchée $\Rightarrow$ majorité des eaux de surface
5.5 < pH < 8	Majorité des eaux souterraines
pH = 8	Alcalinité forte, évaporation intense

#### 14-2-3 Conductivité électrique

La conductivité électrique est une mesure qui permet un contrôle simple et rapide de la minéralisation des solutions. Elle dépend de la force ionique de l'eau et augmente en fonction de la teneur en ions dissous, de la nature des différentes substances dissoutes, à

leurs concentrations réelles et relatives et à la température à laquelle elle est mesurée. Elle s'exprime en micro siemens/cm, en milli siemens/cm ou en dicisiemens/cm à une température de 20°C. Une valeur indicative de 2800µs/cm à 20°C est fixée par les normes Algériennes (**Jora, 2014**).

### **14-3 Paramètres chimiques des eaux**

#### **14-3-1 Cations majeurs**

Ce sont les éléments majeurs, présents en quantité importante dans les eaux. Ces éléments sont relativement peu nombreux, ce sont notamment le calcium, le magnésium, le sodium, le potassium.

##### **a) Calcium**

Le calcium est un élément (métal) alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature, et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates surtout à l'état d'hydrogène-carbonaté et en quantité moindre sous forme de sulfate et de chlorure. Il est le composant majeur de la dureté de l'eau, et l'élément dominant des eaux naturelles (**Rodier et al, 2009**). Leur teneur dans l'eau est directement liée à la nature géologique des terrains traversés par entraînement à partir du sol dans les eaux d'infiltration, par lixiviation ou par ruissellement (**Rodier et al, 2009**).

##### **b) Magnésium**

C'est un élément dominant dans l'eau, le 7<sup>ème</sup> élément le plus abondant à l'état naturel, il constitue un élément significatif de sa dureté. La teneur du magnésium dans l'eau dépend de la décomposition des roches sédimentaires rencontrées. Et dépend aussi de terrain traversé. Il dépasse rarement 15 mg/l dans les eaux naturelles, par contre dans les eaux minérales il peut largement dépasser cette valeur. Il peut aussi donner un goût désagréable à l'eau à partir d'une concentration de 100 mg/l (**Rodier et al, 2009**).

##### **c) Dureté**

La dureté ou titre hydrotimétrique correspond essentiellement à la présence de sels de calcium et de magnésium. Elle est directement liée à la nature des terrains traversés. Ils proviennent des roches calcaires ou dolomitiques. Dans une eau naturelle, on peut distinguer différents types de dureté:

- ❖ **Dureté totale** : somme des concentrations en calcium et magnésium
- ❖ **Dureté calcique** : concentration globale en calcium

❖ **Dureté magnésienne** : concentration globale en magnésium

Les ions calcium et les ions magnésium sont positifs, donc dans l'eau, ils peuvent se lier à d'autres ions négatifs ; de ce fait on peut diviser la dureté en deux catégories :

- ✓ **Dureté permanente ou non carbonatée** : dureté qui persiste après ébullition de l'eau et qui correspond uniquement aux sels de calcium et de magnésium solubles à chaud, sous forme de chlorures et de sulfates, car les hydrogénocarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ) sont décomposés et précipitent sous forme de carbonate de calcium.
- ✓ **Dureté carbonatée ou temporaire** : dureté qui correspond aux sels de calcium sous forme d'hydrogénocarbonates, et qui est la différence entre la dureté totale et la dureté permanente (**Rejsek, 2002**). La dureté s'exprime généralement en degré Français ou en milliéquivalents/l :  $1^\circ\text{F}=5\text{meq/l}$ .

**d) Sodium**

Le cation sodium ( $\text{Na}^+$ ) est très abondant sur la terre. On le retrouve dans les roches cristallines et les roches sédimentaires (sables, argiles, évaporites). Il est par contre généralement peu présent dans les roches carbonatées. Notons que les argiles peuvent être saturées en ion  $\text{Na}^+$ , par le processus d'échange de bases. On peut également signaler que le sodium joue un rôle important en agriculture, pour l'irrigation, du fait de son action sur la perméabilité des sols (**Marcoen, 1983 ; Beaudry, 1996**).

**e) Potassium**

Le potassium ( $\text{K}^+$ ) est assez abondant sur terre, mais peu fréquent dans les eaux. Il est beaucoup moins abondant que le sodium, et rarement présent dans l'eau à des teneurs supérieures à 20 mg/l. En effet, il est facilement adsorbé et recombinaison dans les sols (notamment sur les argiles). Les sources principales de potassium sont les roches cristallines (mais dans des minéraux moins altérables que ceux qui contiennent du sodium), les évaporites (sylvinite  $\text{KCl}$ ) et les argiles (**DDASS, 2005**).

**14-3-2 Anions majeurs**

Les anions sont les chlorures, les sulfates, les nitrates et les bicarbonates.

**a. Chlorures**

Ils sont très répandus dans la nature, généralement sous forme de sels de sodium ( $\text{NaCl}$ ), de potassium ( $\text{KCl}$ ) et de calcium ( $\text{CaCl}_2$ ). Les ions chlorures ( $\text{Cl}^-$ ) ont la plus grande

partie se trouve dans les océans, constituent environ 0.05% de la lithosphère (GLS, 2006). L'ion chlorure est présent dans toutes les eaux, à des concentrations variables. Il est dû au lessivage des roches et des sols sédimentaires (**Rodier et al, 2009**).

#### **b. Sulfates**

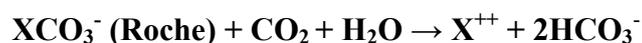
Composés naturels des eaux, les ions sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) sont liés aux cations majeurs: calcium, magnésium et sodium. Leur provenance est généralement due à la dissolution du gypse ( $\text{CaSO}_4, 2\text{H}_2\text{O}$ ) et par l'oxydation des sulfures en sulfates dans les déchets miniers. Les principales sources industrielles sont les effluents de tanneries, des ateliers de décapage métallique, des usines de textiles et des fabriques de pâtes et papiers. L'ion sulfate est très soluble et sa concentration est très variable dans les eaux naturelles.

#### **c. Nitrates**

Le nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) et le nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ) sont des ions naturels omniprésents dans l'environnement qui sont des produits de l'oxydation de l'azote par les microorganismes dans les plantes, le sol ou l'eau. Les nitrates sont beaucoup utilisés dans les engrais inorganiques et les explosifs, comme agents de conservation des aliments et comme substances chimiques brutes dans divers procédés industriels. Le lessivage par la pluie des sols agricoles, particulièrement en hiver ou à la suite d'orages importants peu de temps après l'épandage d'engrais, peut également constituer une source significative de nitrates pour les eaux superficielles (**Afssa, 2005**). Le nitrate est la forme oxydée la plus stable de l'azote qui peut cependant être réduit en nitrite par action microbienne.

#### **d. Bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ )**

Les bicarbonates sont le résultat de l'équilibre physico-chimique entre la roche, l'eau et le gaz carbonique, selon l'équation générale suivante



La concentration des bicarbonates dans l'eau est fonction des paramètres suivants :

- Température de l'eau,
- Tension du  $\text{CO}_2$  dissous,
- Concentration de l'eau en sels et nature des terrains traversés.

L'alcalinité est exprimée en quantité équivalente de carbonate de calcium et en degrés français (**Rodier et al, 2009**). Pour l'eau destinée à la consommation humaine, l'OMS (2006) ne fixe pas de valeur limite mais les normes Algériennes précise une valeur indicative de 65 mg/l  $\text{CaCO}_3$  et pour les eaux dessalées ou déminéralisées c'est une valeur minimale (**Jora, 2014**).



**MATERIELS  
ET  
METHODES**

## I.1 Objectifs

Notre objectif principal de cette étude est de valoriser l'utilisation directe des amendement à base de déchets de palmier dattier (Djrid, Cornaf...etc.) et tester leurs effets sur quelques paramètres physico-chimiques du sol. Autrement dit, à ce que ce type d'amendement en zone aride améliore ses paramètres physiques et chimiques.

Pour atteindre l'objectif, nous avons utilisé le broyat de déchet de palmier dattier et pour dévoiler leur effet sur le sol nous avons utilisé aussi d'autres matières organiques fraîches exemple de composte des déchets de palmier dattier et déchets de noix de coco pour raison de comparaison. Aussi, puisque en zone aride en risque de trouvé plusieurs type du sol, nous avons appliqué l'essai sur trois types du sol (argileux, sableux et salin).



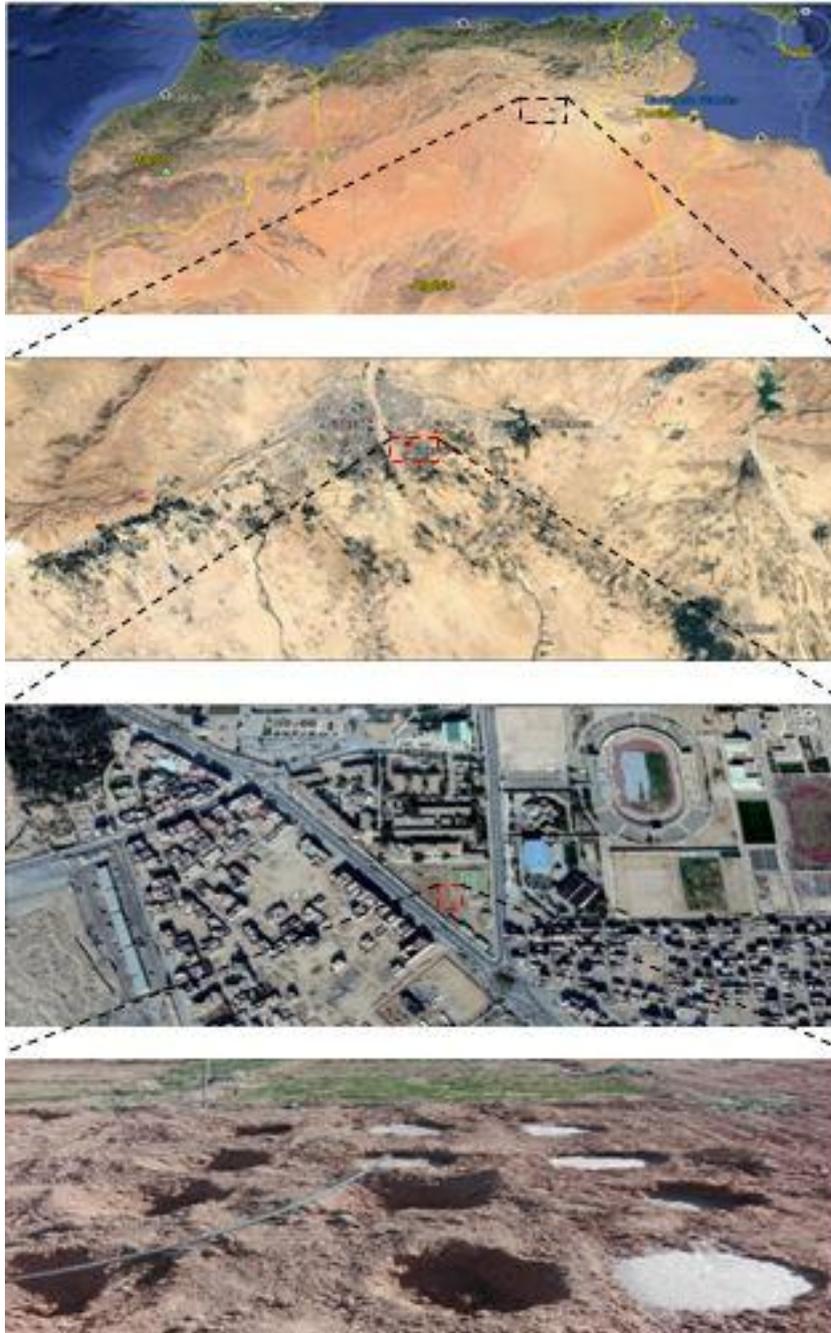
**Figure 6 :** Déchet de palmier dattier (Cheiakh, 2018)

Durant notre expérimentation nous avons fait le suivi des paramètres physico-chimiques du sol suivants : pH, CE, MO, densité apparente, humidité, porosité.

## **I.2 Matériels**

### **I.2.1 Présentation de la parcelle expérimentale**

L'expérimentation c'est déroulé entre le mois de février et le mois d'avril 2018 sur le terrain expérimental du département. Ce dernier, est caractérisé par une texture argileux-limoneux-sableux avec une salinité de 2,09dS/m selon les résultats de obtenu par BATTA (2016). Les eaux d'irrigation sont captées par un forage, est sont caractérisées par une conductivité de 3,5ds/m d'après BATTA (2016).



**Figure 7 :** Représentation générale de site expérimentale (google earth 2017)

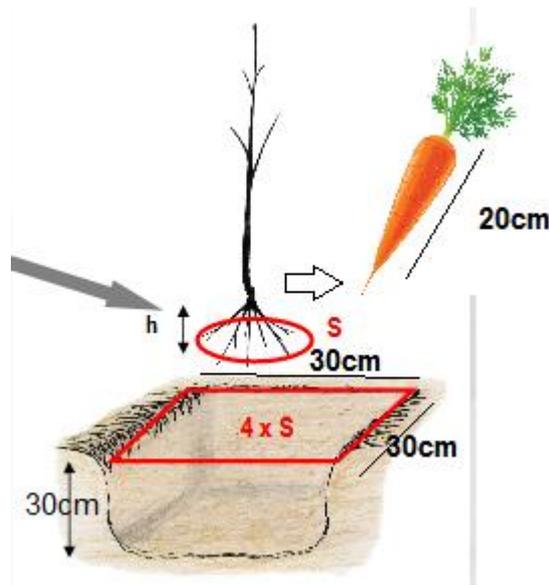
### **I.2.2 Matériel végétal**

Le matériel végétal choisi dans notre expérimentation comme témoin est la carotte.

On a effectués le semis des graines de carotte au mois de février (2018).

### I.2.3 Dispositif expérimental adopté et les différents traitements appliqués (mélanges)

Préparer son sol avant de planter est une opération primordiale. Cela permet d'aérer la terre ainsi que d'enfouir et de mélanger les matières organiques convenablement. Pour cela nous avons préparé des trous pour contrôler et varier les matières organiques. Le schéma ci-dessous explique les dimensions optées pour chaque les trous d'expérimentation (30x30x30 cm).



**Figure 8 :** Schéma représentative de trou d'essai avec ses dimensions.

La parcelle expérimentale est de 24.01m<sup>2</sup> de surface cultivée. Le dispositif est constitué de trois blocs ayant reçu chacun quatre traitements distincts. Chaque bloc comprend quatre trous de 27000cm<sup>3</sup> de volume (30x30x30cm), espacées entre elles par un écartement de 1m pour s'assurer que les trous réalisés ne communiquent pas entre eux après irrigation.

Chaque trou est un milieu apart, chaque trou est rempli avec le même volume du sol plus 3% de la matière organique. Nous avons choisi trois types de sol pour l'expérimentation (sableux, argileux et salin), alors pour la matière organique à enfouir ou ajoutée (Noix de coco, composte des à base des déchets de palmier dattier et le broyat des déchets du palmier dattiers sèche).

Le plan expérimental adopté peut être schématisé comme suite (figure: 9) :

- La première ligne, présente les trous témoins des trois types de sol ;

- La deuxième ligne présente les trois types de sol mélangés avec le déchet noix de coco (NC);
- La troisième ligne présente les trois types de sol mélangés avec le déchet de composte de déchet de palmier dattier (C);
- La troisième ligne présente les trois types de sol mélangés avec le Broyat des Déchets de Palmier dattier (BDP).

**Poids de la matière organique à apporter pour chaque type de sol dans chaque trou :**

Pour calculer le rapport de 3% de la matière organique qu'on doit ajouter à chaque type du sol, on a été obligé de passer par la formule de la densité comme suit :

Formule densité =  $\frac{m}{v}$  Avec :  $m = c$ 'est le poids en (g) et :  $v = c$ 'est le volume en (cm<sup>3</sup>)

Le tableau qui suit résume le poids de la matière organique qu'on doit enfouir pour chaque type du sol.

**Tableau 2 : poids du type du sol et poids le MO a apporté en fonction de D.a**

	Sol Salin	Sol Sable	Sol Argile
Da (g/cm <sup>3</sup> )	1.09	1.20	1.71
Poids 100% en kg	29.43	32.40	46.17
Poids 3% en kg	0.9	01	1.40

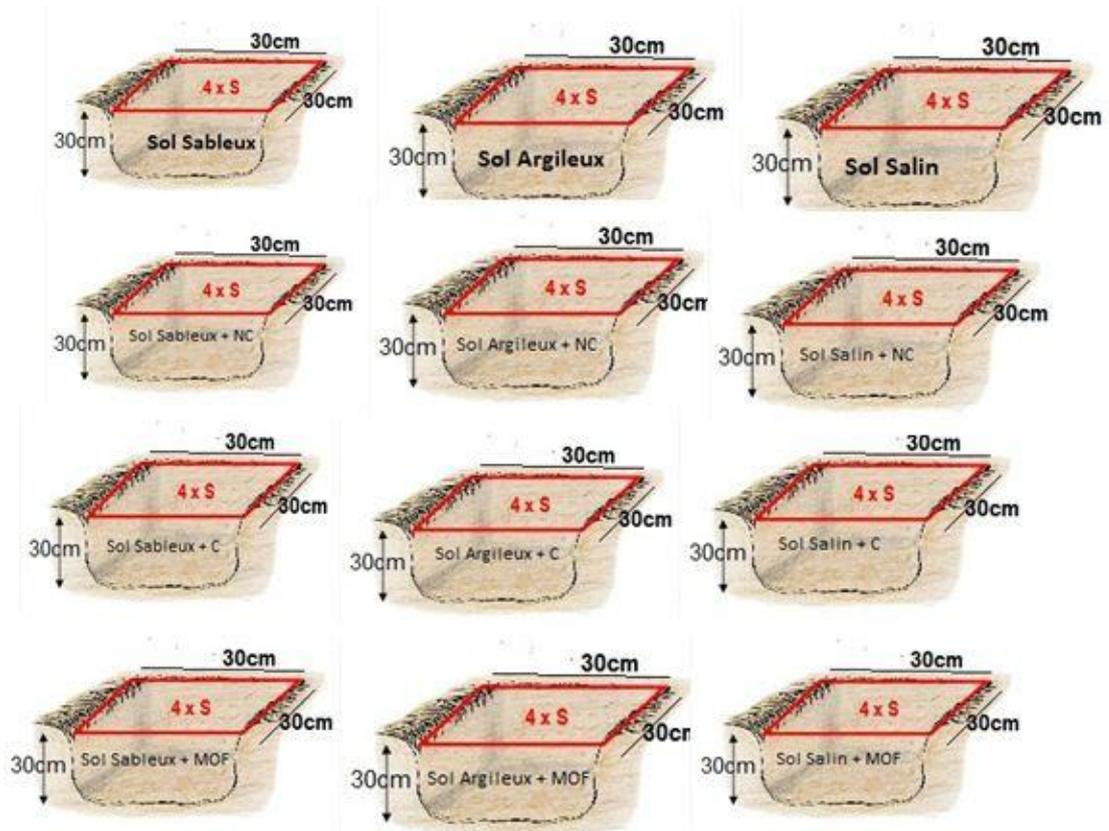


Figure 9: Le dispositif expérimental adopté pour l'expérimentation.

#### I.2.4 Caractérisation des eaux d'irrigation

Les eaux d'irrigation ont été caractérisées dans le souci de connaître leurs compositions chimiques et leur rôle dans la salinisation de sol.

Les analyses des différentes caractéristiques physico-chimiques des eaux que nous avons étudiées ont été effectuées au sein du laboratoire central du Centre De Recherche Scientifique Et Technique Sur Les Régions Aride (CRSTRA) de Biskra selon les méthodes standard d'évaluation de qualité décrites par Tardat-Henry (1984) et Rodier *et al.* (2009).

Ces analyses ont porté sur les paramètres suivant :

- **Le pH, la conductivité, la température, la salinité et l'oxygène dissout** : ont été mesurées à l'aide d'un multiparamètre de type Multi 3430 SET K.
- **Titre alcalimétrique complet (T.A.C)** : L'échantillon d'eau à analyser est additionné de quelques gouttes (2 à 3) de méthylorange puis titré à l'aide d'acide sulfurique jusqu'au virage au jaune orange. Le TAC est exprimé en milliéquivalents par litre ou en degrés français.

- **Titre hydrométrique (TH) :** La dureté totale ou hydrométrique (TH) est la somme des concentrations en  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$ . Le mode opératoire consiste à prélever 100 ml d'eau à analyser, ajouter 5 ml de solution tampon (pH = 10) et quelques gouttes d'indicateur coloré (noir d'eriochrome T). Enfin, verser la solution d'EDTA jusqu'au virage du rouge vieux au bleu vert, ce volume versé correspond à la dureté totale (en °F).
- **Dosage calcique:** Pour déterminer la dureté calcique, on emploie le plus souvent une variante de la méthode complexométrique. On utilise l'EDTA en présence de NaOH, et cela à un pH = 12, l'indicateur coloré est la murexide. La dureté magnésienne est déduite par différence, dureté totale et dureté calcique.
- **Dosage des chlorures :** Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent ( $\text{AgNO}_3$ ) en présence de chromate de potassium ( $\text{KCrO}_4$ ) jusqu'à apparition d'une coloration rouge brique, c'est le principe de la méthode de Mohr.
- **Dosage des sulfates :** Pour déterminer la teneur de  $\text{SO}_4^{2-}$  dans les échantillons d'eau, nous avons opté pour la méthode Néphélométrique, par utilisation d'un Spectrophotomètre DR 5000 (HACH) à une longueur d'onde de 600 nm pour une suspension obtenue par réaction des sulfates avec le chlorure de baryum.

**Voir annexe** (mode opératoire des analyses d'eau suivies au laboratoire).

### I.2.5 Caractérisation de sol

#### Analyse granulométrique du sol

L'analyse granulométrique a pour but de déterminer quantitativement la distribution des particules de sol par classes de diamètres. Le nombre et la grandeur des classes de diamètres dépendront de l'objectif suivi (ASTM, 1974).

L'Union International de la Science du Sol (IUSS) a adopté l'échelle d'ATTERBERG qui classe les particules constituant la terre fine ( $< 2000 \mu$ ) de la façon suivante :

Sable grossier : 200-2000 $\mu$	}	}	sables très grossiers : 1000-2000 $\mu$
Sable fin : 50-200 $\mu$			sables grossiers : 500-1000 $\mu$
Limon grossier : 20-50 $\mu$			sables moyens : 200-500 $\mu$
Limon fin : 2-20 $\mu$			sables fins : 100-200 $\mu$
Argile : $< 2 \mu$			sables très fins : 50-100 $\mu$

Nous concéderons que notre terrain est homogène dans toute la parcelle expérimentale.

### **Echantillonnage et analyse physicochimique du sol**

Les échantillons prélevés sont portés dans des sacs noirs en polythène étiquetés au laboratoire pour les analyses.

Nous avons procédé à la caractérisation physique et chimique de notre sol. Et aussi nous avons fait le suivi de l'évolution des paramètres : pH, CE, porosité, densité et humidité dans le temps. Les analyses physico-chimiques du sol sont réalisées au laboratoire de pédologie de département d'agronomie de l'université de BISKRA.

#### **Les analyses physico-chimiques du sol**

- Le pH est mesuré par électrométrie, en utilisant un pH-mètre.
- La conductivité électrique est mesurée par conductimètre.
- le calcaire total, Déterminé par le calci-mètre de BERNARD.
- La densité apparente: Par la méthode de cylindre.

#### **Protocoles d'analyses appliqués**

##### **a) pH**

Le pH est mesuré par électrométrie, en utilisant un pH-mètre.

Le sol est mis en suspension dans l'eau distillé (pH eau), par un rapport de 1 / 2.5.

Protocole du pH suivi :

- 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.

##### **b) C.E**

La conductivité électrique est mesurée par conductimètre.

Le sol mis en suspension dans l'eau distillé par un rapport de 1/5.

Tableau (CE) et protocole

- 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 15 mn.

Mesurer la CE à l'aide d'un conductivimètre.

### c) CALCAIRE TOTAL

Déterminé par le calci-mètre de BERNARD. Les carbonates du sol sont décomposés par l'acide chlorhydrique (4N), et nous mesurons le volume de gaz carbonique dégagé par la réaction suivant :



- 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% (ex : 100 ml HCl concentré + 100 ml d'eau distillée).
- 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 CaCO<sub>3</sub> pur (0.3 g) à la place du sol et lire le volume V' de gaz carbonique dégagé (essaie témoin).

### d) DENSITE APPARENTE

Par la méthode de cylindre. C'est la méthode la plus facile et ce paramètre est plus important à connaître dans l'étude du tassement d'un sol ou de tous autres matériaux.

### **Protocol (Da)**

**Principe** : le prélèvement volumique ( $V_a$ ) est effectué avec un cylindre (volume connu) directement enfoncé dans le sol et dont les extrémités sont soigneusement arasées. L'échantillon est recueilli, séché et pesé ( $P_{sec}$ )

La technique impose le creusement d'un profilé pédologique avec au moins une face parfaitement dégagée pour échantillonner dans les différents horizons en enfonçant horizontalement les cylindres.

#### **Mode opératoire :**

- Enfoncer un cylindre métallique de volume connu dans le sol puis retiré l'ensemble cylindre terre avec précaution et coupé à ras de celui-ci avec une lame à couteau.
- Fermer soigneusement les deux extrémités du cylindre avec des couvercles pour le transport au laboratoire.
- Vider le contenu du cylindre dans une boîte de pétrie en verre.
- Mettre la boîte de pétrie qui contient le sol dans une étuve à 105°C pendant 24 heures.
- Peser le sol ; c'est le poids sec le échantillon du sol.
- A l'aide d'un pied à colis, mesurer la hauteur et le rayon interne de la cylindre pour calculer le volume interne de la cylindre (=volume totale du sol).

**Calcul :** Densité apparente :  $da = \frac{Ps}{Vt} \text{ g/cm}^3$

#### **1.2.6 Essai de mesurer la capacité de rétention de Cornaf**

Nous avons amené trois Cornafs de poids sec différents, nous avons plongé ces trois Cornafs durant 2h dans l'eau puis nous avons pesé ces derniers humides. Après pesage nous avons refait l'essai jusqu'à 4h de temps. Puis nous avons refait le pesage. L'objectif est de vérifier la capacité de ce dernier à retenir de l'eau pour appuyer leur utilisation comme broyat de déchet de palmier dattier dans le sol.

#### **1.2.7 Matériel informatique utilisé**

Logiciel d'Excel pour analyser les résultats obtenu d'eau et le sol, pour la caractérisation de faciès chimique de l'eau utilisée en irrigation, et la caractérisation physicochimique du sol.



**RESULTATS  
ET  
DISCUSSIONS**

**Discussion et interprétation**

**Capacité de rétention de Cornaf**

Les résultats obtenus de teste de capacité de rétention d'eau de Cornaf à été très encourageante comme résume le tableau qui suit.

**Tableau 3** : Capacité de rétention de Cornaf

	poids sec (p0) (g)	poids humide (g) après 2h	poids humide (g) après 4h	2h Rétention (g)	4h Rétention (g)	2h Rétention /p0 (%)	4h Rétention /p0 (%)
essai1	237	357	372	120	135	<b>50,63%</b>	<b>56,96%</b>
essai2	184	262	267	78	83	<b>42,39%</b>	<b>45,1%</b>
essai3	254	374	379	120	125	<b>47,24%</b>	<b>49,21%</b>
					moyenne	46,75%	50,42%

La lecture des résultats montre que la rétention en eau de Cornaf évolue dans le temps, elle passe de 46.75% de pois initial sec après 2h à 50.42% après 4h. Ce qui dévoile leur importance pour augmenté la capacité de rétention des sols à faible capacité de rétention.

**Variation et évolution de pH du sol**

L'amendement organique (ovin et bovin) selon (Koull et Halilat 2012).a montré un effet significatif sur la majorité des propriétés du sol à savoir le pH, la capacité de rétention en eau et la capacité d'échange cationique.

Les résultats de nos analyse pH, présentés ci-suit résume la (Tableau n : 8)

**Tableau 4 : Variation et évolution de pH du sol**

pH		Argile				Sable				Salin			
		Net	+ C	+ NC	+ BDP	Net	+ C	+ NC	+ BDP	Net	+ C	+ NC	+ BDP
1 <sup>er</sup> prélèvement	R1	7.90	7.95	7.94	8.01	7.74	7.78	7.95	7.76	8	8.2	8.24	8.02
	R2	7.93	7.97	7.99	8.01	8.02	7.81	8.02	7.77	7.99	8.23	8.23	8.04
	R3	7.93	7.93	7.98	7.86	8.01	7.81	8.03	7.72	8.07	7.99	8.19	8.00
	<b>Moy</b>	<b>7.92</b>	<b>7.95</b>	<b>7.97</b>	<b>7.9</b>	<b>7.79</b>	<b>7.8</b>	<b>8</b>	<b>7.75</b>	<b>8.03</b>	<b>8.2</b>	<b>8.22</b>	<b>8.02</b>
2 <sup>ème</sup> prélèvement	R1	7.95	7.93	8.00	7.88	7.80	7.78	7.80	7.75	8.03	8.17	8.25	8.1
	R2	7.88	8.00	7.97	7.87	7.78	7.72	7.93	7.69	8.04	8.19	8.27	8.03
	R3	7.87	7.98	8.00	7.80	7.73	7.69	7.91	7.68	8.08	8.24	8.23	8.05
	<b>Moy</b>	<b>7.90</b>	<b>7.97</b>	<b>7.99</b>	<b>7.85</b>	<b>7.77</b>	<b>7.73</b>	<b>7.88</b>	<b>7.70</b>	<b>8.05</b>	<b>8.20</b>	<b>8.25</b>	<b>8.06</b>
3 <sup>ème</sup> prélèvement	R1	7.8	8.0	7.84	7.80	7.71	7.70	7.85	7.85	8.04	8.00	8.27	8.08
	R2	7.85	7.98	7.91	7.85	7.69	7.69	7.89	7.77	8.16	8.02	8.33	8.09
	R3	7.84	8.02	7.83	7.84	7.70	7.74	7.90	7.78	8.15	8.01	8.30	8.13
	<b>Moy</b>	<b>7.83</b>	<b>8.00</b>	<b>7.86</b>	<b>7.83</b>	<b>7.70</b>	<b>7.71</b>	<b>7.88</b>	<b>7.80</b>	<b>8.10</b>	<b>8.03</b>	<b>8.30</b>	<b>8.10</b>
4 <sup>ème</sup> prélèvement	R1	7.89	7.85	7.92	7.80	7.65	7.55	7.73	7.80	8.16	8.14	8.34	8.13
	R2	7.92	7.84	7.93	7.88	7.66	7.63	7.76	7.80	8.16	8.07	8.30	8.14
	R3	7.92	7.80	7.95	7.87	7.67	7.62	7.70	7.83	8.13	8.09	8.41	8.18
	<b>Moy</b>	<b>7.91</b>	<b>7.83</b>	<b>7.90</b>	<b>7.85</b>	<b>7.66</b>	<b>7.60</b>	<b>7.73</b>	<b>7.81</b>	<b>8.15</b>	<b>8.10</b>	<b>8.35</b>	<b>8.15</b>

La valeur du pH selon [www.lano.asso.fr](http://www.lano.asso.fr) (consulté le 10/06/2018), détermine les comportements physiques (stabilité de la structure, résistance à la battance...); chimiques (fonctionnement de la CEC, assimilabilité du phosphore, biodisponibilité des oligoéléments et micro éléments...) et biologiques (humification et minéralisation des matières organiques) du sol.

La valeur du pH mesuré (voir tableau n :4), indiquent des variations qui peut être lié à des variations saisonnières, le mois de février et le mois d'avril (période d'expérimentation), on peu expliquer aussi ces variations par l'état hydrique du sol ; sachant que la période d'expérimentation à été caractérisé par des pluies, et aussi des les changements de température qui peut aussi influencer le pH, Aussi, le pH a tendance à baisser au printemps et en automne et à augmenter en hiver. Selon (Baize 2000), les variations saisonnière atteint, en général, quelques dixième d'unité pH mais peut atteindre 0.5, voir 1 unité pH dans le cas des sols calcaire. Sans oublier le paramètre culture présenté dans notre cas par la culture témoin «carotte».

Notre mesure de pH des différents sols varie entre (7.62-8.41). Cet intervalle peut être contenu dans l'intervalle (7.5-8.4) mentionné par (**Hach-Company 1993**), et qui indique la présence de Chaux libre (CaCO<sub>3</sub>) dans le sol c'est-à-dire. un sol calcaire, avec une conductivité < 2.0dS/m et un SAR < 13%. Selon la même source cet intervalle habituellement, est un indice d'excellentes conditions d'infiltration et percolation de l'eau en raison de la haute concentration en Calcium contenu sur les argiles. Ainsi, la disponibilité de Phosphore et micronutriments métalliques dans le sol.

**Variation et évolution de la conductivité électrique du sol**

Depuis de nombreuses années la conductivité électrique des extraits de sol par l'eau est utilisée comme diagnostic de la salinité des sols. Le travail réalisé par (**Koull et Halilat en 2012**), concernant la conductivité électrique du sol traité avec les matières organiques montre une augmentation de la salinité de ce dernier, ceci grâce à la minéralisation de ces composés organiques à savoir le fumier bovin et ovin.

Le tableau qui suit résume les mesures réalisées de la conductivité électrique

**Tableau 5 :** Variation et évolution de la conductivité électrique du sol

CE		Argile				Sable				Salin			
		Net	+ C	+ NC	+ BDP	Net	+ C	+ NC	+ BDP	Net	+ C	+ NC	+ BDP
1 <sup>er</sup>	R1	0.90	1.17	1.11	1.03	1.04	0.98	1.09	0.90	1.45	1.20	1.32	1.15
	R2	0.96	1.09	1.18	0.97	0.99	1.02	1.09	0.97	1.41	1.28	1.32	1.18
	R3	0.96	1.10	1.16	0.94	1.03	1.00	1.15	0.95	1.40	1.27	1.29	1.18
	<b>Moy</b>	<b>0.94</b>	<b>1.12</b>	<b>1.15</b>	<b>0.98</b>	<b>1.02</b>	<b>1.00</b>	<b>1.11</b>	<b>0.94</b>	<b>1.42</b>	<b>1.25</b>	<b>1.31</b>	<b>1.17</b>
2 <sup>ème</sup>	R1	0.94	1.26	1.12	1.05	0.95	1.15	1.00	0.85	1.30	1.25	1.30	1.10
	R2	1.00	1.26	1.13	1.05	1.03	1.18	1.01	0.85	1.41	1.20	1.32	1.19
	R3	1.00	1.20	1.14	1.05	1.02	1.21	0.95	1.00	1.43	1.21	1.25	1.22
	<b>Moy</b>	<b>0.98</b>	<b>1.25</b>	<b>1.13</b>	<b>1.05</b>	<b>1.00</b>	<b>1.18</b>	<b>0.98</b>	<b>0.90</b>	<b>1.38</b>	<b>1.22</b>	<b>1.29</b>	<b>1.17</b>
3 <sup>ème</sup>	R1	1.20	1.29	1.13	1.06	0.95	1.01	1.01	0.96	1.40	1.26	1.27	1.25
	R2	1.20	1.29	1.08	1.07	0.95	0.95	1.09	0.96	1.48	1.29	1.28	1.24
	R3	1.20	1.32	1.09	1.05	0.95	1.04	1.20	0.90	1.47	1.35	1.32	1.20
	<b>Moy</b>	<b>1.20</b>	<b>1.30</b>	<b>1.10</b>	<b>1.06</b>	<b>0.95</b>	<b>1.00</b>	<b>1.10</b>	<b>0.94</b>	<b>1.45</b>	<b>1.30</b>	<b>1.29</b>	<b>1.23</b>
4 <sup>ème</sup>	R1	0.90	1.32	1.09	1.03	1.05	1.19	0.99	1.04	1.45	1.27	1.24	1.21
	R2	0.97	1.20	1.09	0.95	1.01	1.15	1.07	0.97	1.41	1.20	1.31	1.25
	R3	0.95	1.29	1.00	1.02	1.00	1.26	0.94	0.99	1.34	1.22	1.20	1.14
	<b>Moy</b>	<b>0.94</b>	<b>1.27</b>	<b>1.06</b>	<b>1.00</b>	<b>1.02</b>	<b>1.20</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.40</b>	<b>1.23</b>	<b>1.25</b>	<b>1.20</b>

Dans le même sens, nos résultats obtenus des mesures de la conductivité électrique au niveau des différents types de sol amendé (sableux, argileux et salin) par les différents matières organiques (composte, noix de coco, broyat de déchet de palmier dattier), on a noté que la conductivité électrique augmente au niveau de sol argileux amendé par le composte (C) à base de déchet de palmier dattier par rapport aux sols argileux témoins et aussi, on note une augmentation moins faible de la

conductivité de sol argileux amendé par le noix de coco par rapport au sol argileux témoin (voir tableau n :5).

Alors que, pour les sols (sableux) on a enregistré des conductivités électriques plus ou moins constantes. Par contre, on a remarqué que les trois matières organiques apportés ont diminué distinctement la conductivité électrique de sol salin. A signaler que la broyat de déchet de palmier dattier a enregistré la conductivité la plus faible, par rapport au C et NC. Ce constat, montre l'importance d'amendement des sols salins par des matières organiques fraiche surtout en zones arides pour objectif de lutter contre la salinité.

Schéma représentatif de la variation de la CE par rapport le sol témoin

	sol arg + C	sol arg +NC	sol arg +BDP
Variation de la CE/Net	>	>	est

	sol sbl + C	sol sbl +NC	sol sbl +BDP
Variation de la CE/Net	est	est	est

	sol salin+ C	sol salin +NC	sol salin +BDP
Variation de la CE/Net	<	<	<

### Evolution et la variation de la densité apparente du sol

Augmentation de la densité apparente induit une réduction de la porosité totale (surtout la macroporosité): Quand un sol est sujet au problème de tassement, sa structure microscopique et macroscopique sont modifiées (**Smiri, non daté**).

**Tableau 6 :** Evolution et la variation de la densité apparente du sol

D.a		Argile				Sable				Salin			
		Net	+ C	+ NC	+ BDP	Net	+ C	+ NC	+ BDP	Net	+ C	+ NC	+ BDP
1 <sup>er</sup> prélèvement	R1	1.72	1.65	1.90	1.58	0.88	0.97	1.11	0.98	1.07	1.09	1.16	1.04
	R2	1.72	1.64	1.60	1.58	1.10	1.02	1.10	0.91	1.10	1.11	1.20	1.00
	R3	1.70	1.71	1.90	1.58	1.08	1.01	1.09	0.93	1.11	1.07	1.22	0.98
	<b>Moy</b>	<b>1.71</b>	<b>1.67</b>	<b>1.80</b>	<b>1.58</b>	<b>1.02</b>	<b>1.00</b>	<b>1.11</b>	<b>0.94</b>	<b>1.09</b>	<b>1.09</b>	<b>1.19</b>	<b>1.01</b>
2 <sup>ème</sup> prélèvement	R1	1.69	1.75	1.79	1.60	1.01	1.00	1.14	1.07	1.12	1.12	1.13	0.96
	R2	1.69	1.67	1.82	1.58	1.04	1.04	1.17	0.96	1.10	1.11	1.17	0.97
	R3	1.72	1.68	1.82	1.62	0.95	1.05	1.14	0.97	1.05	1.10	1.16	1.01
	<b>Moy</b>	<b>1.70</b>	<b>1.70</b>	<b>1.81</b>	<b>1.60</b>	<b>1.00</b>	<b>1.03</b>	<b>1.15</b>	<b>1.00</b>	<b>1.09</b>	<b>1.11</b>	<b>1.15</b>	<b>0.98</b>
3 <sup>ème</sup> prélèvement	R1	1.70	1.72	1.83	1.60	1.09	0.99	1.12	1.05	1.00	1.20	1.17	1.11
	R2	1.70	1.75	1.79	1.65	1.04	1.12	1.17	1.06	1.06	1.09	1.17	1.09
	R3	1.67	1.65	1.78	1.64	1.02	1.03	1.10	1.01	1.09	1.21	1.17	1.01
	<b>Moy</b>	<b>1.69</b>	<b>1.71</b>	<b>1.80</b>	<b>1.63</b>	<b>1.05</b>	<b>1.05</b>	<b>1.13</b>	<b>1.04</b>	<b>1.05</b>	<b>1.16</b>	<b>1.17</b>	<b>1.07</b>
4 <sup>ème</sup> prélèvement	R1	1.68	1.65	1.79	1.60	1.04	1.00	1.10	1.00	1.05	1.21	1.13	1.08
	R2	1.72	1.72	1.82	1.68	1.05	1.12	1.20	1.01	1.08	1.15	1.16	1.03
	R3	1.73	1.70	1.85	1.67	1.00	1.12	1.18	0.99	1.08	1.15	1.16	1.04
	<b>Moy</b>	<b>1.71</b>	<b>1.69</b>	<b>1.82</b>	<b>1.65</b>	<b>1.03</b>	<b>1.08</b>	<b>1.16</b>	<b>1.00</b>	<b>1.07</b>	<b>1.17</b>	<b>1.15</b>	<b>1.05</b>

La lecture de tableau ci-dessus montre clairement la relation inverse entre la densité et la porosité du sol. Ce qui veut dire l'augmentation de la densité indique une réduction de la porosité du sol. En général, la matière organique diminue la densité du sol et augmente la porosité du sol. Dans notre expérience la broyat de déchet de palmier dattier a amélioré les sols des différents traitements avec une diminution claire de la densité par rapport les autres matières organiques.

### Evolution de La porosité des sols

La connaissance de la porosité totale d'un sol est une étape essentielle aussi bien dans le domaine du génie civil que dans le domaine de l'agriculture (Ouoba, 2014). La porosité du sol est une caractéristique majeure contrôlant les propriétés hydrodynamiques du sol et le développement racinaire des plantes (Lahlou et al., 2004). Elle est souvent sujette à des modifications variables lorsque les sols sont compactés. Généralement, la compaction affecte la qualité physique du sol, elle réduit la porosité, ce qui entraîne une mauvaise aération du sol, un mauvais drainage et augmente la résistance à la pénétration des racines, par conséquent réduit la croissance et le rendement de la récolte (Mc. Bride et al., 1989).

Le tableau qui suit résume les résultats de l'évolution de la porosité des sols.

**Tableau 7:** Evolution de la porosité des différents sols.

Porosité en (%)	1 <sup>er</sup> prélèvement	2 <sup>ème</sup> prélèvement	3 <sup>ème</sup> prélèvement	4 <sup>ème</sup> prélèvement
Sol Salin	58.9	58.9	60.37	59.62
Sol Salin+C	58.9	58.11	56.22	55.84
Sol Salin+NC	55.0	56.6	55.84	56.60
Sol Salin+ <sub>BDP</sub>	<b>61.9</b>	<b>63.01</b>	<b>59.62</b>	<b>60.37</b>
Sol Argileux	35.47	35.84	36.22	35.47
Sol Argileux+C	37.00	35.84	35.47	36.22
Sol Argileux+NC	32.07	31.69	32.07	31.32
Sol Argileux+ <sub>BDP</sub>	<b>40.37</b>	<b>39.62</b>	<b>38.49</b>	<b>37.73</b>
Sol Sableux	61.50	62.26	60.37	61.13
Sol Sableux+C	62.26	61.13	60.37	59.24
Sol Sableux+NC	58.11	56.60	57.35	56.22
Sol Sableux+ <sub>BDP</sub>	<b>64.52</b>	<b>62.26</b>	<b>60.75</b>	<b>62.26</b>

A travers la lecture des résultats mentionnés dans le tableau (7), le constat le plus intéressant est celui de la broyat de déchet de palmier dattier. On constat que la porosité au niveau des différents type de sol (salin, argileux et sableux) c'est amélioré clairement. Chose à signaler que la porosité du sable est augmentée, ce résultat est non souhaité. Ce qui veut dire qu'il est déconseillé d'amender un sol sableux par une broyat de déchet de palmier dattier. La réponse peut être sera confirmée ou rejetée au niveau de paramètre humidité.

Il est à noter que la porosité dans le temps au niveau de chaque type de sol diminue, ce qui est logique est qui peut être expliqué par un tassement sous l'effet de l'irrigation et les pluies.

**Evolution de l'humidité des sols**

L'humidité du sol joue un rôle important dans le sol agricole, sa première "utilisation" est de permettre la croissance de la végétation. Elle conditionne également la mise en place du peuplement végétal (germination des semences, émergence, implantation du système racinaire, etc.). Son évaluation est donc importante en hydrologie et en agronomie, et constitue un paramètre d'alerte pour la désertification.

Le tableau qui suit résume les résultats obtenus des différents sols et différents traitement.

**Tableau 8 :** Evolution et la variation d'humidité du sol

Humidité (g)	Argile				Sable				Salin				
	Net	+ C	+ NC	+ BDP	Net	+ C	+ NC	+ BDP	Net	+ C	+ NC	+ BDP	
1 <sup>er</sup> prélèvement	R1	60.65	63.74	63.75	60.13	69.55	59.46	71.19	62.37	69.74	67.41	80.23	79.14
	R2	59.12	60.24	66.29	62.73	67.05	57.28	70.73	61.28	70.13	68.12	81.36	80.69
	R3	62.24	59.13	66.72	62.64	68.2	59.22	71.63	60.83	72.82	70.47	83.09	82.13
	<b>Moy</b>	<b>60,67</b>	<b>61,04</b>	<b>65,59</b>	<b>61,83</b>	<b>68,27</b>	<b>58,65</b>	<b>71,18</b>	<b>61,49</b>	<b>70,90</b>	<b>68,67</b>	<b>81,56</b>	<b>80,65</b>
2 <sup>ème</sup> prélèvement	R1	63.38	67.38	78.07	67.53	71.26	68.44	77.36	72.51	85.41	73.95	91.35	91.87
	R2	65.33	65.94	80.18	66.38	70.64	67.72	75.67	72.35	83.34	71.57	89.65	89.75
	R3	64.80	66.68	79.12	69.58	68.24	67.74	75.37	72.31	82.30	70.38	88.73	88.31
	<b>Moy</b>	<b>64,50</b>	<b>66,67</b>	<b>79,12</b>	<b>67,83</b>	<b>70,05</b>	<b>67,97</b>	<b>76,13</b>	<b>72,39</b>	<b>83,68</b>	<b>71,97</b>	<b>89,91</b>	<b>89,98</b>
3 <sup>ème</sup> prélèvement	R1	70.25	73.66	82.62	74.56	74.18	72.59	84.23	81.29	93.43	92.72	99.86	96.25
	R2	72.65	71.56	83.61	75.66	73.47	71.63	83.83	80.59	95.43	90.28	98.06	97.70
	R3	71.21	70.15	85.51	75.65	71.10	69.53	81.29	80.25	96.50	89.78	97.80	95.75
	<b>Moy</b>	<b>71,37</b>	<b>71,79</b>	<b>83,91</b>	<b>75,29</b>	<b>72,92</b>	<b>71,25</b>	<b>83,12</b>	<b>80,71</b>	<b>95,12</b>	<b>90,93</b>	<b>98,57</b>	<b>96,57</b>
4 <sup>ème</sup> prélèvement	R1	90.67	92.55	97.25	93.65	83.27	81.74	90.33	88.26	97.14	91.76	100.8	99.23
	R2	89.34	90.65	95.15	95.58	85.26	83.54	87.13	87.06	99.19	93.46	102.5	100.71
	R3	89.14	89.50	97.65	94.50	81.45	84.70	89.23	85.16	98.23	95.65	102.8	100.21
	<b>Moy</b>	<b>89,72</b>	<b>90,90</b>	<b>96,68</b>	<b>94,58</b>	<b>83,33</b>	<b>83,33</b>	<b>88,90</b>	<b>86,83</b>	<b>98,19</b>	<b>93,62</b>	<b>102,03</b>	<b>100,05</b>

La lecture des résultats obtenus au niveau de tableau (8), montre clairement une variation nettement faible de l'humidité au niveau des différents traitements de sol argileux, à l'exception de traitement de noix de coco qui a montré une variation importante et humidité forte par rapport les autres traitements. Chose qui peut être expliqué par la nature des fibres de noix de coco qui est une pompe naturel d'eau, elle se gonfle en augmentant son volume (constat visuel). La broyat de déchet de palmier dattier emmagasine l'humidité faiblement au début ce qui est expliqué par l'augmentation de la porosité. Mais dans le temps l'humidité évolue avec une grande vitesse. Si on compare l'évolution de l'humidité du sol argileux au quatrième prélèvement par rapport le net, on enregistre une évolution de 155.89 % et par rapport au premier prélèvement avec 152.96%. Les résultats calculé de l'évolution d'humidité

du sol (%), montre clairement l'importance de la matière organique en générale et de la broyat de déchet de palmier dattier précisément comme amendement.

**Variation et l'évolution de la matière organique**

La classification des sols selon le taux de matière organique a été étudiée par plusieurs auteurs. Ainsi pour (Henin et al. 1969), le taux normal de la matière organique est inférieur à 4 %, alors que (Duthil 1970), considère que le taux normal de matière organique dans les sols cultivés est compris entre 1,5 et 2,5 %. En revanche (Ouahrani 1980), propose qu'un bon sol agricole ait souvent 3% de matière organique.

Le tableau qui suit résume les résultats obtenus de la matière organique des différents traitements.

**Tableau 9** : Evolution de matière organique (MO)

M.O en (%)	1 <sup>er</sup> prélèvement	2 <sup>ème</sup> prélèvement	3 <sup>ème</sup> prélèvement	4 <sup>ème</sup> prélèvement
Sol Salin	0.17	0.18	0.14	0.11
Sol Salin+C	0.19	0.21	0.22	0.19
Sol Salin+NC	0.20	0.25	0.27	0.25
Sol Salin+BDP	0.18	0.19	0.20	0.45
Sol Argileux	0.19	0.21	0.20	0.22
Sol Argileux+C	0.21	0.25	0.23	0.27
Sol Argileux+NC	0.25	0.28	0.27	0.28
Sol Argileux+BDP	0.21	0.21	0.23	0.25
Sol Sableux	0.13	0.15	0.17	0.18
Sol Sableux+C	0.15	0.18	0.22	0.25
Sol Sableux+NC	0.16	0.20	0.18	0.22
Sol Sableux+BDP	0.14	0.16	0.19	0.20

Généralement la matière organique du sol augmente avec les différents types d'amendement.

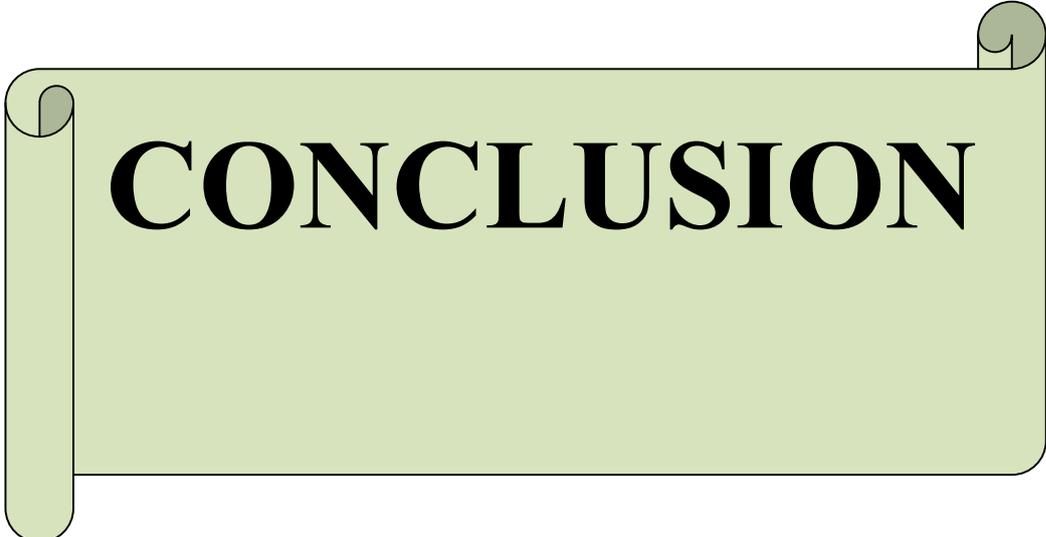
### Evolution de gypse

Selon le site **Éco Gypse**, consulté le 20/06/2018. Le gypse a un effet sur le pH élevé de certains sols ; Il stimule les bactéries qui augmentent la vie du sol ; Il augmente aussi le nombre de bactéries nitrifiantes (très actives dans la matière organique) ce qui améliore l'assimilation de tous les éléments nutritifs du sol (majeurs comme mineurs).

Le tableau qui suit présente les résultats d'analyse de gypse pour les différents traitements.

**Tableau 10:** Evolution du gypse

Gypse en (%)	1 <sup>er</sup> prélèvement	2 <sup>ème</sup> prélèvement	3 <sup>ème</sup> prélèvement	4 <sup>ème</sup> prélèvement
Sol Salin	31.14	31.12	31.14	30.17
Sol Salin+C	31.10	29.94	30.90	31.12
Sol Salin+NC	30.92	28.97	29.17	29.00
Sol Salin+BDP	31.16	30.36	29.98	30.20
Sol Sableux	9.14	9.14	8.49	8.33
Sol Sableux+C	8.84	8.67	5.75	5.30
Sol Sableux+NC	8.64	7.81	6.20	5.75
Sol Sableux+BDP	9.18	7.24	8.19	6.33
Sol Argileux	22.08	22.00	21.84	20.63
Sol Argileux+C	21.68	21.48	20.64	18.22
Sol Argileux+NC	21.53	20.90	21.05	20.37
Sol Argileux+BDP	22.00	21.84	20.88	19.67



**CONCLUSION**

## Conclusion

Notre objectif est de valoriser l'utilisation des déchets de palmier dattier comme amendement du sol en zone aride. Donc, testé son effet sur quelques paramètres physiques du sol à savoir le pH, la CE, l'Humidité du sol ou capacité de rétention, la porosité, et la densité.

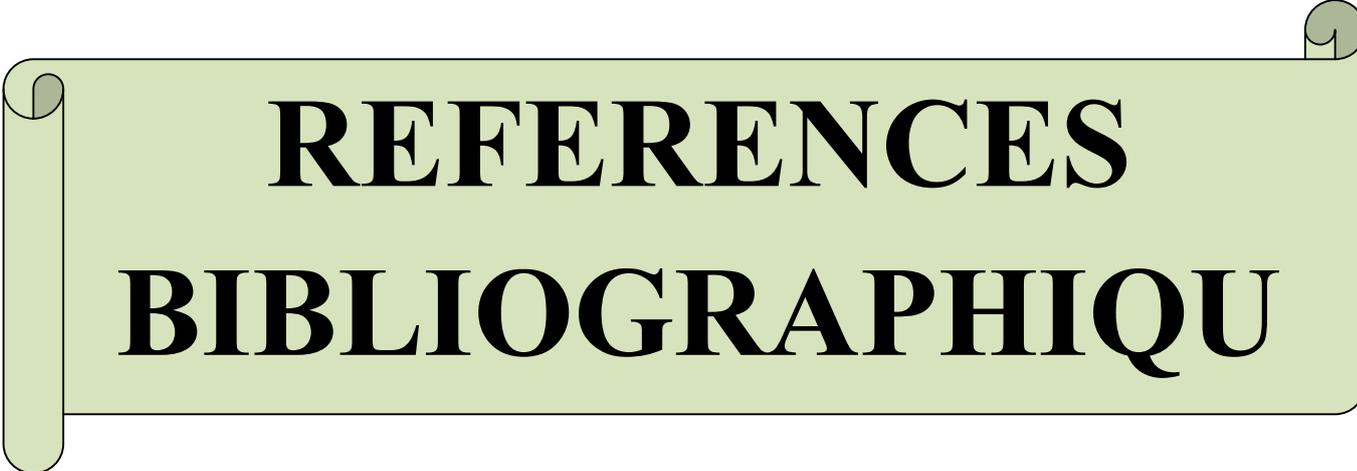
A la lumière des résultats obtenus pour les différents traitements. L'amendement organique d'une manière générale a montré un effet positif sur la majorité des propriétés physiques des sols étudiés

On peut résumer les principales conclusions de notre travail comme suite :

- La CE du sol traité avec les matières organiques dévoile une augmentation de la salinité. ceci peut être expliqué par la minéralisation de ces composés organiques.
- On a noté que la conductivité électrique augmente au niveau de sol argileux amendé par le composte à base de déchets de palmier dattier.
- La conductivité électrique enregistrée reste plus ou moins stable au niveau du sol sableux avec les différents traitements. Ce qui veut que le sable ne favorise pas la minéralisation de la matière organique ou il est très très faible.
- Par contre, on a remarqué que les trois matières organiques apportés ont diminué distinctement la conductivité électrique de sol salin. La matière fraîche a enregistré la conductivité la plus faible. Ce constat, ce qui montre l'importance d'amendement des sols salins par des matières organiques fraîche surtout en zones arides pour objectif de lutter contre la salinité.
- Dans notre expérience la matière fraîche a amélioré les sols des différents traitements avec une diminution claire de la densité par rapport les autres matières organiques expérimentées.
- On constat que la porosité au niveau des différents type de sol (salin, argileux et sableux) c'est amélioré clairement.

- la porosité du sable a augmentée aussi par l'amendement de la matière fraîche, ce résultat est non souhaité. Mais le quatrième prélèvement (2mois) à montré que l'humidité du sol évolue de 141 % et par rapport au sol témoin et de 124 % par rapport au premier prélèvement. Ce qui veut qu'il est préférable d'utiliser la matière fraîche comme fumeur de fond!! c'est-à-dire elle faut l'amendé avant d'installé une culture ou au moins attendre plus de 1 mois pour avoir les bonne résultats souhaité.
- Il est à noter que la porosité dans le temps au niveau de chaque type de sol diminue, ce qui est logique est qui peut être expliqué par un tassement sous l'effet de l'irrigation et les pluies.
- Le noix de coco est une pompe naturel d'eau, elle se gonfle en augmentant son volume (constat visuel).
- La matière fraîche emmagasine l'humidité faiblement au début ce qui est expliqué par l'augmentation de la porosité. Mais dans le temps l'humidité évolue avec une grande vitesse. Ce qui veut dire qu'elle améliore la rétention du sol dans le temps.

Les résultats obtenus d'amendement par matière fraîche de palmier dattier est très intéressante et encourageante, donc il souhaitable de proposer une approche globale pour évaluer la rentabilité d'un projet de recyclage des sous-produits des oasis tenant compte des aspects environnementaux et sociaux.



**REFERENCES**  
**BIBLIOGRAPHIQU**

- AFSSA, (2005)** ; Rapport du Groupe de travail de l'Afssa" Eaux minérales naturelles" Au Comité d'experts spécialisé "Eaux", Evaluation des traitements d'élimination de certains éléments minéraux présents dans les eaux minérales naturelles et les eaux de source.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIAL, (1974)**. Standard Method for Particle-size analysis of Soil. D. 422-63 (Reapproved 1972) Annual Book of ASTM Standards. Part 19; 70-80.
- ANDRE.M ET MARC.S(1991)**, physique du sol, première édition, ISBN 2-88074-211-0, romandes
- ANONYME ; (2013)** <sup>B</sup> La matière organique, pivot de la fertilité
- ANONYME, (NON DATÉ)**<sup>A</sup>. Guide des pratique de conservation en grandes cultures
- ANONYMS ; (2014)**: projet.oss-online.org
- ARDOUIN A., (2014)**. Guide pratique pour la description des sols de France. CEN Bourgogne.
- AUBERT. G, (1960)** les sols de la zone aride, étude de leur formation, de leur caractères, de leur utilisation et de leur conservation, colloque de paris, communication n°5, 30 p.
- BAIZE DENIS, (2000)**. Guide des analyses en pédologie: 2e édition, revue et augmentée. Editions Quae, 2000 - Technology & Engineering - 257 pages.
- BEAUDRY JP (1996)**, traitement des eaux, Edition le Griffon d'argile, Québec.
- BITTELLI M., CAMPBELL G.S. ET FLURY M., (1999)**. Characterization of Particle Size Distribution in soils using a Fragmentation Model. SoilSci. Soc. Am. J.. Vol 63. Pp : 782-788.
- BOLYN ; (1974)** Contribution à l'étude de la tolérance des plantes ligneuses à la salure. Thèse. Doctorat. D'état. Gelbleoux,262 p
- BOYANDJIV ; (1974)** Les sols du Hodna P.N.U.D/F.A.O. Rome, Rapport Tech. n°5, 141 p
- BRIDE MC R.A., MARTIN H. ET KENNEDY B., (1989)** - La compaction du sol. Fiche technique, Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, Ontario, Canada.
- BRUAND A., DUVAL O., GAILLARD H., DARTHOUT R. ET JAMAGNE M., (1996)**. Variabilité de rétention en eau des sols: importance de la densité apparente. Etude des gestions des sols, 3(1). pp : 27-40.
- CALVET R., (2003)**. Le sol propriétés et fonctions. Tome 2 : phénomènes physiques et chimiques, applications agronomiques et environnementales. France agricole. France. Pp : 97-188.
- CHEHMA ; (2001)** Valorisation des Sous-produits du Palmier Dattier en Vue de leur Utilisation en Aliment.
- CHOCAT. B, (1997)**, Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement. Ed Eurydis 92, France.
- COUTINET. S ; (1965)** Méthodes d'analyses utilisables pour les sols salés, calcaires et gypseux. Analyse d'eaux, L'agronomie tropicale p 1262-1269. Institut de recherche agronomique tropicale et Rivière service de coopération technique. OUTRE-MER.
- DDASS, (2005)** ; Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales du BAS-RHIN (Service Santé-Environnement, Qualité des eaux d'alimentation - année 2005), syndicat des eaux de Drulingen : Secteur Rimsdorf, 2 p

- DJEMILLI F.A (1994)** Le gypse et le mécanisme d'action sur les propriétés mécaniques des sols. Arab universitaire. Journal of Enigneering science volume 1. N°1 p 39-55
- DUCHAUFOR P., (1994).** Pédologie : sol, végétation, environnement. MASSON éditeur 120, boulevard Saint germain 72380 paris cedex 06.
- F.A.O ;(1990)** Management of gypsi ferous soils. Soils Bulletin 62, F.A.O. Rome 81 p.
- GAGUI, (1998)** Relation entre les caractéristiques physico-chimiques du sol et la répartition des plantes spontanées dans la région d'Ain Ben-Noui (Biskra). Thèse Ingénieur (Batna).
- GELIN M. ET STENGEL P., (1998).** Structure et état physique du sol; Techniques agricoles fascicule 1140. 19p.
- GOBAT J M., ARGNO M ET MATHEY W., (2010).** Le livre le sol vivant ; Bases de
- HACH COMPANY, (1993).** SOIL AND IRRIGATION WATER INTERPRETATION MANUAL. Hach Company, 1993-1001. All rights are reserved. Printed in U.S.A. 5-15-93-2ED, rb rev1 10/01.
- HALITIM. (1988),** les sols de la région aride de l'Algérie O.P.U édition
- HILLEL D., (1988).** L'eau et le sol: principes et processus physiques. Vander, Bruxelles, 288p
- IDDER T., (1998).** La dégradation de l'environnement urbain liée aux excédents hydriques au Sahara algérien. Impact des rejets d'origine agricole et urbain et techniques de remédiassions proposées. L'exemple d'Ouargla. Thèse de doctorat. Université d'Angers. 157p.
- IFEN, (2002).** L'environnement en France. La découverte, n18, 605p.
- JORA (2014).** Journal Officiel De La République Algérienne N°18. Décret exécutif n° 11- 125, du 23 mars 2014, relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine.
- LAHLOU .S, OUADIA .M, O. MALAM ISSA, Y. LE BISSONNAIS ET R. MRABET, (2005).** Modification de la porosité du sol sous les techniques culturales de conservation en zone semi-aride Marocaine. Étude et Gestion des Sols, Volume 12, 1, 2005 - pages 69 à 76.
- LAHRECH ;(1981).** Contribution à l'étude de la salinisation du périmètre irrigué du Haut Cheliff. Thèse. Ing. Agro. I.N.A. Alger.
- MARCOEN.J.M, (1983) ;** Cours d'hydrochimie, Faculté des sciences agronomiques de l'état de Gembloux, Belgique.
- MEDJRAB. F ; (1999)** Evolution des propriétés mécanique d'un sol saharien sous-irrigation. Cas de la station I.N.R.A. (Touggourt). Thèse ingénieur I.N.E.S Batna.
- MICHEL C.G et all ;(2005)** sols et environnement. DUNOD. ISBN:2100055208 Paris 263 p.
- Mulaji KC, (2011).** Utilisation des composts de bio déchet ménager pour l'amélioration de la fertilité des sols acides de la province de Kinshasa (République Démocratique du Congo). Thèse de doctorat, université de Liège- Gembloux Agro-Biotech, 220p.
- NYEMBO KL, et al, (2012).** Effets des apports des doses variées de fertilisants inorganiques (NPKS et Urée) sur le rendement et la rentabilité économique de

nouvelles variétés de *Zea mays* L. à Lubumbashi, Sud Est de la RD Congo. *Journal of Applied Biosciences* 59: 4286– 4296

**OMEIRI N., (2016)** contribution à la définition d'une approche de lutte contre la dégradation des sols des oasis Algériennes : cas de l'oasis d'Ouargla. Thèse de doctorat. Université Khasdi Merbah. Ouargla. 226p.

Pédologie Biologie des sols » 3<sup>e</sup> édition revue. 165p.

**RAOUI MOHAMED ET ZOZOU ABDERAHMANE, (2017)** Estimation du potentiel de la production d'hydrogène à partir de la biomasse, mémoire master, université Kasdi Merbah Ouargla.

**REJSEK. F (2002)**, Analyses des eaux. Edition ressources pour l'éducation nationale. Bordeaux. Cedex. France.

**RODIER J ; (2009)** l'analyse de l'eau : Eaux naturelle, eaux résiduaires, eaux de mer. Ed Dunod, 9<sup>ème</sup> Edition, Paris.

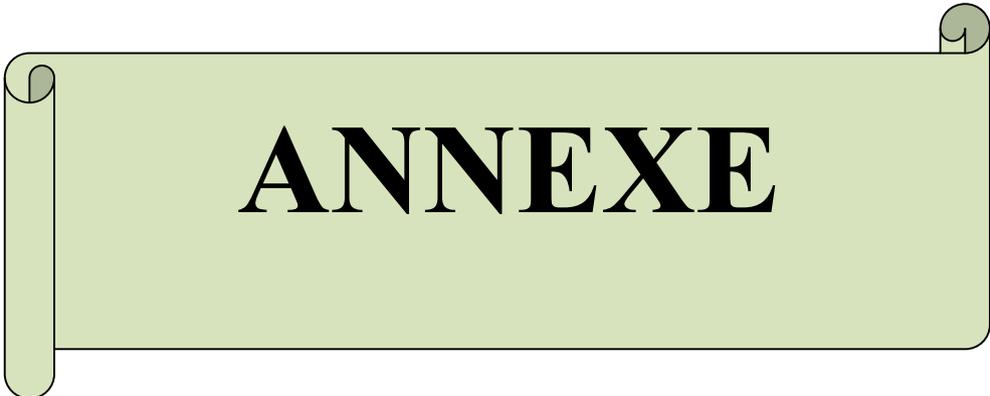
**SAMUEL OUOBA, BRUNO COUSIN, FABIEN CHERBLANC, JEAN KOULIDIATI, JEAN-CLAUDE BENET, (2014)**. Une méthode mécanique pour déterminer la porosité totale d'un sol. *Comptes rendus de l'Académie des sciences. Série II b, Mécanique*, Elsevier, 2014, 342, pp.732-738

**SERVANT. J. M, (1978)**, Le profile salin méthode d'étude et signification, applications au langue aloc Roussillon. *Annales Agro. INRA*, France

**SLIMANI R., (2006)**. Contribution à l'évaluation d'indicateurs de pollution environnementaux dans la région de Ouargla: Cas des eaux de rejets (agricoles et urbaines). Mémoire de magister. Université d'Ouargla. 81p.

**SMIRI, (non daté)**. Chapitre 4 : ENCROUTEMENT ET COMPACTAGE DU SOL. <http://www.alismiri.com/uploads/coursCES4.pdf>

**UGARTE-NANO C.C., (2015)**. Etude de la variabilité des propriétés physiques et hydrodynamiques d'un sol argileux sous l'effet de conduites en protection intégrée contre les adventices. Thèse de doctorat. Université de Bourgogne. 211p.

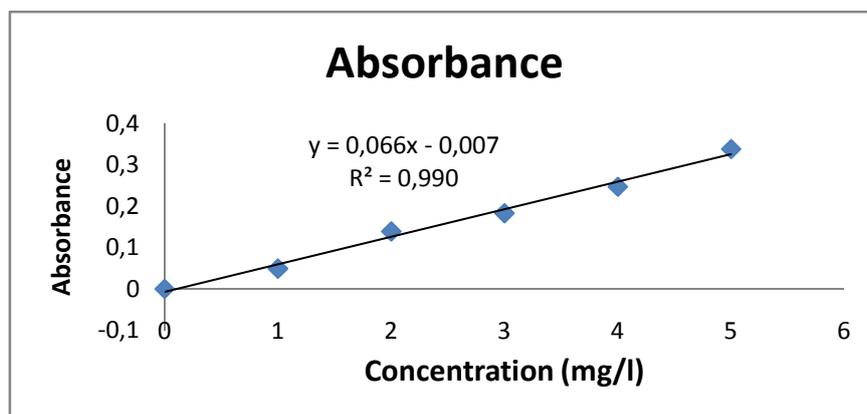


**ANNEXE**

### Annexe 1 : Mode opératoire des analyse d'eau

**Tableau 1:** Données de la courbe d'étalonnage pour la mesure des sulfates

<b>C (meq/l)</b>	<b>00</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Absorbance</b>	<b>0</b>	<b>0.049</b>	<b>0.139</b>	<b>0.183</b>	<b>0.247</b>	<b>0.338</b>



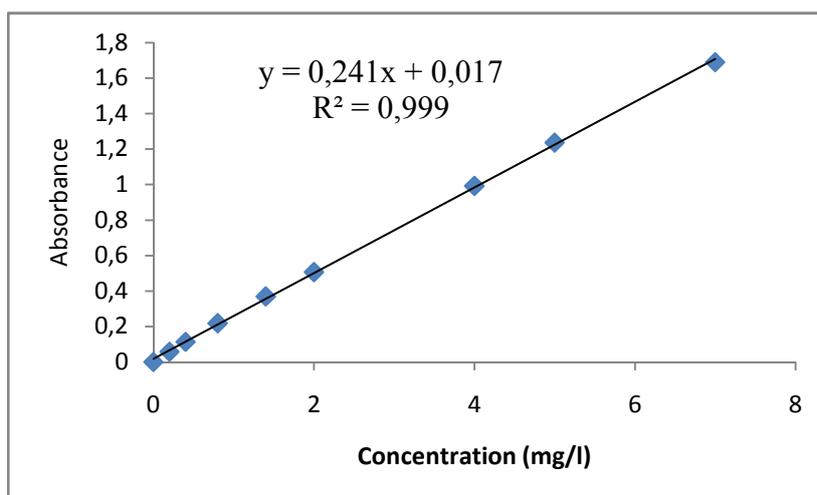
**Figure 1:** courb d'étalonnage du sulfates

#### Dosage des nitrates :

Pour déterminer la teneur de  $\text{NO}_3^-$  dans les échantillons d'eau, nous avons opté pour la méthode Néphélométrique, par utilisation d'un Spectrophotomètre DR 5000 (HACH) à une longueur d'onde de 220 nm pour une suspension obtenue par réaction des nitrates avec l'acide chlorhydrique (**Rejsek, 2002**).

**Tableau 2 :** Données de la courbe d'étalonnage pour la mesure des nitrates

C (mg/l)	Absorbance
0	0
0.2	0.057
0.4	0.113
0.8	0.218
1.4	0.369
2	0.506
4	0.992
5	1.236
7	1.689



**Figure 2:** Courbe d'étalonnage pour des nitrates

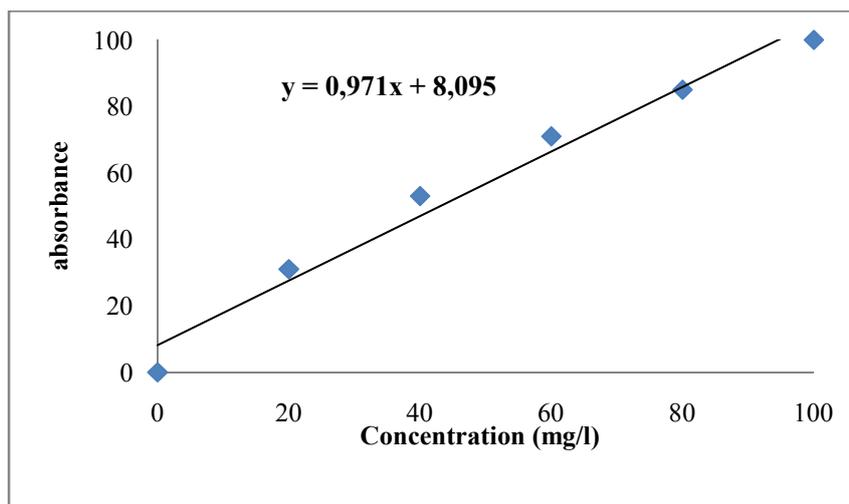
- **Dosage du sodium et du potassium**

Les ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$  sont dosés par photométrie d'émission de flamme (JENWAY PFP7).

Afin d'effectuer le dosage du sodium, les solutions étalons sont préparées par dilution à partir d'une solution mère de  $\text{NaCl}$  à  $1000 \text{ mg de } \text{Na}^+/\text{l}$ . Les résultats du tableau 4 et de la figure 6 présentent un exemple des lectures servant à l'étalonnage pour le dosage du sodium.

**Tableau 3:** Données de la courbe d'étalonnage pour la mesure du sodium.

$\text{Na}^+$ (mg/l)	0	20	40	60	80	100
Lecture	0	31	53	71	85	100



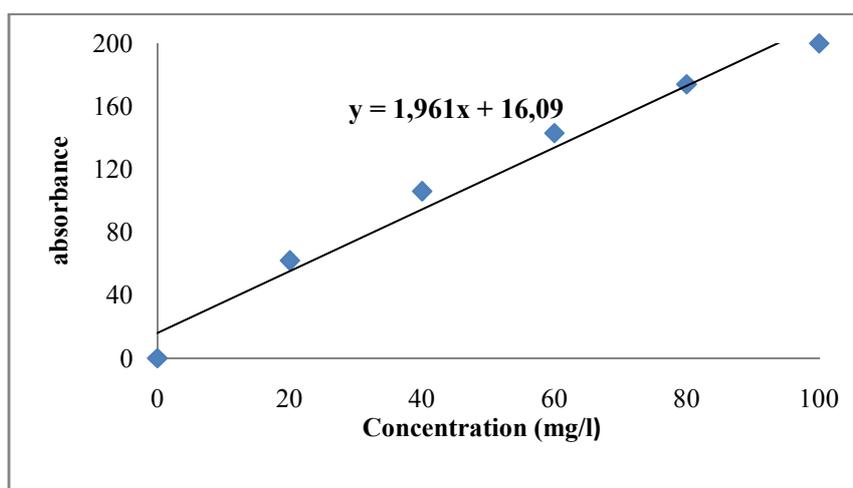
**Figure 3 :** Courbe d'étalonnage pour la mesure du sodium.

- **Dosage du potassium**

Pour le dosage du potassium, les solutions étalons sont préparées par dilution à partir d'une solution mère de KCl à 1000 mg de K<sup>+</sup>/l. Les résultats du tableau 5 et de la figure 7 présentent un exemple des lectures servant à l'étalonnage pour le dosage du potassium.

**Tableau 4 :** Données de la courbe d'étalonnage pour la mesure du potassium.

K <sup>+</sup> (mg/l)	0	20	40	60	80	100
Lecture	0	62	106	143	174	200



**Figure 5 :** Courbe d'étalonnage pour la mesure du potassium.

## Annexe 2 : Résultats

Tableau 1 : Analyse physico-chimique du sol sableux

Echantillons	1 <sup>er</sup> prélèvement 1e			
	Sol Sableux	Sol Sableux + C	Sol Sableux + NC	Sol Sableux + MOF
Profondeur en (cm)	30	30	30	30
pH (eau) 1/2.5	7.79	7.8	8	7.75
CE (dS/m) 1/5	1.02	1.00	1.11	0.94
Gypse en (%)	9.14	8.84	8.64	9.18
CaCO <sub>3</sub> total (%)	3.21	3.58	3.20	3.44
CaCO <sub>3</sub> actif (%)	1.25	1.35	1.50	1.23
M.O (%)	0.13	0.15	0.16	0.14
D <sub>a</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.02	1.00	1.11	0.94
Porosité total (%)	61.50	62.26	58.11	64.52

Echantillons	2 <sup>ème</sup> prélèvement			
	Sol Sableux	Sol Sableux + C	Sol Sableux + NC	Sol Sableux + MOF
Profondeur en (cm)	30	30	30	30
pH (eau) 1/2.5	7.77	7.73	7.88	7.70
CE (dS/m) 1/5	1.00	1.18	0.98	0.90
Gypse en (%)	9.14	8.67	7.81	7.24
CaCO <sub>3</sub> total (%)	3.21	3.45	3.25	3.55
CaCO <sub>3</sub> actif (%)	1.20	1.30	1.44	1.20
M.O (%)	0.15	0.18	0.20	0.16
D <sub>a</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.00	1.03	1.15	1.00
Porosité total (%)	62.26	61.13	56.60	62.26

Echantillons	3 <sup>ème</sup> prélèvement			
	Sol Sableux	Sol Sableux + C	Sol Sableux + NC	Sol Sableux + MOF
Profondeur en (cm)	30	30	30	30
pH (eau) 1/2.5	7.70	7.71	7.88	7.80
CE (dS/m) 1/5	1.02	1.20	1.00	1.00
Gypse en (%)	8.49	5.75	6.20	8.19
CaCO <sub>3</sub> total (%)	3.19	3.48	3.37	3.40
CaCO <sub>3</sub> actif (%)	1.18	1.32	1.47	1.19
M.O (%)	0.17	0.22	0.18	0.19
D <sub>a</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.05	1.05	1.13	1.04
Porosité total (%)	60.37	60.37	57.35	60.75

Echantillons	4 <sup>ème</sup> prélèvement			
	Sol Sableux	Sol Sableux + C	Sol Sableux + NC	Sol Sableux + MOF
Profondeur en (cm)	30	30	30	30
pH (eau) 1/2.5	7.66	7.60	7.73	7.81
CE (dS/m) 1/5	0.95	1.00	1.10	0.94
Gypse en (%)	8.33	5.30	5.75	6.33
CaCO <sub>3</sub> total (%)	3.10	3.27	3.33	3.15
CaCO <sub>3</sub> actif (%)	1.15	1.25	1.42	1.11
M.O (%)	0.18	0.25	0.22	0.20
D <sub>a</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.03	1.08	1.16	1.00
Porosité total (%)	61.13	59.24	56.22	62.26

Tableau 2 : Analyse physico-chimique du sol salin

	1 <sup>er</sup> prélèvement			
Echantillons	Sol Salin	Sol Salin + C	Sol Salin + NC	Sol Salin + MOF
Profondeur en (cm)	30	30	30	30
pH (eau) 1/2.5	8.03	8.2	8.22	8.02
CE (dS/m) 1/5	1.09	1.09	1.19	1.01
Gypse en (%)	31.14	31.10	30.92	31.16
CaCO <sub>3</sub> total (%)	4.69	4.58	4.71	4.68
CaCO <sub>3</sub> actif (%)	1.74	1.50	1.35	1.74
M.O (%)	0.17	0.19	0.20	0.18
D.a (g/cm <sup>3</sup> )	1.09	1.09	1.19	1.01
Porosité total (%)	58.9	58.9	55.0	61.9

	2 <sup>ème</sup> prélèvement			
Echantillons	Sol Salin	Sol Salin + C	Sol Salin + NC	Sol Salin + MOF
Profondeur en (cm)	30	30	30	30
pH (eau) 1/2.5	8.05	8.2	8.25	8.06
CE (dS/m) 1/5	1.15	1.1	1.21	1.17
Gypse en (%)	31.12	29.94	28.97	30.36
CaCO <sub>3</sub> total (%)	4.68	5.02	5.12	4.69
CaCO <sub>3</sub> actif (%)	1.50	1.35	1.25	1.74
M.O (%)	0.18	0.21	0.25	0.19
D.a (g/cm <sup>3</sup> )	1.09	1.11	1.15	0.98
Porosité total (%)	58.9	58.11	56.6	63.01

	3 <sup>ème</sup> prélèvement			
Echantillons	Sol Salin	Sol Salin + C	Sol Salin + NC	Sol Salin + MOF
Profondeur en (cm)	30	30	30	30
pH (eau) 1/2.5	8.10	8.03	8.30	8.10
CE (dS/m) 1/5	1.22	1.13	1.40	1.30
Gypse en (%)	31.14	30.90	29.17	29.98
CaCO <sub>3</sub> total (%)	4.77	4.88	5.00	4.60
CaCO <sub>3</sub> actif (%)	1.52	1.20	1.20	1.72
M.O (%)	0.14	0.22	0.27	0.20
D.a (g/cm <sup>3</sup> )	1.05	1.16	1.17	1.07
Porosité total (%)	60.37	56.22	55.84	59.62

	4 <sup>ème</sup> prélèvement			
Echantillons	Sol Salin	Sol Salin + C	Sol Salin + NC	Sol Salin + MOF
Profondeur en (cm)	30	30	30	30
pH (eau) 1/2.5	8.15	8.10	8.35	8.15
CE (dS/m) 1/5	1.45	1.35	1.68	1.60
Gypse en (%)	30.17	31.12	29.00	30.20
CaCO <sub>3</sub> total (%)	4.68	4.72	4.65	4.52
CaCO <sub>3</sub> actif (%)	1.50	1.19	1.20	1.66
M.O (%)	0.11	0.19	0.25	0.45
D.a (g/cm <sup>3</sup> )	1.07	1.17	1.15	1.05
Porosité total (%)	59.62	55.84	56.60	60.37

**Tableau 3 : Analyse physico-chimique du sol argileux**

Echantillons	1 <sup>er</sup> prélèvement			
	Sol Argileux	Sol Argileux + C	Sol Argileux + NC	Sol Argileux + MOF
Profondeur en (cm)	30	30	30	30
pH (eau) 1/2.5	7.92	7.95	7.97	7.9
CE (dS/m) 1/5	0.94	1.21	1.13	0.98
Gypse en (%)	22.08	21.68	21.53	22.00
CaCO <sub>3</sub> total (%)	5.42	5.33	5.50	5.40
CaCO <sub>3</sub> actif (%)	1.50	1.35	1.74	1.48
M.O (%)	0.19	0.21	0.25	0.21
D <sub>a</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.71	1.67	1.80	1.58
Porosité total (%)	35.47	37.00	32.07	40.37

Echantillons	2 <sup>ème</sup> prélèvement			
	Sol Argileux	Sol Argileux + C	Sol Argileux + NC	Sol Argileux + MOF
Profondeur en (cm)	30	30	30	30
pH (eau) 1/2.5	7.90	7.97	7.99	7.85
CE (dS/m) 1/5	0.98	1.25	1.13	1.05
Gypse en (%)	22.00	21.48	20.90	21.84
CaCO <sub>3</sub> total (%)	5.40	5.33	5.33	5.42
CaCO <sub>3</sub> actif (%)	1.50	1.25	1.64	1.45
M.O (%)	0.21	0.25	0.28	0.21
D <sub>a</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.70	1.70	1.81	1.60
Porosité total (%)	35.84	35.84	31.69	39.62

Echantillons	3 <sup>ème</sup> prélèvement			
	Sol Argileux	Sol Argileux + C	Sol Argileux + NC	Sol Argileux + MOF
Profondeur en (cm)	30	30	30	30
pH (eau) 1/2.5	7.83	8.00	7.86	7.83
CE (dS/m) 1/5	0.94	1.27	1.06	1.00
Gypse en (%)	21.84	20.64	21.05	20.88
CaCO <sub>3</sub> total (%)	5.38	5.20	5.28	5.33
CaCO <sub>3</sub> actif (%)	1.45	1.20	1.45	1.32
M.O (%)	0.20	0.23	0.27	0.23
D <sub>a</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.69	1.71	1.80	1.63
Porosité total (%)	36.22	35.47	32.07	38.49

Echantillons	4 <sup>ème</sup> prélèvement			
	Sol Argileux	Sol Argileux + C	Sol Argileux + NC	Sol Argileux + MOF
Profondeur en (cm)	30	30	30	30
pH (eau) 1/2.5	7.91	7.83	7.90	7.85
CE (dS/m) 1/5	1.20	1.30	1.10	1.06
Gypse en (%)	20.63	18.22	20.37	19.67
CaCO <sub>3</sub> total (%)	5.40	5.32	5.35	5.41
CaCO <sub>3</sub> actif (%)	1.40	1.29	1.51	1.37
M.O (%)	0.22	0.27	0.28	0.25
D <sub>a</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.71	1.69	1.82	1.65
Porosité total (%)	35.47	36.22	31.32	37.73

**Tableau 4** : Analyse chimique d'eau d'irrigation (TH)

	V1	V2	V3	Vol Moy	Dilution	Vol Moy/D	TH (°F)	TH (meq/l)
Eau d'irrigation	13.15	13.2	13.8	13.38	1/5	66.92	133.83	26.77

**Tableau 5** : Analyse chimique d'eau d'irrigation (Ca)

	V1	V2	V3	Vol Moy	Dilution	VM/D	Ca (mg/l)	Ca (meq/l)
Eau d'irrigation	6.1	6.3	6.2	6.2	1/5	31	248	12.4

**Tableau 4** : Analyse chimique d'eau d'irrigation (Mg)

Mg	Mg (mg/l)	Mg (meq/l)
Eau d'irrigation	172.4	14.37

**Tableau 7** : Analyse chimique d'eau d'irrigation (TAC)

	V1	V2	V3	Vol Moy	Dilution	Vol Moy/D	TAC (°F)	TAC (mg HCO <sub>3</sub> /l)	TAC (meq/l)
Eau d'irrigation	5	4.5	4.3	4.60	1/5	23	115	561.2	9.2

**Tableau 8** : Analyse chimique d'eau d'irrigation (Cl)

	V1	V2	V3	Vol Moy	Dilution	VM/D	Cl (mg/l)	Cl (meq/l)
Eau d'irrigation	3.1	3.2	3.5	3.27	1/5	16.33	1158.03	32.67

**Tableau 9** : Analyse chimique d'eau d'irrigation (Absorbance du sulfate)

SO <sub>4</sub>	Abs 1	Abs 2	Abs 3	Abs Moy
Eau d'irrigation	0.093	0.098	0.099	0.097

**Tableau 10** : Analyse chimique d'eau d'irrigation (Absorbance du nitrate)

NO <sub>3</sub>	Abs 1	Abs 2	Abs 3	Abs Moy
Eau d'irrigation	1.432	1.436	1.437	1.435

Tableau 5 Analyse physico-chimique d'eau

Paramètre	Eau d'irrigation
pH	6.93
T°	19.50
Conductivité (mS/cm)	5.27
Salinité (g/l)	2.80
TH (meq/l)	26.77
Ca <sup>2+</sup> (meq/l)	12.4
Mg <sup>2+</sup> (meq/l)	14.37
TAC (meq/l)	9.2
Cl <sup>-</sup> (meq/l)	32.67
K <sup>+</sup> (mg/l)	14.23
Na <sup>+</sup> (mg/l)	771.42
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1.58
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	5.88

Tableau 6: Absorbance et concentration d'analyse d'eau

		Eau d'irrigation
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Absorbance (y)	0.097
	C (mg/l) ; x	1.58
Na <sup>+</sup>	Absorbance (y)	83
	C (mg/l) ; x	771.42
K <sup>+</sup>	Absorbance (y)	44
	C (mg/l) ; x	14.23
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Absorbance (y)	1.435
	C (mg/l) ; x	5.88