



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

# MÉMOIRE DE MASTER

Science de la Nature et de la Vie  
Sciences Agronomiques  
**Hydropédologie**

Réf. : Entrez la référence du document

---

Présenté et soutenu par :  
TANECHÉ Zahira

Le : mercredi 30 septembre 2020

## **Evaluation des statuts potassique après une fertilisation sulfato-potassique sous palmeraie « le cas des sols gypseux »**

---

Jury :

<b>M. JEKERE.F.L.</b>	MAA	Université de Biskra	Président
<b>M. KHACHELS .</b>	MAA	Université de Biskra	Rapporteur
<b>M. BOUMAREF.B.</b>	MAA	Université de Biskra	Examineur

Année universitaire : 2019 - 2020

# Remerciement

Je tiens tout d'abord à remercier Monsieur, **Khachai Salim** chef de  
Département d' Agronomie de l'Université Mohamed Kheider Biskra ,  
pour m'avoir dirigé dans ce travail ainsi que pour son aide et ses précieux  
conseils au cours de cette année .

Je remercie aussi Monsieur le président **Jekeref .L** et l' examinateur  
**Boumarf . B**

Une remerciement spécial a Monsieur **Guimer Kamel** aussi Monsieur  
**Messak M.R** , M<sup>eme</sup> **Mabrek N** , M<sup>elle</sup> **Boukhalifa H** , Monsieur **Bensmain**  
**B** , sans oublier Monsieur le responsable de laboratoire  
de notre département .

Je souhaiterais également remercier tout particulièrement Monsieur  
**Boukehil Khaled** a son aide et leurs soutien et précieuses conseils

Je tenais à remercier l'ensemble des enseignants et membres  
de département d'Agronomie .

## DEDICACE

A ma Chère Mère Fatna la chandelle de ma vie

A mon Père Lakhder Dont le mérite,

A mon seul Frère et mes sœurs

Moussa , Khaoula et ma petite Oumaima

A mes tentes particulièrement Rahima

A tous les gens m'aiment

A mes amis d'enfance Imen , Houda , Abdou, Lamin , Fati ...

A mes camarades Gamra , Nabila , Haroune Salima, Zahra

,Adel ,Rokia et Ahlem ...



RAHIRA

# Table des matières

**Remercîment**

**Dédicace**

**Liste des tableaux**

**Liste des figures**

## **Chapitre 01: Présentation de la zone d'étude**

<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>I/ Climat</b>	<b>01</b>
<b>I- 1/ données climatiques</b>	<b>01</b>
<b>I-1-1 Température</b>	<b>01</b>
<b>I-1-2 Précipitation</b>	<b>02</b>
<b>I-1-3 Vent</b>	<b>03</b>
<b>I-1-4 Humidité relative</b>	<b>04</b>
<b>I-2 Climagramme d'Emberger</b>	<b>06</b>
<b>II / Sol</b>	<b>09</b>
<b>II – 1 Sols gypseux</b>	<b>09</b>
<b>II – 2 Sol salé</b>	<b>09</b>
<b>II – 3 Accumulation dunaires</b>	<b>11</b>
<b>II – 4 Sols alluvionnaire</b>	<b>11</b>
<b>III / Hydrogéologie</b>	<b>12</b>
<b>III- 1 Nappes superficielles</b>	<b>12</b>
<b>III – 2 Nappes des sables</b>	<b>12</b>
<b>III – 3 Nappe des calcaires</b>	<b>12</b>
<b>III – 4 Nappe du continental intercalaire1</b>	<b>12</b>
<b>IV – Végétations</b>	<b>13</b>

## **. Chapitre 02 : Généralité sur le statut du potassium**

<b>I – Origine de potassium</b>	14
<b>I-1 Potassium des minéraux silicatés</b>	14
<b>I-2 Potassium échangeable</b>	14
<b>I-3 Potassium rétrogradé</b>	15
<b>I- 4 Potassium associé aux matières organiques.</b>	15
<b>I- 5 Engrais potassiques</b>	15
<b>II. Formes de potassium</b>	16
<b>III. Teneur du sol en potassium total</b>	16
<b>IV- Concepts de capacité, intensité et pouvoir tampon potassiques des sols</b>	17
<b>1.C.E.C</b>	17
<b>2.Taux de saturation</b>	18
<b>3.Potassium échangeable</b>	18
<b>V. Dynamisme et disponibilité du potassium dans le sol</b>	18
<b>VI. Facteurs de disponibilité du potassium dans le sol</b>	18
<b>VII .Rôles du potassium dans le fonctionnement métabolique de la cellule végétale</b>	19
<b>a . Pompe sodium-potassium ou Na-K ATPase</b>	22
<b>b. Phénomène d'antagonisme</b>	22
<b>C. Phénomène de synergie</b>	22
<b>d. Carence et toxicité potassique</b>	23

## **Chapitre 03 : Généralité sur les sols gypseux**

<b>I / Définition des sols gypseux</b>	25
<b>II -Origine des accumulations gypseuses</b>	25
<b>II -1 Origine hydrique</b>	26
<b>II – 2 - Origine éolienne</b>	26
<b>III - Formes d'accumulations du gypse</b>	26
<b>III – 1 Croûtes gypseuses</b>	26
<b>III -1 -1 Croûtes gypseuses</b>	27
<b>III-1-2 Croûtes de nappe</b>	27
<b>III- 1-3 Croûte polygonale de surface</b>	27
<b>III-2 Encroutement gypseux</b>	27
<b>IV – Répartition des sols gypseuse</b>	27
<b>IV -1- Dans le monde</b>	27

<b>IV - 2- En Algérie</b>	<b>28</b>
<b>V Classification</b>	<b>29</b>
<b>V-1- La classification Française</b>	<b>29</b>
<b>V-2- Classification Américaine</b>	<b>29</b>
<b>V-3- Classification FAO</b>	<b>30</b>

## **Chapitre 04 : Généralité sur les palmier dattier**

<b>I-Historique et origine</b>	<b>31</b>
<b>II - Taxonomie</b>	<b>31</b>
<b>III Description morphologique du palmier dattier</b>	<b>32</b>
<b>III-1 Appareil végétatif</b>	<b>32</b>
<b>III-1-1. Palmes</b>	<b>32</b>
<b>III-1-2 Tronc</b>	<b>32</b>
<b>III-1-3 Les racines</b>	<b>33</b>
<b>III-1-4 La couronne, ou la frondaison</b>	<b>34</b>
<b>III-2 L'appareil reproducteur</b>	<b>35</b>
<b>III-2-1 Les inflorescences ou les spathes</b>	<b>35</b>
<b>III-2-2 Les fleurs</b>	<b>35</b>
<b>III-2-3 Le fruit</b>	<b>37</b>
<b>IV- Importance de palmier dattier</b>	<b>37</b>
<b>IV- 1- Echelle internationale</b>	
<b>IV-2-Echelle nationale</b>	<b>38</b>
<b>V Calendrier cultural</b>	<b>38</b>
<b>V-1 Défoncement de la croute gypseuse</b>	<b>38</b>
<b>V-2 Amendement</b>	<b>38</b>
<b>V-3 Travail du sol</b>	<b>39</b>
<b>V-4 Plantation</b>	<b>39</b>
<b>V-5 Fertilisation</b>	<b>39</b>
<b>V-5-1 Organique</b>	<b>39</b>
<b>V-5 -2 Minérale</b>	<b>39</b>
<b>A -Phosphore</b>	<b>39</b>
<b>B- Potassium</b>	<b>39</b>
<b>V-6 Pollinisation</b>	<b>40</b>
<b>V-7 Irrigation</b>	<b>40</b>

<b>V-8 Toilettage du palmier dattier</b>	<b>40</b>
<b>V-9 Limitation de nombre de régime</b>	<b>40</b>
<b>V-10 Sevrage</b>	<b>41</b>
<b>V-11 Récolte</b>	<b>41</b>

## **Chapitre V:Matériel et méthode**

<b>I . Echantillonnage</b>	<b>42</b>
<b>II . Analyse de laboratoire</b>	<b>42</b>
<b>1. Analyses physiques</b>	<b>42</b>
<b>2.Analyses chimiques</b>	<b>42</b>
<b>2.1 Détermination de pH</b>	<b>42</b>
<b>2.2 Détermination de la conductivité électrique (CE)</b>	<b>42</b>
<b>2.3 Dosage de Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup></b>	
<b>2.4 Dosage de Ca<sup>++</sup> et Mg<sup>++</sup></b>	<b>43</b>
<b>2.5 Dosage du phosphore</b>	<b>45</b>
<b>2.6 Dosage des sulfates ( SO<sub>4</sub><sup>-</sup>)</b>	<b>47</b>

## **Chapitre VI :Résultats et discussions**

<b>I. Composition minérale du sol</b>	<b>49</b>
<b>1. Evaluation de la salinité</b>	<b>49</b>
<b>2. Evaluation de l'évolution du pH</b>	<b>49</b>
<b>3. Teneurs en K<sup>+</sup></b>	<b>49</b>
<b>4. Teneures en Na<sup>+</sup></b>	<b>50</b>
<b>5. Teneurs en Ca<sup>++</sup></b>	<b>51</b>
<b>6. Teneurs en Mg<sup>++</sup></b>	<b>52</b>
<b>II . Composition minérale des eaux de lixiviation</b>	<b>53</b>
<b>1. Salinité des eaux de lixiviation</b>	<b>53</b>
<b>2. Teneur en Na<sup>+</sup></b>	<b>53</b>
<b>3. Teneurs en potassium</b>	<b>54</b>
<b>4. Teneurs en calcium</b>	<b>54</b>
<b>5. Teneurs en magnésium</b>	<b>54</b>

**Conclusion**

**Références bibliographique**



## Résumé

Le travail consiste à l'évaluation des statuts potassique notamment le  $K^+$  soluble et lixivés après un apport sulfato-potassique. Les principaux résultats montre que les sols gypseux sous palmeraie sont fortement perméable ; ceci a conduit à des pertes importante en  $K^+$  et par conséquent à des teneurs faibles de cet élément au niveau de la solution du sol.

**Mot clé :** Statuts potassique, Sols gypseux , Palmier dattier , Datte Deglet nour .

## Abstract

This work consists of the evaluation of potassium status especially the  $K^+$  soluble and leached after a sulphate-potassium fertilization. The main results show that gypsum soils under palm groves are highly permeable this led to important losses in  $K^+$  therefore at low levels of this element in the soil solution.

**Keyword :** Potassium status, Gypsum soils, Date palm , Deglet nour date .

## **LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 01	: Températures moyenne mensuelle a Biskra pour la période (1974-2012)	<b>1</b>
Tableau 02	: Précipitation moyenne mensuelle a Biskra pour la période (1974-2012)	<b>2</b>
Tableau 03	: Vitesse de vent moyenne mensuelle a Biskra pour la période (1974-2012)	<b>4</b>
Tableau 04	: Humidité relative moyenne mensuelle a Biskra pour la période (1974-2012)	<b>5</b>
Tableau 05	: Niveau de fertilité des sols	<b>18</b>
Tableau 6	: Classes d'état de saturation des sols	<b>18</b>
Tableau 07	: les sols gypseux dans la classification française	<b>29</b>
Tableau 08	: Doses des éléments fertilisants selon l'âge du palmier	<b>39</b>
Tableau 9	: Conductivité électrique de sol en ds /m	<b>49</b>
Tableau 10	: pH de sol	<b>49</b>
Tableau 11	: Concentration de Potassium assimilable dans le sol en mg/l	<b>50</b>
Tableau 12	: Concentration de Sodium assimilable dans le sol en mg/l	<b>51</b>
Tableau 13	: Concentration de Calcium assimilable dans le sol en mg/l	<b>52</b>
Tableau 14	: Concentration de Magnésium assimilable dans le sol en mg/l	<b>52</b>
Tableau 15	: Conductivité électrique d'eau de lixiviation en mg/l	<b>53</b>
Tableau 16	: Concentration de Sodium dans l'eau de lixiviation en mg/l	<b>53</b>
Tableau 17	Concentration de potassium des eaux de lixiviation (mg/l)	<b>54</b>
Tableau 17	: Concentration de Calcium dans l'eau de lixiviation en mg/l	<b>54</b>
Tableau 18	: Concentration de Magnésium dans l'eau de lixiviation en mg /l	<b>55</b>
Tableau 19	: Composition minérale des dattes	<b>55</b>

## LISTE DES FIGURES

<b>Fig 01</b>	: Diagramme représente la température moyenne mensuelle de Biskra durant la période 1974-2012	<b>2</b>
<b>Fig 02</b>	: Diagramme représente la précipitation moyenne mensuelle de Biskra durant la période 1974-2012	<b>3</b>
<b>Fig 03</b>	: Diagramme représente la vitesse de vent moyenne mensuelle de Biskra pour la période 1974-2012	<b>4</b>
<b>Fig 04</b>	: Diagramme représente l'humidité relative moyenne mensuelle de Biskra pour la période 1974-2012	<b>5</b>
<b>Fig 05</b>	: Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN de la wilaya de Biskra durant la période 1974-2012	<b>6</b>
<b>Fig 06</b>	: Projection de la wilaya de Biskra dans les climagramme d'EMBERGER pour la période 1974-2012	<b>8</b>
<b>Fig 07</b>	:Principales espèces du couvert végétal de la région de Ziban	<b>13</b>
<b>Fig 08</b>	: Distribution des sols gypseux dans le monde	<b>28</b>
<b>Fig 09</b>	: Une palme	<b>31</b>
<b>Fig 10</b>	: Photo d'un tronc de palmier dattier	<b>32</b>
<b>Fig11</b>	: Les quatre types de racines	<b>33</b>
<b>Fig 12</b>	: Inflorescences et fleurs du dattier	<b>35</b>
<b>Fig 13</b>	: Inflorescences et fleurs du dattier	<b>35</b>
<b>Fig14</b>	: Diagramme florale des fleurs du palmier dattier	<b>35</b>
<b>Fig15</b>	: Datte et son noyau	<b>36</b>

**Fig16** :Photos originaux exprime la méthode d'installation et récupération de récipient

**41**

# Introduction

---

## Introduction

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) est un «arbre de vie» qui appartient à la famille des *Arecaceae*; il est distribué principalement au Moyen-Orient et en Afrique du Nord. Pendant le dernier siècle, la culture du palmier dattier s'est étendue à l'Australie, l'Afrique australe et l'Amérique (Al-Khayri et Naik, 2017).

Le palmier dattier est cultivé comme arbre fruitier dans les régions chaudes arides et semi arides du globe. Bien qu'originaire de pays chauds et humides, cet arbre peut s'adapter à de nombreuses conditions, grâce à sa grande variabilité. Ainsi, sa culture, ou phoeniculture, est pratiquée en zones marginales soit par tradition, soit en raison de conditions historiques ou économiques particulières (Gilles Peyron, 2000).

Le potassium (K) est parmi les trois macroéléments (NPK) indispensables pour la vie des plantes, (Simonsson et al, 2009), Il joue un rôle particulièrement important dans la croissance et le métabolisme des plantes (Awatef, 2015). Le potassium joue un rôle essentiel dans l'activation enzymatique, la synthèse protéique, la photosynthèse, le mouvement stomatique, le transfert d'énergie, le transport du phloème, l'équilibre cation-anion et la résistance aux différents stress (Marschner, et Marschner, 2012). Aussi, le potassium est indispensable pour différents processus, à savoir la photosynthèse, la formation de fruits, la résistance au froid et la résistance aux maladies (Wang, 2013).

Le potassium est l'un des principaux constituants chimiques des minéraux (Deblay S, 2006). Il s'agit d'un élément majeur essentiel dans la nutrition minérale des plantes (Laoufi H, 2010). Dans le sol, le potassium se présente essentiellement sous forme minérale répartie en quatre compartiments (Barber S. A, 1995 in Ait Mechedal M, 2016). En solution, il est à l'état d'ion  $K^+$  pour être soit assimilé par la plante, soit adsorbé sur le complexe adsorbant. D'autre part, il peut être fortement fixé dans la structure de certains minéraux argileux, donnant lieu à la forme rétrogradée. Enfin, le potassium des minéraux primaires est caractéristique de la forme insoluble. En somme, c'est la distribution du potassium entre les différents compartiments qui caractérise le statut potassique du sol (Ait Mechedal M et al, 2016).

Il existe un certain état d'équilibre entre les différentes formes de potassium. Il est fait référence à un équilibre rapide entre le potassium de la solution et le potassium échangeable, et un équilibre plus lent entre le potassium rétrogradé et le potassium échangeable (Sparks D.L, 1987).

# Introduction

---

**Problématique** : dans ce travail, nous tentons de répondre sur les questions principales suivantes :  
Qu'elles sont les destinations de potassium dans un sol gypseuse après une fertilisation pendant des différents stades de production ? et existe-t-il des corrélations entre les différentes formes de potassium

pour la réalisation de ce travail le plan est structuré comme suit

Introduction

Partie bibliographique

Chapitre 01 / Présentation de la zone d'étude

Chapitre 02 / Généralité sur le statut potassique

Chapitre 03 / Généralité sur les sols gypseux

Chapitre 04 / Généralité sur les palmiers dattiers

Partie expérimentale

I – Matériels et méthodes

II – Résultats et discussions

Conclusion

# **Chapitre 01:**

# **Présentation de la**

# **zone d'étude**

# Chapitre 01: Présentation de la zone d'étude

## Chapitre 01: Présentation de la zone d'étude

### I/ Climat

Ils existent plusieurs définitions du climat, certaines tiennent compte de l'action directe ou indirecte du milieu atmosphérique sur les êtres vivants, mais on peut dire que le climat est la distribution statistique des conditions de l'atmosphère terrestre dans une région donnée sur une période donnée. La connaissance du climat est faite à partir de paramètres statistiques simples ou évolués calculés sur des mesures ponctuelles des éléments climatiques comme la température, la pluviométrie (CRSTRA,2016).

Le climat de Biskra est un climat saharien, sec en été et froid en hiver. La pluviométrie est en moyenne entre 120 et 150 mm/an. La température moyenne sur toute l'année est de 20,9 °C. Les données climatiques sont non seulement des éléments décisifs du milieu physique mais elles ont aussi des répercussions profondes sur les êtres vivants animaux et végétaux (Ramade, 1984).

#### I- 1/ données climatiques

Les facteurs climatiques de la région de Biskra retenus sont la température, les précipitations, la vitesse de vent et l'humidité pendant 38 ans (1974-2012) (annexe 01)

#### I-1-1 Température

La température représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère. (Ramade, 2003).

**Tableau 01 : Températures moyenne mensuelle a Biskra pour la période (1974-2012)**

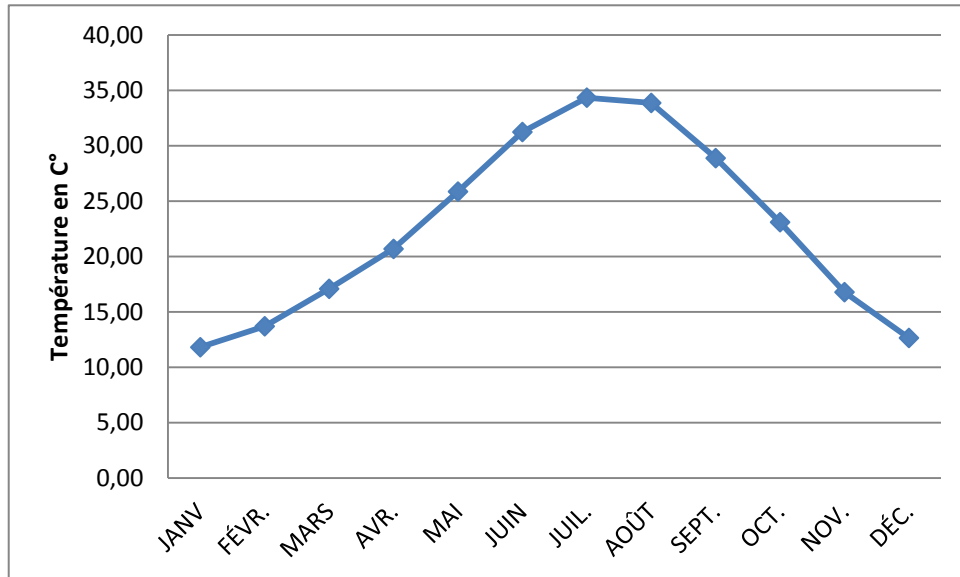
	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Température en C°	11.82	13.71	17.09	20.69	25.86	31.24	34.34	33,86	28.88	23.10	16,79	12,66

(source : station météo de Biskra DAUB )



## Chapitre 01: Présentation de la zone d'étude

Durant la période (1974-2012), les températures moyennes mensuelles les plus basses sont enregistrées durant le mois de janvier (11.82°C). Les températures moyennes mensuelles maximales sont enregistrées durant le mois de juillet (34,34°C).



**Fig 01 : Diagramme représente la température moyenne mensuelle de Biskra durant la période 1974-2012**

### I-1-2 Précipitation

Elle constitue un facteur écologique d'importance fondamentale, non seulement pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres, mais aussi pour certains écosystèmes limniques tels que les mares, les lacs temporaires et les lagunes saumâtres soumises à des périodes d'assèchement (**Ramade, 2003**).

L'insuffisance de pluies sahariennes est accompagnée d'une irrégularité très remarquable du régime pluviométrique et d'une variabilité inter-annuelle considérable, ce qui accentue la sécheresse (**Ozenda, 1991**).

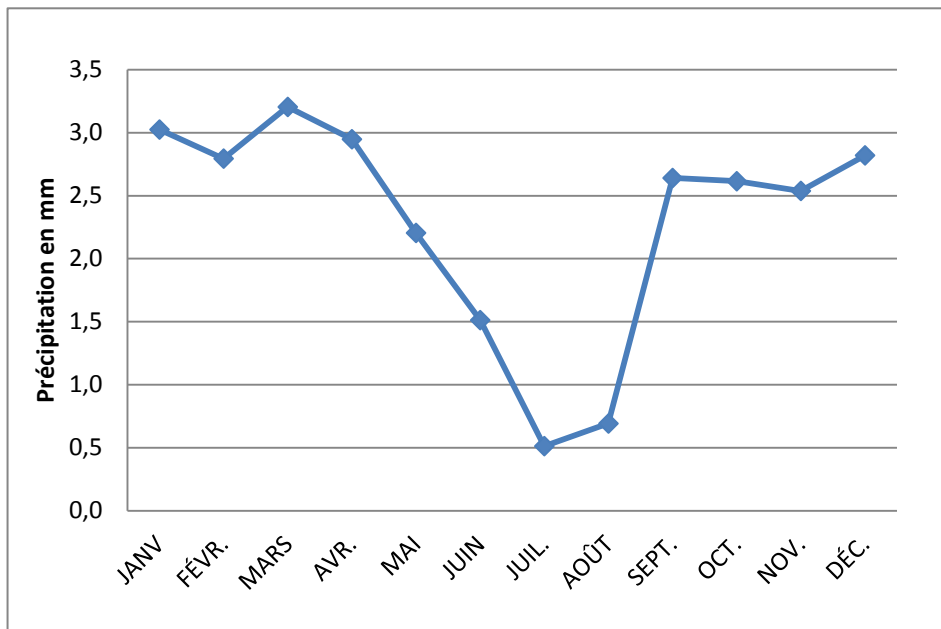
**Tableau 02 : Précipitation moyenne mensuelle a Biskra pour la période (1974-2012)**

	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Précipitation en mm	3	2.8	3.2	2.9	2.2	1.5	0.5	0.7	2.6	2.6	2.5	2.8

(source : station météo de Biskra DAUB )

## Chapitre 01: Présentation de la zone d'étude

Durant la période (1974-2012) une irrégularité des pluies est remarquée avec un pic au mois de mars avec (3.2 mm), les précipitations les plus faibles sont au mois de Juillet (0.5mm).



**Fig 02 : Diagramme représente la précipitation moyenne mensuelle de Biskra durant la période 1974-2012**

### I-1-2 Vent

Il constitue en certains biotopes un facteur écologique limitant. Sous l'influence de vents violents, la végétation est limitée dans son développement (**Ramade, 2003**).

Il intervient des fois par sa violence, par les particules qu'il transporte et qui peuvent déchirer les parties aériennes des plantes, et par les remaniements qu'il provoque dans le sol. Cependant son action peut être quelque fois favorable, par exemple lorsqu'il provoque un important dépôt de sable sur des sols salés qui étaient stériles, ou bien lorsqu'il contribue à la dispersion des végétaux et de leurs semences (**Ozenda, 1991**).

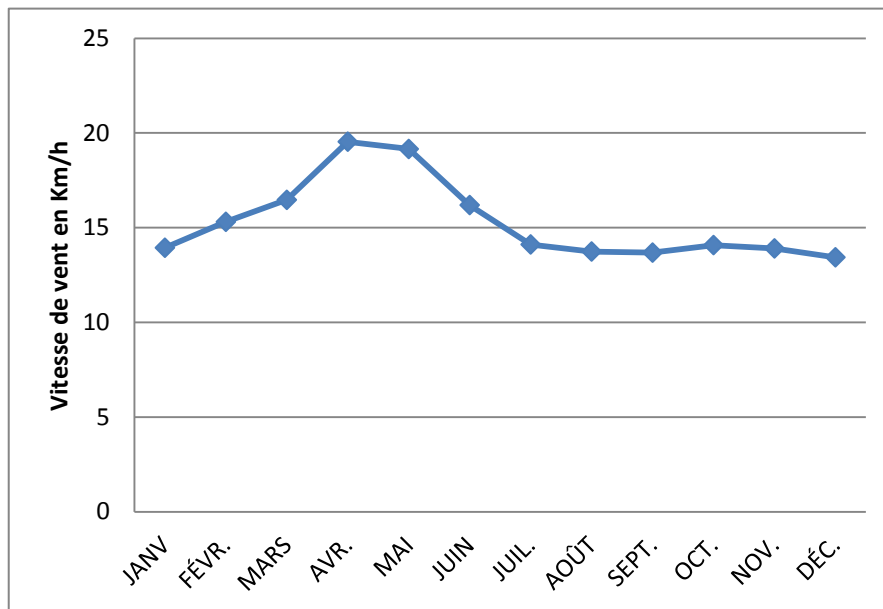
## Chapitre 01: Présentation de la zone d'étude

**Tableau 03 : Vitesse de vent moyenne mensuelle a Biskra pour la période (1974-2012)**

	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Vitesse de vent en Km/h	14	15	16	20	19	16	14	14	14	14	14	13

(source : station météo de Biskra DAUB )

Les résultats enregistrés indiquent que la vitesse maximale du vent a été marquée au cours du mois de Avril pour une valeur de 20 km/h et la vitesse minimale au cours du mois de Décembre pour une valeur de 13 km/h.



**Fig 03 : Diagramme représente la vitesse de vent moyenne mensuelle de Biskra pour la période 1974-2012**

### I-1-4 Humidité relative

L'humidité relative c'est le rapport entre la teneur en vapeur d'eau de l'air et la masse théorique de vapeur d'eau que peut renfermer l'atmosphère à saturation compte tenu de la température et de la pression barométrique existante (**Ramade ,2003**).

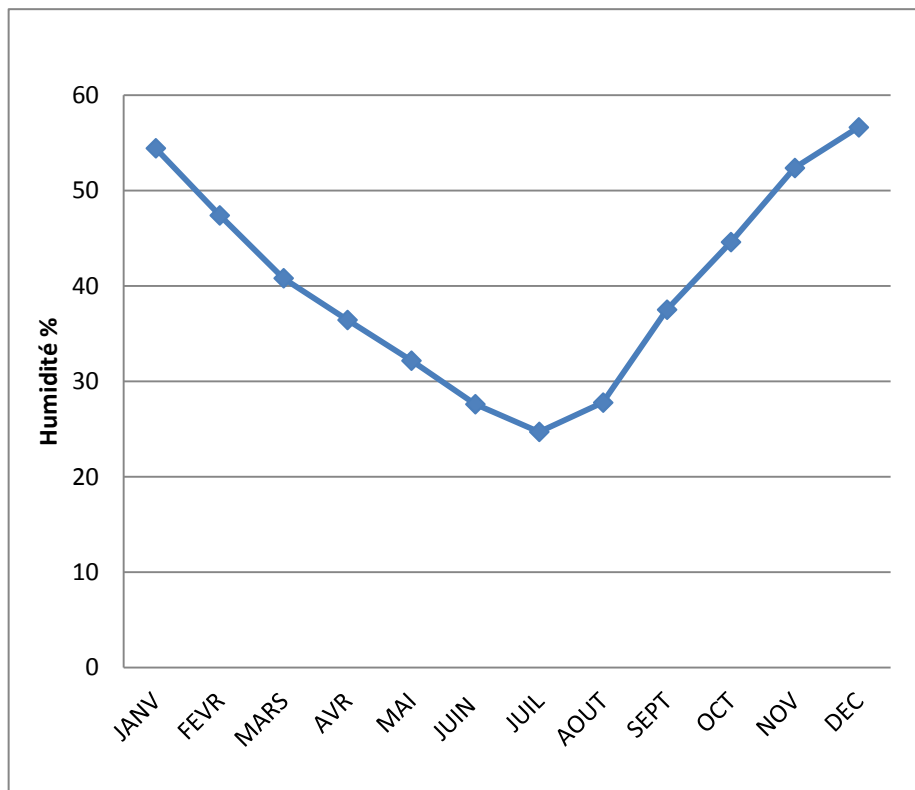
# Chapitre 01: Présentation de la zone d'étude

**Tableau 04 : Humidité relative moyenne mensuelle a Biskra pour la période (1974-2012)**

	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Humidité %	54	47	41	36	32	28	25	28	38	45	52	57

(source : station météo de Biskra DAUB )

Durant la période (1974-2012), L'humidité relative varie entre 25% au mois de le mois de pointe juillet et 57% au mois de décembre.



**Fig 04 : Diagramme représente l'humidité relative moyenne mensuelle de biskra pour la période 1974-2012**

## II / Synthèse climatique

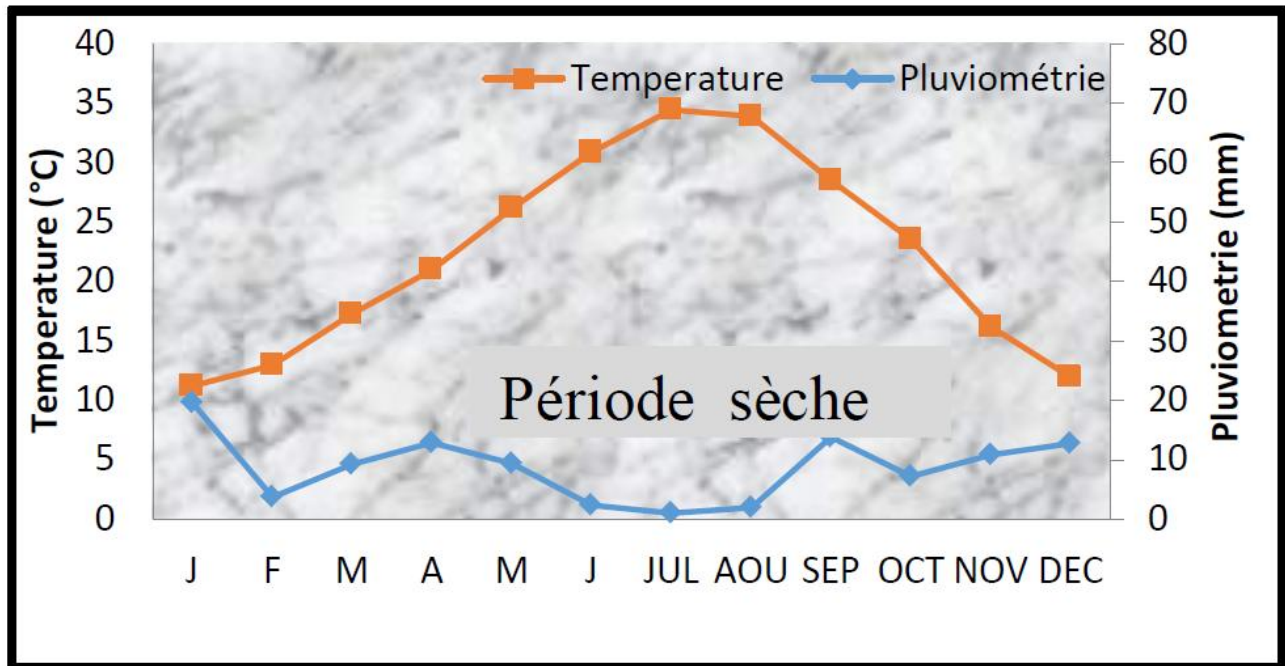
### II-1 Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN

le diagramme ombrothermique de Gausсен permet de calculer la durée de la saison sèche et de la saison humide. Il tient compte de la pluviosité moyenne mensuelle et la température moyenne mensuelle qui sont portées sur des axes où l'échelle de la pluviosité est double de la température (Bensalah ,2009).

## Chapitre 01: Présentation de la zone d'étude

Le diagramme Ombrothermique de GAUSSEN est une méthode graphique où sont portés en abscisses les mois, et en ordonnées les précipitations (P) et les températures (T) avec  $P=2T$ . L'intersection des deux courbes Pet T permet de définir la saison sèche.

En effet le climat est sec quand la courbe des températures descend au-dessous de celle des précipitations. Il est humide dans le cas contraire (Dreux, 1971).



**Fig 05 : Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN de la wilaya de Biskra durant la période 1998-2012**

L'analyse du diagramme montre que la période sèche, dans la région de Biskra durant la période de 1998 à 2012, est comprise entre les mois de Février jusqu'à Novembre et une période humide pendant le mois de Janvier et Décembre (**Fig 5**).

### II-2 Climagramme d'Emberger

Afin de déterminer l'étage bioclimatique de la région de Biskra, nous avons calculé le quotient pluviométrique d'Emberger (Q2) avec des données climatiques calculées durant la période 1974-2012

On distingue le plus souvent les étages bioclimatiques saharien, aride, semi-aride, sub-humide et humide. Chaque étage comprend une stratification verticale exemple: l'étage bioclimatique aride est

## Chapitre 01: Présentation de la zone d'étude

---

subdivisé en aride supérieur, aride moyen et aride inférieur, en fonction des précipitations (H.N.Le Houerou et al , 1977)

Les limites de séparation entre les différents étages bioclimatiques restent encore imprécises. Les limites ont été tracées là où le changement de la végétation a été observé (L .Emberger ,1955)

Le quotient d'Emberger est spécifique du climat méditerranéen, il est le plus fréquemment utilisé en Afrique du Nord. Le quotient Q2 a été formulé de la façon suivante:

$$Q2 = \frac{2000 * P}{2M - m}$$

en appliquant la formule suivante simplifiée par STEWART élaborée pour l'Algérie et le Maroc en 1972 soit :

$$Q2 = \frac{K * P}{M - m}$$

Q2 : quotient thermique d'EMBERGER.

P : pluviométrie moyenne annuelle en mm.

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud en °C.

m : moyenne des minima du mois le plus froid en °C.

K : constante qui est à 3,43

D'après les données climatiques de Biskra, pour la période 1974-2012

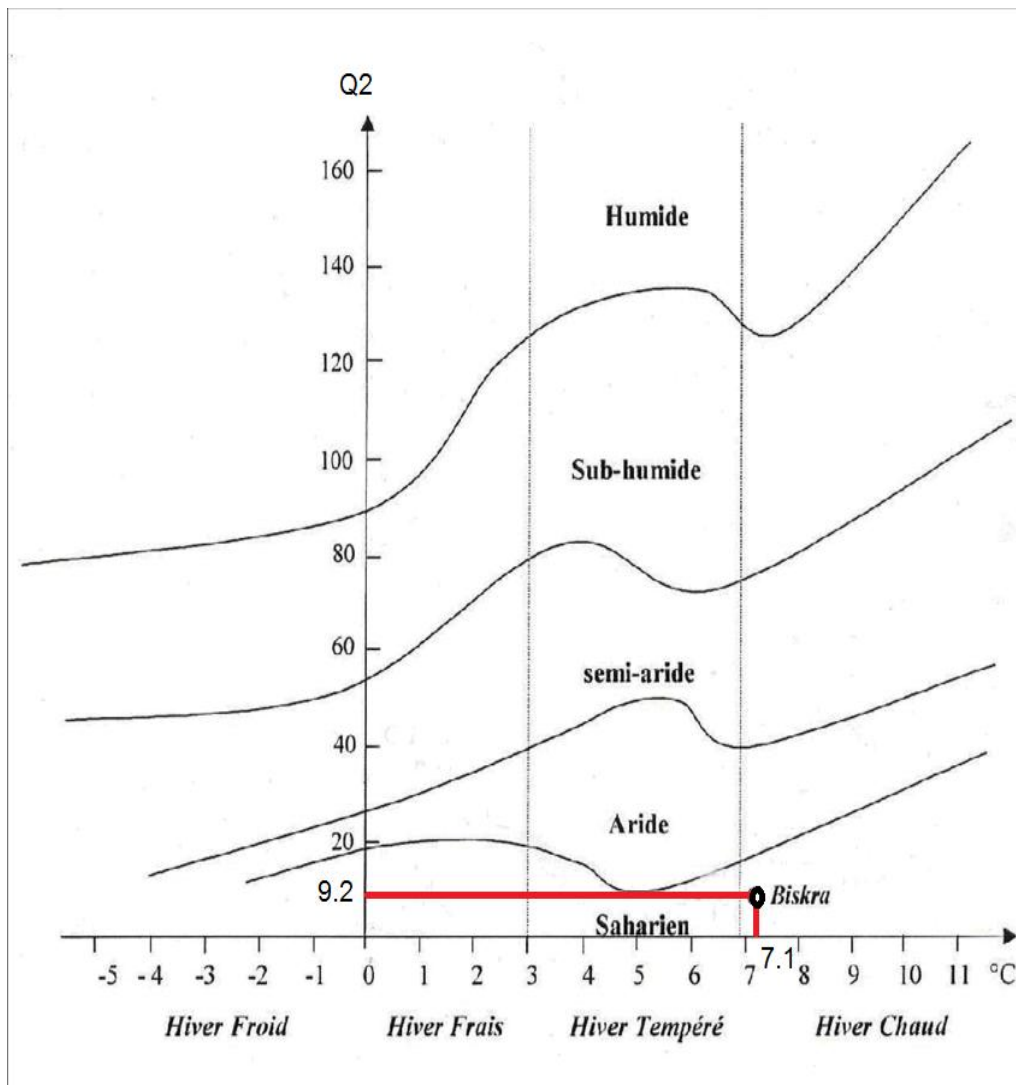
- La précipitation annuelle moyenne **P =89.4mm**
- température maximale **M = 40.3 C°**
- La température minimale **m=7.1 C°**

# Chapitre 01: Présentation de la zone d'étude

## Application numérique

$$Q2 = \frac{3.43 * 89.4}{40.3 - 7.1} = 9.2$$

Donc le quotient pluviométrique Q2 égale à 9.2



**Fig 06 : Projection de la wilaya de Biskra dans les climagramme d'EMBERGER pour la période 1974-2012**

D'après le climagramme d'EMBERGER la wilaya de Biskra se trouve à l'étage bioclimatique Saharien à hiver chaud .

# Chapitre 01: Présentation de la zone d'étude

---

## II / Sol

La région de Biskra est sous l'influence de l'effet conjugué de l'aridité du climat, de la nappe phréatique et de l'irrigation par les eaux salées. L'étude pédologique fait apparaître les grands traits de la pédogenèse des sols des climats arides : les sols gypseux, calcaires et les sols salés .

Généralement les aridisols sont caractérisés par un déficit hydrique, une faible fertilité du sol, une texture sableuse et des horizons d'accumulation riches en sels, en calcaire et en gypse. Les sols arides en Algérie occupent une superficie de l'ordre de 2 millions de km<sup>2</sup>. ( OUAMANE R,2019)

### II – 1 Sols gypseux

D'après Van Alphen et Rios Romero (1971). On désigne sous-sols gypseux, les sols à teneur supérieurs à 2% de gypse, alors que la classification FAO (1998) nomme gypsisols les sols à teneur supérieur à 5% de gypse (Razi ,2006). Selon Pouget (1968) et Halitim, (1988) les sols gypseux contiennent des teneurs en gypse très élevée (60 à 90 %).

Le gypse et les sels solubles peuvent s'accumuler dans les sols dès que l'évapotranspiration devient nettement supérieure aux précipitations (Halitim, 1985). En conditions d'aridité extrême du Sahara, les eaux sont insuffisantes pour véhiculer les ions nécessaires aux grandes accumulations de gypse et de sels solubles, à l'exception des vallées, comme celles de l'oued Rhir et aussi le Souf (Razi, 2006).

En Algérie, les sols gypseux occupent approximativement 8000 Km<sup>2</sup>, qui représente 12.2 % des sols gypseux du monde, ce qui correspond au troisième rang mondial en ce qui concerne les réserves en gypse (FAO, 1990). Les plus grandes extensions se localisent dans les zones présentant une moyenne des précipitations comprises entre 100 et 250 mm (Rahmouni et Djili, 2012). Dans les zones arides et désertiques, le gypse s'individualise sous forme généralisée comme croûte et encroûtement. La croûte gypseuse a été décrite pour la première fois au Sahara en 1868 par Piccard (Durand, 1959).

### II – 2 Sol salé

Les sols salés sont des sols dont l'évolution est dominée par la présence de fortes quantités de sels solubles, plus solubles que les gypses ou par la richesse de leur complexe adsorbant en ions, provenant de ces sels et susceptibles de dégrader leurs structures en particulier le Sodium (Aubert, 1983).



## Chapitre 01: Présentation de la zone d'étude

---

En Algérie, les sols salés occupent de grandes étendues (Halitim, 1985). Selon le Houerou (1993), les sols salés occupent de vastes superficies (3.2 millions d'hectares de la superficie totale). Près de 10-15 % de terres irriguées, sont concernées par ces problèmes. Bien que le problème d'alcalinisation, selon Daoud et Halitim (1994) ne se pose plus, on estime que les terres salinisées seront difficilement récupérables. La plupart de ces sols sont situés, en région aride et semi-aride, mais aussi sous bioclimat subhumide (Halitim, 1973).

Selon Djili (2000), les sols salés sont localisés au Nord qu'au Sud Algérien, et s'expriment mieux entre les isohyètes 450 mm qui semblent être la limite supérieure des sols fortement sodiques. Les sels les plus fréquents, dans les régions arides et semi-arides, sont surtout les chlorures, les sulfates de sodium, les sulfates de magnésium et à un moindre degré les carbonates de sodium (Halitim, 1988).

Selon Aubert (1975), les sols salés d'Algérie sont caractérisés, en général, par une conductivité électrique supérieure à 7dS/m et un pourcentage de sodium échangeable (ESP) qui varie de 5 à 60 % de la CEC.

Le mécanisme de la salinisation des sols se produit lorsque la minéralisation de la solution du sol dépasse un certain seuil sous l'influence d'un mécanisme physique (évaporation, drainage insuffisant, altération des minéraux et accumulation...). Au-delà de ce seuil, les végétaux subissent une sécheresse physiologique due à une pression osmotique très forte et à une toxicité en certains éléments (Montoroi et al, 2005).

La teneur d'une solution de sol en sels solubles est déterminée par sa conductivité électrique (CE), rapportée à une température standard (en général 25°C) et exprimée en dS.m<sup>-1</sup>. Celle-ci est d'autant plus élevée que la concentration ionique de l'électrolyte l'est aussi (Montoroi et al, 2005). On définit en général deux types de salinisation, la salinisation primaire et la salinisation secondaire.

Le processus de sodisation se produit lorsque le complexe organo-minéral d'échange est progressivement saturé par l'ion Na<sup>+</sup> (horizon sodique). Les agrégats deviennent instables à partir d'un certain seuil et la dégradation des propriétés physique du sol est potentielle (Servant, 1978). La sodisation des sols est l'une des conséquences les plus dommageables et la plus répandue de l'irrigation, en zone aride. Elle influe sur la perméabilité en favorisant le gonflement et la dispersion des colloïdes du sol et entraîne des problèmes de toxicité des plantes (Ilou, 1995).

Le processus d'alcalinisation intervient lorsqu'un sol à complexe saturé en sodium se transforme physiquement suite aux réactions d'échange entre l'ion Na<sup>+</sup> et les protons au moment d'une humectation (Montoroi et al, 2005).

## Chapitre 01: Présentation de la zone d'étude

---

L'alcalinisation se traduit par une augmentation du pH du sol suite à l'accumulation de bases faibles. Elle peut être d'origine naturelle ou due à une irrigation mal contrôlée.

Les eaux d'irrigation faiblement minéralisées présentent une alcalinité résiduelle calcite positive, c'est à dire un excès de carbonates (bases faibles) par rapport au calcium. La concentration de ces eaux par évaporation au cours de l'irrigation entraîne la précipitation de la calcite. Au fur et à mesure que les processus de concentration et de précipitation de la calcite se poursuivent, la teneur en calcium décroît alors que les carbonates s'accumulent.

### **II – 3 Accumulation dunaires**

sols sont de type AC sur un support gypseux (deb deb) où le sable issu par transport. éolien se dépose après déflation sur un obstacle physique (Djbel Bouhgzal), Peut envahir les palmeraies et former des dunes stabilisées par voie biologique en distingue deux types de textures :

-Sableuse et sablonneuse.

Ces sols sont caractérisés par un cortège floristique psamophile (*Gymnosporia sinegalansis*, *tamarix Africana*) Parmi les contraintes de l'exploitation de ces terres on cite:

- La dominance d'une texture sableuse.
- Faible pouvoir de rétention en eau.
- Absence d'un support physique pour entretenir la culture
- La stérilité du sol (physique, biologique, chimique).

Ces sols constituent une menace pour les riverains et pour les infrastructures socio- économiques et le centre-ville de la wilaya.

### **II – 4 Sols alluvionnaire**

Ce sont des sols qui ont évolué au niveau des bordures d'écoulements d'eau à savoir les oueds. Ils sont caractérisés par une forte fertilité chimique et physique du sol à savoir les terrasses de oued El Hai, et de oued Djedi et celles de oued Areb (KHECHAI, 2006). III. L'hydrogéologie D'après la notice de la carte hydrogéologique de la wilaya de Biskra on distingue 4 aquifères (MIMECHE, 1999 in KHECHAI, 2001).

# Chapitre 01: Présentation de la zone d'étude

---

## **III / Hydrogéologie**

Les ressources en eau souterraines dans la wilaya de Biskra sont représentées par les aquifères suivants :

### **III- 1 Nappes superficielles**

Cette nappe se localise généralement dans les accumulations alluvionnaires, et c'est au niveau des palmeraies qu'elles sont le mieux connues avec une profondeur entre 20 et 150m. Elle peut aussi atteindre 10 m de profondeur.

Les nappes les plus importantes dans la wilaya, sont celle de l'oued Biskra et de l'oued Djedai. Leur alimentation est assurée par les précipitations atmosphériques, l'infiltration des eaux des oueds en période de crue et par les eaux d'irrigation.

### **III – 2 Nappes des sables**

Constituée par une alternance de niveau d'argile, sable et cailloutis d'âge Mio-pliocène, elle couvre une grande superficie de la wilaya. Cette nappe est fortement exploitée dans la partie Est de la wilaya et notamment dans la zone de M'ziraa.

Du point de vue hydrodynamique, cette nappe présente un système très hétérogène représenté par des couches de diverses perméabilités. La profondeur de cette nappe est de 100 à 300m. À l'est de la wilaya de Biskra, cette nappe se subdivise en deux aquifères séparés par une épaisse couche d'argile sableuse, l'un profond désigné sous le nom du Pontien et l'autre moyennement profond qui est la nappe du Mio-pliocène connue dans cette région.

Le sens d'écoulement principal de la nappe des sables est vers la zone du Chott Melghir.

### **III – 3 Nappe des calcaires**

Cette nappe est constituée essentiellement de calcaire fissuré d'âge Eocène inférieur. Elle est la plus sollicitée dans les palmeraies des Ziban, où elle est appelée « nappe de Tolga ». La profondeur de cette nappe varie de 100 m dans la zone de Tolga à 500 m dans la zone de Lioua. Au nord et au nord-est de la wilaya, la nappe de calcaire est représentée par un aquifère très important qui est le Maestrichtien et le Campanien d'une profondeur comprise entre 200 et 900 m.

### **III – 4 Nappe du continental intercalaire**

C'est un réservoir très important constitué essentiellement de grès et de marne d'âge Albien et Barrémien, d'une profondeur entre 1600 et 2500 m, la température de l'eau peut dépasser les 60°C. Elle est rarement exploitée, sauf à Oulad Djalal ou Sidi Khaled où les formations gréseuses de l'Albien ou du Barrémien sont touchées .

### IV – Végétations

La végétation des zones arides, en particulier celle du Sahara, est très clairsemée, à aspect en général nu et désolé, les arbres sont aussi rares que dispersés et les herbes n'y apparaissent que pendant une période très brève de l'année, quand les conditions deviennent favorables, (Unesco, 1960). Au Sahara, comme partout ailleurs, la végétation est le plus fidèle témoin du climat (Gardi,1973).

Par conséquent l'absence de végétation sur de grandes étendues est le caractère le plus simple du paysage saharien, le tapis végétal est discontinu et très irrégulier, les plantes utilisent surtout les emplacements où le ravitaillement en eau se trouve un peu moins défavorable qu'ailleurs (Ozenda, 1991).

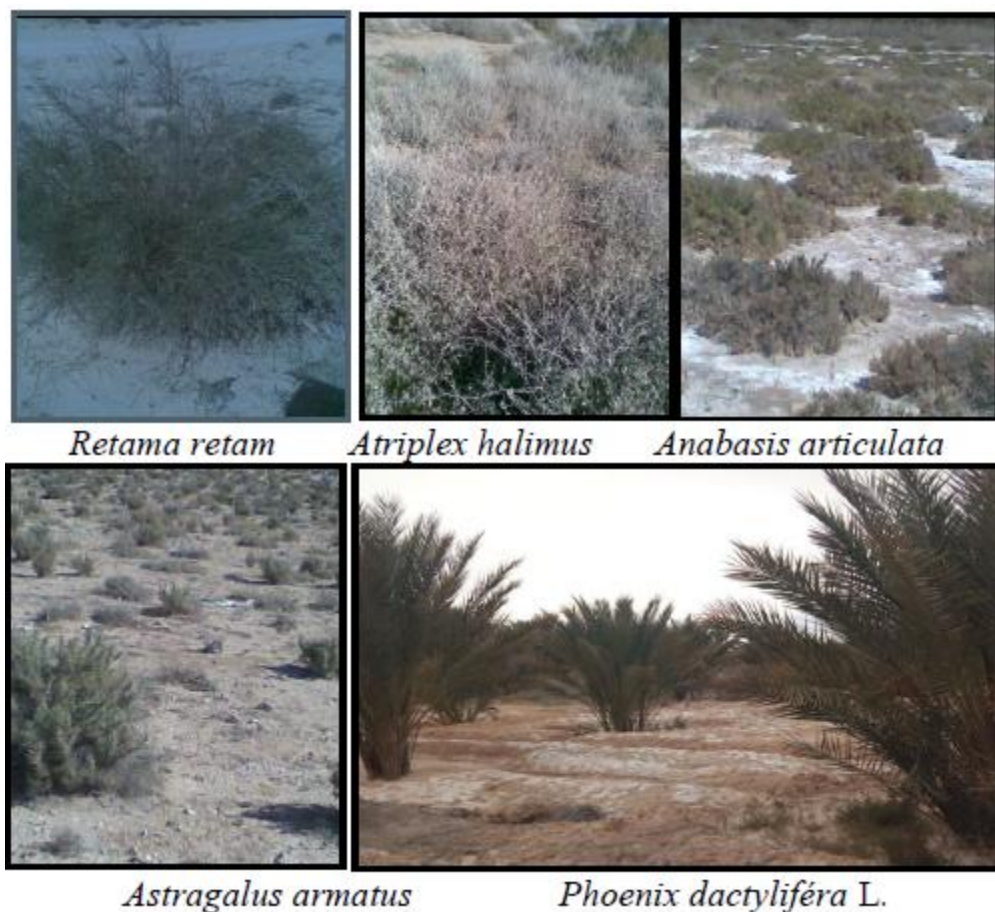


Fig 07 : Principales espèces du couvert végétal de la région de Ziban (OUAMANE R,2019)

**Chapitre 02 :**  
**Généralité sur le**  
**statut de potassium**

## Chapitre 02 :Généralité sur le statut du potassium

---

### Chapitre 02 : Généralité sur le statut de potassium

Le potassium est l'élément chimique de numéro atomique 19, de symbole K (du latin kalium). C'est un métal alcalin mou, d'aspect blanc métallique, légèrement bleuté, que l'on trouve naturellement lié à d'autres éléments dans l'eau de mer et dans de nombreux minéraux. Il s'oxyde rapidement au contact de l'air et réagit violemment avec l'eau. Il ressemble chimiquement au sodium.(Bourezzan ,2019)

#### I – Origine de potassium

Le potassium dans le sol se trouve uniquement sous forme minérale. Il provient soit de la décomposition de la matière organique et des minéraux du sol, soit des engrais ( Prajapati and Modi HA,2012)

##### I-1 Potassium des minéraux silicatés

Le potassium est plus rencontré dans les minéraux silicatés : les micas, les feldspaths potassiques et certaines argiles comme les illites sont très riches en K. Cette forme de potassium constituant des matériaux silicatés représente 98 % du poids total de cet élément dans les sols (Mhiri, 2002). les minéraux argileux constituent à la fois, le principal réservoir et le piège à potassium dans les sols si bien que la teneur en potassium est utilisée comme critère de distinction des minéraux d'altération

le potassium n'est pas directement disponible. Cette disponibilité sera acquise, le plus souvent après l'altération des matériaux silicatés et d'une activité biologique plus ou moins longue, quand elle aboutira.

##### I-2 Potassium échangeable

Le potassium échangeable est à la fois le potassium solubilisé et le potassium adsorbé sur les colloïdes argilo-humiques. La proportion de  $K^+$  échangeable représente 90 % ou plus du potassium adsorbé, le potassium dissous dans la solution du sol représente au maximum les 10 % restant et bien souvent beaucoup moins (1 à 2% du potassium total) (Prajapati and Modi, 2012).. Les plantes peuvent utiliser aussi bien le potassium libre de la solution du sol que le potassium adsorbé sur le complexe adsorbant.

## Chapitre 02 :Généralité sur le statut du potassium

---

### I-3 Potassium rétrogradé

Le potassium est rétrogradé quand les ions  $K^+$  passent de la surface externe des argiles pour être insinués à l'intérieur, entre les feuillets d'argile surtout les argiles gonflantes (les montmorillonites et les illites), La rétrogradation des ions  $K^+$  rend leur disponibilité diminue. Cette rétrogradation se fait quand le pH du sol augmente, en période de dessiccation et surtout la présence d'ions calcium augmente dans la solution du sol (Mhiri, (2002), cependant ce processus n'est pas irréversible, La libération des ions  $K^+$  peut se faire en période d'humectation et surtout aussitôt que la réserve d'ions  $K^+$  pour les plantes diminue au cours de l'absorption par les racines.

Le statut potassique des sols salés reste très peu connu ( FEIGENBAUM S. ,1987) . Il est, toutefois, possible de faire référence aux observations faites, d'une part par ( LAOUFI, H 2010 ) sur la constance des teneurs en potassium soluble et en potassium échangeable en fonction des différents niveaux de salinité sur l'apparition d'un gradient descendant du potassium en fonction du niveau croissant de la salinité d'une eau d'irrigation. Cette cinétique régressive semble schématiser une rétrogradation du potassium par les minéraux argileux du sol.

### I- 4 Potassium associé aux matières organiques.

Lorsque le potassium est lié aux matières organiques, il est particulièrement facile à utiliser par les végétaux. Une liaison particulière du potassium avec les matières organiques existe lorsque le  $K^+$  est adsorbé sur la paroi bactérienne ou encore lorsque les bactéries intègrent cet élément au cours de leur métabolisme ( Gierth and Mäser, 2007),. Selon Assaha et al, (2017),, ces bactéries restituent le potassium sous une forme particulièrement utilisable, après leur mort .

### I- 5 Engrais potassiques

Le potassium industriel se présente sous forme d'engrais simple et composé ils peuvent être apportés sous formes d'engrais binaire ou ternaire mais sous forme d'engrais très complexe. Les principaux composés potassiques sont: le  $K_2SO_4$ , KCl ou le NPK. Ce type d'engrais est couramment appliqué pour l'enrichissement du sol et satisfaire le besoin de la culture en cet élément, notamment dans les stades de floraison et fructification. Les engrais potassiques ont tous la même efficacité du point

## Chapitre 02 :Généralité sur le statut du potassium

---

de vue du potassium : le choix s'effectuera plutôt est fonction de la culture et la nature de l'anion associé (sulfate ou chlorure par exemple). Le chlorure de potassium présente, par ailleurs, un indice de salinité 2 à 3 fois plus élevé que le nitrate ou le sulfate de potasse ; il sera donc important d'éviter dans la majorité des sols à risque de salinité ou pour les cultures sensibles au sels; les ajouts de cette engrais.

### II. Formes de potassium

Selon(CHRISTIANet al, 2005) Le potassium n'est présent dans le sol que sous forme minérale.en effet, le potassium de résidus végétaux est presque exclusivement du  $K^+$ , libéré dans le sol dès la mort des cellules le potassium se trouve ainsi dans le sol sous quatre formes défirante:

- \* Intégré à la constitution des minéraux primaires des roches mères.cette forme est très lentement libérée au cours des processus d'altération.

- \* Inclus entre les feuillets des argiles. Cette forme non échangeable ne peut être libérée que lorsque le sol s'appauvrit fortement en potassium et à l'occasion d'alternances d'humectations et de dessiccations.

- \* Adsorbé par les charges négatives de la capacité d'échange cationique du sol (ou complexe adsorbant).

- \* En solution dans l'eau de sol.

### III. Teneur du sol en potassium total

Cette teneur est très variable selon la texture et la minéralogie des argiles. Elle peut atteindre 2 9% en masse de la terre sèche (Mhiri, 2002). La teneur est estimée souvent à 20000 ppm dans la composition structurale du sol (Prajapati and Modi, 2012).La teneur du sol en potassium total n'a pas de signification agronomique directe. Les sols à texture fine sont potentiellement plus riches en potassium total tandis que les sols sableux sont généralement pauvres. La capacité d'échange cationique des sols (C.E.C meq/100g de sol) est un indicateur de richesse potentielle en potassium total. Le potassium échangeable (biodisponible = assimilable) est la somme du K adsorbé (surface des argiles, matière organique) et du K en solution. Le potassium soluble est mesuré sur l'extrait de pâte saturée au laboratoire. L'échelle suivante permet de classer les sols en fonction de leur teneur en K soluble .



## Chapitre 02 :Généralité sur le statut du potassium

---

Selon Mhiri, (2002), la dilution de la solution du sol se traduit par une augmentation de l'adsorption de Ca<sup>2+</sup>, donc par une augmentation relative de K<sup>+</sup> dans la solution. Le potassium fixé se caractérise par:

- Processus d'adsorption difficilement réversible de K<sup>+</sup> échangeable ou en solution dans les cavités inter-foliaires des argiles.

- L'intensité de ce processus dépend des types d'argile de chaque sol et de son régime hydrique (ouverture/fermeture des argiles).

- Ce processus confère au sol un pouvoir de fixation du K des engrais. Il diminue leur efficacité par rapport à la nutrition des cultures.

- Ce pouvoir de fixation peut être mesuré au laboratoire, ou estimé par des formules empiriques.

### **1V- Concepts de capacité, intensité et pouvoir tampon potassiques des sols**

- La capacité : c'est un concept quantitatif de l'offre potentielle du sol. Il est en relation avec plusieurs paramètres (teneur en argile, nature des argiles, volume exploité par les racines, la C.E.C, S/T...).

- L'intensité : Elle est traduite par la concentration actuelle de la solution du sol en K soluble.

- Le pouvoir tampon potassique du sol : C'est son aptitude à régénérer plus ou moins rapidement sa teneur en potassium échangeable au fur et à mesure de l'absorption par une culture. (Les sols de texture fine ont un pouvoir tampon plus élevé que celui des sols sableux).

### **1. C.E.C**

Le tableau ci-dessous résume l'état de fertilité chimique par la mesure de la capacité d'échange cationique. Cette grandeur est mesurée au laboratoire par une double saturation par de l'acétate de sodium et l'acétate d'ammonium. Les sols argileux présentent des CEC élevées tandis que les sols à texture sableuses ont des CEC faibles. De même la présence de la matière organique fait augmenter la capacité du sol à retenir plus d'éléments chimiques sur les sites d'échanges.

## Chapitre 02 :Généralité sur le statut du potassium

**Tableau 05 : Niveau de fertilité des sols (source : Mhiri,2002)**

Classe	CEC meq /100g du sol
Faible	< 15
Moyen	15-30
Elevé	30-45
Très élevé	>45

### 2. Taux de saturation

Le pourcentage de saturation du complexe adsorbant en le deuxième critère d'évaluation de la richesse du sol en K. (Le tableau 6) représente les classes de richesse en cet élément.

**Tableau 6:Classes d'état de saturation des sols Source :Mihiri:2002**

Classe	S/T	Sol
Très pauvre	<70	Forestier
Pauvre	70-95	Forestier
Potentiellement riche	>95	Calcaires argileux

### 3.Potassium échangeable

C'est le critère le plus pertinent de la richesse du sol en potassium assimilable. Les recherches récentes extensives pluviales ont permis de retenir deux références générales pour les cultures -Dans les sols sableux : une marge critique 80-100 ppm - Dans les sols argileux : une marge critique 200-250 ppm

### V. Dynamisme et disponibilité du potassium dans le sol

La dynamique du potassium est régie par l'ensemble des processus qui commandent son passage d'un compartiment à un autre (dissolution, échange, fixation, libération), par son transfert d'un horizon à un autre et par l'absorption racinaire. C'est le bilan de tous ces processus qui détermine, à un instant donné, le statut du potassium dans un sol. Le pouvoir tampon potassique du sol est fonction de la teneur du sol en substances colloïdales et est donc beaucoup plus élevé dans les sols argileux que dans les sols sableux. L'intensité potassique du sol est la concentration des ions K' dans la solution du sol.

La capacité potassique du sol est la rapidité avec laquelle les réserves du sol en potassium non assimilable passent dans le compartiment du potassium échangeable

## Chapitre 02 :Généralité sur le statut du potassium

---

lors d'un apport ou d'un prélèvement de potassium. Cette capacité dépend de la texture du sol, le volume du sol exploité par les racines d'une culture, la nature des argiles, la Capacité d'Echange Cationique (C.E.C), le pouvoir tampon du sol et le taux de saturation du complexe par le potassium.

### **VI. Facteurs de disponibilité du potassium dans le sol**

Selon Kronzucker et al, (2008) : Li and al, (2016) différents facteurs contrôles la disponibilité du potassium dans le sol comme : La vitesse de passage du potassium du complexe absorbant vers la solution du sol lorsque celle-ci est appauvrie par les prélèvements des racines La teneur du sol en éléments fins qui est un facteur influant non seulement la vitesse de transfert du potassium, mais aussi sur la détermination du nombre de sites d'échange de cet élément dans le sol La nature des cations présents dans le sol dont certains sont susceptibles d'inhiber les mouvements du potassium échangeable sur le complexe absorbant. La présence du  $\text{NH}_4$  induit une diminution du potassium échangeable. Selon Barbier, (1987): les hydroxydes de fer et d'aluminium sont à mesure de neutraliser les sites d'échange du potassium. - La présence de l'aluminium surtout dans les sols acides sous forme échangeable occupe les sites potentiels du potassium en plus de diminuer sa mobilité. Les sols de  $\text{pH} < 6$  sont considérés comme déficients en K. Le calcium peut jouer un rôle analogue à celui de l'aluminium, lorsque le sol est alcalin.

-Le potassium est un élément mobile, donc susceptible de migrer dans les horizons plus profonds, ainsi que d'être entraîné en dehors de la parcelle (pertes par lessivages importantes en sol sableux). Cet aspect, lié à la texture du sol, au sur irrigation et au drainage.

### **VII . Rôles du potassium dans le fonctionnement métabolique de la cellule végétale**

L'examen du rôle du K consiste à comprendre son rôle dans les systèmes biochimiques et physiologiques de base des plantes. Bien que le potassium ne devienne pas un élément de la structure chimique des plantes, il joue de nombreux rôles importants dans la réglementation du développement de la plante (Shen et al

## Chapitre 02 :Généralité sur le statut du potassium

---

,2015). Potassium (K) augmente le rendement des cultures et améliore la qualité. Il est nécessaire pour de nombreux processus de croissance des plantes.

Le potassium est un élément chimique essentiel pour la plante, consommé comme un macroélément avec l'azote et le phosphore. Il est un élément essentiel pour la croissance des plantes ; on le trouve, sous forme de composés, dans la plupart des sols. Le K est vital pour le fonctionnement des cellules animales. Le potassium est toujours abondant dans la matière sèche des végétaux. Il est absorbé par les racines sous forme du cation K, et circule sous cette forme dans toute la plante.

La disponibilité en potassium joue un rôle essentiel sur la qualité des tubercules, en particulier concernant la résistance aux endommagements de type noircissement interne (taches cendrées).

Selon Gierth and Mäser, (2007), Javad Roussta (2010) et Assaha et al, (2017). le k indispensable aux fonctions métaboliques, la croissance et au développement des plantes, " permet à la fois :

des synthèses dans les cellules, des transports entre cellules végétales. Il favorise la circulation de la sève ascendante dans le xylème et descendante dans le phloème. Il permet le transfert des assimilats (sucres, acides aminés) vers les racines et les organes de réserve (grains, fruits, tubercules).

-le maintien des équilibres électriques et de l'hydratation cellulaire : alimentation en eau, migration des glucides issus de la photosynthèse, régulation de l'azote.

- la résistance au stress climatiques tels que la sécheresse et le froid.

- la résistance à résister aux agressions extérieures (maladies, parasites)

-Le potassium se retrouve dans la solution des cellules végétales et est utilisé pour maintenir la pression de turgescence de la cellule.

Il agit sur la photosynthèse végétale consiste à réduire le dioxyde de carbone de l'atmosphère par l'eau absorbée par les racines à l'aide de l'énergie solaire captée par les feuilles, en présence de sels minéraux, avec libération d'oxygène, afin de produire des glucides. - Il joue un rôle dans le bon fonctionnement des stomates et agit comme activateur de plus de 80 systèmes enzymatiques. Il contrôle l'ouverture et la fermeture

## Chapitre 02 :Généralité sur le statut du potassium

---

des stomates, et permet les échanges gazeux et régule la transpiration de l'eau et régule le cycle de l'eau dans la plante

- Il a aussi un rôle dans l'équilibre osmotique des cellules.

-Il intervient sur la composition et la qualité de nombreuses productions (équilibre sucre/acidité, teneur en vitamine C, composés aromatiques, qualité des fibres...).

Aussi, le potassium est mobile dans la plante. Il joue un rôle indispensable dans l'absorption des cations, dans l'accumulation des hydrates des protéines, le maintien de la turgescence de la cellule et la régulation de l'économie en eau de la plante (Jacoby et al ,2011). C'est aussi un élément de résistance des plantes au gel, à la sécheresse et aux maladies. Il est essentiel pour le transfert des assimilés vers les organes de réserve (bulbes et tubercules). Pour ces raisons, il est particulièrement important pour les cultures de type pomme de terre, betteraves.

Pour certains minéraux, la quantité présente dans le sol doit être supérieure à la quantité nécessaire ; en effet ils peuvent être présents dans le sol, mais non disponibles pour autant pour la plante. Le potassium est essentiellement retenu par l'humus ou l'argile (dans certains sols, il pourra donc être perdu en quantité importante par drainage.

La potasse favorise le développement des organes de réserve (tubercules, racines, fruits), ainsi que la coloration des fruits et des fleurs, tout en rendant les végétaux plus résistants aux maladies. Il s'agit d'un élément incontournable de la qualité des produits puisqu'il donne le goût sucré aux fruits mais permet aussi d'accumuler les sucres sous forme d'amidon dans les tubercules, les grains et les racines (Chen et al, 2007). La potasse aide aussi les tiges des plantes à rester rigides.

Le potassium est souvent apporté en une seule fois, de façon irrégulière, en grande quantité, car il est stocké par le sol et libéré progressivement. Les plantes très exigeantes en potassium sont la betterave ou la pomme de terre, alors que des plantes peu exigeantes sont le blé tendre, le blé dur, l'orge.

Les enzymes servent de catalyseurs pour les réactions chimiques, étant utilisées mais non consommées dans le processus, Ils rassemblent d'autres molécules dans une telle manière onb la réaction chimique peut avoir lieu. Potassium "Active" au moins 60

## Chapitre 02 :Généralité sur le statut du potassium

---

enzymes différentes impliquées dans la croissance des plantes. La quantité de K présente dans la cellule détermine le nombre de enzymes peuvent être activés et les taux de réactions chimiques peuvent se produire. Ainsi, le taux d'une réaction donnée est contrôlé par la vitesse à laquelle K pénètre dans la cellule.

Alimentation des plantes en potassium :Des échanges entre la phase solide et la phase liquide (solution) du sol ont lieu en permanence, permettant le prélèvement de cet élément par les racines. On estime que seulement 10 à 20% de la nutrition des cultures est assurée à partir du K<sup>+</sup> échangeable (en solution et adsorbé) (Kaiser et al, 2016). Le reste des besoins de la plante en potassium est donc assuré par les autres sources disponibles (libération par les matières organiques, par l'écartement des feuillets d'argile, par l'altération des minéraux silicatés potassiques).

### **a . Pompe sodium-potassium ou Na-K ATPase**

C'est est une protéine transmembranaire dont l'activité cozymatique utilise l'énergie Issue de la dégradation de l'ATP en ADP et phosphate inorganique pour transporter des ions potassium et sodium contre leur gradient de concentration Elle joue un rôle dans le maintien du potentiel de repos des cellules (Mills et al , 1985) . La pompe permet d'échanger les ions sodium (Na<sup>+</sup>) issus du milieu intracellulaire avec les ions potassium K<sup>+</sup> issus du milieu extracellulaire dans un rapport précis (3 Na<sup>+</sup> 2 K<sup>+</sup>). Cette pompe est responsable du rétablissement de l'équilibre initial après un potentiel d'action (Bose et al, 2017).

### **b. Phénomène d'antagonisme**

Même si le potassium est indispensable au pour la vie du végétal, des surdoses peuvent entraîner des effets néfastes pour la culture, par phénomènes d'antagonisme, selon divers mécanismes (Tomas and Thomas, 2009) :

- antagonisme par concurrence ionique : une augmentation de la concentration de la solution du sol en potassium induit une augmentation d'absorption de potassium par la racine au détriment du magnésium et du calcium. de même, un excès de disponibilité en potassium accentue les phénomènes chlorotique en sols sensibles en limitant la disponibilité du fer et manganèse.

## Chapitre 02 :Généralité sur le statut du potassium

---

appauvrissement du complexe par déplacement d'ions :les ions  $K^+$  en excès prennent la place des ions  $Ca$  et  $Mg^{2+}$  sur le complexe argilo-humique. Ces derniers sont alors exposés au lessivage : c'est l'action décalcifiante et anti-magnésienne des engrais potassiques.

### C. Phénomène de synergie

Selon Oosterhuis et al, (2014), Il existe une interaction entre azote et potassium, dans le sens où la plante mieux nourrie en azote aura plus de besoin en potassium. L'azote a pour effet d'augmenter l'indice foliaire d'une culture. Pour maintenir la turgescence de cette surface foliaire et des tiges et racines, la plante a besoin d'une plus grande quantité de potassium. Il faut de plus noter le phénomène d'absorption sélective des ions par les racines les végétaux semblent « préférer » les ions  $K^+$  aux ions  $Ca^{2+}$ .

### d. Carence et toxicité potassique

les carences en potassium peuvent avoir des effets sur le rendement en fonction de l'intensité de la carence et des exigences des cultures, Une analyse du tissu foliaire démontre que les niveaux de potassium avoisinent souvent ceux de l'azote (entre 3 % et 5 % du poids sec). Typiquement, les plantes qui manquent de potassium montrent des symptômes comme une chlorose suivie d'une nécrose aux extrémités et le long des rebords des feuilles. Puisque le potassium est mobile dans la plante, les symptômes de carence apparaissent sur les feuilles plus âgées (Figure 7 et 8).

Chez la pomme de terre, la carence se manifeste tout d'abord sur les feuilles âgées car le potassium est très mobile dans la plante. Cela commence par une décoloration puis des tâches nécrotiques brunes, en premier lieu, sur le bord des feuilles, qui se propagent à travers les nervures. Les feuilles deviennent gaufrées, déformées et prennent une couleur vert-foncé et un aspect brillant et métallique (bronzé).

Les carences en potassium ont un impact sur le rendement, la taille et la qualité des fruits (Rogiers and al, 2017). Un manque d'apport adéquat de potassium se traduit aussi par une moindre matière sèche dans les tubercules. Les carences en potassium réduisent également la capacité des plantes à résister aux agressions extérieures (maladies, parasites) et aux stress climatiques tels que la sécheresse et le froid

## Chapitre 02 :Généralité sur le statut du potassium

---

Dans les substrats de culture sans sol, la disponibilité du potassium n'est pas significativement influencée par le pH. Les symptômes de carence en potassium sont plus susceptibles d'apparaître lorsqu'une quantité insuffisante de potassium est fournie par la fertigation. Une carence en potassium provoquée peut aussi se produire si les taux de calcium, de magnésium ou de sodium sont trop élevés, mais cela est rare si la culture est fertilisée avec des taux de potassium normaux (Rogiers and al, 2017).

Les toxicités en potassium n'existent pas vraiment. Toutefois, des niveaux de potassium excessifs peuvent entraîner des antagonismes qui mènent à d'autres types de carences, comme une carence en magnésium ou en calcium, et rend les végétaux plus sensibles aux maladies et aux parasites de toutes sortes. Si cela se produit, il est préférable de faire tester la teneur en éléments nutritifs du substrat et du tissu végétal, et d'ajuster le programme de fertilisation ou le taux d'application.



**Chapitre 03 :**  
**Généralité sur les**  
**sols gypseux**

### Chapitre 03 : Généralité sur les sols gypseux

Les sols gypseux (au sens large) sont largement répandus et apparaissent typiques des régions arides et semi- arides, Ils sont répandus dans les régions à régime hydrique xeric, ustic et aridic ( Khademi et Mermut, 2003) : Tunisie, Syrie, Irak, sud de l'URSS et de l'Espagne, Mexique e, Algérie, etc

Dans l'Ouest des Ziban, lorsqu'on traverse les palmeraies du Zab-Dhahri tout au long de l'axe Ain Benoui, El-Hadjeb, Bouchegroun, Lichana, Tolga, on rencontre, souvent, une formation genre de carapace que l'usage local lui consacre le nom de deb deb. Les auteurs géologues et hydrogéologues qui ont signalé sa présence (**Anonyme, 1937 ; Samsoen, 1941 ; Flandrin, 1952**) ont montré toujours une confusion envers sa composition. Les auteurs pédologues qui ont travaillé dans cette région se réfèrent le plus souvent à la carte géologique de Biskra (**Gousskov, 1964**) qui décrit cette formation comme une croûte calcaréo-gypseuse où notent tout simplement croûte gypso-calcaire ou parfois gypseuse

#### I / Définition des sols gypseux

##### Notion :

**Gypse** : le gypse constitue la forme la plus répandue du sulfate de calcium dans le sol (Eswaran et al, 1981).

C'est un sel soluble  $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (Sulfate de calcium hydraté) (Herero et porta, 1990), il peut se déshydrater pour donner d'autres sels.

**Sols gypseux** : Van alphen et Rios romero (1971) désignent sous sols gypseux, les sols à teneur supérieure à 2 % de gypse.

Alors que la classification FAO (1998) nomme gypsisols, les sols à teneur supérieure à 5 % de gypse

#### II -Origine des accumulations gypseuses

Le gypse s'accumule suite à l'évaporation d'une eau minérale et de sa précipitation, il peut être hérité d'un matériau parental ou précipité de solution de sol hypersaturée ; il se dissout en saison humide et se précipite en saison sèche, il peut être transporté par l'eau et par le vent et se déposer par la suite.

### II – 1 Origine hydrique

Par mouvement « per ascenseur », cette théorie implique des mouvements par ascension capillaire à partir d'une nappe superficielle (Watson, 1979). Selon Halitim (1988). Ce processus peut jouer pour trois raisons :

- Une ETP > P, la plus grande partie de l'année.
- Un niveau de la nappe proche de la surface.
- Plus généralement, une nappe saturée ou proche de la saturation vis-à-vis du gypse.

Le dépôt de sulfate de calcium est dû à la concentration sur place de l'eau sous l'influence de l'évaporation en présence du chlorure de sodium provoquant sa précipitation sous des formes plus ou moins hydratées (Durand, 1953).

### II – 2 - Origine éolienne :

Plusieurs auteurs (Coque, 1962 ; Trichet, 1963) ont démontré la contribution du vent dans la formation des accumulations gypseuses. Dans ce cas, les croûtes résultent d'un poudrage intermittent de poussières surtout salines, diffusées dans l'atmosphère par le vent. La cimentation de ces dernières serait le résultat de l'infiltration des eaux pluviales dans les recouvrements éoliens. Watson (1979) qualifie ce processus de mouvement « per ascenseur »

### III - Formes d'accumulations du gypse

Le gypse pédogénétique s'accumule dans le sol sous des formes localisées ou continues, en fonction des conditions dans lesquelles il précipite. Les accumulations de gypse sont rarement composées de gypse pur, mais sont généralement un mélange de gypses, de calcaire et /ou des particules de sol. Les différents travaux menés jusqu'à présent ont caractérisé les formes suivantes:

#### III – 1 Croûtes gypseuses

Elles se présentent sous forme de couches dures et massives, d'une couleur allant du blanc au saumon. Elles sont impénétrables par les racines. La teneur en gypse varie entre 40 et 80 % (Durand, 1968).

Suivant les régions et les conditions de milieux dans lesquelles elles se sont développées, il ressort les formations suivantes :

### III -1 -1 Croûtes gypseuses

Elle apparait comme une patine plus durcie, pellicule de quelques millimètres à peine en général, et située à la partie superficielle de l'encroûtement. Elles résultent de la remontée à la surface ou bien du dépôt entre les fissures de fines particules gypseuses;

### III-1-2 Croûtes de nappe

Elles résultent du dépôt de gypse suite à la fluctuation du niveau d'une nappe active saturée;

### III- 1-3 Croûte polygonale de surface

Ce sont des formations apparentes, qui résultent du phénomène de dessiccation de surface. Elles se caractérisent par des bords recourbés (**Halitim, 1988**).

### III-2 Encrouement gypseux

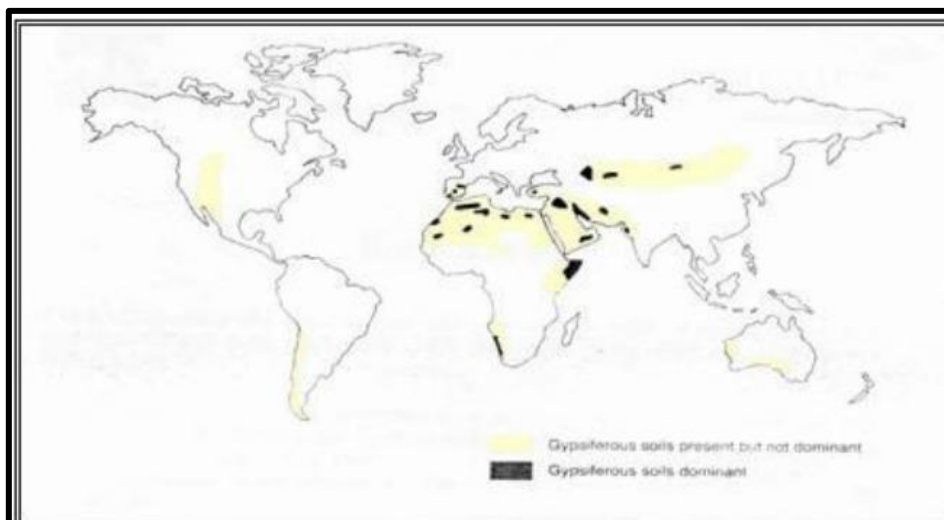
L'encroûtement gypseux est le reste de la formation enrichie en surface de calcium et assez compact, se trouvant sous la croûte gypseuse (**Burreau, 1960**). **Pouget (1969)** définit l'encroûtement gypseux de nappe comme étant « un horizon gypseux et induré, dont l'origine est en relation avec la présence d'une nappe salée ». Ces formes d'accumulation gypseuses diffèrent par l'aspect textural, pédogénétique et chimique.

Les sols gypseux offrent à la végétation un milieu très défavorable et difficile à traverser aussi bien du point de vue physique que chimique (déficit en élément nutritif, pH fort, diminution de nitrate et d'autres oligo- éléments). Cependant les cultures les mieux adaptées à la présence du gypse sont : le palmier dattier et la luzerne.

## IV – Répartition des sols gypseux

### IV -1- Dans le monde

Les sols gypseux se localisent dans les régions arides et semi- arides, essentiellement dans le Nord de l'Afrique, Sud et est de l'Europe, et du Sud- est de l'Asie.



**Fig 08 :** Distribution des sols gypseux dans le monde (FAO ,2003).

### IV - 2- En Algérie

Les sols gypseux d'Algérie occupent 12,2% de la surface totale des sols gypseux du monde, ils sont estimés à 7966,3 Km<sup>2</sup> (représentant 3,3% de la surface du pays) (FAO, 1990).

Ils s'expriment mieux entre les isohyètes 300 mm à 200 mm, cette tranche pluviométrique coïncide en partie avec le domaine des sols calcaires et sodiques (Djili, 2000).

La présence du gypse dans les sols du Nord de l'Algérie sont peu abondants et se localisent seulement dans les dépressions (Bernou, 1996). Cependant dans les régions de l'intérieur il peut s'individualiser sous forme visuelle (Durand, 1953 ; Boyadjiev, 1974).

La présence du gypse dans certaines zones très pluvieuses (région de Annaba par exemple) constitue, un cas particulier qui serait lié à un effet d'une micro régionalisation de cet élément (Djili, 2000).

Selon F.A.O (2005) les différents types de sols gypseux se localisent dans les bioclimats arides et désertiques .

### V - Classification des sols gypses

#### V-1- La classification Française

(C.P.C.S, 1967) divise les sols à des classes, sous classes, groupes, et sous groupes, les sols gypseux sont répartis dans trois classes

**Tableau 07: les sols gypseux dans la classification française (CPCS 1967)**

Classes	Sous classes	Groupes
Sols calcimagnésiques	Sols gypseux	Sols gypseux rendzini formes. Sols brun gypseux
Sols iso humiques	Pédoclimat frais	Sierozems
Sols hydromorphes	Minéraux on peu humifères	A redistribution de calcaire et de gypse

### V-2- Classification Américaine

Soil taxonomy (S.S.S. 2003) : Pour identifier, les sols gypseux, la soil taxonomy exige la présence de l'un des horizons diagnostiques suivants : la présence d'un horizon gypsiq ou pétrogypsiq à moins de 100 cm de la surface et ne possède pas d'horizon pétrocalcic placé au dessus de ces horizons. Les gypsids comportent 04 grands groupes qui sont :

- Pétrogypsids.
- Natrigypsids.
- Argigypsids.
- Calcigypsids.

### V-3- Classification FAO

La légende révisée de la carte des sols du monde (F.A.O, 1988) à introduit, deux groupes majeurs :

-Les calcisols et les gypsisols :

Les gypsisols, se distinguent par la présence d'un horizon gypsiq ou pétrogypsiq, les unités des sols gypseux sont comme suite :

- Pétric gypsisols.
- Calcic gypsisols.
- Luvic gypsisols.
- Haplic gypsisols.

**Chapitre 04 :**  
**Généralité sur les**  
**palmier dattier**

## Chapitre 04 : Généralité sur les palmier dattier

---

### Chapitre 04 : Généralité sur les palmier dattier

#### I-Historique et origine

L'origine géographique précise du palmier dattier paraît très controversée. Elle fait l'objet de plusieurs hypothèses. Selon **Munier (1973)**, le palmier dattier résulterait de l'hybridation

de plusieurs types de Phoenix et sa domestication aurait eu lieu dans la région orientale du Sahara. Cependant, des travaux de **Zohary et Hopf (1988)** ont rapporté l'existence d'un ancêtre sauvage du palmier dattier, qui serait localisé dans la région méridionale chaude et sèche du Proche Orient, au Nord Est du Sahara et au Nord du désert d'Arabie. Des travaux plus récents ont montré que le palmier dattier proviendrait de la domestication d'une population sauvage de la même espèce (**Pintaud et al., 2010**). Sur la base d'études archéobotaniques, la domestication du palmier dattier remonterait vers 6000 ans avant J.C. dans la région du Golfe Persique comme témoignent des fossiles de graines trouvées dans la région de Dalma aux Emirats. Cette domestication serait associée à la naissance des premières civilisations agricoles du croissant fertile, entre la Mésopotamie et l'Egypte, vers 4000 ans avant JC. Depuis ce lieu d'origine, la culture du palmier dattier s'est étendue vers l'Est et vers l'Afrique orientale (XVe siècle) et du nord (XIe siècle). Dès le XXe siècle, le palmier dattier est introduit en Amérique et en Australie. Sa propagation s'est effectuée en suivant plusieurs voies : par les navigateurs arabes, par la colonisation et par les anciennes transactions commerciales où les dattes étaient utilisées comme monnaie d'échange (**Ouennoughi et al., 2005**)

#### II - Taxonomier

Le genre Phoenix comporte au moins douze espèces, parmi eux est dactylifera (Nixon, 1950), Sa position systématique actuelle, basée sur des données récentes de l'International Code of Botanical Nomenclature :

- ✓ Embranchement : Angiospermes
- ✓ Classe: Monocotylédones.
- ✓ Ordre: Arecales.
- ✓ Famille: Acéracées
- ✓ Sous- famille: Coryphoidées
- ✓ Tribu: Phoenicées.
- ✓ Genre: Phoenix
- ✓ Espèce: Phoenix dactylifera L.



### III Description morphologique du palmier dattier

#### III-1 Appareil végétatif

##### III-1-1. Palmes

Les palmes (Djérid) : sont des feuilles composées insérées en hélice, très rapprochées sur le stipe. Elle comporte une gaine pistillaire (cornaf) enfuit d'un feutrage dense dans un pétiole semi cylindrique épineux vers la base (chouque-srab) dur et foliole (saaf).

Les feuilles : longues de plusieurs mètres, ont un limbe divisé en deux rangés de folioles étroites, pliées en long suivant leur nervures, raides et piquantes au sommet, les folioles inférieures de chaque feuille sont transformées en épines (**Ozenda, 1983**).

On utilise fréquemment les caractères des palmes pour définir les variétés ; parmi les plus stables : la disposition des folioles et des épines sur le pétiole (rachis) ainsi que les angles entre folioles et le rachis (**Munier, 1973**).

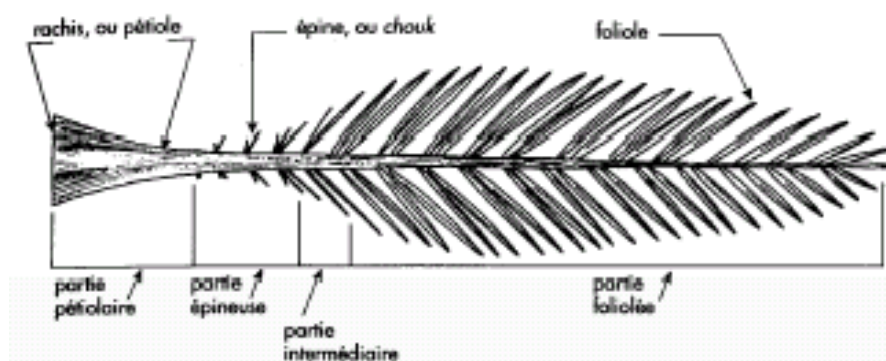


Fig 09 : Une palme (Peyron, 2000)

##### III-1-2 Tronc

Le tronc du palmier dattier ou « stipe » est cylindrique, parfois lignifié de couleur brune à ramification monopodiale, il peut atteindre 30-40m de long (**Ben abdallah, 1990**).

A l'aisselle de chaque palme se trouve un bourgeon axillaire (adventif) qui en se développant peut donner naissance à une inflorescence (dans la partie coronaire), à un rejet (dans la partie basale) ou à un gourmand (dans la partie moyenne), l'aptitude d'émission des rejets c'est une caractéristique variétale. Il reste couvert pendant plusieurs années par les bases foliaires des anciennes feuilles desséchées, les bases foliaires finissent par tomber, dégageant le stipe proprement dit sur lequel les cicatrices des feuilles restent visibles.

L'accroissement en épaisseur du tronc est assuré par un cambium extra fasciculaire qui disparaît très tôt : ce qui confère au stipe du dattier une épaisseur sensiblement la même durant toute la vie.

## Chapitre 04 : Généralité sur les palmier dattier

---

Le tronc des jeunes palmiers est recouvert par le fibrillaires (lif) qui ne persiste à l'état adulte que dans la partie coronaire.

Le stipe ne se ramifié pas, mais le développement des gourmands ou rejets aériens (Rekabs) peut donner naissance à des ramifications (**Djerbi, 1996**).



**Fig 10 : Photo d'un t ronc de palmier dattier**

### III-1-3 Les racines

Le système racinaire du palmier dattier est de type fasciculé très développé, généralement noyé dans une masse spongieuse de racines mortes pourvus d'un bulbe où sont accumulées toutes les réserves (**Toutain, 1967**).

Ce système présente plusieurs zones d'enracinement :

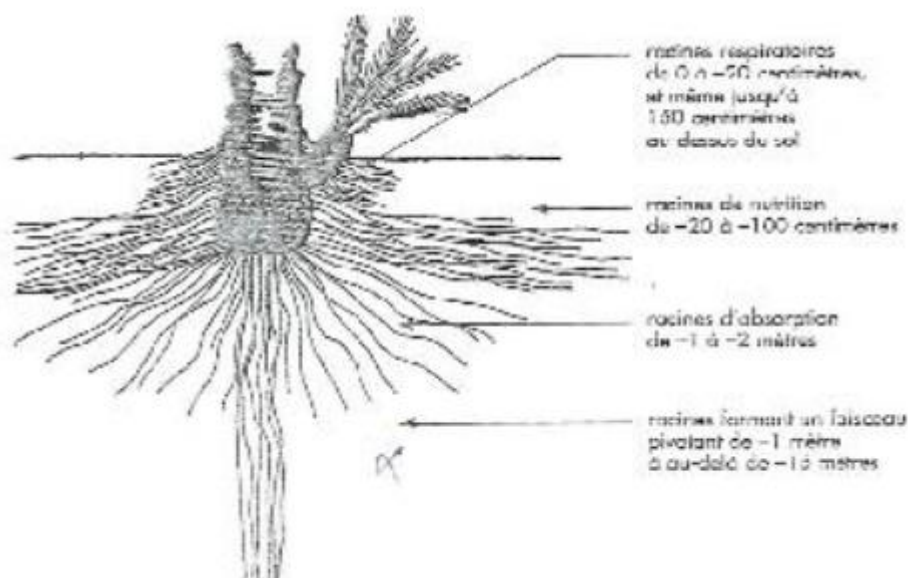
- **Zone 1** : racines respiratoires (superficielles) : servent aux échanges gazeux. Elle se développent quelquefois très haut à la base du tronc, ou stipe, en poussant sous les bases pétiolaires des palmes, Kornafs ou cornafs . Ceux sont alors des racines aériennes, les racines respiratoires souterraines ont peu de radicelles. Ce système joue un rôle important, et nécessaire au palmier, dans les échanges gazeux avec l'air de l'atmosphère du sol (**Peyron, 2000**).
- **Zone 2** : racines nutritives (moyennes) : constituent la plus forte proportion de racines du système. Elles sont très longues, obliques ou horizontales. Elles sont pourvues de nombreuses radicelles et peuvent se développer bien au- delà de la zone de projection de la frondaison d'un palmier adulte, d'où l'importance des grandes cuvettes ou, mieux, des planches d'irrigation. (**Peyron, 2000**)
- **Zone 3** : racines d'absorption (inferieures) : ont pour fonction de chercher l'eau .la zone de ces racines est plus ou moins développée selon le mode de culture et la profondeur de la nappe phréatique. (**Peyron, 2000**)

## Chapitre 04 : Généralité sur les palmier dattier

- Zone 4 : les racines du faisceau pivotant : le pivot de racines d'absorption est quasi inexistant si la conduite de culture permet une absorption suffisante au niveau des racines de nutrition et d'absorption .il est réduit si la nappe phréatique se trouve à faible profondeur mais, si nécessaire, se véritable pivot de racines peut atteindre l'eau jusqu'à une profondeur de 17 mètres. (Toutain, 1967).

Dans les conditions normales, le système racinaire d'un palmier ayant une taille de 8 à 10 m peut s'étendre latéralement à plus de 7m du tronc et atteindre une profondeur supérieure a 6m (Fonteny, 1960 in El houmaizi, 2002).

La densité des racines dans le sol est décroissante en profondeur, le nombre et la densité varient selon la nature du sol, les conditions climatiques et les cultivars (Al-bakre, 1972)



**Fig11 : Les quatre types de racines (Peyron, 2000)**

### III-1-4 La couronne, ou la frondaison

L'ensemble des palmes forme la couronne du palmier dattier chez les adultes, la couronne contient de 50-200 palmes (Peyron, 2000).

On distingue :

- couronne basale : avec des palmes âgées
- couronne centrale : avec des palmes adultes
- les palmes du cœur : avec des palmes non ouvertes et n'ayant pas encore atteint leur taille définitive.

Les palmes sont issues du bourgeon terminal (**Munier, 1973**) ou « phyllophore » se trouve à l'extrémité du tronc. À l'aisselle des palmes, à partir des bourgeons axillaires, se développent les inflorescences et éventuellement les gourmands (**Peyron, 2000**).

### III-2 L'appareil reproducteur

Le palmier dattier commence à fleurir après une longue phase juvénile, entre 5 et 8 ans après la germination des graines dans des conditions de culture favorables. La floraison est généralement annuelle et dure durant toute la vie de la plante.

#### III-2-1 Les inflorescences ou les spathes

Le palmier dattier est une plante dioïque c'est-à-dire chaque individu ne porte que des inflorescences d'un même sexe. L'inflorescence du dattier naît du développement des bourgeons axillaires situés à l'aisselle des palmes dans la région coronaire du tronc. (**Peyron, 2000**). Les spathes ont une forme de grappes d'épis protégés par une bractée ligneuse close et fusiforme. Elles sont de couleur vert-jaunâtre (**Sedra, 2003**).

#### III-2-2 Les fleurs

Les fleurs sont unisexuées à pédoncule très court. Elles sont de couleur ivoire, jaune-verdâtre selon le sexe et le cultivar ou la variété. En période de pollinisation, les spathes s'ouvrent d'elles-mêmes suivant, la ligne médiane du dos.

- La fleur femelle : est globulaire, d'un diamètre de 3 à 4 mm ; elle est constituée d'un calice court, de trois sépales soudés et d'une corolle, formée de trois pétales ovales et de six étamines avortées ou staminoïdes. Le gynécée comprend trois carpelles, indépendants à un seul ovule anatrophe. Au moment de la pollinisation, un seul ovule est fécondé, ce qui aboutit au développement d'un seul carpelle qui, à son tour, évolue pour donner à maturité, le fruit appelé datte. Les autres ovules avortent et tombent après la pollinisation.
- La fleur mâle : a une forme légèrement allongée et est constituée d'un calice court, de trois sépales soudés et d'une corolle formée de trois pétales et de six étamines. Les fleurs mâles sont généralement, de couleur blanche crème, à odeur caractéristique de pâte de pain. Les phénomènes de changement de sexe chez le palmier ou de l'existence d'inflorescences des deux sexes à la fois, sont très rares (**Daher meraneh, 2010**).

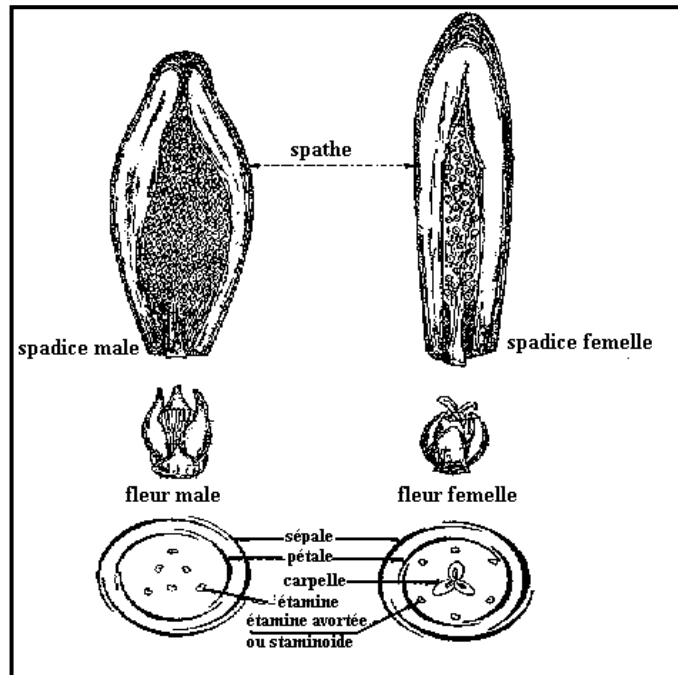


Fig 12 : Inflorescences et fleurs du dattier (Munier, 1973)



Fig 13 : Inflorescences et fleurs du dattier

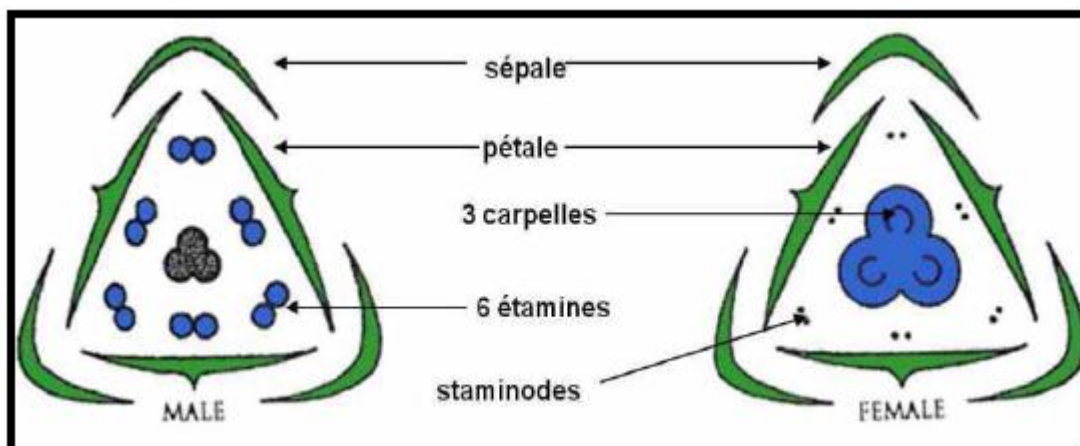


Fig14 : Diagramme florale des fleurs du palmier dattier (Daher meraneh, 2010)

### III-2-3 Le fruit

Le fruit est une baie contenant une graine appelée communément, noyau. Après fécondation, l'ovule évolue pour donner un fruit de couleur verte (taille d'un pois puis d'un fruit de raisin jusqu'à la taille normale de la datte), constitué de mésocarpe protégé par un fin péricarpe et un endocarpe membraneux de forme allongée. En effet, cinq stades d'évolution du fruit sont connus et prennent des appellations locales différentes en fonction des pays et des régions. (Sedra 2003 ; Munier, 1973).

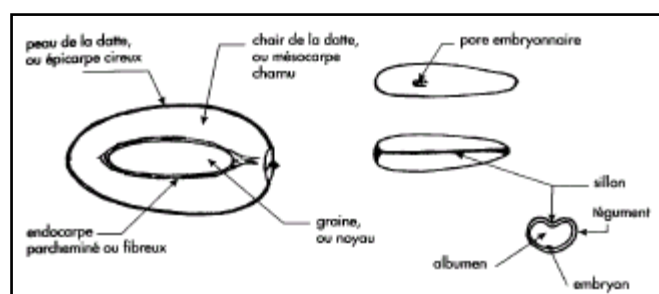


Fig15 : Datte et son noyau (Peyron, 2000).

### IV- Importance de palmier dattier

La phoeniciculture est considérée comme le pivot central autour duquel s'articule la vie dans les régions sahariennes. Elle revêt une grande importance socioéconomique et environnementale dans de nombreux pays (Dubost, 1990). En Algérie, cette culture occupe une place de premier rang dans l'agriculture saharienne (emploi, sédentarisation de populations, produits) (Benziouche, 2008). L'Algérie occupe une place importante parmi les pays producteurs et exportateurs de dattes dans le monde (Benziouche et Cheriet, 2012).

Le palmier dattier est une plante d'intérêt écologique, économique et social majeur pour de nombreux pays des zones arides.

#### IV- 1- Echelle internationale

Selon les statistiques de la FAO, le nombre total de palmiers dans le monde n'a cessé pas de croître d'une décennie à l'autre ; il passe de 106 millions de palmiers en 1994 à 180 millions en 2005 soit un accroissement de près de 69.44%. L'Asie vient en tête des trois continents phoenicicole (l'Asie, l'Afrique et l'Amérique) avec 125.5 millions de palmiers (soit 70% du patrimoine phoenicicole mondiale), dont une grande partie se trouve surtout en Iran et en Iraq avec 25 millions et 21 millions de palmiers respectivement en 2005 (Benziouche, 2012).



## Chapitre 04 : Généralité sur les palmier dattier

---

En Afrique qui vient en deuxième position, on compte environ 52.6 millions de palmiers en 2005 soit 29.22% du patrimoine mondial. Ce patrimoine est concentré surtout dans les pays du Nord de l'Afrique, notamment l'Algérie qui occupe la première place avec 14 millions palmiers en 2005 (Benzouche, 2012). Actuellement plus de 18 millions suivie par l'Egypte et le Maroc. Le reste, soit 1.34% du patrimoine mondial est dispersé dans le reste du monde (Benzouche, 2016).

### IV-2-Echelle nationale

Selon les données de ministère de l'agriculture et du développement rural ; la phoeniculture en Algérie s'étale sur une superficie de plus de 160 mille hectares avec un patrimoine phoenicole qui dépasse les 18 millions pieds. Bien que ce patrimoine soit reparti sur 17 wilayas du pays, Néanmoins il est concentré principalement dans les wilayas Sud- Est et Sud-Centre du pays (Benzouche, 2012).

La première place est occupée par Biskra avec plus 23 % du patrimoine national, Suivie par la wilaya d'Adrar de près de 21%et la wilaya d'El Oued avec plus de 20%

### V- Calendrier cultural

Les pratiques et les soins culturaux ont un intérêt certain dans l'expression des potentialités de production et de croissance des organes végétatif et reproductif normaux des cultivars. La croissance normale d'une variété et la production en dattes (qualité et quantité) pourraient diminuer si l'entretien du palmier est insuffisant ou absent.

#### V-1 Défoncement de la croute gypseuse

La croute ou l'encroutement gypseux doivent normalement être défoncés avant la plantation, sur une profondeur d'au moins un mètre sur toute la surface de la planche.

#### V-2 Amendement

Les sols des palmerais sont souvent salés pauvres en humus, en raison d'une combinaison de différents processus :

- Sols alluvionnaires ou sableux sans matière organique ;
- Eau d'irrigation à forte teneur en sel ;
- Mauvais drainage ou proximité d'une nappe salée qui envahit une nappe phréatique d'eau douce surexploitée.

### V-3 Travail du sol

En palmeraie, le travail du sol est nécessaire pour :

- Limiter les pertes d'eau par évaporation ;
- Eviter les concentrations salines en surfaces dans les terrains salés.

### V-4 Plantation

C'est l'opération la plus délicate et la plus sensible d'où il faut choisir des rejets en bonne santé et de bonne qualité. La meilleure période de plantation se situe au début de la reprise de végétation (fin de Février-Mars) ou au mois d'Août (exemple : la wilaya de Biskra).

### V-5 Fertilisation

#### V-5-1 Organique

La fumure organique utilisée dans la plupart des palmeraies algérienne, peut être le fumier domestique ou le fumier de ferme. Le compost (déchets agricoles et humains décomposés et convertis en humus) et l'engrais vert (enfouissement d'une légumineuse sur le champ avant la floraison) sont très rarement utilisés.

#### V-5 -2 Minérale

##### A -Phosphore

Le phosphore joue également plusieurs rôles dans la vie des plantes :

- L'accélération de la maturation des fruits par conséquent l'augmentation de la teneur en sucre.
- La maintenance d'identité génétique
- Stimulation de la croissance des racines : Un apport localisé de phosphore (et nitrate) entraîne une prolifération des racines dans cette zone. Par contre, on a constaté moins de réponse de la racine à des apports localisés de potassium ou d'ammonium. Il a été montré que le phosphore améliore la réponse de plusieurs cultures à la fertilisation azotée. Pour que les plantes utilisent le supplément d'azote (par exemple pour la synthèse des protéines ou de la chlorophylle), elles ont besoin de plus de phosphore pour fournir l'ATP nécessaire (Moughli, 2000).



## Chapitre 04 : Généralité sur les palmier dattier

### B- Potassium

Le potassium est l'élément nutritif absorbé en plus grandes quantités que tous les autres éléments minéraux. Il y a dans les sols, une quantité abondante de potassium. Malheureusement, la portion assimilable par la plante est minime. A l'intérieur du sol, le potassium est disponible sous formes qu'on peut répartir en trois catégories : relativement indisponible, lentement disponible et facilement disponible

**Tableau 08: Doses des éléments fertilisants selon l'âge du palmier (Al-Bakr, 1972)**

L'âge du palmier /ans	Elément en g/palmier/an		
	N	P	K
1	145	115	250
5	310	250	1370
10	425	300	1370

**V-6 Pollinisation** La pollinisation est effectuée soit naturellement par le vent ou les insectes dans les jardins oasiens familiaux et dans les palmeraies spontanées, soit artificiellement par les exploitants qui placent quelques épillets de fleurs mâles (1 à 12) au sein des épillets femelles (**Enaimi et Jafer, 1980**)

### V-7 Irrigation

L'irrigation est une opération primordiale et très importante en phoeniciculture les apports doivent être suffisants pour couvrir tous les besoins du palmier dattier, pour satisfaire les pertes par infiltration et par évaporation à la surface du sol, pour satisfaire les besoins des cultures intercalaires, s'il y a lieu, et pour lessiver le sol afin d'éliminer les sels accumulés (**Ben Abdallah, 1990**)

### V-8 Toilettage du palmier dattier

Chaque année, les palmes sont émises tandis que d'autres sèchent en restant attachées au tronc et que l' doit éliminer totalement (**ITIDAS, 2007**).

### V-9 Limitation de nombre de régime

La production d'un palmier dattier dépend de l'âge et des conditions de culture et d'entretien. Après 2 à 3 ans de plantation il est recommandé de supprimer tout régime juvénile pour éviter la fatigue du palmier dattier.

## Chapitre 04 : Généralité sur les palmier dattier

---

- A 5 ou 6 ans, on peut laisser 2 à 3 régimes.
- L'année suivante, on peut laisser 3 à 5 régimes.
- A l'âge de 10 à 12, on laisse 10 à 12 régime. (**Peyron, 2000**)

### **V-10 Sevrage**

Le sevrage consiste à séparer un rejet de son pied mère par une coupe nette à l'endroit de son point d'attache.

### **V-11 Récolte**

La récolte des dattes s'effectue quand la majorité des fruits sont murs. Parfois quelques jours avant, afin de faciliter la tâche. Suivant les variétés, qui sont précoces ou tardives, et les conditions locales, la récolte s'étale sur une période de trois semaines à trois mois. Comme les dattes des différents régimes ne murissent pas en même temps, plusieurs cueillettes sont nécessaires : les fruits une fois murs tombent, s'abiment ou sont perdus. Les dattes qui restent sur l'arbre peuvent couler, se dessécher ou être abimées par les oiseaux. Il est donc impératif de les ramasser (**ITIDAS, 2007**)

# **Chapitre V :**

## **Matériels**

### **et Méthodes**

## Chapitre V : Matériel et méthode

### Chapitre V : Matériel et méthodes

Le matériel végétale utilisé dans cette expérimentation est la palmier dattier variété Deglet- Nour

réalisée au niveau d'une palmeraie moderne dans la région de Lioua situé a l'Est de la wilaya de Biskra.

Pour la récupération des eaux lixiviées, un dispositif expérimental est installé .Il est composé par un support métallique qui porte un gobelet couplé dans la partie basale d'une tige métallique (Figure17)

.Ce dispositif est installé par une tarière à 1.2m au delà du système racinaire.



**Fig17 : Dispositif expérimental pour la récupération des eaux lixivie.**

L'expérience est portée sur 5 palmiers par l'application de 3 kg d'engrais potassique simple  $K_2SO_4$  (50% de K 18% de  $SO_4$ ) par palmier dans une stade de maturité bien déterminée durant la cycle de production.

L'épandage de l'engrais potassique été comme suivant :

le premier épandage été le 08/05/2019 au stade Loulou du premier palmier.

le deuxième épandage été le 19/06/2019 au stade Khalal du deuxième palmier.

le troisième épandage été le 4/08/2019 au stade Bser du troisième palmier.

le dernier épandage été le 15/09/2019 au stade Bleh du quatrième palmier.

L'irrigation par submersion dans cette palmeraie est la plus pratiquée. La dose d'eau appliquée est de 3.15 m<sup>3</sup>/ palmier pendant 30 min. Lorsque atteint les deux tiers de la quantité d'eau nécessaire est apportée, potassique est pratiquée.

### **I. Echantillonnage**

L'échantillonnage des eaux de lixiviation, du sol, et les dattes est effectué au cours de la phase de récolte au stade de maturité Tamar. Le prélèvement du sol est réalisé à deux niveaux : 0-50 cm et 50-100cm.

### **II. Analyse de laboratoire**

#### **1. Analyses physiques**

Des mesures biométriques des dattes sont effectuées comme le poids de fruit total, poids de la datte dénoyautée, le poids de noyau sur balance de précision.

-Longueur et largeur des dattes et du noyau par le pied à coulisse. .

#### **2. Analyses chimiques**

Pour analyser la composition minérale des dattes, 1g de datte dénoyautée composent est incinéré dans le four à moufle. Pour avoir une solution minérale, les cendres sont ensuite dissoutes dans l'eau distillée.

##### **2.1. Détermination de pH**

On pèse 10g de pulpes de dattes coupées en petit morceaux qu'on mélange intimement avec 100ml d'eau distillée au mixeur et filtré le jus des dattes en appareil centrifugeuses et on détermine directement le pH au PH-mètre

##### **2.2. Détermination de la conductivité électrique (CE)**

On pèse 10g de pulpes de dattes coupées en petit morceaux qu'on mélange intimement avec 100ml d'eau distillée au mixeur et filtré le jus des dattes en appareil centrifugeuses et on détermine directement le CE au conductivité mètre .

##### **2.3. Dosage de Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup>**

Avec une lecture par le spectrophotomètre à flamme

### 2.4. Dosage du $\text{Ca}^{++}$ et $\text{Mg}^{++}$

#### Préparation de réactif :

Solution tampon : 16.9g  $\text{NH}_4\text{Cl}$  dans 142.5ml  $\text{NH}_4\text{OH}$  concentré laissé refroidir complété à 250ml avec l'eau distillé

EDTA :( 0.1N) : 2g EDAT + 0.05g  $\text{MgCl}_2$  complété à 1l

NET : 0.5g NET + 4.5g hydroxylamine hydrochlorure dans 100ml Ethanol 95%

NaOH : 8g/100ml laisser refroidir (doucelement)

Calcon carboxylique : 0.2g calcon carboxylique +100g Nacl

Diluer les eaux 10fois : 5ml échantillon +45ml  $\text{H}_2\text{O}$

#### Mode opératoire

##### Témoin :

Prenant Bécher contient :

- 50ml l'eau distillé
- 0.2 g calcon carboxylique +Nacl
- 2-3 ml NaOH
- titrassions avec la EDAT et changement la couleur rose –bleu

##### Dosage du $\text{Ca}^{++}$

Prenant Bécher contient :

- 5 ml échantillon + 45 ml  $\text{H}_2\text{O}$  (dillution  $\times 10$ )
- 2-3 ml NaOH
- 0.2g calcon carboxylique +Nacl

Cette solution est placée au-dessus l'agitateur

- Titration avec la EDAT et changement la couleur (rose –bleu)

## Chapitre V : Matériel et méthode

### Dosage du $\text{Ca}^{++}$ et $\text{Mg}^{++}$

Prenant bécher contient :

- 5ml échantillon + 45 ml  $\text{H}_2\text{O}$  (dillution  $\times 10$ )
- 4ml solution tampon (pH=10)
- 4 goutte NET

Cette solution est placée au dessus l'agitateur

- Titration avec la EDTA et changement la couleur ( rose – bleu)

$$\text{Ca}^{2+} = \frac{V_1 - V_2 * 0.01 * 1000}{A} * D$$

$V_1$  : volume de titration avec l'EDTA

$V_2$  : volume de titration avec l'EDTA (Témoin)

D : facteur de dilution

A : prise d'essai

$$[\text{Mg}^{2+} + \text{Ca}^{2+}] = \frac{v_1 - v_2 * 0.01 * 1000}{A} * D$$

$$\text{Mg}^{2+} = (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) - \text{Ca}^{2+}$$

$$\text{Ca}^{++} = \frac{(V - B) \times 100 \times N \times D}{A}$$

$$\text{CA}^{++} + \text{Mg}^{++} = \frac{(V - B) \times 100 \times N \times D}{A}$$

V : volume EDTA utilisé pour la titration de l'échantillon

B : volume EDTA utilisé pour la titration d u témoin

N : normalité de EDTEA (0.01 N)

A : Prise de l'essai (50ml)

D : Dilution (x10)

### 2.5. Dosage du phosphore

#### Principe :

Le dosage du phosphore se fait sur l'extrait obtenu par minéralisation selon la procédure générale. Le phosphore est présent dans l'extrait sous forme d'ortho phosphate . Avec les ions vanadate et molybdate, le phosphate forme un complexe phospho-vanado-molybdate de couleur jaune mesurable par spectrophotométrie d'absorption moléculaire à 430nm.

#### Réactifs et matériel consommable :

- **Solution d'ammonium molybdate -4-hydrate à 5% p/v :**

1. Dissoudre 50g de  $(\text{NH}_4)_6 \text{MO}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  dans  $\pm 500$  ml d'eau chaude ( $50^\circ\text{C}$ )

Laisser refroidir et transvaser quantitativement dans une fiole jaugée de 1L ajusté avec de l'eau.

- **2. Solution d'ammonium vanadate à 0.25 % p/v**

Dissoudre 2.5g de  $\text{NH}_4\text{VO}_3$  dans  $\pm 500$ ml d'eau bouillante, laisser refroidir et ajouter 20ml  $\text{HNO}_3$  concentré ( $d= 1.4$ ). Transvaser quantitativement dans une fiole jaugée de 1L et ajuster avec de l'eau.

- **3. Acide nitrique dilué 1/3 :**

Diluer 167 ml  $\text{HNO}_3$  concentré ( $d=1.4$ ) à 500ml avec de l'eau.

- Réactif nitro-vanado-molybdate :

Faire 300ml composé de :

\*100ml de solution d'ammonium molybdate

\* 100ml de d'ammonium vanadate

\* 100ml d'acide nitrique dilué 1/3

- **4. Solution mère de 500  $\mu\text{g P/ml}$  :**

A.Dissoudre 2.1965g de potassium dihydrogénophosphate ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$  ) , préalablement séché à  $105^\circ\text{C}$  durant une nuit , dans 1L d'eau .



## Chapitre V : Matériel et méthode

---

B. Ajouter 2 gouttes de chloroforme avant de compléter le volume au trait de jauge ; le chloroforme sert à conserver la solution.

- Série d'étalons de 0 ; 20 ; 40 et 80  $\mu\text{g P/ml}$  : pipeter dans une série de fioles jaugées de 50 ml respectivement 0 ; 2 ; 4 et 8 ml de la solution-mère et compléter avec la solution d'extraction (0.2 n  $\text{HNO}_3$ ).
- Acide nitrique 0.2 n ; diluer 15 ml de  $\text{HNO}_3$  concentré ( $d=1.4$ ) à 1 L avec de l'eau.

### Appareils et verrerie

- Spectrophotomètre ou colorimètre.
- Pipettes .
- Tube à essai de capacité 15 ml ou plus

### Mode opératoire

- Porter successivement dans un tube à essai.
  - 2 ml de l'extrait de cendre.
  - 6 ml d'eau.
  - 2 ml réactif nitro-vanado-molybdate.Homogénéiser et laisser réagir 1 heure.
- Suivre le même mode opératoire pour les étalons.
- Doser par spectrophotométrie à 430 nm. Reprendre les extraits concentrés (1 ml d'extrait + 7 ml d'eau + 2 ml de réactif. maintenir aliquotes pour les étalons).

### Calculs

(1) Calculer la concentration de l'extrait (=  $C_e$  : en  $\mu\text{g P/ml}$ ) passé le spectrophotomètre à partir de la courbe d'étalonnage absorbance  $f(\text{concentration})$  obtenue par voie graphique ou statistique (régression linéaire ou quadratique).

(2)  $\text{ppm P} = C_e \cdot 1/D \cdot 1/RE$

ou : D : dilution

= 1, pour une prise d'essai de 2ml

= 1/2, prise d'essai = 1ml

RE : rapport d'extraction : en g/ml = (poids prise d'essai de MS) / (volume extrait)

(3) mg p/g MS :

$$\text{mg P/g MS} = \text{Ce} * 1/D * 0.050$$

(4) Conversions :  $P * 2.29 = P_2 O_5$        $P = P_2 O_5 * 0.437$

### 2.6. Dosage des sulfates ( $SO_4^{2-}$ )

#### Réactifs :

- Eau déminéralisée ayant une conductivité  $< 0.1 \text{ mSm}^{-1}$ .
- Solution NaCl, HCl :

Dans une fiole jaugée de 2000ml ajouter 40ml d'HCl concentré (36% ,  $d = 1.18$ ) à 480 de chlorure de sodium p.a. Ajuster au volume avec de l'eau déminéralisée . Homogénéiser.

- **Gomme d'acacia 0.25 % :**

Dans une fiole jaugée de 100ml dissoudre dans de l'eau déminéralisée 0.25g de gomme d'acacia. Ajuster au volume. Homogénéiser.

- **Chlorure de baryum ( $BrCl_2, 2H_2O$ ) en poudre**
- **Solution mère de sulfate de sodium ( $Na_2SO_4$ ) 200méq.l<sup>-1</sup> :**

Dans une fiole jaugée de 500ml contenant environ 400ml d'eau déminéralisée dissoudre 7.1025g de sulfate de sodium anhydre, ajuster au volume . Homogénéiser .

- **Solution fille de sulfate de sodium ( $Na_2SO_4$ ) :**

Dans une fiole jaugée de 1000ml diluer respectivement 5, 10, 15, 20 et 25 ml de la solution mère avec de l'eau déminéralisée. Ces solution contiennent respectivement 1, 2, 3, 4 et 5 meq/l. Ajuster au volume avec de l'eau déminéralisée. Homogénéiser.

#### Mode opératoire :

- Transférer 25ml de l'extrait dilué (à 10 ou à 100) dans une fiole jaugé de 100ml et ajouter 10ml de la solution (NaCl. HCl), 2ml de gomme d'acacia et 1g de poudre de chlorure de baryum.
- Agiter à la main et ajuster au volume avec de l'eau déminéralisée. Homogénéiser

## Chapitre V : Matériel et méthode

---

- Préparer un témoin et les solutions filles selon le même protocole.
- En prenant le témoin comme référence, ajuster à 0.00 l'absorbance du spectrophotomètre, régler à 600nm .
- Mesurer l'absorbance au spectrophotomètre à 600nm pour les solutions filles et les échantillons.

### Calcul :

Après lecture au spectrophotomètre, préparer un graphique sur papier millimètre dont l'axe des X étant l'absorbance et l'axe des Y la concentration en sulfates (meq/l) des solutions filles.

Tracer la droite d'étalonnage et déterminer à l'aide de cette droite les concentrations en sulfates (meq/l) des échantillons de la façon suivante :

$$\text{SO}_4(\text{meq/l}) = \text{C} * \text{D} \text{ ou } \text{mmol/l}$$

**C** : concentration calculée à partir de la droite d'étalonnage.

**D** : niveau de dilution (10 ou 100).

Le dosage de la composition minérale des eaux et du sol est effectué avec le même principe que celui des dattes.

# **Chapitre VI :**

## **Résultats**

### **et Discussions**

## Chapitre VI :Résultat et discussion

### Chapitre VI :Résultats et discussions

#### I. Composition minérale du sol

##### 1. Evaluation de la salinité

L'examine de la Tableau 9 montre que la salinité augmente du l'horizon de surface vers l'horizon souterrain, les valeurs indique une salinité moyenne du sol ou les conductivités électriques varient de 1.7 au 1.8 ds/m pour l'horizon du surface au 1.6 au 2 ds/m pour l'horizon souterrain .

**Tableau 9. Conductivité électrique de sol en ds /m**

CE de sol en dS/m	Témoin	Sol1	Sol 2	Sol 3	Sol 4
0-50 cm	1,8	1,7	1,6	1,5	1,8
50-100 cm	2	1,8	1,6	1,8	1,6

##### 2. Evaluation de l'évolution du pH

Les données de la Tableau 10 révèlent que les pH du sol son inférieur à 8, mais avec une alcalinité plus prononcée pour l'horizon sou terraine de ce fait on not que les pH augmente de l'horizon de surface au l'horizon souterrain en fin on note que le sol témoin présente les pH les plus élevée .

**Tableau 10 . pH des sols**

pH du sol	Sol 1	Sol 2	Sol 3	Sol 4	Témoin
Horizon 1 en cm o - 50	7,48	7,39	7,52	7,41	7,11
Horizon 2 en cm 5o - 100	7,48	7,37	7,52	7,44	7,73

##### 3. Teneurs en K<sup>+</sup>

Les valeurs enregistrée dans la Tableau.11 montre que l'apport potassique au déférents stade de maturité de la date influé la disponibilité du potassium soluble

## Chapitre VI :Résultat et discussion

dans le sol. En effet, on note que les faibles concentrations sont signalées que le sol traité par le  $K^+$  au stade de maturité loulou comparativement aux restes des échantillons cela explique que cette réduction potassique pourrait être expliquée par un épuisement de  $K^+$  par le d'une perte ou par les pertes par lixiviation, notamment, que les plus fortes doses d'eau pour le palmier sont expliquées à partir du stade de maturité Loulou où la demande en eau est plus prononcée.

**Tableau 11 : Teneurs du potassium soluble (mg/l)**

Echantillons		
Sols	Horizons	Teneurs en $K^+$
Sol Témoin	0-50	59,95
	50-100	11,28
Sol 1	0-50	18,69
	50-100	67,00
Sol 2	0-50	11,99
	50-100	14,46
Sol 3	0-50	15,16
	50-100	15,52
Sol 4	0-50	9,87
	0-100	9,52

#### 4. Teneurs en $Na^+$

L'analyse de la Tableau 12 montre que le sol témoin présente plus de  $Na^+$  par rapport à la parcelle distinguée par l'apport potassique. À ce propos on note que la couche (50-100cm) présente plus de teneurs en  $Na^+$  que la couche de surface ce qui est expliqué l'effet de l'irrigation sur la dynamique des sels.

**Tableau 12. Teneurs en sodium soluble (mg/l)**

<b>Echantillons</b>		
<b>Sols</b>	<b>Horizons</b>	<b>Teneurs en Na<sup>+</sup></b>
<b>Sol Témoin</b>	0-50	67,23
	50-100	51,88
<b>Sol 1</b>	0-50	85,5
	50-100	58,02
<b>Sol 2</b>	0-50	61,09
	50-100	66,21
<b>Sol 3</b>	0-50	72,34
	50-100	48,82
<b>Sol 4</b>	0-50	53,93
	0-100	50,86

### 5. Teneurs en Ca<sup>++</sup>

Les données exprimées dans le Tableau 13 révèlent que l'apport potassique au déférente stade de maturité de la datte ni a pas des effets destinatifs sur la teneures au Calcium du sol. Les déférents échantillons présentent des teneure souterrains qui oscillent de 2 au 2.72 meq /l.

## Chapitre VI :Résultat et discussion

**Tableau 13 : Teneurs du calcium soluble (mg/l)**

<b>Echantillons</b>		
<b>Sols</b>	<b>Horizons</b>	<b>Teneurs en Ca<sup>++</sup></b>
<b>Sol Témoin</b>	0-50	2,2
	50-100	2,52
<b>Sol 1</b>	0-50	2,18
	50-100	2
<b>Sol 2</b>	0-50	2,36
	50-100	2,5
<b>Sol 3</b>	0-50	2,64
	50-100	2,5
<b>Sol 4</b>	0-50	2,72
	0-100	2,66

### 6. Teneurs en Mg<sup>++</sup>

L'histogramme du Tableau14 explique que les teneurs en Mg<sup>++</sup> dans les sol étudié sont plus ou moins influencées par l'apport potassique on note que les teneurs en Mg les plus faible sont signalée pour le sol témoin (**Tableau14**).

**Tableau 14.Teneurs en Magnésium (mg/l)**

<b>Echantillons</b>		
<b>Sols</b>	<b>Horizons</b>	<b>Teneurs en Mg<sup>++</sup></b>
<b>Sol Témoin</b>	0-50	28,6
	50-100	31
<b>Sol 1</b>	0-50	32,4
	50-100	30,8
<b>Sol 2</b>	0-50	32,2
	50-100	33,6
<b>Sol 3</b>	0-50	33,4
	50-100	32,8
sol 4	0-50	32,8
	0-100	32,2



### II . Composition minérale des eaux de lixiviation

#### 1. Salinité des eaux de lixiviation

Le tableau 15 montre que la salinité est plus prononcée pour les échantillons du sol ayant un apport potassique. En effet, la salinité du  $K^+$  augmente avec l'état de maturité du palmier. le sol est fortement salée après l'apport potassique aux stade de maturité Khalal – Bser et Balah, cependant le sol Témoin (sans apport potassique) montre une valeur de 3.2dS/m.

**Tableau 15 . Salinité des eaux de lixiviation (dS/m)**

Echantillons	CE (dS/m)
<b>Eau de Lixiviation Témoin</b>	3.2
<b>Eau de Lixiviation 1</b>	4.4
<b>Eau de Lixiviation 2</b>	7.3
<b>Eau de Lixiviation 3</b>	8.7
<b>Eau de Lixiviation 4</b>	7.9

#### 2. Teneur en $Na^+$

Selon le tableau 16 L'application du potassium au niveau des sols pour chaque stade de maturité de la date augmente les teneurs en  $Na^+$  pour les eaux de lixiviation par apport aux eaux de l'échantillon témoin, les valeurs les plus importantes sont signalés aux échantillons 2,3 ou l'application de  $K^+$  est pratiqués respectivement au stade de maturité Khalal et Bser. Les valeurs oscillent entre 280 et 772 mg.

**Tableau 16. Teneurs en sodium des eaux de lixiviation (mg/l)**

Echantillons	Teneurs en $Na^+$ ( mg /l)
<b>Eau de Lixiviation Témoin</b>	<b>125.78</b>
<b>Eau de Lixiviation 1</b>	280,65
<b>Eau de Lixiviation 2</b>	751,24
<b>Eau de Lixiviation 3</b>	771,70
<b>Eau de Lixiviation 4</b>	342,06

## Chapitre VI :Résultat et discussion

### 3. Teneurs en potassium

IL révèle du tableau ci-dessous que les pertes de potassium par lixiviation sont plus marquées pour les sols ayant un apport potassique aux stades de maturité Balah. Ceci atteste les apports en eaux en fonction de besoins du palmier selon les dattes de maturité sont les causes de ces pertes. Les eaux de lixiviations témoins présentent les teneurs les plus faibles avec 60mg.

**Tableau 17 .Teneurs en potassium des eaux de lixiviation (mg/l)**

Echantillons	Teneurs en K <sup>+</sup> ( mg /l)
Eau de Lixiviation Témoin	59.94
Eau de Lixiviation 1	13.75
Eau de Lixiviation 2	130.75
Eau de Lixiviation 3	123.42
Eau de Lixiviation 4	634.76

### 4. Teneurs en calcium

Le tableau ci-dessous ne montre aucun effet significatif de l'apport potassique sur les pertes en calciums dans les eaux de lixiviation.

**Tableau18 .Teneurs en calcium des eaux de lixiviation (mg/l)**

Echantillons	Teneurs en Ca <sup>++</sup> ( mg /l)
Eau de Lixiviation Témoin	3.14
Eau de Lixiviation 1	3.1
Eau de Lixiviation 2	2.86
Eau de Lixiviation 3	2.92
Eau de Lixiviation 4	1.46

### 5. Teneurs en magnésium

IL révèle du tableau 19 que les pertes de magnésium par lixiviation sont plus considérées pour les sols ayant un apport potassique aux stades de maturité Loulou, Khalel et Bser. Ceci atteste les apports en eaux en fonction de besoins du palmier selon les dattes de maturité sont les causes de ces pertes. Les eaux de lixiviations témoins présentent les teneurs les plus faibles avec 633.14mg.

## Chapitre VI :Résultat et discussion

**Tableau 19 .Teneurs en magnésium des eaux de lixiviation (mg/l)**

Echantillons	Teneurs en Mg <sup>++</sup> ( mg /l)
<b>Eau de Lixiviation Témoin</b>	33.14
<b>Eau de Lixiviation 1</b>	45.9
<b>Eau de Lixiviation 2</b>	59.14
<b>Eau de Lixiviation 3</b>	52.28
<b>Eau de Lixiviation 4</b>	25.74

### III . Composition minérale des dattes

L'examen du tableau ci-dessous montre que les fortes absorptions potassiques s'effectuent pour les dattes 2 et 4 notamment aux stades de maturités Khalel et Balah , après l'application du sulfate du potassium. Aux stades de maturité loulou et Bser , on constate que les dattes présentent la moitié des teneurs en potassium par apport aux dattes 2 et 4. Pour les dattes témoins et en absence d'un apport potassique, les dattes 1 ont les valeurs les plus faibles en potassium.

Les teneurs en Na<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup> et H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> restent faibles comparativement aux données bibliographiques.

**Tableau 20. Composition minérale des dattes**

	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>
<b>Dattes Témoins</b>	137.35	7,45	9,4	6,8	18.152
<b>Dattes 1</b>	1162,7	3,14	8,4	5,2	152.06
<b>Dattes 2</b>	2255,3	7,45	11,4	9,2	20.603
<b>Dattes 3</b>	1338,5	7,45	13,4	3,2	16.31
<b>Dattes 4</b>	2325,5	7,45	12,2	5,4	20.742

## Conclusion

Cette recherche est portée sur étude de l'effet de la fertilisation potassique sur l'évolution du statut potassique d'un sol gypseux, notamment les teneurs en potassium solubles, le potassium de lixiviation aussi que celui de la compositions minérale de la datte

Les principaux résultats montre que la salinité des sols augmente du l'horizon de surface vers l'horizon souterrain, avec une alcalinité plus prononcée pour l'horizon sous terrain. Les valeurs enregistrée montre que l'apport potassique au déférents stade de maturité de la datte influé la disponibilité du potassium soluble dans le sol. En effet, on note que les faibles concentrations sont signalées que le sol traité par le  $K^+$  au stade de maturité loulou

Aussi, on souligne que la salinité des eaux de lixiviation est plus prononcée pour les échantillons du sol ayant un apport potassique. En effet, la salinité est influencée par l'a apport potassique où les pertes de  $K^+$  augmente avec l'état de maturité du palmier. le sol est fortement salée après l'apport potassique aux stade de maturité Khalal – Bser et Balah, cependant le sol Témoin (sans apport potassique) montre une valeur plus faible. L'application du potassium au niveau des sols pour chaque stade de maturité de la date augmente les teneurs en  $Na^+$  pour les eaux de lixiviation par apport aux eaux de l'échantillon témoin, Cependant les pertes de potassium par lixiviation sont plus marquées pour les sols ayant un apport potassique aux stades de maturité Balah.

En fin, la compositions minérale des dattes révèle que les fortes absorptions potassiques s'effectuent pour les dattes 2 et 4 notamment aux stades de maturités Khalel et Balah, après l'application du sulfate du potassium. Aux stades de maturité loulou et Bser, on constate que les dattes présentent la moitié des teneurs en potassium par apport aux dattes 2 et 4. Pour les dattes témoins et en absence d'un apport potassique, les dattes 1 ont les valeurs les plus faibles en potassium.

# REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- Ait Mechedal Mouloud *a*, Ouamer-Ali Karim *b*, Daoud Youcef *c* SPARKS D.L. 1987, Potassium dynamics in soil. Soil science, 6 , 1-61.in In Ait Mechedal M,2016
- **Assaha DVM,Ueda A,Saneoka H,AL-Yahyai R, Yaish MW.2017-The Role of Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup> Transportes in Salt Stress Adaptation in Glycophytes.Front Physiol.18;8:509.**
- **Aubert G (1975).** Les sols de la zone aride, étude de leur formation, de leurs caractères, de leur conservation. Actes coll. Unesco de Paris sur les problèmes de la zone aride, 127- 150
- BARBER S. A , 1995 . Soil nutrient bioavailability : a mechanistic approach.J. Wiley, New York. In Ait Mechedal M,2016
- **Ben Abdallah A. (1990).** La phoeniciculture. Options méditerranéennes, Sér. A/N°11,105-120.
- Bensalah k ,2009 -Etude de quelques aspects bioécologiques du criquet pèlerin *Schistocerca gregarian* (Forsk., 1775) (Orthoptera, Acrididae) durant l'invasion 2004 - 2005 dans la région de Biskra. Thèse en vue de l'obtention du diplôme de magister en sciences agronomiques, Ecole Nationale Supérieure Agronomique – El – Harrach – Alger,p21.
- **Bose J,Munns R,Shabala S, Gilliam M,Pogson B, Tyerman SD,2017.**Chloroplast function and ion regulation in plants growing on soils:lessons from halophytes.J Exp Bot.1;68(12):3129-3143.
- Bureu P. et Roederer P. (1960). Contribution à l'étude des sols gypseux du sud tunisien: croûtes et encroutements gypseux de la partie sud du Golfe de Gabes (Tunisie), ORSTOM collection de référence N°10512, 150-176
- **Chen Z, Pottosin I I, Cuin T A,Fuglsang A T, Tester M, Jha D, 2007.** Root plasma membrane transportes controlling K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> homeostasis in salt-stressed barley.Plant Physiol.145(4):1714-25
- CRSTRA,2016-Climat et changement climatique .Journal Algérien des Régions Arides ,numéros spécial, p10.

- DEBLAY S,2006 - Fertilisation et amendement. Edition Educagri,Deuxième Edition, Dijon
- **Djerbi M. (1996).** Précis de phéniciculture. Ed. FAO, 191 p.
- Djili K. et Daoud Y. (1999). Distribution latérale et vertical de l'ESP des sols du Nord de l'Algérie compte rendu de la semaine nationale sur la salinisation des terres agricoles. C.R.S.T.R.A. Chélif le 1 et 2 Juin, N° 99, 25-44.
- Dreux P., 1971 - Recherches de terrain en autoécologie des orthoptères. *Acrida*, vol. 1,pp. 305 – 330.
- Durand J.H. (1968). Sols Calciques mélaniques du Pré-Rif occidental. *Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Pédol*, VIII, [7]:173-186.
- FAO (2006). Conférence électronique sur la salinisation extension de la salinisation et stratégies de prévention et réhabilitation, organisée et coordonnée par le programme international pour la technologie et la recherche en irrigation et drainage, 12p
- FEIGENBAUM S. 1987the volcans centre , organisation de recherche agronomique , bet dagan/israël,instsujet 1.
- **Gierth M ,and Maser P , 2007.**Potassium transporters in plants-involvement in K<sup>+</sup> acquisition,redistribution and homeostasis.*FEBS Lett.*25;581(12):2348-56.
- Gilles peyron , 2000 –cultiver le palmier –dattier.Guid illustré de formation.Groupe de recherche d'information pour développement de l'agriculture d'oasis
- H. N. Le-Houerou, J. Claudin et M. Pouget,. Etude bioclimatique des steppes algériennes avec une carte bioclimatique au 1/1000.000. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afri. Nord.* (1977) 36- 40.
- Halitim A. (1988). Sols des régions arides d'Algérie. OPU, Alger, 384 p
- **Ihou A. (1995).** Evolution des sols irrigués de la moyenne vallée du Fleuve Sénégal. *Mém. Mag.IST de l'UCAD*, no d'ordre 055/IST/95.
- **Jacoby RP ,Taylor NL,Millar AH, 2011.**The role of mitochondriol respiratio in salinity tolerance.*Trends Plant Sci.*Nov;16(11):614-23.

- **Javad Roussta M,2010**-Effect of application of potassium sulfate and calcium chloride on date bunch fading disorder inIran.19<sup>th</sup> World Congress of soil Science,Soil Solutions for a Changing World, Brisbana ,Australia ,2P.
- **Khechai S. & Laadjel H., (2006)**. La flore spontanée :inventaire et leur répartition en fonction de la typologie des sols des Oasis des Ziban.Séminaire international sur la désertification,CRSTRA , Biskra
- **Kronzucker HJ,Szczerba MW,Schulze LM,Britto DT,2008**.Non-reciprocal interactions between K<sup>+</sup> and Na<sup>+</sup> ions in barley(*Hordeum vulgare* L.).J Exp Bot.59(10):2793-801.
- L. Emberger ,1955 ,. Une classification biogéographique des climats. Trav. Lab. Bot. Zool. Fac. Sci. Serv. Montpellier 7, p 3-43 in Benabadji.N et Bouazza.M ;2000- Quelques Modifications Climatiques Intervenues dans le Sud-Ouest de l'Oranie (Algérie Occidentale) . Rev. Energ. Ren. Vol.3(2000)117-125 .
- **Li T ,Wang H, Wang J ,Zhou Z ,Zhou J ,2015**.Exploring the potential of phyllosilicates minerals as potassium fertilizers using sodium tetraphenylboron and intensive cropping with perennial ryegrass. Scientific Reports,7p.
- **Mashali AM., 1996**-Soil management for gypsiferous soils.:A review.Proc.Int.Symposium on soil with gypsum.Lleida,Catalonia,Spain.
- **Montoroi J.P; Grünberger O; Snkchan S. Et Kungklang N. (2005)**. Estimation de la salinité des sols du Nord-est de la Thaïlande par électromagnétisme en domaine fréquentiel. In : « Actes du 5<sup>e</sup> colloque de géophysique des sols et des formations superficielles, GEOFCAN, Orléans, 20-21 septembre 2005 », Université Pierre et Marie Curie, Paris, 60-64.
- **Munier P. (1973)**. Le palmier dattier. Techniques agricoles et productions tropicales. Paris : Maisonneuve et Larose, 367 p.
- Nixon, 1950 in Merzougui Rokia,2019- Estimation des besoins en eau(ETM)de la phoeniciculture par deux Méthode (Penman Monteith par logiciel CROPWA T 8.0 et Turc dans la région de Ziban (Biskra) (1998/2018). Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de Master. Département des Sciences de la Nature et de la Vie. Université Mohamed Khider Biskra p12.
- **Oosterhuis DM, Loka DA' Eduardo M.Kawakami EM' Pettigrew WT,2014**. The physiology of potassium in Crop Production. Advances in Agronomy Volume 126, ;Pages 203-233

- OUAMANE Rim,2019- effet de la salinité des sols sur la production des dattes essai de fertilisation phospho-potassique sur le palmier dattier dans la région des ziban. these presentee pour l'obtention du diplome de doctorat 3ème cycle lmd en science agronomique , universite abdelhamid ibn badis de mostaganem .p10
- **Ouennoughi M. et Dubost D. (2005).** Le voyage forcé des dattiers en Nouvelle-Calédonie, *sécheresse*, vol, 16, N°4
- Ozenda P. (1983). Flore du Sahara, Ed centre national de la recherche scientifique, paris, 662p.
- Ozenda P. (1991). Flore de sahara (3eme édition mise à jour et augmentée) Paris, Edition du CNRS, 662 p.
- **Prajapati K and Modi HA,2012.** The importance of potassium in plant Growth-A Review.Indian Journal of Plant Sciences,pp177-186.
- Ramade F, 1984 – Elément d'écologie. Ecologie fondamentale. Ed. Hill, Paris,197 p.
- Ramade F. 2003. Eléments d'écologie, écologie fondamentale. Ed .Dunod, Paris, 690 p.
- Razi M. (2006). Etude expérimentale de l'influence du gypse sur la dynamique du phosphore dans le sol et sa cinétique d'absorption par le ray-grass. Thèse.Doc Univ Batna, 194 p.
- **Rogiers SY ,Coetzee ZA, Walker RR, Deloire A, Tyerman SD, 2017 .** Potassium in the Grape (*Vitis vinifera* L.) Berry: Transport and Function. *Front Plant Sci.*27;8:1629.
- **Tomas TC and Thomas AC (2009).**Vital role of potassium in the osmotic mechanism of stomat aperture modulation and its link with potassium deficiency.*Plant Signal Behaviour* 4(3)240-243.
- **Toutain G. (1967).** Le palmier dattier. Culture et production. *I.N.R.A.M., Al Awama*, 83-151.
- Vana Alphen J.G. et Rios Romero F. (1971). Gypsiferrous soils. Notes on their management. Bulletin 12. International institute for land reclamation and improvement wageningen .The Nether lands, 44p.
- Wang, 2013 cité par BOUREZZAN H , 2019-Evaluation du statut potassique dans les sols gypseux'(cas des zibans ).Mémoire de masteren agronomie , univairité de Biskra .p 31 consulté sur le sité web <https://books.google.dz/books?id=YvO7Xve6ByMC&printsec=frontcover&d>



[q=la+palmier+dattier&hl=fr&sa=X&ved=2ahUKEwjvgrScn5rrAhUE1BoKHUS8DgkQ6AEwAHoECAUQA#v=onepage&q=la%20palmier%20dattier&f=false](https://www.google.com/search?q=la+palmier+dattier&hl=fr&sa=X&ved=2ahUKEwjvgrScn5rrAhUE1BoKHUS8DgkQ6AEwAHoECAUQA#v=onepage&q=la%20palmier%20dattier&f=false) le 23/7/2020 .

- **Daher Meraneh.A (2010).** Détermination du sexe chez le palmier dattier : Approches histo-cytologiques et moléculaires. Thèse doctorat, Ecole Doctorale : Biologie Intégrative, Université Montpellier II, 146 p.
- Moughli (2000). Les engrais minéraux caractéristiques et utilisations N°72 Septembre Perspectives agricoles N°181-juin, 17-22.