

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**UNIVERSITE d'ADRAR**  
**FACULTE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE**  
**DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MATIERE**



**MEMOIRE DE FIN D'ETUDE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE  
MASTER CHIMIE DE L'ENVIRONNEMENT**

**Thème**

**Comparaison physico chimique et biologique de sols de trois régions de la wilaya  
d'Adrar : Tsabit, Reggan, et Ouled Aissa Timmi**

SOUTENU LE : 23/05/2017

**PRESENTE PAR :**

\* KERROMI AMEL

SAADAOUI AMAL

**PRESIDENT:**

**ENCADREUR :**

MR. SLIMANI SAID

MR. OMAR FONDOGOUMA-

**Co-encadreur :**

**Examineur**

Mr. Said Boudfar

Mr. BERCHID Abd Selem

Mr. Mohammed KHARSI

Année Universitaire 2016/2017



*Remerciements :*

Un remerciement à **ALLAH** le tout puissant qui a donné durant toutes ces années, la santé, le courage pour pouvoir avancer et mener nos études à leurs termes.

Nous voudrions remercier **Mr. O. Fondougouma** pour avoir accepté de nous encadrer, nous avons honoré de vous avoir eu comme encadreur, pour votre soutien, votre disponibilité et votre compréhension.

Nous souhaitons remercier **Mr. Boudfer Saïd** pendant l'une des périodes la plus dures de notre formation.

Et remerciement vont également à **Mr. Kherssi Mohammed** qu'il nous a donné ses conseils et qui ont contribué au succès de ce travail.

Mes remerciements s'adressent aussi à tous les chercheurs de **l'ANRH** surtout **Mr. Nasri**.

À tout mes enseignants de l'université **AHMED DRASS** (**ADRA**) qui n'ont appris beaucoup.

Merci pour tout, pour le moment qui nous avons vécu ensemble.



# Dédicace

Allah le bénéfique soit loué et qu'il nous guide sur la bonne voie.

+  
A mon père et ma mère pour leur dévouement à mon égard;  
A mes frères: **Abd El Kader, Abd El Karim, et Ismail.** Et mes  
sœurs: **Fatima, Soumia, Nore EL Hoda, Ibtissame, Wafaa, et**  
**Khadidja.**

Ils m'a aident pour réaliser ce travail, meilleurs voeux de  
Succès dans son vie.

Ames oncles, tantes, cousins, cousines.

Vous avez de près ou de loin contribué à ma formation.

Affectueuse reconnaissance.

A ne pas oublier toute ma grande famille chacun avec son  
nom.

A mes chères amies

« Je réitère la bénédiction de DIEU pour continuer la mission  
qui M'a été confié ».

KERROUMI Amel

# *D*édicace

Allah le bénéfique soit loué et qu'il nous guide sur la bonne voie.

*A mon père et ma mère pour leur dévouement à mon égard;*

*A mes frères: Mohammed Abderrahmane, Oussama  
Zainelabidin, Mostapha Nadjmodinn.*

*Et mes sœurs: Nerdjess, Fatima Zohra, Zinab.*

*Et mon marré :Hossin*

*Et tout ma famille :Saadaoui, Laabde, Hamimed, chandad*

*Et tout mas amis, et professeur.*

*Ils m'a aident pour réaliser ce travail, meilleurs voeux de  
Succès dans son vie.*

*Ames oncles, tantes, cousins, cousines.*

*Vous avez de près ou de loin contribué à ma formation.*

*Affectueuse reconnaissance.*

*A ne pas oublier toute ma grande famille chacun avec son  
nom.*

*A mes chères amies*

*« Je réitère la bénédiction de DIEU pour continuer la mission  
qui M'a été confié ».*

*« SAADAOUI AMAL »*

## **Sommaire**

Liste de tableau	
Liste de figure	
Liste des abréviations	
Liste des unités	
Introduction générale.....	01

### **Chapitre I : Les sols , généralités**

I.1. Introduction .....	03
I.2. Définitions de sol.....	03
I.3. Composition de sol .....	04
I.3.1. Matière minérale .....	04
I.3.2.Matière organique .....	04
I. 3.2.1. La biomasse du sol : .....	04
I.3.2.2. La matière organique fraîche .....	04
I.3.2.3. Les produits transitoires .....	04
I. 3.2.4. L'humus .....	05
I.3.3.L'atmosphère des sols.....	05
I. 3.4. Partie liquide .....	06
I.3.5.Microorganisme.....	06
1.3.5.1. Activité des micro-organismes et atmosphère du sol.....	06
1.3.5 .2 . Influence de la microflore sur le pH du sol .....	07
1.3.5 .3 . Influence de la microflore sur le potentiel d'oxyde-réduction .....	07
I.4. Type de sol .....	07
I.4.1.Le sol argile .....	07
I.4.2.Le sol sable.....	07
I.4.3.Le sol limon .....	08
I.4.4.Le sol Humus.....	08
I.5. Les propriétés.....	08
I .5.1.Les propriétés physico-chimiques du sol .....	08
I.5.2. Les propriétés biologique .....	09

### **Chapitre II : Les palmiers dattiers**

II.1. Introduction .....	12
II .2. Classification du palmier dattier .....	12

II.3. Structure générale d'un palmier dattier .....	13
II.4. Historique.....	13
II.5. Données générales sur le palmeraie dattier en algérien .....	14
II.6. Principales exigences du palmier .....	14
II.7. Pollinisation.....	15
II.8. Production Algérienne et sa répartition géographique.....	16

### **Chapitre III : la maladie du Bayoud**

III.1.Introduction.....	18
III.2. Le Bayoud .....	18
III .2.1. Définition.....	18
III.2 .2. La répartition géographique de la maladie .....	18
III.2. 3.Causes de la maladie .....	19
III.2.4.Symptôme .....	22
III.2.4.1.Symptômes externes .....	22
III.2 .4.2. Symptômes internes .....	23
III.2.5. Nature de la maladie .....	24
III.2.6.L'hôte .....	24
III.2.7.L'agent pathogène .....	25
III.2.7.1.Taxonomie .....	25
III.2.8.Organisation morphologique.....	27
III.3.Impacts économiques des infections à <i>Fusarium</i> et leurs toxines.....	28
III.4.chimie des principales toxines produites par <i>Fusarium spp</i> .....	29

### **Chapitre IV : Les régions géographiques**

IV.1. Introduction .....	32
IV.2.Etude géographique .....	32
IV .2.1. Reggan .....	32
IV.2.2.Tsabit.....	34
IV.2.3.Ouled Aissa.....	35

### **Chapitre IV : Matériels et méthodes**

V.1.Introduction.....	38
V.2. Matériels et méthodes .....	39
V.2.1. Prélèvement du sol.....	39
V.2.2. Les analyses physiques.....	40

V.2.2.1. Analyse granulométrique.....	40
V.2.2.2. L'humidité :.....	42
V.2.3. les analyse physico-chimiques .....	43
V.2.3.1. Mesure du pH .....	43
V.2.3.2 Mesure de la conductivité électrique (CE).....	43
V.2.4. Analyse chimique.....	44
V.2.4.1. Dosage des cations (Sodium et Potassium, Calcium et Magnésium)....	44
V.2.4.1.1 Dosage du Sodium et du Potassium par photométrie de flamme .....	44
V.2.4.1.2. Dosage du Calcium /Magnesium et du calcium par complexometrie...	45
IV. 2. Dosage des ioniques ( $\text{SO}_4$ , $\text{Cl}^-$ , $\text{HCO}_3^-$ et $\text{CO}_3^{2-}$ ) .....	48
IV.2.1. Dosage des Sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ ).....	48
V.2.4.1.3. Dosage des chlorures .....	48
V.2.4.1.4. Dosage des carbonates et des bicarbonates ( $\text{CO}_3^{2-}$ et $\text{HCO}_3^-$ ) .....	49
V.2.5. Analyse microbiologique .....	50
V.2.5.1. Matériels .....	50
V.2.5.2. Mode opératoire .....	50
<b>Chapitre VI : Résultats et discussions</b>	
VI. Résultats et discussions .....	52
VI.1. Analyses physique .....	52
VI. 2. Paramètres physico-chimiques.....	55
VI.3. Analyse chimique .....	56
VI. 3. Analyse microbiologique .....	58
Conclusion .....	61
Référence.....	63
Annexe	

## Liste des Tableaux

<b>Tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Pages</b>
<b>Tableau 01</b>	Principales exigences écologiques et culturelles du palmier dattier	<b>15</b>
<b>Tableau 02</b>	caractéristiques de <i>fusariose vasculaire</i>	<b>25</b>
<b>Tableau 03</b>	caractéristiques des <i>Fusarium oxysporum f.sp. albedinis</i>	<b>26</b>
<b>Tableau 04</b>	zone d'étude et les caractéristiques météo-géographique s.	<b>40</b>
<b>Tableau 05</b>	Résultats d'analyse granulométrique de sable Ouled Aissa	<b>52</b>
<b>Tableau 06</b>	Résultats d'analyse granulométrique de sable Tsabit	<b>53</b>
<b>Tableau 07</b>	Résultats d'analyse granulométrique de sable Reggan	<b>54</b>
<b>Tableau 09</b>	Représente la valeur de bleu de quelques sols	<b>55</b>
<b>Tableau 10</b>	les valeurs de VBS des trois échantillons	<b>55</b>
<b>Tableau 11</b>	Résultats des analyses physique-chimique de sol	<b>55</b>
<b>Tableau 12</b>	Résultats des analyses chimiques de sol	<b>56</b>
<b>Tableau 13</b>	résultats d'analyse microbienne.	<b>58</b>



## Liste des figures

N°	Titre	Pages
Figure 01	classification du sol	3
Figure 02	schéma présentation de complexe adsorbant	9
Figure 03	Représentation du palmier	12
Figure 04	Représentation figurative du palmier dattier	13
Figure 05	situation le palmaire dattier en algérien	14
Figure 06	La situation géographique de la maladie	19
Figure 07	<i>Fusarium oxysporum</i>	20
Figure 08	<i>Fusarium oxysporum f. sp. albedinis</i> (Foa), en milieu PDA (potato-dextrose agar ; a : Foa âgé d'1 semaine, b : Foa âgé de deux semaines.	21
Figure 09	Spores du <i>Fusarium oxysporum f.sp. albedinis</i> sous microscope optique ( $\times 400$ ); micr: microconidies, macr: macroconidies, chla : chlamydospores	21
Figure 10	Symptômes externes	23
Figure 11	Symptômes internes	23
Figure 12	<i>Fusarium oxysporum.</i> A - B: Macroconidie; C - D: Microconidie; E - F: Microconidie in situ sur CLA. A - D, barre à échelle = 25 $\mu\text{m}$ ; E-F, barre d'échelle = 50 $\mu\text{m}$ .	27
Figure 13	organisation morphologique de <i>Fusarium oxysporum f.sp.albedinis</i> (Bounaga, 1970 reprise par Gaceb-Terrak,2010)	28
Figure 14	Structure chimique des principales toxines produites par <i>Fusarium spp</i>	30
Figure 15	Géographie des frontières de Reggan	32
Figure 16	zone de région Reggan	33
Figure 17	Géographie des frontières de Tsabit	34

Figure 18	zone de région Tsabit	<b>35</b>
Figure 19	Géographie des frontières de Ouled Aissa	<b>36</b>
Figure 20	zone de région Ouled Aissa	<b>37</b>
Figure 21	Courbe d'analyse granulométrique de sable Ouled Aissa	<b>52</b>
Figure 22	Courbe d'analyse granulométrique de sable Tsabit	<b>53</b>
Figure 23	Courbe d'analyse granulométrique de sable Reggan	<b>54</b>
Figure 24	Variation de teneurs des cations dans la région d'étude	<b>57</b>
Figure 25	Variation de teneur des [ $\text{SO}_4^{-2}$ ] et [ $\text{Cl}^-$ ] les région d'étude	<b>57</b>
Figure 26	Variation teneurs [ $\text{HCO}_3^-$ ] et [ $\text{CO}_3^-$ ] dans les région d'étude	<b>58</b>

## Liste des photos

Photo 01	du sol argile	<b>7</b>
Photo 02	du sol sable	<b>7</b>
Photo 03	du sol limon	<b>8</b>
Photo 04	du sol humus	<b>8</b>
Photo 05	La faune du sol	<b>10</b>
Photo 06	les régions de Timadanine Reggan	<b>33</b>
Photo 07	Les régions de Arain Arrass Tsabit	<b>35</b>
Photo 08	les régions de Ouled Aissa Adrar	<b>36</b>
Photo 09	prélèvement du sol	<b>39</b>
Photo 10	les Résultats de bleu de méthylène	<b>42</b>
Photo 11	Résultats des analyses microbiologies des sols	<b>59</b>

## Liste des abréviations

PDA	La pomme de terre dextrose agar
Ph	Le potentiel hydrogène
CE	La conductivité électrique
MO	La matière organique
E.D.T.A	éthylène diamine tétra-acétique
VBS	valeur de bleu de méthylène de Sable
CU	Le coefficient de d'uniformité
CC	Le coefficient de courbure
F.O.a	Le Fusarium oxysporum sp albedinis

## Liste des Unités

<b>m</b>	La masse
<b>mg</b>	Milligramme
<b>l</b>	Litre
<b>ml</b>	Millilitre
<b>mm</b>	Millimètre
<b>cm</b>	Centimètre
<b>%</b>	Pourcentage
<b>h</b>	Heure
<b>min</b>	Minute
<b>s</b>	Second
<b>mS</b>	Millisimance
<b>S</b>	Section
<b>l</b>	Longueur
<b>°C</b>	Dégré cilies
<b>µm</b>	micromètre
<b>R</b>	la résistance
<b>E</b>	ESTE
<b>N</b>	Nord
<b>D</b>	Diamètre
<b>P</b>	Poids
<b>Kg</b>	kilogramme
<b>mé</b>	Milliéquivalent
<b>v</b>	Volume
<b>N</b>	Normalité
<b>n</b>	Volume

## ملخص

الهدف من هذا العمل هو مقارنة الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية لتربة ثلاث مناطق من ولاية أدرار (تسابيت, رقان وأولاد عيسى), وفقا للنتائج الفيزيائية اثبت بأن طبيعة التربة في المناطق الثلاث تربة طمينية-تربة طينية حسب نتيجة ازرق المثلين التي تتراوح بين 0,2 و 1,5. بعد نتائج التحاليل الفيزيائية والكيميائية لاحظنا أن منطقة تسابيت هي الأغنى بالشوارد الموجبة مثل النتيجة التي تحصلنا عليها في الصوديوم و البوتاسيوم ظهرت بقيمة كبيرة جدا, بينما منطقة رقان هي الأفقر من بين المناطق الثلاثة. وقد أظهرت التحاليل الميكروبيولوجية أن تربة رقان هي الأكثر تمركزا للفطريات بينما تربة أولاد عيسى هي الأكثر تمركزا للبكتريا.

الكلمات المفتاحية: التحاليل الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية, التربة, رقان, تسابيت, أولاد عيسى, الفطريات, البيكتريا.

### **Résumé :**

L'objectif de ce travail c'est la comparaison Physicochimiques et Biologique de Sols de Trois Régions de la Wilaya d'Adrar : Tsabit, Reggan et Ouled Aissa Timmi. L'analyse Granulométrique de sol de la région de Tsabit, Reggan et Ouled Aissa Timmi, montré que la nature de sol de ces trois régions sont des sols sablo limoneux et sablo-argileux, avec une valeur de VBS compris entre 0.2 et 1.5. D'après les résultats des analyses physico-chimiques de chaque région. Nous remarquons que la région de Tsabit est toujours l'échantillon la plus riche en cations ex: le Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup> avec des fortes valeurs (1056 et 120 mg/l respectivement). Et des faibles valeurs de 54 et 13 mg/l dans la région de Reggan pour les mêmes éléments. Par contre, nous avons enregistré des valeurs moyennes des cations chez l'échantillon d'Ouled Aissa. L'analyse microbiologique de sol de ces régions nous a montré que le sol de Reggan est plus contaminé avec des champignons par rapport au sol de la région d'Ouled Aissa Timmi qui est contaminé avec des bactéries.

**Mots clés:** Analyses physico-chimiques, Biologique, sol, Reggan, Tsabit, Ouled Aissa, Champignon, bactérie.

## **Abstract**

The objective of this work is the comparison Physicochemical and Biological of Soils of Trios Regions of the Wilaya of Adrar: Tsabit, Reggan and Ouled Aissa Timmi. The soil particle size analysis of the Tsabit, Reggan and Ouled Aissa Timmi regions showed that the soil quality of these three regions are sandy loam and sandy clay soils, with a VBS value between 0.2 and 1.5. Based on physico - chemical analyzes of each region. We note that the Tsabit region is always the richest sample of cations ex:  $\text{Na}^+$  and  $\text{K}^+$  with high values (1056 and 120 mg / l respectively). And low values of 54 and 13 mg / l in the Reggan area for the same elements. On the other hand, we recorded average cation values in the Ouled Aissa sample. The soil microbiological analysis of these regions showed that the soil of Reggan is more contaminated with fungi than the soil of the Ouled Aissa Timmi region which is contaminated with bacteria.

**Key words:** Physico-chemical analyzes, Biological, soil, Reggan, Tsabit, Ouled Aissa, Fungus, bacteria



# INTRODUCTION



## Introduction générale

---

### Introduction générale

Le sol est essentiellement une ressource non renouvelable, ainsi qu'un système très dynamique qui remplit de nombreuses fonctions et qui joue un rôle crucial pour les activités humaines et la survie des écosystèmes. C'est le lieu où cohabitent les racines des végétaux, les animaux et les microorganismes, c'est un assemblage complexe de substances minérales et organiques, gaz et d'eau, à l'intérieur duquel se déroulent simultanément des phénomènes de dégradation et de synthèse.

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera*L.) constitue l'une des cultures les plus importantes dans les zones arides de l'Afrique du Nord.

La palmeraie algérienne est essentiellement localisée dans les zones de partie sud-est du pays. Elle couvre une superficie de 128.800 ha à environ 14.605.030 palmiers dont 9.641.680 constituent le potentiel productif, soit 66 %.(Feliachi, 2005). Plusieurs variétés du palmier dattier en Algérie sont actuellement menacées d'extinction. Des facteurs "naturels" et d'autres humains sont avancés pour expliquer cette érosion génétique.

La culture du palmier dattier est sujette à divers problèmes phytosanitaires qui entravent son développement et son extension. Le Bayoud, fusariose vasculaire du palmier dattier (*Phoenix dactylifera*L) causée par un champignon d'origine tellurique *Fusarium oxysporum* fsp *albedinis* (Killian et Maire 1930), est la maladie la plus destructive et la plus menaçante dans l'Afrique du nord. Elle est répandue surtout au Maroc et dans une grande partie des palmeraies de l'Algérie.

Les champignons phytopathogènes adoptent différentes stratégies dans le processus d'infection des plantes, telle que la production de métabolites à faible poids moléculaire appelées «toxines». Le genre *Fusarium* produit de multiples toxines: Enniatins, Beauvaisines, *Fusaproliferin* et autres. Cependant, *Fusarium oxysporum* produit un nombre limité de toxines dont les plus connues est l'acide *fusarique* et ses dérivés. L'acide *fusarique* (5-n-butyle-2-pyridine acide carboxylique) fut isolé pour la première fois chez *Fusarium heterosporum* Nées, pathogène du riz. C'est une toxine non spécifique, produite par différentes espèces pathogènes et non pathogènes de *Fusarium*. Elle est toxique pour différentes plantes, champignons et bactéries. De nombreuses études ont prouvé ses effets toxiques sur la plante, telles que l'altération de la perméabilité membranaire, la modification du potentiel membranaire, la diminution du taux d'ATP, la réduction de l'activité respiratoire et l'altération de la croissance cellulaire.

## Introduction générale

---

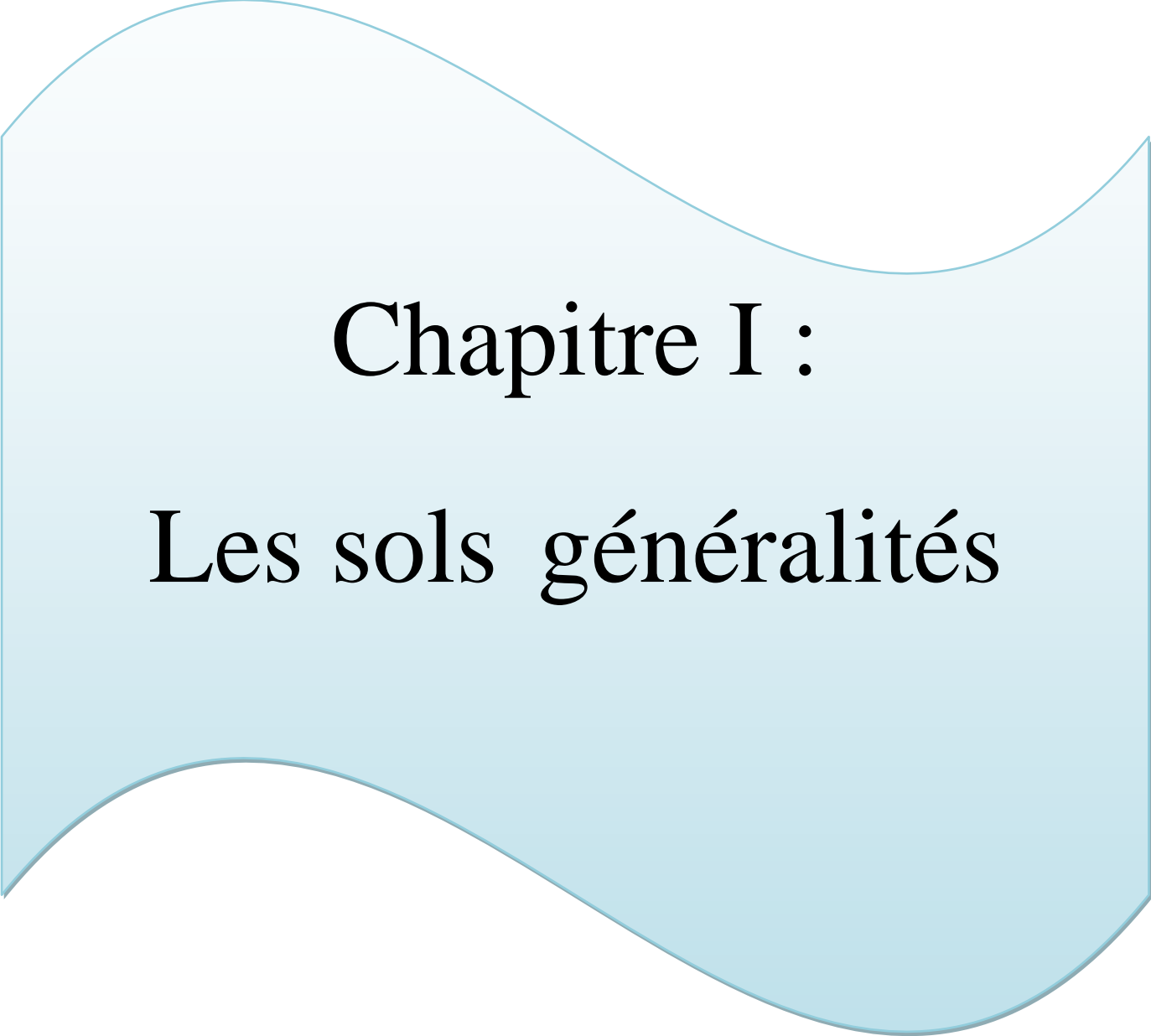
Le but de ce travail est focalisé surtout sur la Comparaison Physicochimiques et Biologiques de Sols de Trois Régions de la Wilaya d'Adrar : Tsabit, Reggan et Ouled Aissa Timmi.

La mise en œuvre de ce mémoire de fin d'études va être développée en deux parties contenant six chapitres.

La première partie est théorique, nous exposons des généralités sur les sols dans le premier chapitre, généralités sur les palmiers dans le deuxième chapitre, dans le troisième chapitre nous présentons la maladie de bayoud (définition, ses impacts, son agent causal ....) et le champignon de *Fusarium*, Et dans le quatrième chapitre nous décrivons les régions dont les prélèvements ont été effectués.

La deuxième partie est expérimentale, le cinquième chapitre contient les matériels et méthodes utilisés durant le période de stage, et dans le sixième chapitre nous présentons tous les résultats obtenus avec l'interprétation.

Finalement, nous terminons avec une conclusion générale jugée de ce travail.



**Chapitre I :**  
**Les sols généralités**

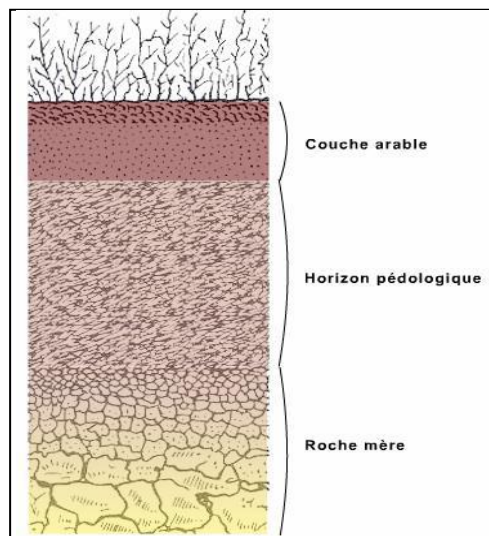
### I.1.Introduction

Le sol est un environnement où cohabitent les racines des végétaux, les animaux et les microorganismes, c'est un assemblage complexe de substances minérales et organiques, gaz et d'eau, à l'intérieur duquel se déroulent simultanément des phénomènes de dégradation et de synthèse.

A cause de son hétérogénéité, il abrite des populations de microorganismes à des particularités biologiques et biochimiques très diverses. L'activité de ces populations est influencée par divers facteurs : température, potentiel Hydrogène, profondeur du sol, humidité et présence des substances organiques et inorganiques. Les microorganismes présents dans le sol sont impliqués dans le recyclage de nombreux éléments chimiques (carbone, azote, phosphore, soufre, du fer et d'autres), surtout ceux impliqués dans la formation et la dégradation de l'humus et ceux ayant un rôle important dans la solubilisation des composants organiques et inorganiques inaccessibles aux plantes.

### I.2. Définition de sol

Le sol est formé de plusieurs couches (horizons), l'ensemble de ces horizons que l'on distingue sur une coupe se nomme "SOLUM"



**Figure 01** : couche de sol

Selon Baize, le sol correspond à la couche supérieure meuble de la croûte terrestre. En dehors des constituants primaires issus de la roche mère (silicates, carbonates), le sol comprend des constituants secondaires minéraux (argiles, oxydes, hydroxydes), des constituants organiques formés à partir des résidus végétaux et animaux (humus), d'eau, d'air et d'organismes vivants. Ces divers constituants ont des propriétés de surface et de charge qui leur confèrent de remarquables capacités de rétention. Cependant le sol est un milieu vivant,

complexe et dynamique, en évolution constante sous l'effet de différents paramètres tels que le climat, la topographie, la végétation et l'action de l'homme. Il joue un rôle d'interface entre les phases liquides et gazeuses dans l'environnement où il intervient comme système source, système transformateur, et système de transfert des éléments en trace. ( **Kebir ,2012**)

### **I.3. Composition de sol**

Le sol est composé de constituants minéraux et organiques, d'eau et de gaz et des microorganismes.

#### **I.3.1. Matière minérale**

Les constituants minéraux se divisent en deux catégories :

- des minéraux primaires résultant directement de la désagrégation de la roche mère ;
- des minéraux secondaires néoformés. . ( **Kebir ,2012**)

#### **I.3.2.Matière organique (Lucie ,2004)**

##### **Les quatre fractions de la matière organique dans le sol**

La matière organique du sol comprend quatre fractions : la matière organique vivante composée d'êtres vivants (appelée biomasse), la matière organique fraîche, les produits transitoires et l'humus, constituent la matière organique morte.

Les sols cultivés renferment en moyenne 1 à 3 % de matière organique soit 40 à 120 t/ha sur 30 cm de profondeur.

La teneur en matière organique d'un sol dépend de la nature du sol et du travail effectué.

##### **I.3.2.1. La biomasse du sol**

La biomasse (végétaux et animaux vivants) du sol représente plusieurs tonnes de matière organique à l'hectare.

##### **I.3.2.2. La matière organique fraîche**

Les débris végétaux et animaux ou la matière organique fraîche, non encore transformée, globalement à la même composition que les débris de végétaux dont elle provient, elle contient :

- des substances carbonées C, O, H ;
- des matières azotées C, O, H, N, et P, S ;
- des sels minéraux.

##### **I.3.2.3. Les produits transitoires**

Les produits transitoires proviennent des premières scissions des molécules organiques de la matière organique fraîche (alcools, sucres, phénols, acides organiques, acides aminés, tanins). Leur présence dans le sol est éphémère puisqu'ils seront vite repris par les micro-

organismes pour aboutir à la troisième fraction : l'humus stable. Guide du sol « L'argile et Lamotte ».

Les produits transitoires sont plus ou moins solubles et plus ou moins évolués, ils sont composés :

- ❖ de résidus de lignine et de cellulose ;
- ❖ de matières azotées à divers stade.

#### **I.3.2.4. L'humus**

Au lieu de se minéraliser complètement, certaines des molécules des produits transitoires se regroupent, se condensent, se polymérisent pour aboutir à des substances nouvelles à très grosses molécules, l'humus stable.

La quantité et la nature de l'humus stable formé dépendent des matières premières (débris végétaux...) et des conditions du milieu (aération, humidité, acidité, température,...). L'humification résulte de processus biologiques mais est aussi due à des agents physiques et à des réactions chimiques :

- fixation d'azote, l'humus contient environ 5% de l'azote total du sol ;
- oxydations (fixations d' $O_2$ ) si l'aération est suffisante ;
- polymérisations qui amènent à l'humus stable.

#### **Propriétés de ces matières humifiées**

Les substances humiques (acides fulviques, acides humiques, humines) sont stables, leur minéralisation étant très lente. L'ensemble de ces substances humiques constitue l'humus (bien que ce mot soit aussi utilisé pour désigner l'ensemble des constituants organiques morts) dont le rôle sur les propriétés du sol est essentiel :

- ✓ amélioration de la stabilité structurale ;
- ✓ capacité de rétention des cations ;
- ✓ réserve d'éléments minéraux ;
- ✓ substrat de la vie microbienne ;
- ✓ agent de rétention de substances polluantes... Les principales propriétés de ces molécules sont dues aux groupements acides (carboxyliques et phénoliques) qui en font des échangeurs de cations et des agents complexant des métaux.

#### **I.3.3.L'atmosphère des sols**

L' $O_2$  est nécessaire à la respiration des racines et à la vie des microorganismes ; il se trouve à l'état gazeux et dissous dans la solution du sol et il y a des échanges entre ces deux états.

$O_2$  Atmosphère extérieure  $O_2 \leftrightarrow$  Atmosphère du sol  $\leftrightarrow O_2$  en solution

Rapide

Lent

La teneur en  $O_2$  du sol est de 20%, elle peut baisser jusqu'à moins de 10%, tandis que l'atmosphère extérieure a une teneur de 21 %.

La teneur en  $CO_2$  du sol est de 1 à 5% alors que dans l'atmosphère extérieure est de 0,035%.

### I.3.4. Partie liquide

L'eau présente dans le sol provient de deux sources : des précipitations et des apports par irrigation.

- L'eau forme autour des éléments du sol des films très fins ;
- La teneur en eau du sol détermine le taux d'humidité (caractéristique physique du sol) ;
- L'eau du sol constitue un élément indispensable à la vie des plantes : elle assure le transport des substances nutritives dans le végétal et est source d'oxygène et d'hydrogène. (*Lucie, 2004*)

### Les éléments dissous dans l'eau du sol

Les éléments solubles dissous dans l'eau proviennent de la décomposition de la roche-mère et des matières organiques. Il s'agit des ions :  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $H_3O^+$ ,  $PO_4^{3-}$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $CO_3^-$ ,  $NO_3^-$ , etc.

Ces éléments simples constituent les **éléments nutritifs** disponibles pour la plante

### I.3.5. Microorganisme :

Influence des micro-organismes sur la composition de l'atmosphère du sol le pH et le potentiel d'oxydoréduction. (*MAHDI, 2011*)

#### I.3.5.1. Activité des micro-organismes et atmosphère du sol

- Echanges gazeux ;
- Diffusion des gaz ;
- Oxygène et gaz carbonique dissous dans l'eau du sol ;
- Incidence de la température ;
- Intensité de la respiration ;
- Aérobiose et anaérobiose ;
- Conditions asphyxiques liées au mauvais drainage,
- Cas des sols immergés (production de  $H_2S$ ).

### I.3.5.2. Influence de la microflore sur le pH du sol

Facteurs d'acidification ou d'alcalinisation liés aux activités microbiennes ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_4^+$ ).

### I.3.5.3. Influence de la microflore sur le potentiel d'oxyde-réduction :

- Systèmes red-ex ;
- Cas des sols immergés ;
- Réductions de  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{-2}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  ;
- Oxydations. Rôle des algues.

## I.4. Type de sol

### I.4.1. Le sol argile

a. **Texture:** il contient surtout de l'argile, il est lourd et compact dont les particules demeurent collées entre elles comme de la pâte à modeler; un sol compacté sera alors difficilement drainé; souvent désigné sous le nom de « glaise ».

b. **Structure:** Peu de place pour la circulation de l'eau et de l'air, il retient bien l'eau et les éléments nutritifs. sensibilité à l'érosion par le vent, car si la surface est sèche, cette couche superficielle peut être littéralement pulvérisée; tendance à être alcalin.

c. **Culture:** Sol très fertile car il est riche en éléments nutritifs; il ne doit pas être gorgé d'eau afin de ne pas affecter la croissance végétale; convient à la culture de la tomate, de l'orge, du soya, etc.



**Photo 01 :** du sol argile

### I.4.2. Le sol sable :

a. **Texture:** Contient surtout du sable; sol très poreux qui ne retient pas l'eau; sèche et se réchauffe en peu de temps.

b. **Structure:** Glisse entre les doigts en raison de l'absence de cohésion entre les particules; très sensible à l'érosion par le vent et au lessivage.

c. **Culture:** Ne convient pas aux végétaux ayant besoin de beaucoup d'eau; convient à la culture de l'asperge, de la carotte, de la pomme de terre, des cactus, etc.



**Photo 02 :** le sol sable



**I.4.3. Le sol limon :**

a. **Texture:** Contient surtout du limon; adhésion partielle des particules du sol qui se désagrègent en petits morceaux sous l'effet de l'environnement; porosité moyenne.

b. **Structure:** Particules relativement serrées permettant à l'air et à l'eau de circuler plus ou moins facilement; sujet à la formation superficielle d'une croûte sèche qui limite l'infiltration d'eau, tout en favorisant le ruissellement; très pentes grande sensibilité à l'érosion par l'eau, surtout là où les sont abruptes.

c. **Culture:** Convient à la culture du blé, du maïs, des betteraves, etc.



**Photo 03 :** Le sol limon

**I.4.4. Le sol Humus**

a. **Texture:** Contient surtout de la matière organique; particules foncées relativement lâches qui glissent entre les doigts; permet à l'eau de s'écouler facilement.

b. **Structure:** Peut retenir une grande quantité d'eau sans devenir collant comme le sol argileux; retient bien les engrais; peut être sensible à l'érosion par le vent.

c. **Culture:** Souvent utilisé pour la culture des légumes.



**Photo 04:** Le sol humus

**I.5. Les propriétés****I.5.1. Les propriétés physico-chimiques du sol (ABAIL, 2013)**❖ **Capacité d'échange cationique et anionique**

Elles mesurent la capacité d'un sol à retenir et fournir des éléments nutritifs à une culture :

- CEC: la capacité de retenir des cations
- CEA: la capacité de retenir des anions



La microfaune du sol a surtout un rôle d'enfouissement et de mélange de la matière organique avec le sol.



**Photo 05:** La faune du sol

**b. La flore du sol :**

Elle comprend algues, champignons, actinomycètes et bactéries.

Les champignons agissent sur les processus de formation de l'humus et la stabilisation des agrégats.

Les bactéries dégradent les matières organiques et interviennent dans diverses étapes essentielles du cycle des éléments fertilisants (azote, phosphore et soufre).

Les techniques de culture du sol doivent tendre à améliorer les conditions de milieu favorables à l'activité de tous ces microorganismes.

A light blue, wavy-edged shape that serves as a background for the text. It has a rounded top and a rounded bottom, with a slight dip in the middle.

Chapitre II:

Les palmiers dattier

**II.1. Introduction :**

Dans le sud Algérien, les végétaux les plus cultivées sont les palmiers dattier, il y'a plus de 800 variétés de palmier dans les oasis d'après des statistiques universitaires. Les types les plus connus sont : Deglette Nour, Dokar, Elghers (appellation locale). (GOSSA N, 2013).

**II .2. Classification du palmier dattier :**

La place du palmier dattier dans le règne végétal est rappelée Ci-dessous (Feldman, 1976) :

- **Groupe** : Spadiciflores.
- **Ordre** : Palmales.
- **Famille** : Palmacées.
- **Sous-famille** : Coryphoïdées.
- **Tribu** : Phoenicées.
- **Genre** : Phoenix.
- **Espèce** : Phoenix dactyliferaL.

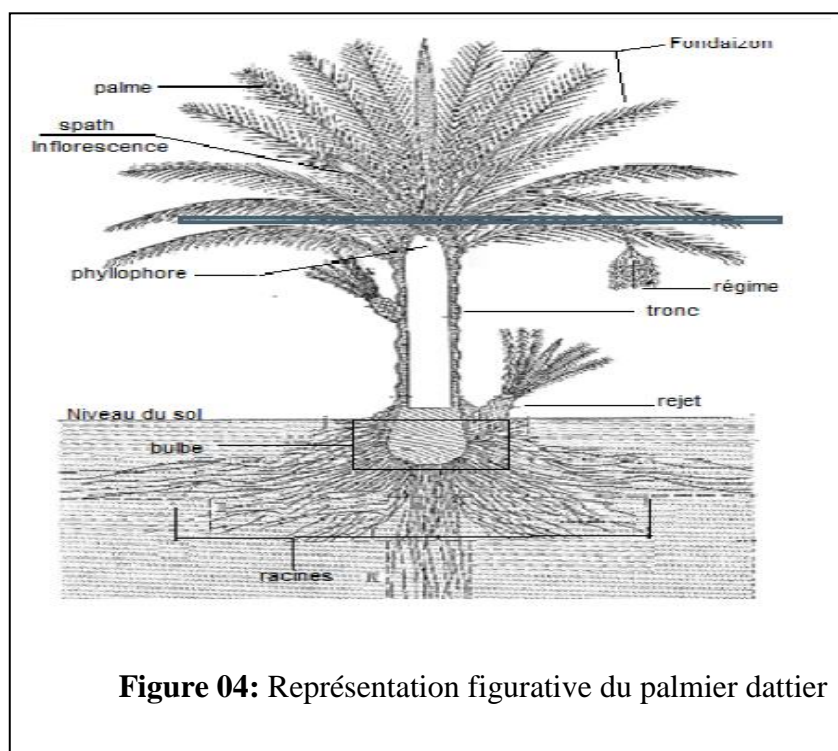
Le genre Phoenix comporte au moins douze espèces, dont la plus connue est *dactylifera* et dont les fruits " dattes " font l'objet d'un commerce international important.( DJOUDI ,2013)



**Figure 03** : Représentation du palmier

### II. 3. Structure générale d'un palmier dattier :

*Phoenix dactylifera* (Arecaceae) est une plante monocotylédone. C'est un grand palmier de 10 à 30 mètres (OZENDA, 1958) au tronc cylindrique. Le stipe porte une couronne de feuilles (palmes). Les feuilles sont pennées finement divisées et longues de 4 à 7 mètres (SALLON et al. 2008). Les inflorescences mâles et femelle appelées spadices sont enveloppées d'une très grande bractée membraneuse, la spathe (SALLON et al. 2008). C'est le palmier le plus cultivé dans le monde avec le cocotier *Cocos nucifera*. Un palmier a une espérance de vie de 250 à 300 ans. (BEZATO, 2013)



**Figure 04:** Représentation figurative du palmier dattier

### II.4. Historique

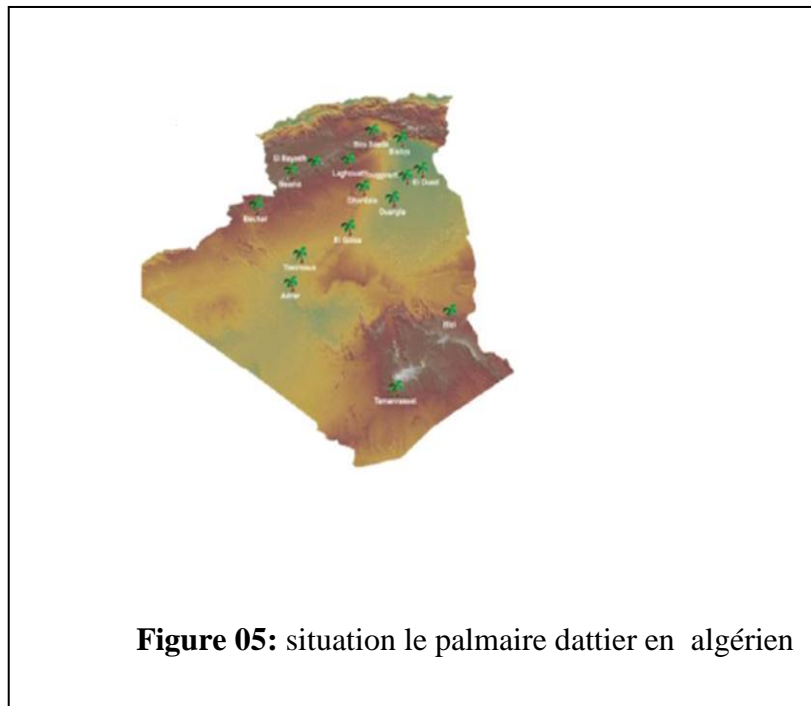
Le palmier dattier est l'un des arbres fruitiers le plus anciennement cultivé. Les documents les plus anciens en Mésopotamie (Irak actuellement) montrent que sa culture se pratique depuis 3500 ans avant J.C. Dans la même époque, les dattiers étaient cultivés en Irak occidental, à travers l'Arabie et jusqu'en l'Afrique du Nord (MAZOYER 2002), (GILLES, 2000)

Ce n'est qu'au milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle que les plantations furent établies dans les vallées chaudes de Californie et dans l'Arizona méridional. Au cours des siècles et au Maghreb, le palmier a fait l'objet de différentes plantations réparties dans des lieux disposants relativement d'eau. Le palmier dattier permet une pérennité de la vie dans les

régions désertiques. Ses fruits sont un excellent aliment grâce à leurs effets toniques et légèrement laxatifs. (BEN CHEIKH, 2011)

### II.5. Données générales sur le palmeraie dattier en algérien

- Localisation, Wilayas sahariennes et présahariennes ;
- Superficie totale de la palmeraie : 165400 ha ;
- Nombre total de palmiers dattiers : 18 400 000 ;
- Diversité variétale : 1millier de cultivars Production : 943 000Tdont 51% Deglet-Nour.



### II.6. Principales exigences du palmier :

Le Palmier dattier exige des étés chauds et sans pluie ni humidité élevée pour 5 à 7 mois, depuis la pollinisation jusqu'à la récolte. Il tolère bien la sécheresse mais il est très exigeant en eau d'irrigation pour son développement et une production convenable. Les principales exigences écologiques et culturelles du palmier dattier, pour donner une production normale, sont indiquées dans le tableau 01. (Sedra M)

**Tableau 01** : Principales exigences écologiques et culturelles du palmier dattier

<b>Adaptation climatique</b>	<b>Climat chaud, sec et ensoleillé</b>
Zéro ou limites de végétation	7°C et 45°C
Température maximale d'intensité Végétale	32 - 38°C, Température tolérée : <0°C, 50°C
Sensibilité au gel	Extrémités de palmes : - 6°C Toutes les palmes : - 9°C
Durée de sécheresse tolérée	Plusieurs années mais croissance et production réduites
Besoins annuels en eau (moyenne)	15 000 à 20 000 m <sup>3</sup> /ha en fonction de la salinité et du type de sol
Pluies néfastes	Au moment de pollinisation et fin de la maturité des dattes
Concentration en sels tolérée: - arbre adulte: - jeune palmier:	- 9 à 10 g/l d'eau d'irrigation mais diminution de la qualité de production - 3 à 6 g/l d'eau d'irrigation
Adaptation pédologique	Tout type de sol, mais mieux en sol assez léger, profond, à pH neutre

### II.7. Pollinisation

Au début du cycle, les régimes de dattes sortent de leurs enveloppes et sont de couleur jaune. C'est le moment de la pollinisation qui consiste à extraire le pollen des palmiers mâles pour les poser sur les régimes des palmiers femelles. La pollinisation est pratiquée manuellement en plaçant le pollen sur les pistils. A la plantation, il faut réserver 2 à 4 trous aux pollinisations. Un palmier mâle peut fertiliser 25 à 50 palmiers femelles récolte et préparation de la vente des dattes :

la plupart des dattes sont récoltés aux stades bien mûrs. On arrête l'irrigation un mois avant la récolte.

En plus de la datte, de divers matériaux du palmier –dattier sont destinés à :


- ❖ L'artisanat : vannerie à base de feuilles de palmiers.
- ❖ A la construction : le bois des palmiers est utilisé pour fabriquer des portails ou couvrir la toiture des maisons.



- ❖ Ou à la production d'énergie : les palmes mortes servent à faire du feu chez les boulangers, les potiers et les briqueteries artisanales

### **II.8. Production Algérienne et sa répartition géographique :**

Le patrimoine phoenicicoles Algérien, estimé en 1996 à plus de 10 millions de palmiers, se caractérise par une diversité exceptionnelle aussi bien dans les variétés que les techniques utilisées. Ces palmiers, peuplés de cultivars peu intéressants (non commercialisables et à conservation difficile) sont aujourd'hui menacés de disparition. Ainsi les véritables palmeraies commencent sur le versant Sud de l'Atlas saharien, par les palmeraies Deglette -Nour de Biskra (Tolga) à l'Est, par celles du M'Zab au centre de Bni-Ounif à l'Ouest. A l'extrême Sud du Sahara, l'Oasis de Djanet constitue la limite méridionale de la palmeraie Algérienne. C'est dans le Nord-Est du Sahara qu'on trouve le 3/4 du patrimoine phoenicicoles, à la région de Ziban, d'Oued-Righ et la cuvette d'Ouargla dont la production a été estimée de 849 082 qx en 2006.( **BEN CHEIKH ,2011**).



# Chapitre III:

## Le Bayoud

### III.1 .Introduction

*Le Fusarium oxysporum sp albedinis* (F.O.a) est l'un des agents pathogène les plus redoutables pour l'agression du palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*). Pour cela, la connaissance de la physiologie du champignon et les essais de lutte en son égard est une approche indispensable dans le domaine de la recherche.

Dans ce travail, un aperçu est donné sur la maladie du Bayoud.

### III.2. Le Bayoud

#### III .2.1. Définition

Est une maladie très destructrice des palmeraies en Algérie et au Maroc et c'est un réel danger pour les autres régions phoenicicoles .Il est spécifique du palmier dattier mais fait partie d'un groupe de 80 maladies semblables, les *Fusarioses* vasculaires, provoquées par différentes souches de la même espèce de champignon du sol, *Fusarium oxysporum*. (Louvet, 1977).

L'infection des palmiers se fait généralement à partir des pointes racinaires, le champignon pénètre dans les tissus vasculaires des racines, puis progresse et envahit tout le tronc. L'arbre meurt lorsque le champignon atteint le bourgeon terminal. Durant sa progression dans le xylème, le champignon colonise le parenchyme cortical en lui donnant une couleur rouge brune caractéristique des arbres malades. Après la mort de l'arbre, le *F.o.a* persiste sous forme de *chlamydospores* dans les tissus de certains organes (racines, rachis, etc), (Louvet, 1977).

#### III.2 .2. La répartition géographique de la maladie

Cette maladie est apparue au Maroc dans la vallée du Draa vers 1870. Où elle a entraînée la mort de plus de 12 millions de palmiers. La maladie s'est introduite en Algérie par les oasis frontières (Béni Ounif) en 1898 et Bechar en 1900 depuis son apparition cette maladie a causée la destruction de plus de 3millions des palmiers dans les régions du sud Ouest.

Les différentes régions atteintes en Algérie Tidekelt (1902), Gourara (1912), Touat (1934) et le sud du M'Zab (1949) à Métlili des châmbas qui est le point le plus vanté à la progression du Bayoud vers l'Est.

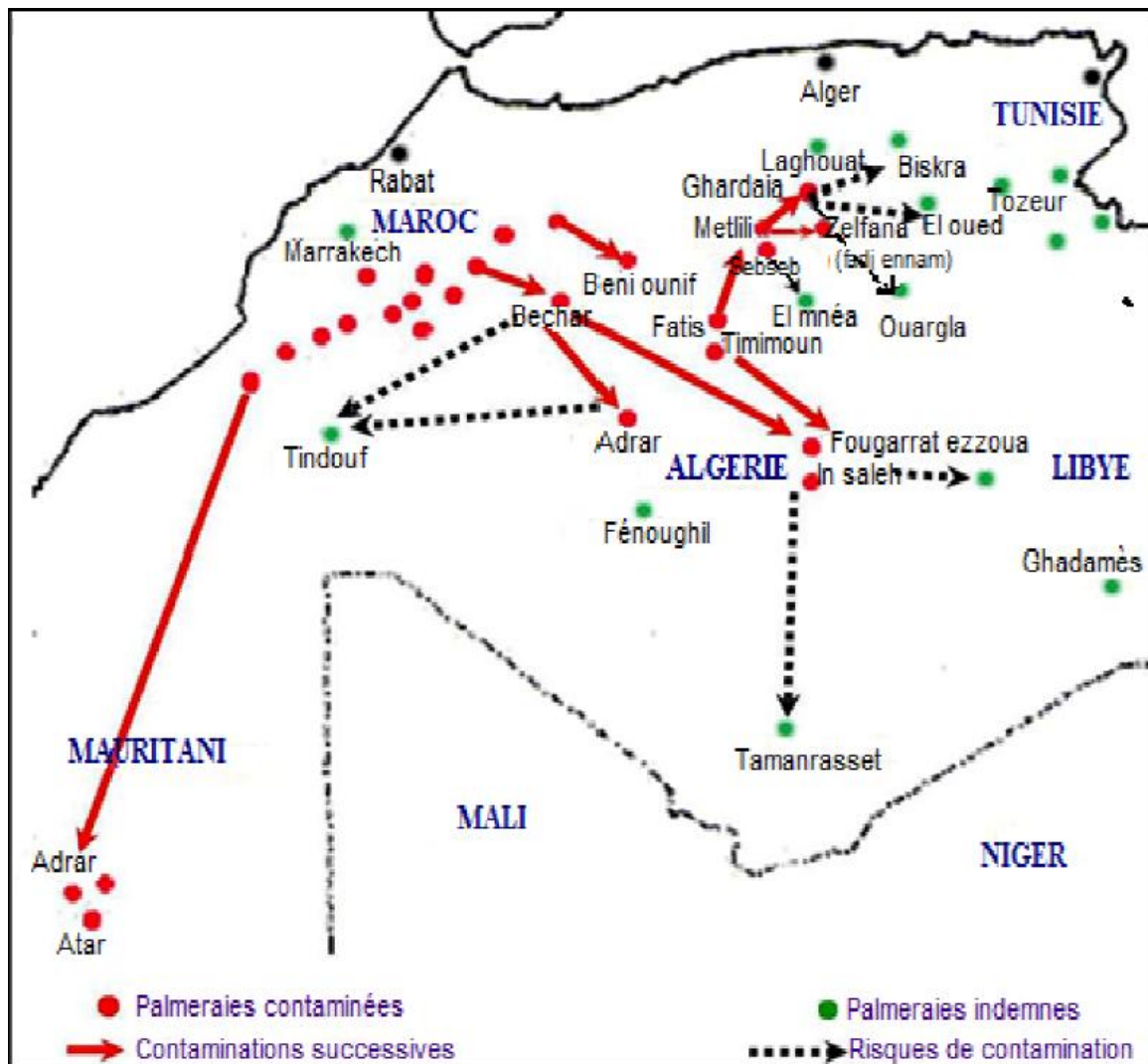
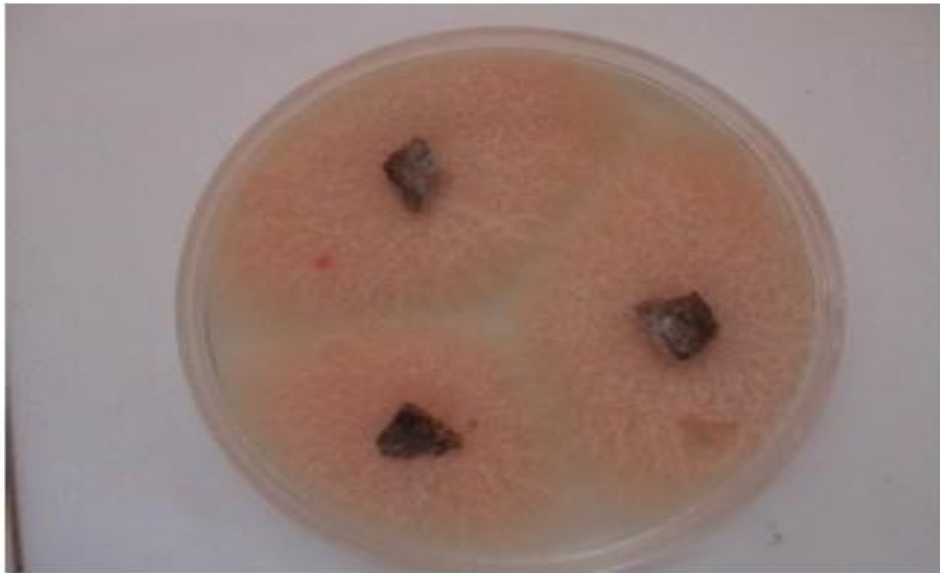


Figure 06 : La situation géographique de la maladie

### III.2. 3. Causes de la maladie

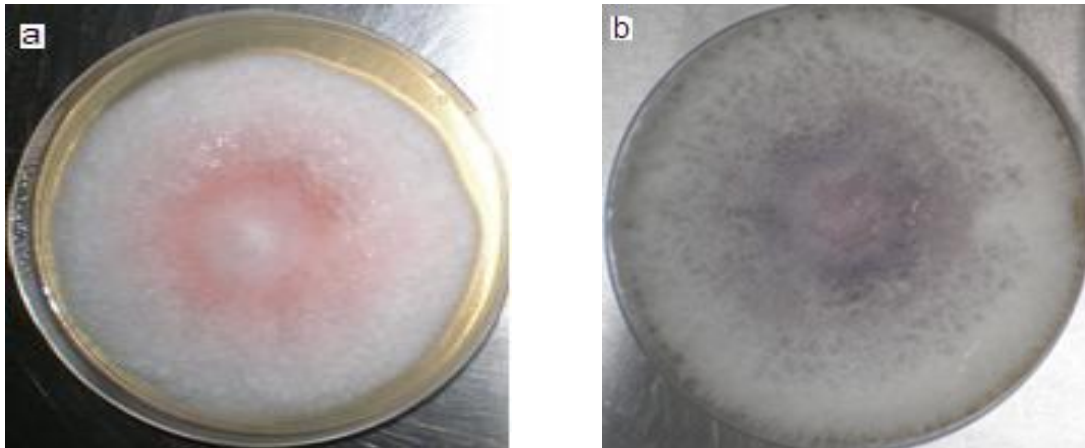
Des champignons du genre *Fusarium* qui vivent dans le sol, et attaquent de nombreuses plantes. Il existe plusieurs espèces recensées de ce champignon dont à savoir *Fusarium oxysporum*. Ce dernier est un agent vasculaire qui se conserve dans le sol sous forme de *chlamydospores* et infecte les plantes via les racines qu'elles pénètrent directement ou par des blessures d'origine mécanique ou biologique (percées des racines secondaires, piqûres de nématodes,...). Les maladies dues à l'espèce *F. oxysporum* sont largement répandues dans le monde. Elles sont dommageables pour de nombreuses plantes maraîchères (tomate, cucurbitacées,...) et ornementales (oeillet), ainsi que pour des cultures en plein champ telles que le coton, le bananier (la maladie de Panama) et le palmier dattier (maladie du Bayoud) causée par *Fusarium oxysporum albedinis* (*Foa*). Ce champignon qui se trouve dans le sol, pénètre par les racines en cheminant la sève et envahissant le bourgeon terminal du palmier dattier. Par conséquent, il provoque un

dessèchement puis un dépérissement rapide des arbres (**Dihazi ,2012**). Le Bayoud ou la fusariose du palmier dattier se caractérise par sa résistance à la sécheresse et par sa capacité de rester dangereux après plus de trente ans passés sous sol. Il est également très prolifique soit par le repiquage de rejets apparemment sains, soit par l'irrigation, soit par les vents de sables qui peuvent transporter de minuscules éléments végétaux.



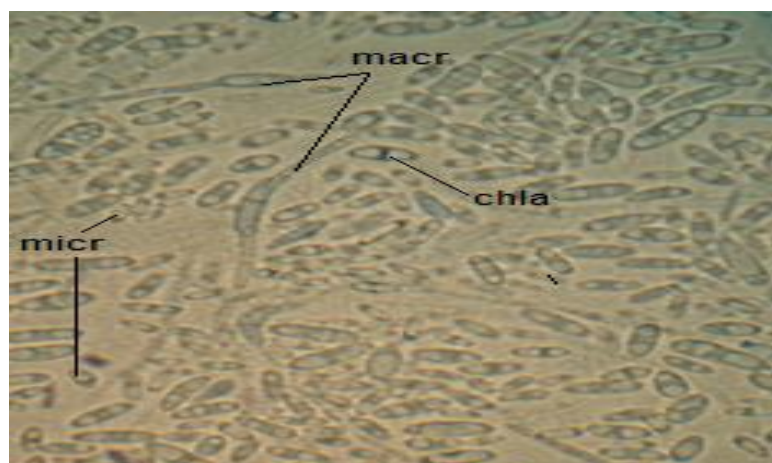
**Figure 07:** *Fusarium oxysporum*

La propagation de la maladie se fait de différentes manières, par des rejets infectés, par le sol contaminé, par les plantes porteuses du champignon (henné, luzerne, ect.), (**Dihazi ,2012**) par les tissus infectés (en particulier des morceaux de rachis infectés) et par l'eau d'irrigation. La maladie peut aussi se transmettre par contact entre les racines infectées et saines. L'ampleur de propagation de la maladie varie selon les conditions culturelles (irrigation abondante, fertilisation, etc) et la température (**Dihazi ., 2012**). Le pathogène peut être isolé à partir de tissus du palmier dattier infecté ou à partir du sol et cultivé dans le milieu PDA (Potato Dextrose Agar). Les cultures du Foa apparaissent rose saumon (figure 08a), mais deviennent pourpre à violet lorsque les cultures vieillissent (figure 08b),. Le mycélium du *F.o.a* est cloisonné et ramifié et présente trois types de spores (figure 09), les micro-conidies, les *chlamydospores*. Les micro-conidies sont sphériques à allongées, légèrement incurvées, souvent unicellulaires et sont produites abondamment par le champignon. C'est le type de spore observé fréquemment à l'intérieur des vaisseaux des plantes infectées. (**Dihazi ,2012**)



**Figure 08:** *Fusarium oxysporum f. sp. albedinis* (Foa), en milieu PDA (potato-dextrose agar ; a : Foa âgé d'1 semaine, b : Foa âgé de deux semaines.

Les macro-conidies sont composées de 3 cellules, elles ont une forme recourbée typique avec une cellule apicale plus ou moins pointue. Les *chlamydospores* sont sphériques, isolées ou groupées en deux à trois cellules, entourées d'une paroi épaisse plus ou moins pigmentée, elles sont observées au milieu des hyphes ou en position terminale, souvent en forme de paires. Ces spores sont des formes de multiplication asexuée, mais permettent aussi au champignon de supporter des conditions environnementales sévères. Les *chlamydospores* peuvent persister dans le sol pendant plus de 8 ans même en absence de la plante hôte.



**Figure 09:** Spores du *Fusarium oxysporum f.sp. albedinis* sous microscope optique ( $\times 400$ );

micr: microconidies, macr: macroconidies, chla : chlamydospores.

En conditions défavorables ou lorsque les cultures vieillissent tous les fragments du mycélium donnent des spores, ce qui confère à ce pathogène un grand pouvoir de multiplication et de propagation. Les conditions thermiques de culture du *F.o.a* se situent entre 21°C et 27°C (**Bounaga, 1975**). Au-delà de 40°C le champignon ne se développe pas (**Bounaga, 1975**).

#### **III.2.4.Symptôme**

Les symptômes externes et internes de la maladie sont présentés et commentés à partir de photographies diapositives. Seules leurs caractéristiques ont rappelées ici.(**LOUVET et al**)

##### **III.2.4.1.Symptômes externes**

Le Bayoud attaque aussi bien les palmiers jeunes qu'adultes, de même que leurs rejets basaux. Les premiers symptômes externes de la maladie, visibles par un œil averti, font leur apparition sur une ou plusieurs feuilles de la couronne moyenne. Les feuilles affectées prennent une teinte plombée (gris cendré) et ensuite se fanent d'une façon particulière:

les pennes situées d'un côté de la feuille commencent à blanchir d'où le nom arabe de « Bayoud » dérivant d'Abiad = Blanc et la maladie progresse de la base vers l'apex. Quand tout ce côté a été affecté, le flétrissement commence de l'autre côté, en sens inverse cette fois-ci, de l'extrémité de la feuille vers sa base, jusqu'à la mort de la feuille. Cette maladie vasculaire provoque le flétrissement par blocage de la circulation de l'eau dans les vaisseaux conducteurs qui résulte comme brunissement et formation de tyloses.

Dans tous les cas, la maladie avance toujours vers le cœur de l'arbre et l'arbre meurt quand le mycélium atteint le bourgeon terminal.

Le palmier peut mourir 6 mois à 2 ans après l'apparition des premiers symptômes, en fonction du cultivar et des conditions de plantation (Figure 10).(**BOULENOUAR, 2009**)



**Figure 10:** Symptômes externes

#### III.2 .4.2. Symptômes internes

Les racines malades correspondent à plusieurs groupes de faisceaux vasculaires du stipe qui ont pris une coloration brun-rougeâtre, de même que le parenchyme et le sclérenchyme environnants d'ailleurs (figure 11). vers la base du stipe, les taches sont larges et nombreuses. au cours de leur ascension dans l'arbre, les faisceaux vasculaires colorés se séparent et leurs chemins tortueux, à l'intérieur des tissus sains, peuvent être suivis. les frondes qui manifestent des symptômes externes ont une couleur brun rougeâtre et des faisceaux vasculaires très colorés quand on les coupe. Il y a donc continuité des symptômes vasculaires qui existent depuis les racines jusqu'aux feuilles apicales du palmier. (BELLKACEM, 2006)



**Figure 11 :** Symptômes internes



**III.2.5. Nature de la maladie :**

La fusariose vasculaire du Palmier-dattier, ou Bayoud, se rattache à un groupe de maladies qui sévissent sur différentes plantes cultivées et sur lesquelles des recherches actives sont conduites dans de nombreux pays du monde : les < trachéomycoses > .

Les faits suivants qui sont maintenant bien confirmés permettent d'affirmer sans aucun doute possible que la Bayoud est une trachéomycose :

- les premiers symptômes se manifestent souvent de façon unilatérale sur chaque palme et sur l'ensemble du Palmier,
- ils se traduisent par un flétrissement et aboutissent à la mort de l'arbre,
- le parasite se conserve dans le sol et pénètre dans chaque Palmier par quelques racines seulement; il progresse vers les parties supérieures de la plante en suivant de façon sélective certains vaisseaux conducteurs du xylème.
- le faible développement des symptômes internes contraste avec la gravité du Bayoud pour la plante,
- la maladie peut-être reproduite par infections expérimentales de racines de jeunes plantes,
- l'épidémie s'étend en foyers,
- elle est favorisée par des reprises brusques de végétation liées aux apports d'eau. (louvet, et .al).

**III.2.6.L'hôte :**

Le palmier dattier, phoenix dactylifera (**linée, 1753**) , est l'hôte principal du *Fusarium oxysporum f.sp. albedinis*, ce dernier a aussi été récemment détecté chez le palmier des canaries Phoenix canariens (**Chabaud, 1882,Elena,2004**) les cultivars Nord-africains de bonne qualité fruitière ont subi une multiplication intense, entraînant ainsi une diminution de la diversité et une augmentation des risques de contamination .Peu de cultivars présentent une résistance ou une tolérance au *Fusarium oxysporum f.sp.albedinis*, Takerbuchet en Algérie et Bou Stammi blanc, Tadment ,Iklane,Sair Laylet, Boufeggous ou Moussa au Maroc (**Saaidi,1979**).

Le Palmier Dattier(Phoenix dactylifera L.) est une monocotylédone arborescente de la famille des Arecaceae à tronc monopodique .Le stipe contient des faisceaux libéro-ligneux [D''après Bounaga D.et N.,(1973), les diamètres des vaisseaux, l'absence ou la présence de cloisons ,leur densité peuvent avoir un rapport avec la sensibilité du Palmier à la fusariose],qui semblent reliés directement chaque racine à une palme bien déterminée(**Toutain ,1965**).Il est doté d'un simple bourgeon terminal ou zone de croissance en

longueur, le système racinaire est très développé (arbre adapté au climat aride). Les palmes sont insérées en hélices très rapprochées. Le Palmier Dattier est une plante dioïque dont l'inflorescence très caractéristique est une grappe d'épis, son fruit est une baie, la graine a un embryon circulaire en dépression et un albumen corné de matière cellulosique ; la fécondation est croisée et souvent les individus d'une même population ne fleurissent pas tous en même temps.

**Tableau 02:** caractéristiques de *fusariose vasculaire*

Domaine	<i>Eukarya</i> ..... <i>Eucaryotes</i>
Régne	<i>Plantae</i> ..... <i>Plantes</i>
Sous-règne	<i>Tracheobionta</i> ..... <i>Trachéophytes</i>
Phylum	<i>Spermatophytes</i>
Sous phylum	<i>Magnoliophyta</i> ..... <i>Angiospermes</i>
Classe	<i>Liliopsida</i> .... <i>Monocots ou Monocotylédones</i>
Sous-classe	<i>Arecidae</i>
Ordre	<i>Arecales</i>
Famille	<i>Areaceae ou Palmae</i>
Sous-famille	<i>Coryphoideae</i>
Tribu	<i>Phoeniceae</i>
Genre et espèce	<i>Phoenix datylifera L</i>

La classification classique de Cronquist (1991), attribue une seule famille (*Areaceae*) à l'ordre des *Arecales*. Celle basée essentiellement sur l'analyse des gènes chloroplastiques (Phylogénétiques) (APG II, 2003 et APG III ,2009) ne montre aucune modification hiérarchique au sein de cet ordre. Un seul genre « Phoenix » caractérise la tribu des *Phoeniceae*.

### III.2.7.L'agent pathogène

#### III.2.7.1.Taxonomie

*Les Fusarium (Link, 1809)* sont des champignons imparfaits « Fungi imperfecti » ou *Deutéromycètes* ou encore *Adélomycètes*.

L'espèce *Fusarium oxysporum* existe sous de nombreuses formes spéciales (*f.sp.*). Selon Bouth (1971).cette espèce posséderait 77 formes parasites attaquant aussi bien des plantes annuelles (cotonnier, lin, tomate, pois, melon), que des plantes pérennes comme le bananier, le palmier à huile et le palmier dattier.

Le nombre des *f.sp.* ne cesse d'augmenter. Ramirez-Suero (2009) dénote 120 formes spéciales. C'est ainsi que la forme spéciale *f.sp. albedinis* (**Gordon, 1965**) dont la nomenclature définitive est *Fusarium oxysporum f.sp. albedinis* (**Kilian et Maire**) (Gordon). Pour simplifier, nous la noterons dans la suite de notre travail : *F.o.albedinis*. D'autres synonymes et références selon l'organisme international de quarantaine (OEPP/EPPO,1992) lui sont attribués :

**Tableau 03:** caractéristiques des *Fusarium oxysporum f.sp. albedinis*

Synonymes	<i>Cylindrophora albedinis</i> ( <b>Kilian et Maire</b> ) 1930 <i>Albedinis Fusarium</i> ( <b>Kilian et Maire</b> ) Malençon 1934 <i>Neocosmospora vasinfecta</i> Smith <i>Fusarium oxysporum</i> var. <i>albedinis</i> ( <b>Kilian et Maire</b> ) Malençon 1950 <i>Fusarium oxysporum f.sp. albedinis</i> Gordon 1965
Noms communs	« Bayoud » (Arabe) « <i>Fusarium wilt</i> » ou « bayoud disease » (Anglais) « maladie du Bayoud » (Français)
Code informatique Bayer	FUSAAL
Liste	A2 OEPP/EPPO : N° 70
Désignation annexe UE	II : A1
Classification actuelle	Domaine : <i>Eukarya</i> ..... <i>Eucaroytes</i> Règne : <i>Fungi</i> ..... <i>Champignons</i> <i>Fungi imperfecti</i> ..... <i>Deutéromycètes</i> Sous-règne : <i>Dikarya</i> Phylum : <i>Ascomycota</i> ..... <i>Ascomycètes</i> Sous Phylum : <i>Pezizomycotina</i> Classe : <i>Sordariomycota</i> ..... <i>Sordariomycètes</i> Sous-classe : <i>Hypocreomycetidae</i> Ordre : <i>Hypocréales</i> Famille : <i>Nectriaceae</i> Genre et espèce : <i>Fusarium oxysporum</i> Forme spéciale : <i>albedinis</i>

*F.oxysporum* se présente sous deux formes : pathogène et peuvent constituer plus de 50% de la population *fusarienne* du sol (Joffé et al, 1974). La forme pathogène semble plus importante dans la rhizosphère des variétés sensibles ( Tantaoui, 1993).

Les souches de *F. oxysporum* isolées du sol et incapables de provoquer la *fusariose* sur des plantes hôtes sont dites non pathogènes ou saprophytes. Ces isolants sont bien représentés dans la rhizosphère (Amir et al, 1985 ).Grâce à leur capacité de colonisation du sol et de la rhizosphère, les saprophytes sont préconisés et utilisés dans les essais de lutte biologique .( Mahdi ,2011)

### III.2.8.Organisation morphologique

L'étude morphologique de *F.o.albedinis* montre qu'à l'œil nu, le mycélium apparaît fin, frisé, arbustif et d'aspect gras. A la lumière, le mycélium peut devenir rose saumon pale, alors qu'à l'obscurité, il peut émettre un pigment violet foncé. (Bounaga, 1970) (figure 12),

pale, alors qu'à l'obscurité, il peut émettre un pigment violet foncé (Bounaga, 1970).

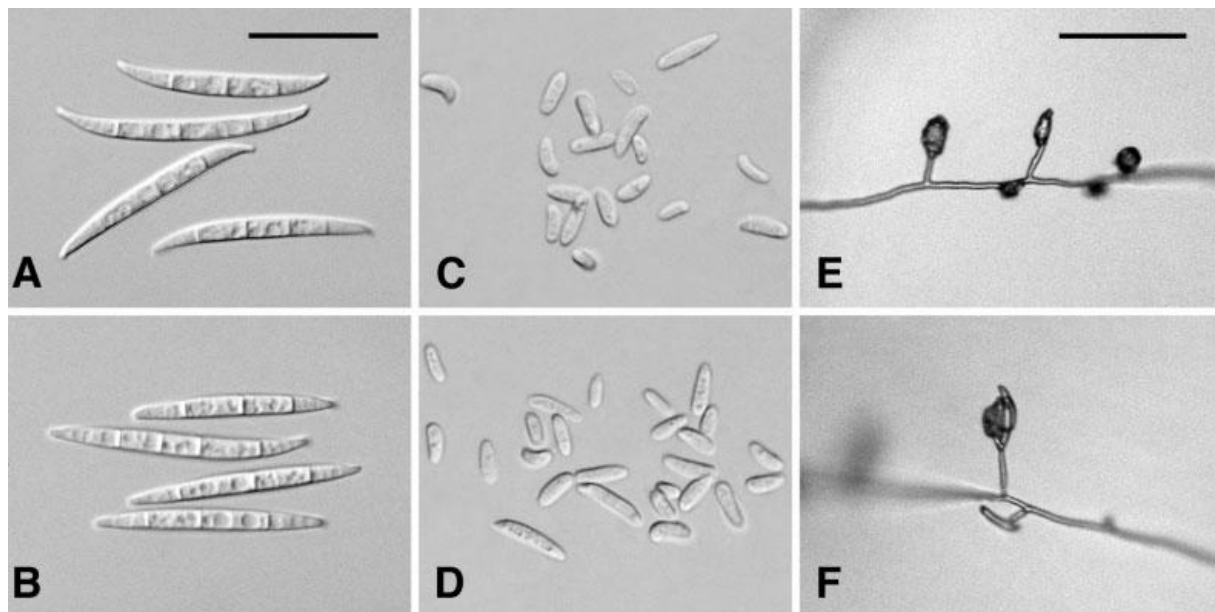


Figure 12 : *Fusarium oxysporum*.

A - B: Macroconidie; C - D: Microconidie; E - F: Microconidie in situ sur CLA. A - D, barre à échelle = 25 µm;E-F, barre d'échelle = 50 µm.

Le champignon produit trois types de spores asexuées :

- ❖ **Les micro-conidies** hyalines, de formes et de dimensions variables, de 3 à 15µm de long et de 3 à 5µm de diamètre .Ces structures généralement unicellulaires, sont sphériques au début de leur formation et deviennent peu à peu allongées,

elliptiques, droites ou légèrement courbées. Ces conidies se forment à l'extrémité des microphialides ;

- ❖ **Les macro-conidies** sont peu nombreuses, leur base est pédiforme et leur extrémité est pointue et courte, elles sont en général tétra cellulaires. Elles mesurent 20 à 35  $\mu\text{m}$  de long et entre 3 et 5  $\mu\text{m}$  de diamètre et elles prennent naissance à partir de macrophialides .
- ❖ **Les chlamydo-spores** se forment, soit à partir d'articles mycéliens, soit à partir d'une cellule de macro-conidies. Elles sont caractérisées par une paroi très épaisse et accumulent d'importantes réserves de nature lipidique, ces structures sont toujours arrondies, ayant de 6 à 20  $\mu\text{m}$  de diamètre (**Rahmania, 2000**). Ce sont des spores de résistance produites en grande quantité dans les cultures âgées ou en réponse à des conditions défavorables (température élevée, manque d'oxygène, milieu pauvre en substances nutritives)(Figure 13).(Mahdi ,2011).

- |                    |                                   |
|--------------------|-----------------------------------|
| a : Macrophialides | e : Mycélium hyaline et cloisonné |
| b : Macroconidies  | f : Sporodochies                  |
| c : Microphialides | g : Chlamydo-spores               |
| d : Microconides   | p : Paroi épaisse                 |



**Figure 13:**organisation morphologique de *Fusarium oxysporum f.sp.albedinis* (Bounaga, 1970 reprise par Gaceb-Terrak,2010)

Les sclérotés sont de formes plus ou moins sphériques, de couleur sombre (bleu foncé à noir). Ces structures apparaissent dans les conditions d'extrême pauvreté du milieu de culture. Elles sont considérées comme des organes de résistance capables de s'enkyster durant de longues périodes (**Rahmania, 2000**).

### III.3.Impacts économiques des infections à *Fusarium* et leurs toxines

Les espèces de *Fusarium* causent une large gamme de maladies dans les plantes les plus importantes sur le plan économique, y compris les pannes de tête, les mécontents, les pourritures et les pourritures des fruits. Les infections à *Fusarium* peuvent avoir des effets dévastateurs sur la productivité et la commercialisation des cultures, mais l'impact économique le plus important des infections à *Fusarium* est la capacité de nombreuses espèces à produire des mycotoxines.( MAHDI,2011)

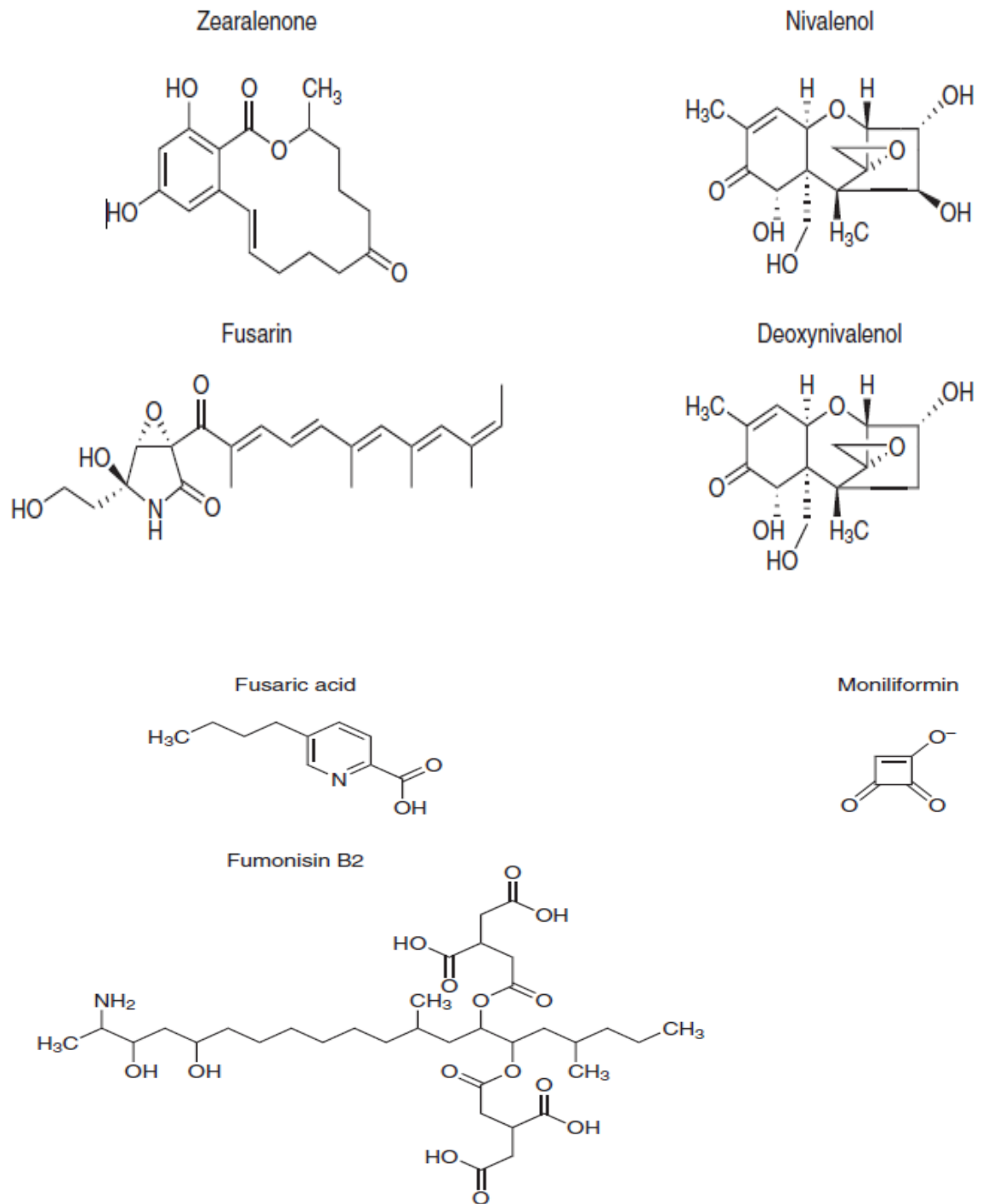
**III.4.Principales toxines produites par *Fusarium spp***

Dans les peaux de la tête, enveloppées par *Gibberella zeae* (Schwein) Petch (anamorph, *F. graminearum* Schwabe sensu lato), le grain devient contaminé par le trichothécène et les mycotoxines œstrogéniques, telles que le nivalénol (NIV), le désoxynivalénol (DON) et la Zearalénone (ZEN) . On estime que les impacts économiques directs et secondaires de cette maladie se sont élevés à 2,7 milliards de dollars aux États-Unis entre 1998 et 2000.

Étant donné que les trichothécènes résistent aux températures élevées ainsi qu'aux méthodes chimiques de destruction, ils peuvent s'accumuler à des niveaux élevés de grains contaminés les rendant impropres à la nourriture ou à l'alimentation animale.

Les toxines de Trichothecene telles que la vomitoxine (DON) ont des effets graves sur la santé humaine car elles sont des inhibiteurs puissants de la biosynthèse des protéines eucaryotiques. La contamination par la vomitoxine des aliments a été associée à des nausées, des vomissements, de l'anorexie, des convulsions et une perte de leucocytes. DON provoque un refus de l'alimentation dans le bétail non allergène et la perte de poids. Les trichothécènes modulent également la fonction immunitaire humaine et peuvent favoriser les cancers et les maladies auto-immunes (figure 14).

La fumumine produite par *F. verticillioides*, qui est le moule le plus commun trouvé sur le maïs dans le monde, est toxique pour le foie et les tissus rénaux. Leur toxicité semble impliquer une perturbation de la biosynthèse de novo des *sphingolipides*. Les fumonosines sont également cancérigènes dans les tests de modèles de rongeurs et sont impliquées comme des facteurs de risque chez les humains pour le cancer de l'œsophage et les anomalies du tube neural chez les populations qui utilisent du maïs naturel comme régime alimentaire de base.(DIHAZI, 2012)



**Figure 14** : Structure chimique des principales toxines produites par *Fusarium spp.*

# Chapitre IV:

## Les Régions géographiques



### IV.1. Introduction

Le stage a été réalisé entre le mois de février et avril dans la l'Agence Nationale des Ressource Hydrauliques (ANRH), laboratoire pédagogique de l'université d'Adrar et laboratoire de microbiologie de l'Institut National de Recherche Agronomique (INRA).pour ce la nous devons de donner un apréçu générale sur les régions d'étude : Reggan, Tsabit, et Ouled Aissa Timmi.

### IV.2.Etude géographique

#### IV .2.1. Reggan

##### a. Situation

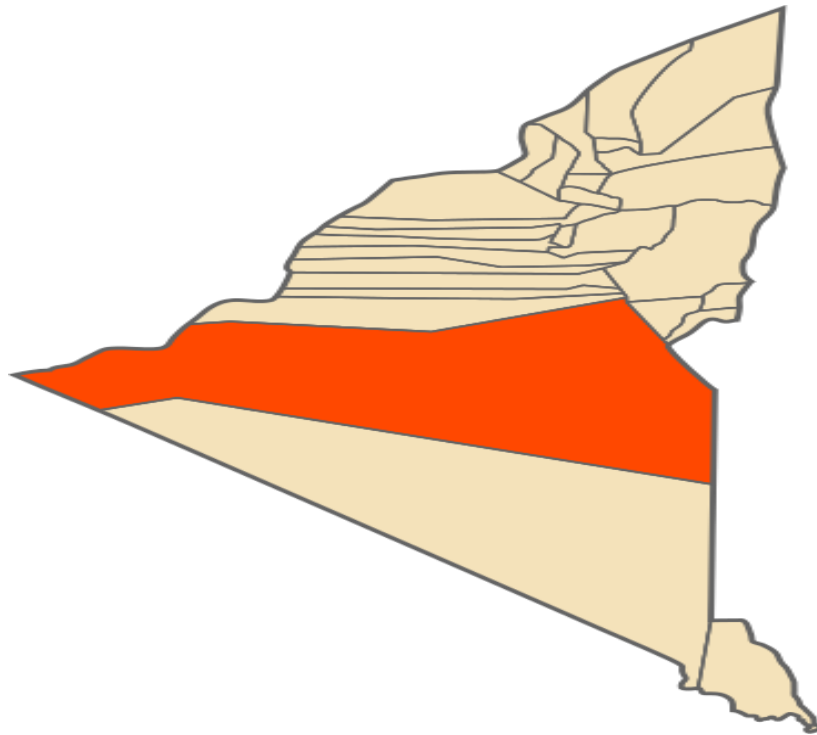
Est une commune de la wilaya d'Adrar en Algérie, située au nord du désert du Tanezrouft. Le territoire de la commune se situe au sud de la wilaya d'Adrar. La ville de Reggan est située à 135 km à vol d'oiseau au sud-est d'Adrar et à 145 km par la route. Début de la piste Tanezrouft au sud de Reggan (1990).Une superficie de 124, 298 km<sup>2</sup> et une population de 20402 personnes et La densité de population de 0.2 km<sup>2</sup> , selon le Bureau national de la statistique en 2017. Sa capitale est la ville d'Adrar. climat chaud jusqu'à 45 degrés l'hiver froid de 6 degrés est d'environ et la proportion des précipitations est d'environ 500 ml par an car il y a beaucoup oasis autour de la ville.



**Figure 15** : Géographie des frontières de Reggan

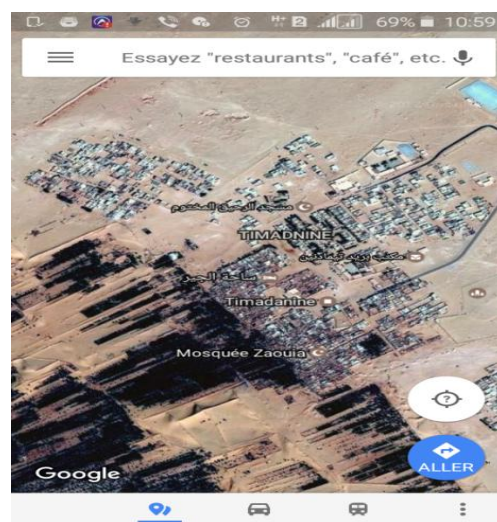
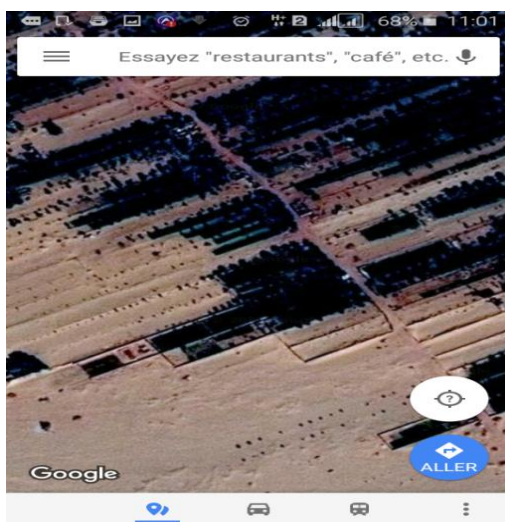
##### b.Localités de la commune :

En 1984, la commune de Reggan est constituée à partir des localités suivantes : Tinoulef ;Anzeglouf ;Aït El Messaoud ; Enefis ; Timadanine ; Taababt ; Tinoufel ;Djedida ; Zaouit ; Reggani ; Taourirt ; Azrafil . La distance entre Timadenein et Reggane de 6.5 km<sup>2</sup> .



**Figure 16:** zone de région Reggan

Elle se caractérise par sa Banhsarh astronomique entre une longueur linéaire est  $0^{\circ} 10' 16$  et à nord est  $26^{\circ} 43' 12$  et Dans la ligne de longueur est 0.171146 et de largeur est 26.7199 . Cet espace géographique et d'élévation 207 m de rinçage de surface dans la plupart de ses régions entrecoupées de veines et de savoir qui est sur les plaines couvertes par des dunes de sable et les tendances sur plusieurs éoliennes mobiles.



**Photo 06:**les régions de Timadanine Reggan

### c. Climat

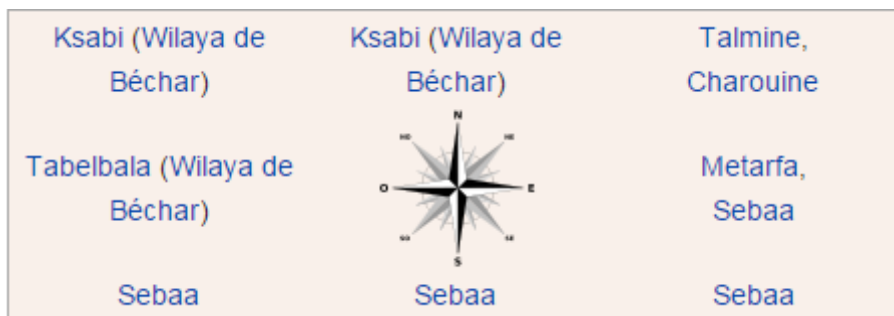
Le climat qui prévaut dans cette région est un climat désertique, connu comme la montée de la température en été et basse hiver, ce qui conduit à la dilatation thermique de la marée, en plus du manque de précipitations, ce qui contribue à ce qu'il est un barrage soudaine de peu d'efficacité à la vitesse de l'évaporation de l'eau. Cependant, il est souvent très important dommage se produit dans des logements construits citoyens la brique locale et provoquer la démolition de savoir que le montant des précipitations annuelles ne dépasse pas 550 mm au mieux.

### IV.2.2.Tsabit

Tsabit est une commune de la wilaya d'Adrar en Algérie. Le territoire de la commune de Tsabit se situe à l'ouest de la wilaya d'Adrar.

#### a. Situation

Le territoire de la commune se situe au sud de la wilaya d'Adrar. La ville de Tsabit est située à 60 km au sud-est d'Adrar. Une superficie de 13,263km<sup>2</sup> et une population de 14,895 personnes et La densité de population de 1,1 km<sup>2</sup>, selon le Bureau national de la statistique en 2017. Sa capitale est la ville d'Adrar. climat chaud jusqu'à 45 degrés l'hiver froid de 6 degrés est d'environ et la proportion des précipitations est d'environ 500 ml par an car il y a beaucoup oasis autour de la ville.



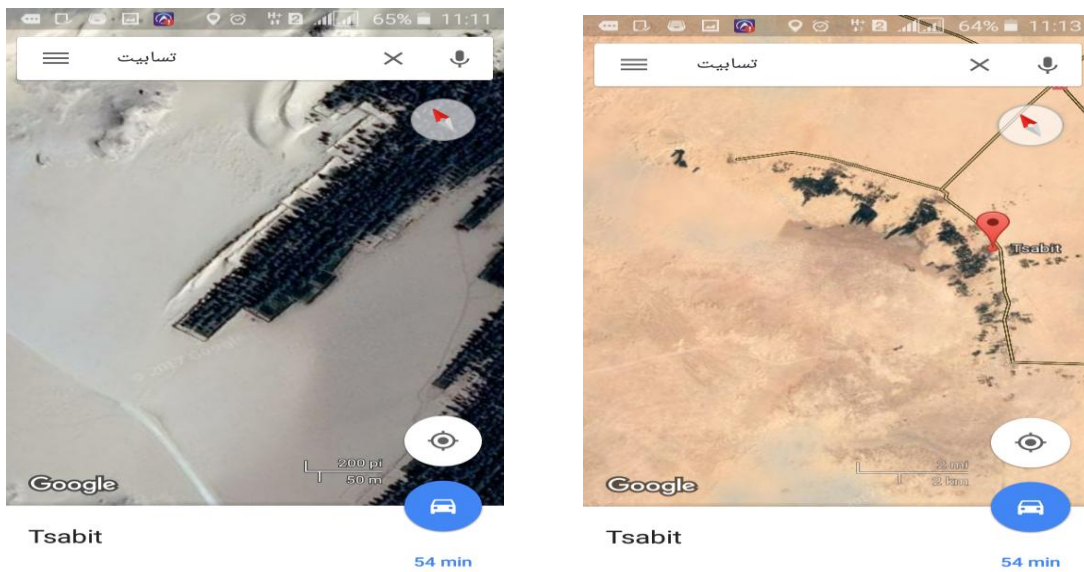
**Figure 17** : Géographie des frontières de Tsabit

#### b. Localités de la commune

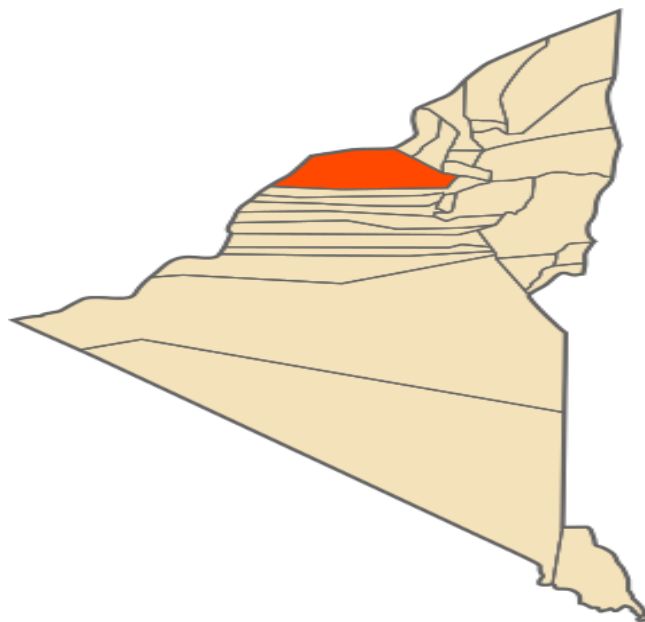
En 1984, la commune de Tsabit est constituée à partir des localités suivantes<sup>2</sup> : Bentalha ; Ghabet Moulay Ali ; Ksabi ; El Habla ; Lamaïz ; Oujlane ; Laayad ; Hammad ; Amor ; Brinkane ; Arain Arrass ; Kaberten. La distance entre **Arain Arrass** de 6.5 km<sup>2</sup>.

Elle se caractérise par sa astronomique entre une longueur linéaire est 28° 22' 0" nord et est 0° 15' 0" Ouest et Dans la ligne de longueur est 0.25 et de largeur est 28.3667. Cet espace géographique et d'élévation 219 m de rinçage de surface dans la plupart de ses

régions entrecoupées de veines et de savoir qui est sur les plaines couvertes par des dunes de sable et les tendances sur plusieurs éoliennes mobiles.



**Figure 07:**les régions de Arain Arrass Tsabit



**Figure 18:** zone de région Tsabit

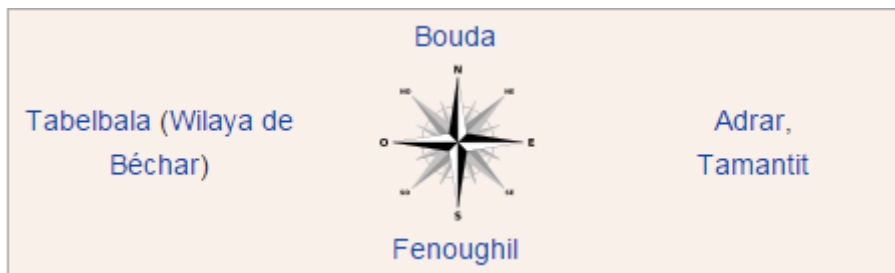
#### IV.2.3.Ouled Aissa

Ouled Aissa est k'sar de Ouled Ahmed Timmi est une commune de la wilaya d'Adrar en Algérie.

**a.Localités de la commune**

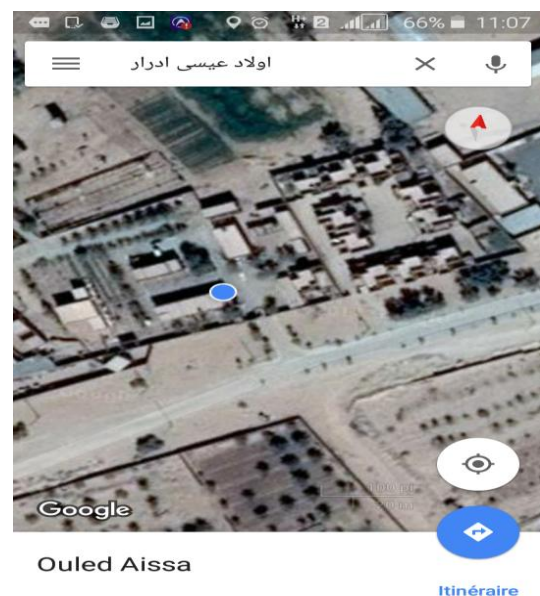
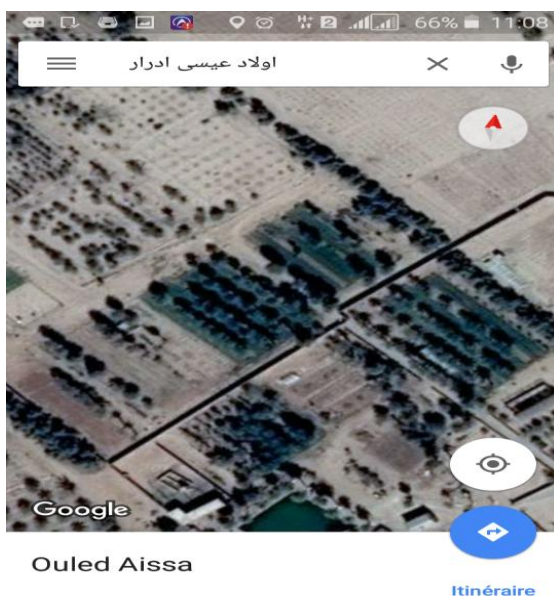
En 1984, la commune d'Ouled Ahmed Tammi est constituée à partir des localités suivantes2 :

Ouled Brahim, Taridalt, Ouled Ahmed, Beni Tamert, El Mansourria, Ouled Bouhefs, Mehdia, Zaouit Sidi El Bekri, Koussam, Bouzam, Ouled Aïssa, Ouled Aroussa, Melouka, Mimoune, Ouaiña.

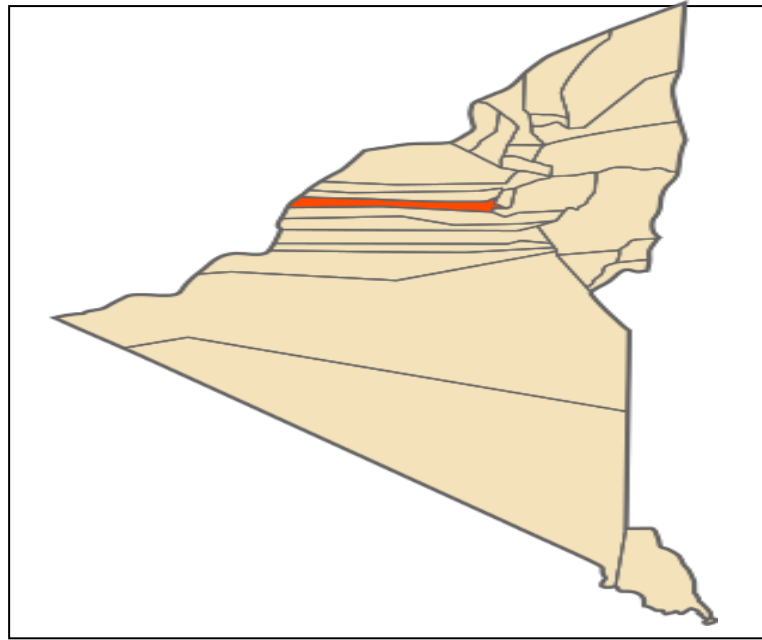


**Figure 19** : Géographie des frontières de Ouled Aïssa

Elle se caractérise par sa astronomique entre une longueur linéaire est 27° 47' 47" Nord est 0° 17' 8" Ouest et Dans la ligne de longueur est -0.28543et de largeur est 27.7963. Cet espace géographique et d'élévation 222 m de rinçage de surface dans la plupart de ses régions entrecoupées de veines et de savoir qui est sur les plaines couvertes par des dunes de sable et les tendances sur plusieurs éoliennes mobiles.



**Figure 08**: les régions de Ouled Aïssa Adrar



**Figure 20:** zone de région Ouled Aissa

A light blue, wavy-edged shape that serves as a background for the text. It has a rounded top and bottom, with a slight dip in the middle of the top edge and a slight rise in the middle of the bottom edge.

Chapitre V:

Matériels et méthodes

## V.1.Introduction

Après un premier chapitre précisant l'importance du prélèvement des échantillons de terre pour assurer leur représentativité par rapport à la parcelle ou à l'unité pédologique cartographiée, nous avons choisi parmi les méthodes dites « classiques » suivantes : mesures du pH, dosage du carbone organique, dosage de la salinité, mesure de la capacité d'échange cationique.

Chaque rubrique, après un rappel des définitions du domaine analysé fixe les limites des Méthodes présentées, évalue leurs avantages et leurs inconvénients. Méthode, matériel nécessaire, modes opératoires et calculs sont présentés avec toute la clarté et la rigueur exigées par les protocoles d'analyses dans les laboratoires. Grâce à leur expérience de terrain, en régions tempérées et en régions tropicales, les auteurs présentent des résultats.

Et analyse granulométrique : La granulométrie classe les éléments minéraux, appelés également éléments mécaniques, d'après leur grosseur et détermine le pourcentage de chaque fraction.

La granulométrie contribue à définir la texture du sol. On distingue dans un premier temps les éléments grossiers de diamètre supérieur à 2mm, de la terre fine de diamètre inférieur à 2mm. (**Lucie, P**)

## V.2. Matériels et méthodes

### V.2.1. Prélèvement du sol

Des échantillons de terre sont récupérés à une profondeur d'environ 15 à 20 centimètres. On fera 4 à 5 prélèvements dans la zone choisie de chaque région, on préfère une zone représentative d'une centaine de mètres carrés que des prélèvements dans toute la parcelle.

Le tableau 4 regroupe les différentes zones d'étude avec leurs caractéristiques météorologiques.



**Photo 09** : prélèvement du sol



**Tableau 04:** zone d'étude et les caractéristiques météo-géographique s.

<b>Zone d'étude</b>	<b>Mois de prélèvement</b>	<b>T (°C)</b>	<b>Situations géographique</b>	<b>Type des palmiers</b>
<b>Ouled Aissa</b>	Février	27	27°50'47,33N ;0°18'28,740E élev 244 ;1,09 km	Tilamso
<b>Tsabit</b>	Février	26	28°25'22,29N ;0°16'45,286E élev 222. 585m	Tilamso
<b>Reggan</b>	Février	28	26°42'58 ,30N ; 0° 06'00,17E élev 166 m ; 959m	Tigaza-tilamso

Les caractéristiques physico-chimiques influencent fortement les propriétés biologiques des sols .Des relations étroites ont d'ailleurs été mises en évidence entre les caractéristiques physico-chimiques et biologiques.(**Lucie, P**)

### **V.2.2. Les analyses physiques**

#### **V.2.2.1.Analyse granulométrique**

##### **a. But**

L'analyse granulométrique : est l'opération consistant à étudier la répartition des différents grains d'un échantillon, en fonction de leurs caractéristiques (poids, taille). Pour déterminer la grosseur et les pourcentages pondéraux respectifs des différentes familles des grains constituant l'échantillon.

##### **b. Principe de l'essai**

L'analyse granulométrique consiste à classer les différents grains constituant l'échantillon en utilisant une série de tamis, pour la fraction sableuse et la sédimentation dans l'eau avec la pipette de Robinson pour les fractions fines. (**MAURICE, S**)

L'essai s'effectue sur une masse supérieure à 25g avec  $600 D \geq m \geq 200 D$  avec :

m : masse de l'échantillon exprimé en grammes.

D : dimension maximale des plus gros éléments appréciée visuellement et exprimée en millimètres.

**1<sup>er</sup> méthode : Essai d'analyse granulométrique par tamisage****a. But de manipulation**

C'est la détermination de la répartition en poids des éléments d'un matériau suivant leurs dimensions.

Le tamisage à sec portera sur les particules dont le diamètre est supérieur à 63  $\mu\text{m}$  d'un matériau pulvérulent.

**b. Appareillage utilise**

- ❖ Colonne de tamis (5, 2, 1, 0.40, 0.20, 0.10, 0.08 mm) ;
- ❖ Vibro-tamis ;
- ❖ Balance de précision 10 gramme ;
- ❖ Etuve ventilée et réglée ;
- ❖ Pinceau.

**c. Mode opératoire :**

- Peser l'échantillon (sable Oulad Aissa), (sable Tsabit), (sable Reggan).
- Emboîter les tamis les uns sur les autres, dans un ordre tel que la progression des ouvertures soit croissante du bas vers le haut.
- En partie inférieure, on dispose un fond qui permettra de récupérer les fillers pour une analyse complémentaire.
- Tamiser l'échantillon.
- Peser les refus.

**2<sup>ème</sup> méthode : Essai au bleu de méthylène :**

Le principe de cet essai consiste à contrôler l'absorption du bleu de méthylène injecté dans un bain aqueux contenant les fines de la prise d'essai, en observant une goutte de suspension déposée sur une feuille de papier filtre.

La tache formée se compose d'un dépôt central du matériau, coloré d'un bleu soutenu, entouré d'une zone humide incolore.

On appelle valeur de bleu de méthylène VBS, la quantité exprimée en gramme de bleu de méthylène absorbée par 25 g de Sable.

**a. Mode opératoire d'essai au bleu de méthylène des Sables**

Prélever une masse qui égale à 5 g de sol sec passé au tamis de 2 mm, puis la mettre dans un Becher de 100 ml, ensuite à l'aide de l'agitateur (700 tr/min), dispersée la suspension pendant 5 min. à l'aide d'un dispositif de dosage (Photo 10), introduire 5 mL de bleu et agiter (400 tr/min) pendant une minute. Au bout de 1min  $\pm$  10s, procéder à l'essai de la tache sur papier filtre de la manière suivante:

- poser le papier filtre sur un support adapté non absorbant;
- prélever à l'aide de la baguette de verre une goutte de suspension et la déposer sur le papier filtre. La tache ainsi formée se compose d'un dépôt central de matériau coloré bleu sombre entouré d'une zone humide incolore (essai de tache),



**Photo 10:** les Résultats de bleu de méthylène des Sables.

#### b. calcule la valeur de bleu de méthylène de sable

$$V_{BS} (0/d) = \frac{\text{Quantité du bleu absorbé (cm}^3\text{)}}{\text{Poids sec de la prise (g)}}$$

#### V.2.2.2.L'humidité

##### a. Principe :

La **teneur en eau du sol** ou **humidité** est égale au rapport de la quantité d'eau à celle de terre sèche la renfermant.

On caractérise également l'eau du sol par le potentiel capillaire ou pF qui mesure la force de succion de l'eau par le sol.

##### b. Mode opératoire :

C'est la perte de poids après séchage à 105°C exprimée en pourcentage (ou en pour mille) par rapport à la terre séchés à l'air %.

$$H = \left( \frac{p_1 - p_2}{p_1} \right) \times 100$$

$p_1$ : poids avant le séchage

$p_2$ : poids après le séchage

Cette détermination est facile à réaliser par simple pesée après un séchage en étuve d'une durée suffisante (vérification de poids constant).

L'utilisation de capsule en verre à couvercles rodés permet d'éviter une réhumectation au cours du transport de l'étuve à la balance ; Elle est aussi appelée "Humidité résiduelle" quantité d'eau restante. (BAIZE, 2000)

### **V.2.3.les analyse physico-chimiques :**

#### **V.2.3.1.Mesure du pH :**

Le pH des sols, qui traduit l'acidité des sols s'échelonne de 1 à 14, il nous renseigne sur la nature des roches sur lesquelles s'est formé le sol.

Le pH (abréviation de "potentiel Hydrogène") indique un degré d'acidité (de 0 à 6,5) ou d'alcalinité (de 7,5 à 14) d'une solution, 7 indiquant la neutralité.(MAURICE, S)

##### **a. Matériel de pH:**

- 1-tamisés à 2 mm ;
2. 20 g des sols par chaque échantillon ;
3. pH-mètre ;
4. Bécher en plastique de 100 ml, par échantillon ;
5. Baguettes de verre .

##### **b. Mode opératoire de pH**

On pèse 20 g de sol sec tamisés à 2 mm dans un bécher de 100 ml. On ajoute 50 ml d'eau distillée puis on agite et on laisse la solution en contact pendant 2 heures. Ensuite, on plonge l'électrode de pH-mètre et effectue la mesure. On laisse le lecteur se stabiliser durant plusieurs secondes. On note les valeurs aux deuxièmes décimales près.

#### **V.2.3.2 Mesure de la conductivité électrique (CE)**

##### **a. Principe**

Mesure de la conductance électrique d'une colonne d'eau délimitée par deux électrodes de platine (Pt) (ou couvertes de noir de platine) maintenues parallèles.

Si  $R$  est la résistance de la colonne d'eau en Ohms.

$S$  sa section en  $\text{cm}^2$  et  $l$  sa longueur en cm.

La salinité globale de la pâte saturée est déterminée par la mesure de la (CE) exprimée en  $\text{ms/cm}$  et corrigée à une température  $25\text{ }^\circ\text{C}$ . (MAURICE, S)

**b. Matériel**

1. tamisés à 2mm ;
2. 20 g des sols ;
3. électrodes ;
4. Flacon en plastique de 100 ml ,1 par échantillon ;
5. Pissette de 500 ml ;
6. Agitateur magnétique.

**c. Mode Opératoire**

Nous pesons 200 g de sol sec tamisés à 2 mm. Nous les mettons dans une boîte plastique de 100 ml puis nous procédons à la préparation de la pâte saturée par l'ajout progressif de l'eau distillée pour humecter le sol qu'à malaxer la solution à l'aide d'une spatule. Une fois, la pâte devient brillante, nous y créons une fente moyennant une spatule. Ainsi, si la fermeture de cette cicatrice se fait rapidement, nous devons cesser l'ajout de l'eau distillée. Nous munissons la boîte d'un couvercle étanche, en laissant la pâte en repos pendant 2 heures au minimum.

Après 2 heures, la pâte est mise dans un dispositif en connexion avec une pompe à vide qui fait la filtration de la solution du sol (extrait de la pâte saturée). Nous recueillons l'eau de filtration par décantation. La solution récupérée dans un flacon sert à la mesure de la conductivité électrique moyennant un conductimètre de laboratoire. Les valeurs obtenues de la conductivité électrique doivent être corrigées afin de les rendre à la même échelle de température (25 °C) (BELLKACEM H, 2006).

**V.2.4. Analyse chimique****V.2.4.1. Dosage des cations (Sodium et Potassium, Calcium et Magnésium)****V.2.4.1.1 Dosage du Sodium et du Potassium par photométrie de flamme****a. Principe**

Les ions en solution sont portés, au moyen d'une flamme de température convenable à un niveau énergétique supérieur à la normal (on dit que les atomes sont excités par la flamme). Libérés de la flamme, ils restituent l'énergie acquise en émettant une radiation caractéristique de l'élément. On pulvérise donc au moyen d'un gicleur, la solution à doser dans une flamme de température déterminée par l'élément que l'on recherche. On sélectionne la radiation attendu eau moyen d'un filtre.

L'intensité de la radiation est proportionnelle à la concentration de l'élément présent dans la solution.

On établit donc une gamme étalon pour chaque élément dosé et l'on s'y réfère pour déterminer une concentration inconnue. Le sodium et le potassium sont dosés à partir de la même solution étalon à des sensibilités différentes du photomètre de flamme. Le calcium est dosé par sa gamme étalon propre. (LAROUSE L, 2014)

### **b. Réactifs**

#### **Solution Mère de Sodium et de Potassium**

Dissoudre dans de l'eau distillée 25,434 g de chlorure de sodium (NaCl) préalablement séché à l'étuve à 100°C pendant 12 heures puis refroidi au dessiccateur.

Dissoudre simultanément 3,823 g de chlorure de potassium (KCl) préalablement séché à l'étuve à 100°C pendant 12 heures puis refroidi au dessiccateur.

Compléter le tout à 1000 ml par de l'eau distillée.

On obtient une solution contenant 10000 mg/l en Na<sup>+</sup> et 2000 mg/l en K<sup>+</sup>

#### **Solution ETALONS en Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup>**

Mettre successivement dans des fioles jaugées à 100 ml: 5, 4, 3, 2, 1, 0, 5 et 0, 2 ml de la solution mère en Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup> compléter à 100 ml par de l'eau distillée.

On obtient des solutions étalons contenant respectivement:

500, 400, 300, 150, 100, 50 et 20 mg/l de Na<sup>+</sup>.

100, 80, 60, 40, 30, 20, 10 et 4 mg/l de K<sup>+</sup>.

#### **V.2.4.1.2. Dosage du Calcium /Magnésium du calcium par complexométrie**

##### **a. Principe**

Le sel di sodique de l'acide Ethylène Diamine Tétra Acétique cristallisé avec H<sub>2</sub>O, appelé aussi complexons ou versante forme avec un nombre de cation des complexes dont la stabilité dépend essentiellement du pH. (LUCIE, P)

##### **b. Réactifs**

- **Solution E.D.T.A (Ethylène diamine tétra acétique)**

- ✓ 40 g E.D.T.A

- ✓ 5 g Soude caustique (NaOH)

- ✓ 1 g Chlorure de Magnésium (Mg Cl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O).

- ✓ Dissoudre 40 g E.D.T.A, ajouter les 5 g NaOH, puis ajuster avec de l'eau distillée Q.S.P 1000 ml.

- ✓ Dissoudre à part 1 g de chlorure de magnésium, ajuster avec de l'eau distillée Q.S.P 1000ml.

- ✓ Mélanger les 2 et 1 ainsi obtenus et y ajouter 8 autres litres d'eau distillée ce qui donne 10 litres d'E.D.T.A. (**LUCIE, P**)

- **Solution Tampon pH=10 (Ca/Mg)**

Le Tampon pH=10 est constitué par des mélanges à volume égale des solutions A et B.

**Solution A**

Peser 67 g de Chlorure d'ammonium ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) préalablement séché 12 heures à l'étuve à  $100^\circ\text{C}$  puis refroidi au dessiccateur.

Ajouter 400 ml d'Ammoniaque ( $\text{NH}_3$ ) à 28% (448 ml à 25%) 373.7 à 30 %

Compléter à 1000 ml par de l'eau distillée.

**Solution B**

Dissoudre à 2 litres d'eau distillée 1,5 Kg environ de Tartrate double de Sodium et de Potassium appelé couramment sel de seignette. Chauffer jusqu'à dissolution totale et ajuster à 2 L. (**LUCIE, P**)

- **Solution de soude 1N (Ca)**

40 g de Soude par litre d'eau distillée.

- **Indication colorée**

**1/ Dosage du Ca/Mg**

Mélanger intimement puis broyer au mortier 100 g de Chlorure de Sodium ( $\text{NaCl}$ ) préalablement séché et une quantité de Noir d'Eriochrome telle qu'on obtient un mélange de coloration mauve. On décèle la fin du virage par le Noir Eriochrome T qui vire du rose au bleu.

**2/ Dosage du Ca**

Mélanger intimement puis broyer au mortier 100 g de Chlorure de Sodium ( $\text{NaCl}$ ) préalablement séché et une quantité de Patton et Raeder (Acide hydroxy-2 Hydroxy-2 Sulfo-4 Naphthoïque-3). On observe la fin du virage quand la couleur passe alors du rouge au bleu franc. (**LUCIE, P**)

**c. Mode Opératoire****Titre de L'E.D.T.A**

- ❖ Le dosage de l'E.D.T.A s'impose à chaque fois que le remplissage du flacon doseur est fait. On prépare une solution de  $\text{CaCO}_3$  à 1g/l (attaque de 1g de  $\text{CaCO}_3$  par HCl dilué puis ajuster à 1 litre par de l'eau distillée. le  $\text{CaCO}_3$  doit avoir été séché à l'étuve puis refroidi au dessiccateur). On

prélève 10 ml qui seront dosés en même temps que les échantillons. Cette solution contient 20 mé/l de  $\text{Ca}^{++}$ .

- ❖ Les PE ayant été placés dans des béchers de 50 ml on y ajoute systématiquement 2ml de Tampon (Ca/Mg) et 2 ml de NaOH (Ca) et une pincée d'indicateur; la solution prend une teinte rose (Ca/Mg) et rouge (Ca).
- ❖ La solution étalon de  $\text{Ca}^{++}$  et les échantillons ainsi préparés sont alors traités de manière identique. L'E.D.T.A étant placé dans la burette, on verse jusqu'au virage du rose au bleu en maintenant une agitation dans le bécher. On notera soigneusement le volume  $V_1$  d'E.D.T.A nécessaire pour faire virer la solution étalon de  $\text{Ca}^{++}$  et les volumes  $V_2$  d'E.D.T.A nécessaire pour faire virer les échantillons.

1. **Calcul de la normalité de l'E.D.T.A 10ml à 20mé/l de Calcium ont été dosés par  $V_1$  d'E.D.T.A.**

$$N_{\text{EDTA}} \text{ mé/l} = \frac{20 \cdot 10}{V_1} = \frac{200}{10}$$

2. **Teneur en Calcium et Magnésium des échantillons**

$$X_{\text{mé/l Ca/Mg}} = \frac{N_{\text{E.D.T.A}} \cdot V_2}{PE}$$

3. **Teneur en Calcium des échantillons**

$$X_{\text{mé/l Ca}} = \frac{N_{\text{E.D.T.A}} \cdot V_2}{PE}$$

4. **Teneur en Magnésium des échantillons**

$$\text{mé/l de Mg} = \text{mé/l de Ca/Mg} - \text{mé/l de Ca.}$$



**1V. 2.Dosage des ioniques ( $\text{SO}_4$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$  et  $\text{CO}_3^{2-}$ )****IV.2.1.Dosage des Sulfates( $\text{SO}_4^{2-}$ )****a. Principe**

Les sulfates sont précipités sous forme de sulfate de baryum par le chlorure de baryum.(MAURICE, S)

**b. Matériel**

1. 20 g des sols ;
2. Bécher en plastique de 100 ml, par échantillon ;
3. Bain de sol ;
4. papier filtre ;
5. capsules ;
6. porcelaine préalablement tarées.

**c. Mode opératoire**

Peser 20 g de sol ajouter 100 ml d'eau distillée (même procédures que la CE) ensuite faire passer les échantillons à la centrifugeuse pendant 5 min ; Prendre 20 ml de la solution obtenue dans un bécher .placer le bécher dans un bain de sol jusqu'à ébullition préparer un témoin en suivant les mêmes étapes.

Ajouter quelques gouttes de  $\text{BaCl}_2$  à 10% 5 (apparition d'un précipité blanc). Remettre le bécher au bain de sable pendant 15 min ajouter de nouveau quelques gouttes de  $\text{BaCl}_2$  à 10% remettre le bécher un autre fois dans le bain de sable pendant 30 min, afin d'assurer la précipitation .

Retirer le bécher du bain de sable, laisser reposer une heure .Filtrer l'échantillon avec du papier filtre.

Mettre le filtrat dans des capsules en porcelaine préalablement tarées.

**V.2.4.1.3.Dosage des chlorures****a. Principe**

Les chlorures, en présence du nitrate d'argent ( $\text{AgNO}_3$ )0,1N .(MAURICE, S)

**b. Mode opératoire**

Peser 20g de sol, ajouter 100ml d'eau distillée (même procédure que la CE) ensuite faire passer les échantillons à la centrifugeuse pendant 5min.

Prendre 20ml de la solution du sol, ajoute 5gouttes de chromates de potassium (jaune) 5%, titrer avec du nitrate d'argent ( $\text{AgNO}_3$ )0,1N (1,699g /100ml d'eau distillée).

Noter le volume d'AgNO<sub>3</sub> utilisé après apparition du virage (couleur rouge).

### c. Calculs

$$\text{Cl}^- \text{ en meq /100g} = (n-n') * 0,1 * \frac{V}{v} * \frac{100}{P}$$

$$\text{Cl}^- \text{ en meq /100g} = (n-n') 0,1$$

P : poids g de la prise de terre (20g).

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

v : volume en ml de la solution dosée (20ml)

n : volume en ml de la solution d'AgNO<sub>3</sub> 0,1N utilisée pour titrer l'échantillon

n': volume en ml de la solution d'AgNO<sub>3</sub> 0,1N utilisée pour titrer le témoin

$$\text{Cl}^- \text{ en \%} = (n-n') * 0,1 * \frac{V}{v} * \frac{100}{P} * \frac{35,5}{1000}$$

$$\text{Cl}^- \% = 0,1 * \frac{V}{v} * \frac{100}{P} = 2,5$$

#### V.2.4.1.4. Dosage des carbonates et des bicarbonates (CO<sub>3</sub><sup>-2</sup> et HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

##### a. Produits

Acide sulfurique 0,1 N, Orange de méthyle à 0,01 % soit 0,1 g par litre, Phénolphtaléine à 1% dans l'éthanol, soit 10g par litre.

##### b. Mode opératoire

Prélever une prise d'essai de 10 à 50ml de extrait ou de l'eau à analyser (v) ajouter 5 à 10 gouttes de phénol phénolphtaléine, en présence de carbonates, la couleur devient rose, si la couleur rose n'apparaît pas, l'échantillon ne contient pas de carbonates, alors passer au dosage des bicarbonates.

Par contre, si l'échantillon contient des carbonates titres à l'acide sulfurique jusqu'à la disparition de la couleur rose, noter le volume d'acide utilisé (v<sub>1</sub>), Dans la même prise d'essai ajouter 5 à 10 gouttes de méthyle orange et titrer à l'acide sulfurique jus qu'à l'apparition de la couleur orange noter le volume d'acide utilisé (v<sub>2</sub>) ; Effectuer un assai témoin sur l'eau distillée, le volume d'acide sulfurique utilisé pour doser les bicarbonates contenus dans l'eau distillée est (v<sub>3</sub>) .(MAURICE, S) est titré par une solution de sel de MOHR, en présence de diphénylamine.(INRA, 2017)

**V.2.5. Analyse microbiologique****V.2.5.1. Matériels**

1. la paire –la trial manille - le chassie plastique ;
2. tamis de 5mm et 2mm ;
3. agitateur ;
4. balance ;
5. les boites pétré ;
6. étuve ;
7. micro-pipât.

**V.2.5.2. Mode opératoire****a. Préparation de suspension microbienne**

Après le tamisage de chaque échantillon avec un tamis de 2mm, nous avons met 5g dans chaque échantillon dans 100ml. Le mélange a agiter pendent 48h.

**b. Préparation de milieu de la culture**

42g de poudre PDA à été ajusté en suspension avec 1l d'eau distillée, et en mélangeant sous chauffage le tout à l'aide d'une plaque chauffante jusqu'à la dissolution complété. Puis , le milieu PDA à été stérilisé à l'aide d'un autoclave à une température de 121C (1,05bar). Après 15min de stérilisation, le milieu a été refroidi et coulé dans des Boites pétri stériles.

Les Boites pétries sont gardées après le séchage à la température ambiante jusqu'à l'utilisation.

**c. Mise en pratique**

On prend 1ml de suspension microbienne de chaque échantillon ; ce volume a été coulé sur de Boites pétri contenant le milieu de culture PDA .

Après l'inondation de toute la surface du milieu par la suspension microbienne. les Boites pétri ont été incubés à 27 C pendant 120h (5jours).



Chapitre VI:

Résultats et discussions

## VI. Résultats et discussions

## VI.1. Analyses physiques

- Analyse granulométrique

Tableau 05 : Résultats d'analyse granulométrique de sable Ouled Aissa.

Tamis (mm)	poids du tamis vide (g)	Refus du Tamis plein (g)	Refus partiel (g)	Refus Cumulés (%)	Tamis Cumulés (%)
5	1184.2	1214.8	30.6	2.04	97.96
2	1108.7	1158.6	49.9	5.36	94.64
1	1016.3	1213.4	197.1	18.51	81.49
0.4	889.4	1807.7	918.3	79.77	20.23
0.2	873.1	1011.3	138.2	88.99	11.01
0.1	814	954.4	140.4	98.35	1.65
0.08	830.9	842.7	11.8	99.14	0.86
Fond	1072.2	1085	12.8	100	0

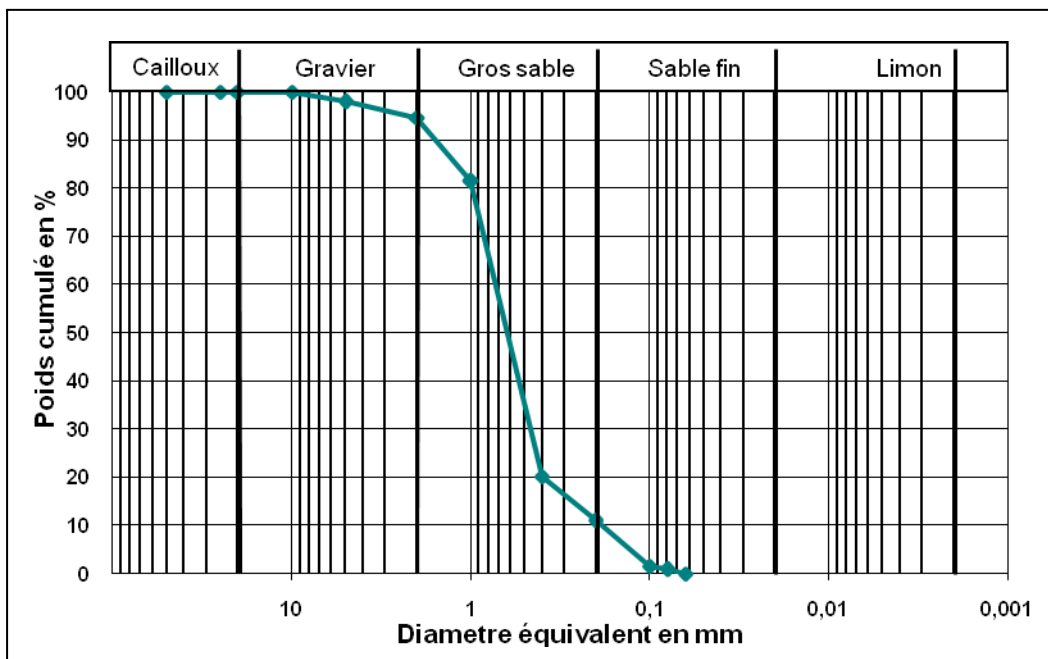
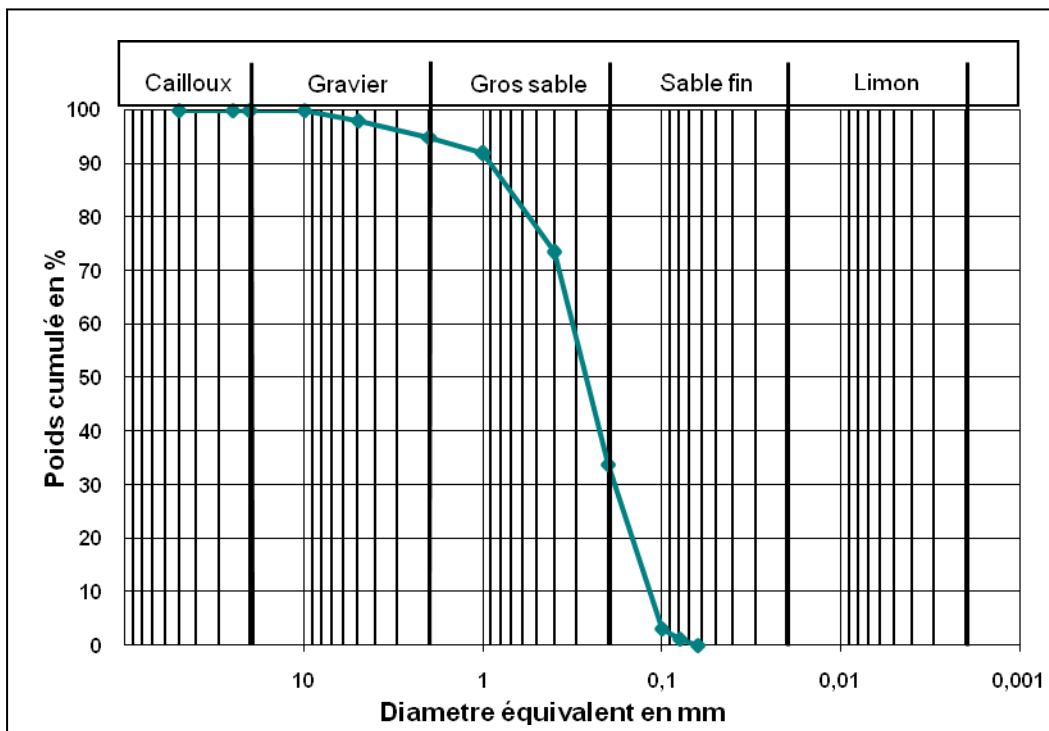


Figure 21: Courbe d'analyse granulométrique de sable Ouled Aissa.

**Tableau 06:** Résultats d'analyse granulométrique de sable Tsabit.

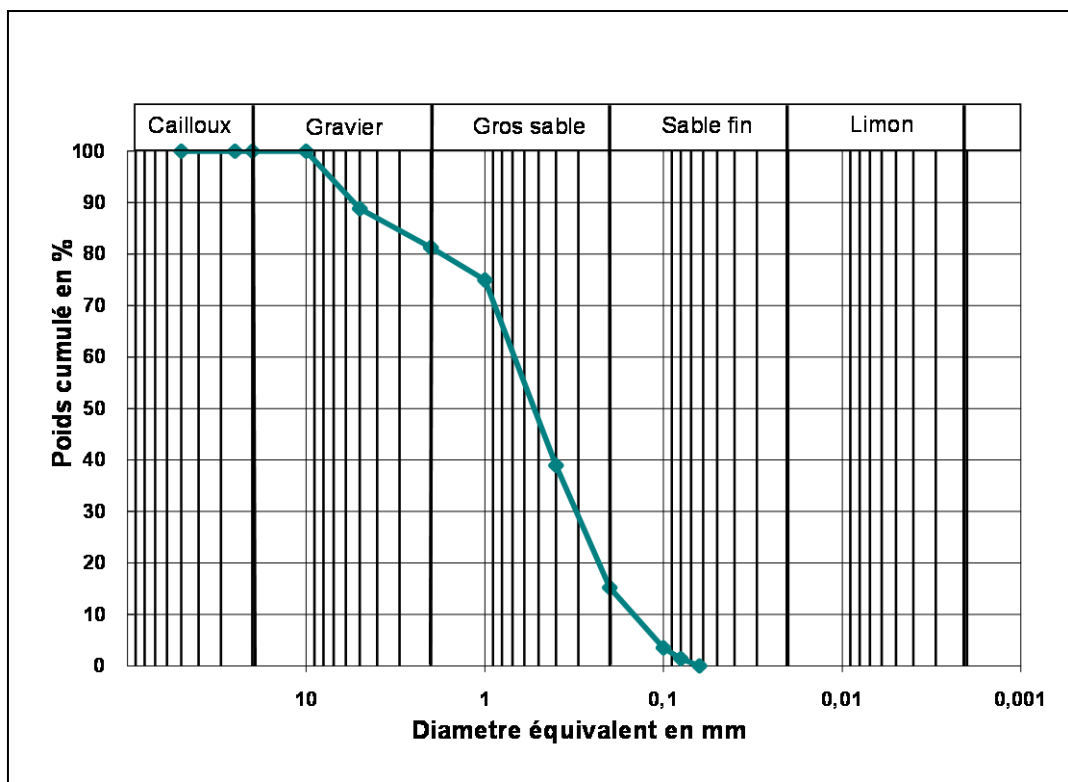
Tamis (mm)	poids du tamis vide (g)	Refus du tamis plein (g)	Refus partiel (g)	refus cumulés (%)	tamis cumulés (%)
5	1183.8	1213.9	30.1	2.01	97.99
2	1107.9	1154	46.1	5.08	94.92
1	1015.5	1060.6	45.1	8.08	91.92
0.4	889	1166	277	26.55	73.45
0.2	872.8	1467.7	594.9	66.22	33.78
0.1	813.5	1272.8	459.3	96.85	3.15
0.08	830.3	860.3	30	98.85	1.15
Fond	1072	1089.2	17.2	100	0



**Figure 22:** Courbe d'analyse granulométrique de sable Tsabit.

**Tableau 07** : Résultats d'analyse granulométrique de sable Reggan.

Tamis (mm)	poids du tamis vide (g)	Refus du tamis plein (g)	Refus partiel (g)	refus cumulés (%)	tamis cumulés (%)
5	1184.3	1351.7	167.4	11.17	88.83
2	1108.3	1221.5	113.2	18.73	81.27
1	1016.1	1110.7	94.6	25.05	74.95
0.4	889.4	1428.5	539.1	61.05	38.95
0.2	873.0	1228.7	355.7	84.80	15.20
0.1	814	988.7	174.7	96.47	3.53
0.08	830.9	862.6	31.7	98.59	1.41
fond	1072.0	1093.1	21.1	100	0

**Figure 23** : Courbe d'analyse granulométrique de sable Reggan.

- Le coefficient de d'uniformité :  $CU = D_{60}/D_{10}$ .
- Le coefficient de courbure :  $CC = (D_{30})^2 / (D_{10} \cdot D_{60})$ .

Pour un sable propre bien Gradua-t-il faux  $CU > 6$  et  $CC$  compris entre 1 et 3 Si non un sable propre mal Gradua-t-il.

**Tableau 09:** Représente la valeur de bleu de quelques sols.

	<b>Le Sable de Tsabit</b>	<b>Le Sable de Reggan</b>	<b>Le Sable de Ouled Aissa</b>
<b>D60 (mm)</b>	0,3	0,7	0,7
<b>D30 (mm)</b>	0,19	0,3	0,47
<b>D10 (mm)</b>	0,13	0,17	0,2
<b>CU</b>	2,3	4,11	3,5
<b>CC</b>	0,92	0,75	1,57
<b>Désignation Géotechnique</b>	un sable propre mal gradué	un sable propre mal gradué	un sable propre mal gradué

Les types de sol :

**Tableau 10 :** les valeurs de VBS des trois échantillons.

<b>échantillons</b>	<b>VBS</b>
<b>Tsabit</b>	0.6
<b>Ouled Aissa</b>	1.4
<b>Reggan</b>	1.2

Les valeurs de VBS des trois régions sont comprises entre 0.2 et 1.5 se qui signifie que les type de sols sont entre les sols sablo-limoneux et sablo-argileux.

## **VI. 2. Analyses physico-chimiques :**

Le tableau ci-dessous illustre les résultats des analyses physico-chimique des sols des trois région.

**Tableau 11 :** Résultats des analyses physique-chimique de sol.

<b>Paramètre</b>	<b>Tsabit</b>	<b>Reggan</b>	<b>Ouled Aissa</b>
<b>pH</b>	7.63	7.04	6.57
<b>CE (mS/cm)</b>	8.46	1.1887	1.974
<b>Humidité (%)</b>	9.604	5.26	11.13

D'après le tableau 11 nous remarquons que les valeurs du pH varient entre 6,57 et 7,63.



Ces valeurs du pH sont presque neutres et elles conforment aux normes Algériennes d'agriculture ( $6,5 < \text{pH} < 8,5$ ).

Nous observons d'après le tableau 11 que les valeurs de la conductivité sont 8,46 mS/cm, 1.1887 mS/cm et 1.974 mS/cm respectivement pour Tsabit, Reggan et Ouled Aissa.

Les valeurs de la conductivité Reggan et Ouled Aissa conforment aux normes Algériennes d'irrigation tandis que celle de Tsabit les dépasse.

Le taux d'humidité de la région d'Ouled Aissa est plus élevé que ce des autres régions.

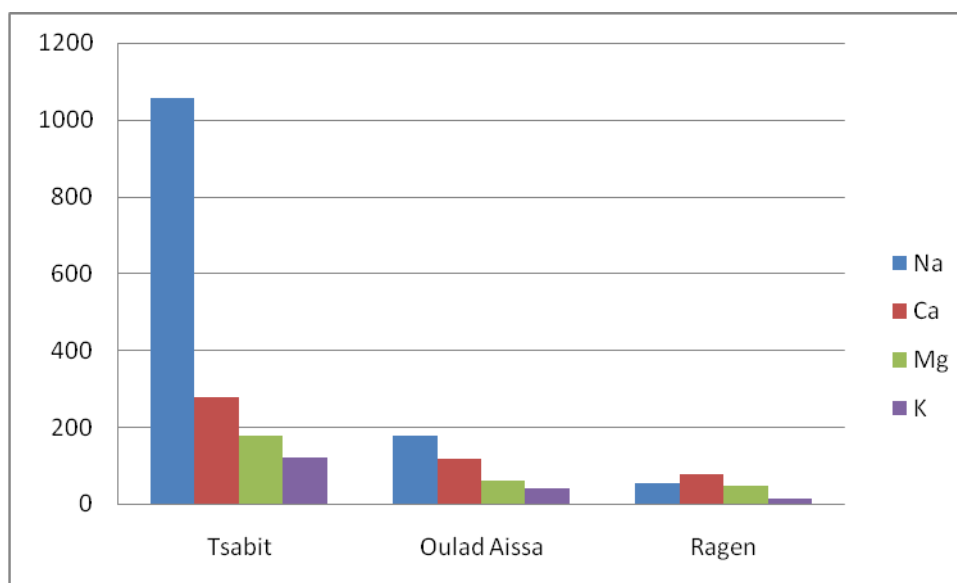
### V.3. Analyse chimique :

Pour l'analyse chimique de chaque sol, nous avons regroupé ces résultats dans le tableau suivant.

**Tableau 12** : Résultats des analyses chimique de sol.

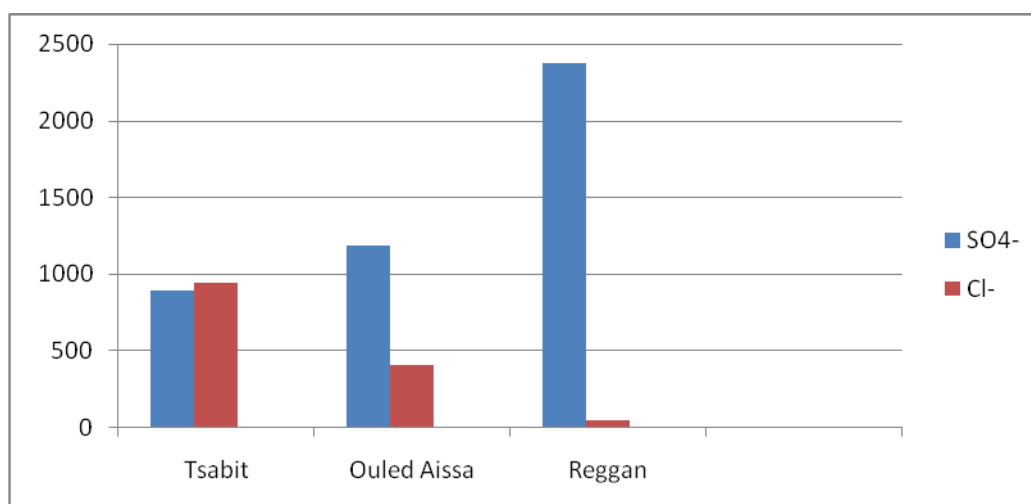
Elément à analyser	Tsabit	Ouled Issa	Reggan
$\text{Na}^+$ (mg/l)	1056	177	54
$\text{K}^+$ (mg/l)	120	39	13
$\text{Ca}^{+2}$ (mg/l)	276	116	76
$\text{Mg}^{+2}$ (mg/l)	178	60	48
$\text{SO}_4^{-2}$ (mg/l)	893	1184	2372
$\text{Cl}^-$ (mg/l)	941	409	51
$\text{HCO}_3^-$ (mg/l)	52	31	24
$\text{CO}_3^{-2}$ (mg/l)	0	0	0

Pour les analyses des cations de nos échantillons, nous observons que sol le plus riche en cations est celui de la région de Tsabit. Par contre le sol de Reggan est moins riche. Concernant les teneurs en sodium  $\text{Na}^+$  et potassium  $\text{K}^+$  ; nous avons enregistré des valeurs moyennes de sodium et potassium de 177 et 39 mg/l, respectivement dans la région de Ouled Aissa, et des faibles valeurs de 54 et 13 mg/l dans la région de Reggan pour les mêmes éléments. Les fortes valeurs observées en  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  (1056 et 120 mg/l respectivement) sont enregistrés dans la région de Tsabit. Pour les teneurs en calcium  $\text{Ca}^{2+}$  et magnésium  $\text{Mg}^{2+}$ , nous remarquons que la région de Tsabit a toujours des fortes valeurs 276 mg/l pour le  $\text{Ca}^{2+}$  et 178 mg/l pour le  $\text{Mg}^{2+}$ , par rapport les autres régions (figure 35).



**Figure 24 :** Variation des teneurs des cations dans les régions d'étude.

Cette forte accumulation des cations dans la région de Tsabit est accompagnée avec l'augmentation des valeurs des anions dans la même région, pour cela, nous avons remarqué des fortes valeurs des anions comme 941 mg/l pour le chlorure et 52 mg/l pour les sulfates. A l'autre côté, les résultats de notre analyse chimique enregistrent des valeurs moyennes en anions pour la région d'Ouled Aissa (409/1184mg/ml ;  $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$ ) et de valeurs pour la région de Reggan (51/2372 mg/ml ;  $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$ ) (figure 36).

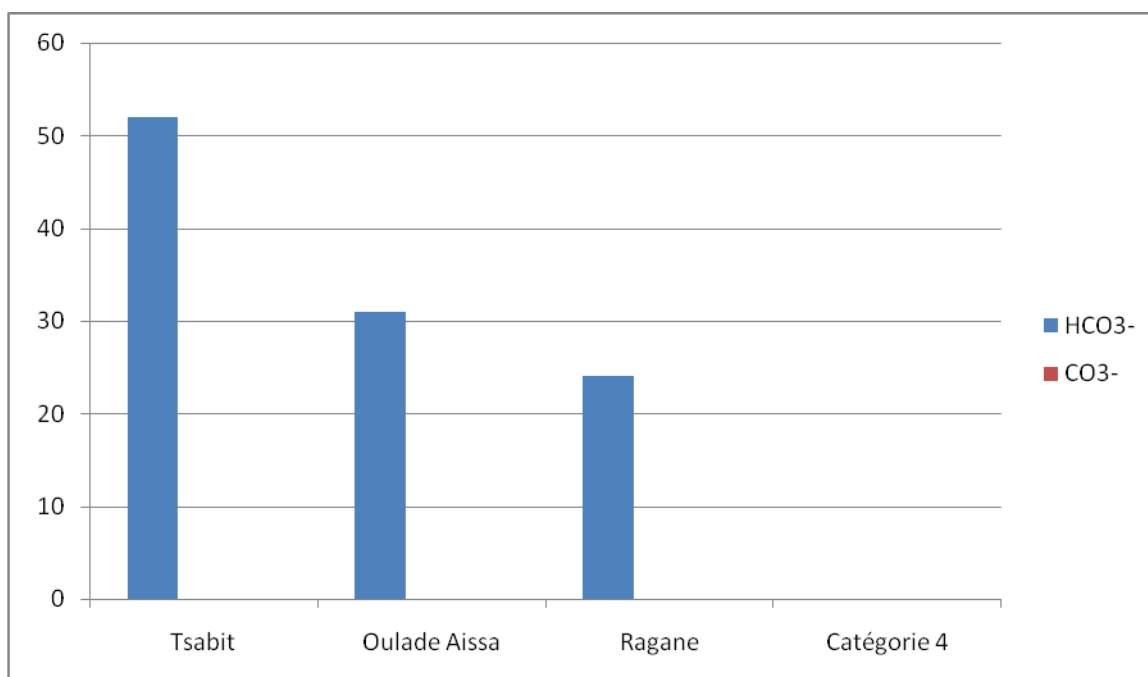


**Figure 25 :** Variation de teneur des  $[\text{SO}_4^{2-}]$  et  $[\text{Cl}^-]$  les régions d'étude.

Nous avons noté auparavant que la conductivité de l'échantillon de la région de Tsabit est de 8.46 ms/cm. Cette hyper-salinité dans le sol de Tsabit est confirmé avec les

fortes valeurs en cations et anions (formation des sels comme NaCl, MgCl<sub>2</sub>, CaCl<sub>2</sub>, ....etc.).

Nous avons trouvé que le carbonate  $\text{CO}_3^-$  est absent dans toutes ces analyses de chaque sol. En revanche, les valeurs de bicarbonate  $\text{HCO}_3^-$  de région de Tsabit, Ouled Aissa et Reggan sont respectivement 52, 31 et 24 mg/ml. (figure 37)



**Figure 26 :** Variation teneurs  $[\text{HCO}_3^-]$  et  $[\text{CO}_3^-]$  dans les régions d'étude.

### VI. 3. Analyse microbiologique :

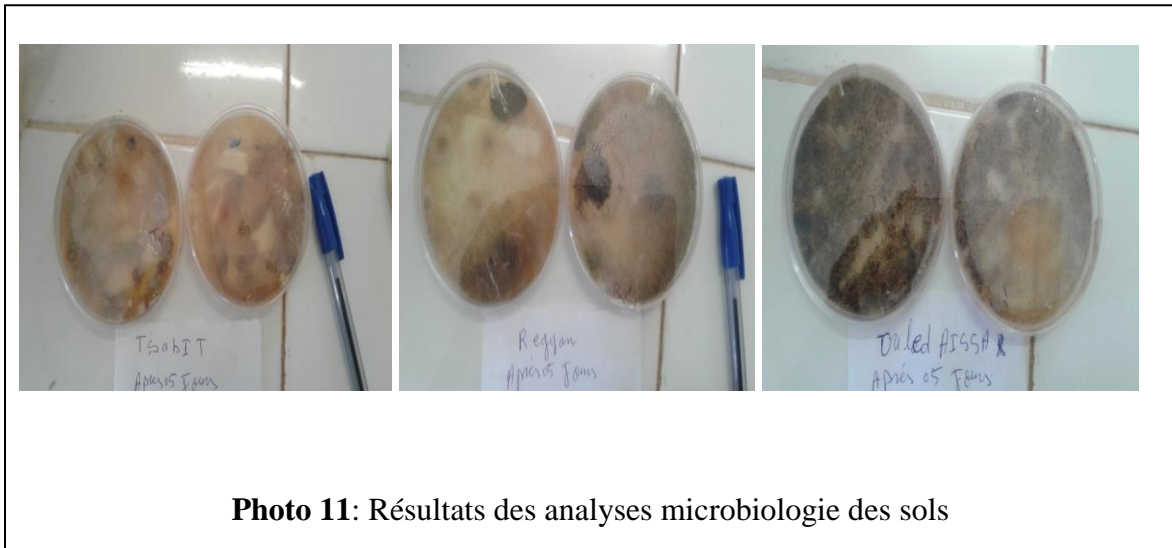
Nous avons calculé pour chaque boîte pétrie le nombre de colonie de champignons et des bactéries après 5 jours d'incubation. Le tableau suivant regroupe les résultats de cette analyse microbienne.

**Tableau 13 :** résultats d'analyse microbienne.

échantillon	Champignons		Bactéries	
	colonie	%	colonie	%
Tsabit	8	40	12	60
Ouled Aissa	2	3,84	50	96,16
Reggan	2	100	0	0

D'après le tableau 13, l'analyse microbiologique nous a montré que le sol de la région de Ouled Aissa est un milieu favorable pour les bactéries avec 50 colonies/ ml et que le sol de Reggan est plus favorable pour les fongiques (100 %).

A cause de moyens expérimentaux, l'identification de champignon de *Fusarium Oxysporum* n'est pas achevée.



**Photo 11:** Résultats des analyses microbiologie des sols

A light blue, wavy-edged shape that resembles a stylized wave or a decorative frame. It has a rounded top and a rounded bottom, with a slight dip in the middle. The shape is filled with a solid light blue color and has a thin, darker blue outline.

**CONCLUSION**

# Conclusion général

---

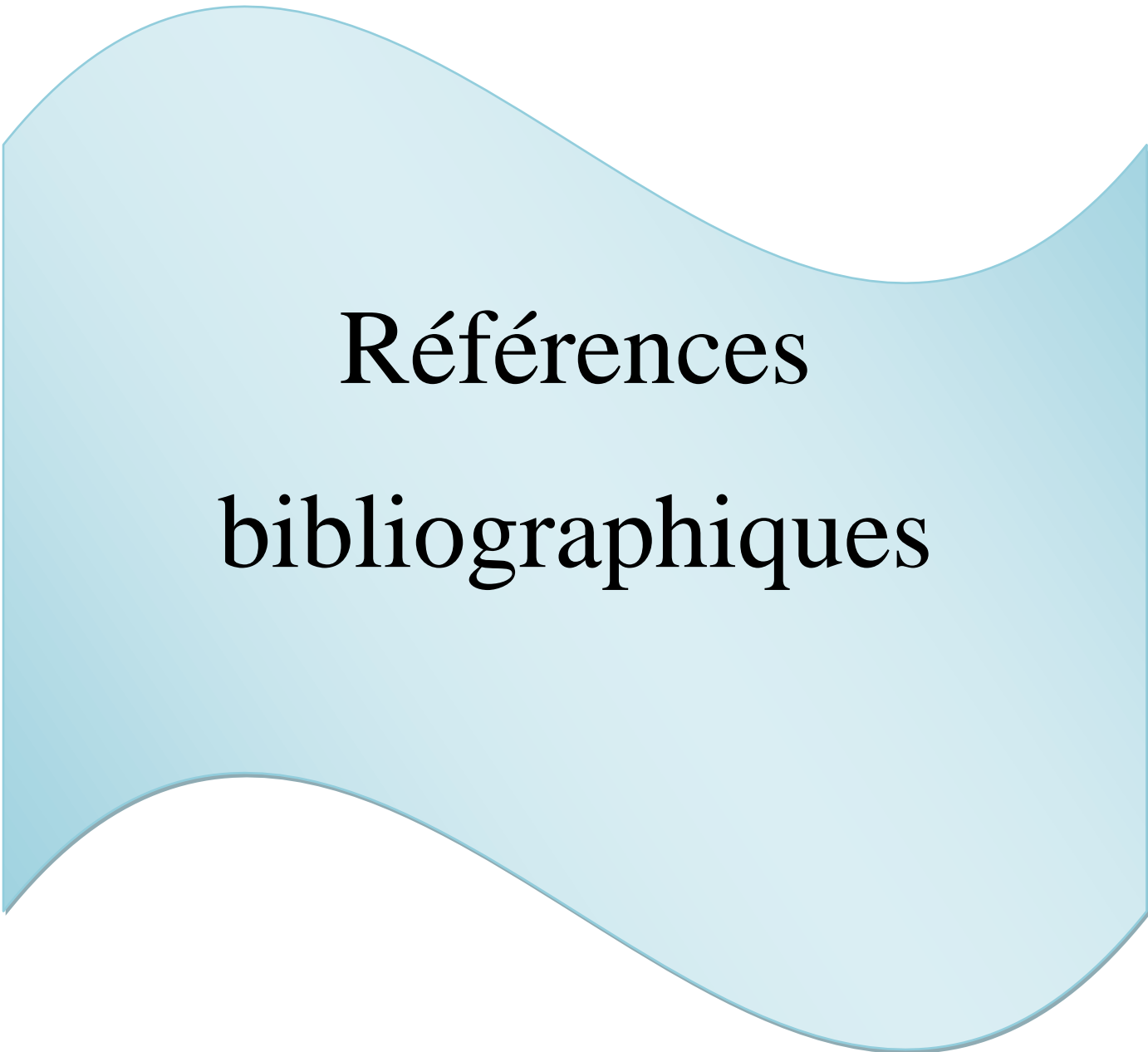
## Conclusion général

Notre travail est focalisé surtout sur la Comparaison Physicochimiques et Biologiques de Sols de Trois Régions de la Wilaya d'Adrar : Tsabit, Reggan et Ouled Aissa Timmi. La partie d'analyses physico-chimiques de ce travail a été effectuée en laboratoire pédagogique de l'université d'Adrar, tandis que la partie biologique a été faite en laboratoire de microbiologie de l'Institut National de Recherche Agricole (INRA).

La première partie porte sur l'analyse granulométrique de sol de la région de Tsabit, Reggan et Ouled Aissa Timmi. Nous avons constaté que la nature de sol de ces trois régions sont entre sol sablo-limoneux et sablo-argileux, avec une valeur de VBS compris entre 0.2 et 1.5.

Nous avons également fait les analyses physico-chimiques de chaque région. Ces analyses montrent que, l'échantillon le plus riche en cations est celui de la région de Tsabit. Par contre l'échantillon de Reggan est le moins riche. Nous avons enregistré des valeurs moyennes de sodium et potassium de 177 et 39 mg/l, respectivement dans la région d'Ouled Aissa, et des faibles valeurs de 54 et 13 mg/l dans la région de Reggan pour les mêmes éléments. Les fortes valeurs observées en  $Na^+$  et  $K^+$  (1056 et 120 mg/l respectivement) sont enregistrés dans la région de Tsabit. Pour les teneurs en calcium  $Ca^{2+}$  et magnésium  $Mg^{2+}$ , nous remarquons que la région de Tsabit a toujours des fortes valeurs 276 mg/l pour le  $Ca^{2+}$  et 178 mg/l pour le  $Mg^{2+}$ , par rapport les autres régions. Les résultats de d'analyse chimique enregistrent des valeurs moyennes en anions pour la région d'Ouled Aissa (409/1184mg/ml ;  $Cl^-/SO_4^{2-}$ ) et pour la région de Reggan (51/2372 mg/ml ;  $Cl^-/SO_4^{2-}$ ).

L'analyse microbiologique de sol de ces régions nous a montré que le sol de Reggan est plus contaminé avec des champignons par rapport de sol de la région d'Ouled Aissa Timmi qui est contaminé avec des bactéries. A cause de moyens expérimentaux, l'identification de champignon de *Fusarium Oxysporum* n'est pas achevée.



Références  
bibliographiques

---

## Références et bibliographiques :

**ABDESLEM SM.** , Etude de la compatibilité végétative chez des populations de *Fusarium oxysporum* isolées l'ouest Algérien., Mémoire de Magister .

**AIABOUVETTE ;C, (1983).** La réceptivité des sols aux fusarioses vasculaires rôle de la compétition nutritive entr microorganismes. Thèse Doctorat d'état, Université de NANCY I.

**AMIR H., AMIR A., (1988).** Le palmier dattier et la fusariose. XIV :Antagonisme dans le sol de souches de *Fusarium solani* vis-à-vis de *Fusarium oxysporum f.sp.albedinis*. Revue d'Ecologie et de Biologie du sol.

**AMIR H., BENNACEUR M., LAOUFI Z., AMIR A., BOUNAGA N., (1985).** Le palmier dattier et la fusariose. XIII : contribution à l'étude de l'écologie microbienne du sol de 2 palmeraies sahariennes atteintes de Bayoud. Revue d'Ecologie et de Biologie du sol

**-AMIR. H., (1981).** Antagonismes de divers microorganismes vis-à-vis de *Fusarium Oxysporum f.sp .albedinis* (KILIAN et MAIRE) GORDON, agent du Bayoud. Magister., , Université STHB. Alger

**AMIRE ET SABAOU, (1983)** .Le palmier dattier et la *fusariose*.XII.Antagonisme dans le sol de 2actinomycètes vis-à-vis de *Fusarium oxysporum f.sp.albedinis*, responsable du bayoud. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord .

**APG II,(2003).**An Update of Angiosperm Phylogeny Group classification for orders and families of flowering plants. Bot.J. Linn. Soc.

**APG III ,(2009).** An Update of Angiosperm Phylogeny Group classification for orders and families of flowering plants. Bot.J. Linn. Soc

**BELLKACEM H., (2006),**contribution a l'étude des maladies fongiques du palmier dattier *phoenix dactylifera l.cas* de la cuvette . Ouargla.

**BEN CHEIKH, A, (2011).** Les Champignons Accompagnés de L'embryon Du Palmier Dattier. Université kasdi merbah .Ouargla.

**BETAÏL.A. CHEHMA 1 ET HF. LONGO 2 ,(2001),**Valorisation des Sous-Produits du Palmier Dattier en Vue de leur Utilisation en Alimentation du. Rev. Energ. Ren. : Production et Valorisation – Biomasse,.

**BEZATO, T, (2013).** Les palmiers dattiers « *phoenix dactylifera* » à Toliara : étude de la filière, utilisation et diversité variétale. Université de Toliara.

**BOUNAGA , D,et BOUNAGA , N,(1973).** Le palmier dattier et la *fusariose*. I: Les vaisseaux. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord .



---

**BOUNAGA N., (1975).** Comportement du *Fusarium oxysporum* f.sp.albedinis (KILIAN et MAIRE) GORDON, en présence de composés glucidiques. Thèse doctorat, 3<sup>ème</sup> Cycle, Université d'Alger. Alger.

**CHAIB O, (2010).**, Contamination microbiologique, physico-chimique et métaux lourds des sols de la ville de Fès..Faculte des sciences et techniques de fes - Master chimie

**-DIHAZI A., (2012),** Interaction Palmier dattier-*Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* : Induction des réactions de défense par l'acide alicylique et rôle de quelques microorganismes antagonistes de l'agent pathogène dans le contrôle de la maladie du Bayoud, Universite Ibn Zohr Centre des Etudes Doctorales . Faculté des sciences Agadir. Maroc

**DJOUDI, I, (2013).** Contribution à l'identification et à la caractérisation de quelques accessions du palmier dattier (*Phoenix dactylifera*.L) dans la région de Biskra, Biskra.

**ELENA, K,( 2004).** *Fusarium* wilt de *Phoenix Canariensis* : Premier rapport en Grèce

**FERNANDEZ D, LOURD M, OUINTEN M, TANTAOUI A ET JEAN-PAUL GEIGE,**  
*Une maladie qui menace la phoeniciculture .*

**GOSSA, N, (2013).** Elaboration et caractérisation expérimentale du comportement mécanique du béton à base de fibres de palmier dattier. Master. Université kasdi merbah. Ouargla.

**HACINI M., (2012),** Salinité des eaux et des sols au niveau de la Sabkha de Bamendil, caractérisation et conséquence sur l'environnement..

**Hakkou A, Chakroune K, Souna F et Bouakka M.,** La fusariose vasculaire du palmier dattier (Bayoud) : Méthodes de lutte.,Laboratoire de Biochimie, Faculté des Sciences,Université Mohammed Premier, Oujda, Maroc.

**INKAA, BESSEDIK F, SAKA H, MOUSSAOUI B, YAKHOU S ., (2000)** fusariose du palmier dattier: dénombrement et évaluation des microorganismes des sols de différentes parcelles de palmier dattier indemnes de bayoud. recherche agronomique

**JOFFE et al., PALTU J., ARBEL-SHERMAN R.,(1974).** *Fusarium oxysporum* SCHLECHT . Phytoparasitica.

**John F.leslie ;Brett A Summerell.,** The *Fusarium* laboratory manuale .

**KANT P., REINPRECHT Y., MARTIN CJ., ISLAM R., AND -PAULS KP ,(2011),,** disease., resistance/ pathology/ *Fusarium* ., University of Guelph, Guelph, ON, Canada

**KEBIR, T, (2012).** Étude de contamination, d'accumulation et de mobilité de quelques métaux lourds dans des légumes, des fruits et des sols agricoles situés près d'une décharge

---

industrielle de l'usine al zinc de la ville de ghazaouet. Thèse, université abou bekr belkaid, Tlemcen.

**LAROUS L., (2014)** .Effet d'osmoprotecteurs naturels sur la restauration de croissance de *Streptomyces* et de plantes d'intérêt agricole sur sol salé ou aride .

**LOUVET J, BULIT J, TOUTAIN G et RIEUF P.,**le bayoud, fusariose vasculaire du palmier dattier symptômes et nature de la maladie moyens de lutte. avec la collaboration technique de marie-louise Chapuis

**LOUVET, J.,( 1987)**. Utilisation de souches non pathogènes de *Fusarium* pour lutter contre les *fusarioses* ; situation actuelle dans la pratique. Bulletin Org. Eur. Méditerran. Prot. Plant.

**Lucie P.(2004)**. Guide du sol.

**-m. à j. (2014),** Les différents paramètres physiques et chimiques des eaux et commentaires

**MAHDI N., (2011)**, Essai de lutte biologique contre la Fusariose vasculaire du Palmier Dattier (*Phoenix dactylifera L.*). Magister. Université Mouloude Mammeri . Tizi ousou.

**MAHDI, N, (1984)**.Essai de sélection de quelques souches de *Fusarium solani* et *Fusarium oxysporum* antagonistes du *Fusarium oxysporum f.sp.albedinis* (KILLIAN et MAIRE) GORDON,agent du Bayoud.DES. Université STHB. Alger,.

**MATHIEU, et Françoise PIELTAIN, (2004)**, Analyse chimique des sols – Méthodes choisies par Clément.

**MAURICE S.,** les méthodes d'analyses des sols aux s.s.c. de bondy orstom. b. dabin. o. r.s.t.o.m<sup>e</sup> fonds documentaire, rapport de stage.

**MAZOYER M, (2002)**. Larousse agricole, le monde agricole au XXI<sup>e</sup> siècle. Ed. Mathilde Majorel. 224p

**MOUREAUX CL., (1973)**, O.R.S.T.O.M. - S.S.C. Cours de MICROBIOLOGIE DU SOL .

**-OEPP/EPPO, (1992)**. Fiche informative sur les organismes de quarantaine : *Fusarium oxysporum f.sp. albedinis*, préparée par le CABI et l'OEPP pour l'UE sous contrat 90/399003.

**PARLONS .F ,(2005)** . Ce document a été réalisé par le Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec grâce au Fonds canadien d'adaptation et de développement rural (FCADR) d'Agriculture et Agroalimentaire .Canada.

**RAOUIA S., (2008)**, Biodégradation du 2,4-dichlorophénol par le microbiote tellurique de la région de Hamla (Batna) noumeur .

**SAAIDI M., (1979)**, Contribution à la lutte contre le Bayoud, fusariose vasculaire du palmier dattier. Thèse université de Dijon.

---

**SALLON S., SOLOWEY E., COHEN Y., KORCHINSKY R., EGLI M., WOODHATCH I., SIMCHONI O., KISLEV M. (2008).** Germination, Genetics, and Growth of an Ancient Date Seed. *Science* 320: 1464.

**SEDRA, H.(2003).**Le palmier dattier bas de la mise en valeur des oasis au Maroc.

**STENGEL P, BRUKLER L ET BALESSENT J, ( 2009).** sous la direction de.Le Sol .INRA.

**TANTAOUI A., (1993),** Le Bayoud du palmier dattier, Densité et répartition de *Fusarium oxysporum* f.sp.albedinis au sein du peuplement des *Fusarium* spp dans le sol et perspectives de la lutte directe, El Awamia,.

**TOUTAIN G., (1965),** Note sur l'épidémiologie du Bayoud en Afrique du Nour, Al Awamia , Rabat,.



# Annexes

**Tableau 01:** Représente la valeur de bleu de quelques sols.

VBS ( $\frac{\text{cm}^3}{\text{g}}$ ) :	Nature de sol :
VBS<0,1	Sol d'insensibilité à l'eau.
0,1<VBS<0,2	Sol au-dessus duquel apparaît à coup sûr la sensibilité à l'eau.
0,2<VBS<1,5	Sol entre les sols sablo-limoneux et sablo-argileux.
1,5<VBS<2,5	Sol entre les sols limoneux peu plastiques et ceux de plasticité moyenne.
2,5<VBS<6	Sol entre les sols limoneux et argileux.
8<VBS	Sol entre les sols argileux et très argileux.

**Tableau 02:** Echelle de salinité des sols

Degré de salinité	Non salin	Légèrement salin	Salin	Très salin	Extrêmement salin
CE à 25°C					
en mmhos/cm					
*Extrait 1/10	<0,25	0,25-0,50	0,50-1,00	1,00-2,00	> 2,00
*Extrait 1/5	<0,50	0,50-1,00	1,00-2,00	2,00-4,00	> 4,00
*Extrait pate saturée	<2,00	2,00-4,00	4,00-8,00	8,00-16,00	> 16,00

**Tableau 03:** classification du sol selon la teneur on CaCO<sub>3</sub>.

<b>% CaCO<sub>3</sub></b>	<b>Teneur</b>
< 1%	Horizon non calcaire
1 à 5	Horizon peu calcaire
5-25	Horizon modéré calcaire
25-50	Horizon fortement calcaire
50 à 80%	Horizon très fortement calcaire
> 80%	Horizon excessivement calcaire

**Tableau 04:** Norme d'interprétation de la matière organique

<b>Sol</b>	<b>Taux de matière organique (%)</b>
Très pauvre	< 1
Pauvre	1-2
Moyen	2-4
Riche	> 4