



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  
Phoeniciculture et techniques de valorisation des dattes

Réf. : Entrez la référence du document

---

Présenté et soutenu par :  
SEID Abdenour

Le : mardi 2 juillet 2019

## **Effet de la fertilisation potassique sur les paramètres physiques de la datte Deglet-Nour produite sur un sol gypseux ( Ziban )**

---

### **Jury :**

M.	HADJEB A	MCA	Université de Biskra	Président
M.	KHECHAI S	MAA	Université de Biskra	Rapporteur
Mme.	MEBREK N	MAA	Université de Biskra	Examineur

Année universitaire : 2018 - 2019

## Remerciement

*Tout d'abord, nous remercions Dieu de nous aider à réaliser ce modeste travail et qui nous a donné de la connaissance, de la science, et de la puissance durant le parcours de nous étude.*

*J'exprime toute ma gratitude et mes remerciements les plus sincères à promoteur **Mr Khechai Salim**, qui a très volontiers accepté d'être le promoteur de ce projet. Sa grande connaissance dans le domaine, ainsi que son expérience, ont joué un rôle important dans la conception de ce travail.*

*Je remercie très sincèrement, les membres de jury d'avoir bien voulu accepter de faire partie de la commission d'examineur.*

*Je remercie également le chef de département et l'ensemble des enseignants de département des sciences agronomiques.*

*Nous remercions tous les travailleurs de laboratoire de notre département Enfin nous remerciant toutes les personnes qui nous aidés, dépris ou de loin.*



## *Dédicace*

*Je dédie ce travail à mes chers mon père et ma mère,  
pour leur amour, leur encouragement et leur soutien tout au long de mes  
études.*

*A ceux qui me souhaitent un avenir plein de joie,  
de réussite et de bonheur.*

*A mes chères amies et qui ont partagé ma vie universitaire*

*A tous les étudiants de la promotion 2018-2019*

*A tous ceux qui aime ABDENOUR,*

# LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1:</b> Schéma d'une datte .....	4
<b>Figure 2 :</b> Carence en potassium chez des poinsettias.....	26
<b>Figure 3 :</b> Carence en potassium chez la tomate.....	26
<b>Figure 4 :</b> Aspect brillant chez la pomme de terre.....	27
<b>Figure 5:</b> Aspect métallique chez la pomme de terre.....	27
<b>Figure 6 :</b> Stade Loulou.....	30
<b>Figure 7 :</b> Stade Khlel.....	30
<b>Figure 8 :</b> Stade Bser.....	31
<b>Figure 9 :</b> Stade «Bleh» .....	31
<b>Figure 10 :</b> Stade «Tamer» .....	32
<b>Figure 11 :</b> La balance.....	33
<b>Figure 12:</b> Pied à coulisse .....	33
<b>Figure 13 :</b> Poids des dattes (g).....	36
<b>Figure 14 :</b> Poids des noyaux des dattes (g).....	37
<b>Figure 15 :</b> Indices de poids.....	37
<b>Figure 16 :</b> Longueur des dattes (cm).....	38
<b>Figure 17 :</b> Diamètres des dattes (cm).....	39
<b>Figure 18 :</b> Indices de forme.....	39
<b>Figure 19 :</b> Longueurs des noyaux des dattes (cm).....	40

<b>Figure 20</b> : diamètres des noyaux des dattes (cm).....	40
<b>Figure 21</b> : Poids des fruits (g) .....	41
<b>Figure 22</b> : Poids des noyaux des dattes (g) .....	41
<b>Figure 23</b> : Indices des poids.....	42
<b>Figure 24</b> : Longueur des dattes (cm) .....	42
<b>Figure 25</b> : Diamètres des dattes (cm) .....	43
<b>Figure 26</b> : Indices de forme.....	43
<b>Figure 27</b> : Longueur des noyaux des dattes (cm) .....	44
<b>Figure 28</b> : Diamètres des noyaux des dattes (cm) .....	44

## **LISTE DES TABLEAUX**

<b>Tableau 1</b> : Classement des dattes selon leurs compositions .....	6
<b>Tableau 2</b> : Caractéristiques morphologiques des dattes Deglet Nour .....	7
<b>Tableau 3</b> : Composition chimique de noyau en %.....	9
<b>Tableau 4</b> : Critères d'évaluation qualitative .....	10
<b>Tableau 5</b> : Caractéristique chimiques des dattes .....	11
<b>Tableau 6</b> : Critères d'évaluation organoleptique des dattes.....	11
<b>Tableau 7</b> : Caractéristiques de quelques ions chimiques.....	15
<b>Tableau 8</b> : Teneur du K des minéraux silicatés.....	16
<b>Tableau 9</b> : Niveau de fertilité des sols en $K^+$ .....	18
<b>Tableau 10</b> : Niveau de fertilité des sols .....	20
<b>Tableau 11</b> : Classes d'état de saturation des sols .....	20
<b>Tableau 12</b> : Caractérisation du sol de la palmeraie d'étude.....	32
<b>Tableau 13</b> : Composition chimique de l'eau d'irrigation.....	33

# LISTE D'ABRÉVIATIONS

- T : Température C°.
- C° : Degré Celsius.
- % : Pourcentage.
- CEC :Capacité D'échange Cationique.
- MO : Matière Organique.
- pH : Potentielle Hydrogène.
- meq : milliéquivalent.
- P: Phosphore.
- K+: Potassium.
- Ca<sup>2+</sup>: calcium.
- Mg<sup>2+</sup>: magnesium.
- S: soufre
- Ppm: partie par million
- ms/cm: méli siemens par centimètre
- V%:taux de saturation
- Na<sup>+</sup> : sodium
- ITDAS : L'Institut technique du développement de l'agronomie saharienne

# Sommaire

**Remerciement**

**Dédicace**

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

**Liste d'abréviations**

**Introduction générale**

## **CHAPITRE I :GENERALITES SUR LE PALMIER DATTIER**

<b>I.</b>	<b>Filière des dattes en Algérie.....</b>	<b>3</b>
<b>II.</b>	<b>Description de la datte.....</b>	<b>3</b>
<b>III.</b>	<b>Formation et évolution de la datte .....</b>	<b>4</b>
<b>IV.</b>	<b>Classification des dattes .....</b>	<b>5</b>
1.	Classification selon la consistance(r) .....	5
2.	Classification selon la composition .....	5
<b>V.</b>	<b>Caractéristiques morphologiques du cultivar Deglet Nour .....</b>	<b>6</b>
<b>VI.</b>	<b>Composition biochimique des dattes.....</b>	<b>8</b>
1.	Composition biochimique de ma partie comestible."Pulpe" .....	8
A.	Constituants majeurs de la pulpe .....	8
a.	Eau.....	8
b.	Sucres .....	8
c.	Autre constituants.....	8
B.	Constituants mineurs de la pulpe.....	8
2.	Composition biochimique de la partie non comestible "Noyau " .....	9
<b>VII.</b>	<b>Contrôle de qualité : .....</b>	<b>9</b>
1.	Critères d'évaluation qualitative.....	9
2.	Critères d'évaluation chimique: .....	11
3.	Critères d'évaluation organoleptique .....	11
4.	Critères et normes Algérienne d'évaluation de la qualité .....	13
<b>VIII.</b>	<b>Problèmes du secteur dattier en Algérie.....</b>	<b>13</b>

## **CHAPITRE II : GENERALITES SUR LE POTASSIUM**



<b>I. Propriétés chimiques du potassium .....</b>	<b>15</b>
<b>II. Origine du potassium .....</b>	<b>15</b>
1. Potassium des minéraux silicatés .....	16
2. Potassium échangeable. ....	16
3. Potassium retrograde .....	17
4. Potassium associé aux matières organiques.....	17
5. Engrais potassiques.....	17
<b>III. Teneur du sol en potassium total.....</b>	<b>18</b>
<b>IV. Concepts de capacité, intensité et pouvoir tampon potassiques des sols .....</b>	<b>19</b>
<b>V. Critères d'évaluation de la richesse des sols en potassium .....</b>	<b>19</b>
1. C.E.C.....	19
2. Taux de saturation .....	20
3. Potassium échangeable .....	20
<b>VI. Dynamisme et disponibilité du potassium dans le sol.....</b>	<b>21</b>
<b>VII. Facteurs de disponibilité du potassium dans le sol .....</b>	<b>21</b>
<b>VIII. Rôles du potassium dans le fonctionnement métabolique de la cellule végétale .....</b>	<b>22</b>
<b>IX. Alimentation des plantes en potassium .....</b>	<b>24</b>
1. Pompe sodium-potassium ou $\text{Na}^+\text{-K}^+$ ATPase .....	25
2. Phénomène d'antagonisme .....	25
3. Phénomène de synergie .....	25
<b>X. Carence et toxicité potassique .....</b>	<b>26</b>

### **CHAPITRE III: MATERIELS ET METHODES**

<b>I. Site expérimental.....</b>	<b>29</b>
1. Matériel vegetal.....	29
2. Dispositif expérimental .....	29
3. Stades de maturité de la date.....	30
4. Échantillonnage.....	32
5. Caractérisation du sol de la palmeraie d'étude .....	32
6. Caractérisation des eaux d'irrigation .....	33
<b>II. Analyses de laboratoire .....</b>	<b>33</b>
1. Analyses physiques des dattes.....	34

### **CHAPITRE IV: RESULTATS ET DISCUSSION**

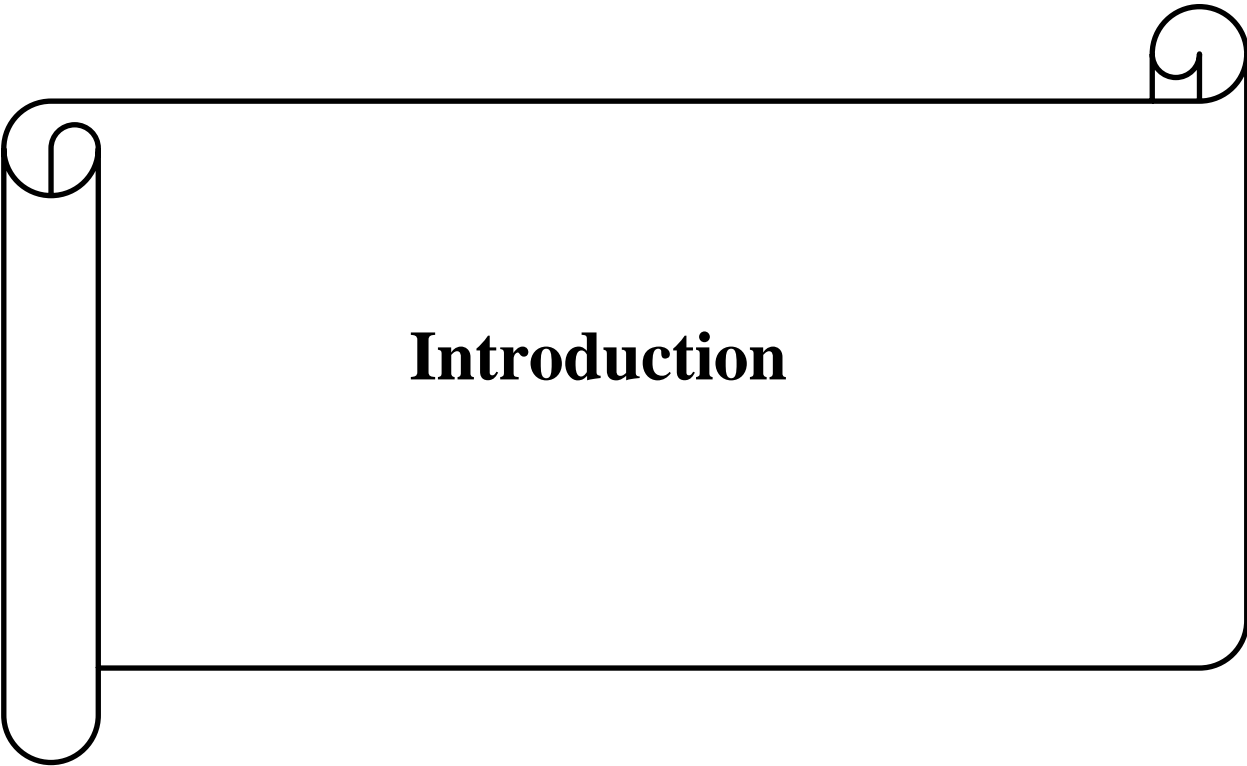
<b>I. Effet de la dose potassique fractionnée sur les critères physiques des dattes.....</b>	<b>36</b>
--	-----------

1.	Poids des fruits.....	36
2.	Poids des noyaux.....	36
3.	Indices des poids.....	37
4.	Longueurs des dattes.....	38
5.	Diamètres des dattes.....	38
6.	Indices de forme.....	39
7.	Longueurs des noyaux.....	39
8.	Diamètres des noyaux.....	40
<b>II.</b>	<b>Effet de la dose potassique totale sur les critères physiques des dattes .....</b>	<b>41</b>
1.	Poids des fruits.....	41
2.	Poids des noyaux.....	41
3.	Indices des poids.....	42
4.	Longueurs des dattes.....	42
5.	Diamètres des dattes.....	43
6.	Indices de forme.....	43
7.	Longueurs et diamètres des noyaux.....	44

## **Conclusion generale**

## **Références bibliographiques**

## **Resume**



**Introduction**

## Introduction

Les plantes ont besoin de nourriture pour la croissance. Les éléments nutritifs sont portés sous formes d'engrais chimique ou organique pour augmenter le rendement des cultures et la qualité des fruits.

Pour Kant et Kafkafi,(2002) et Marschner et Marchner (2011), l'importance des engrais potassique pour l'augmentation de la production agricole a été également démontré, ce qui a engendré par conséquent une forte consommation de potasse et une augmentation considérable de son utilisation dans la plupart des régions du monde (Awatef,2015).

Actuellement, les effets du potassium sur le rendement et la qualité est largement étudié (Lerot,2006 ;Gwahmey et al, 2009 ; Xia et al, 2011 ; Jiang et al, 2011). Il est indispensable pour la photosynthèse et aussi la formation des fruits (Wang, 2013). Selon Magny et Baur, (1990); Dénis, (2000), le potassium joue deux rôles fondamentaux: un rôle d'activateur enzymatique dans les processus métaboliques tels la synthèse des protéines et des sucres et un rôle physiologique à travers la régulation de la teneur des eaux des cellules et l'absorption des cations.

En effet, plusieurs recherches ont montré le rôle de la fertilisation potassique sur la production des cultures (Far, 2014 ; Mpika et *al*, 2015 ; Clemente, Martinaz , Alves,2015). Aussi,de même de nombreuse études ont évalué le rôle que joue le potassium sur la qualité des dattes (Ahmed and *al*, 1995 ; Ali Mohamed and Khamis, 2004 ; Al-Kharusi and *al* ,2009; Baliga and *al*, 2010; Marzouk and Kassem, 2011 ; Khalid and al ,2017). Cependant peu d'études ont été consacrées à l'étude de l'effet de l'application du potassium tenant compte des stades de fructification de la datte, sur la composition physique de la datte.

Dans ce contexte, le but de ce travail consiste à examiner l'effet de la fertilisation potassique totale et fractionnée appliquée à différents stades de maturité sur la qualité de la datte Deglet-Nour produite sur un sol gypseux des oasis des ziban.

Pour réaliser ce travail, le plan ci-dessous est adopté :

-Introduction ;

- chapitre 1 généralités sur le palmier dattier ;

-chapitre 2 généralités sur le potassium;

- chapitre 3, on expose la méthodologie de travail ainsi que les matériels utilisés ;

--chapitre 4 présente les résultats et discussion, où nous avons procédé à interpréter tous les résultats obtenus ; En fin, on termine par une conclusion générale.

.



**Chapitre I : Généralités sur le palmier dattier**

## I. Filière des dattes en Algérie

La filière dattes est classée parmi les filières stratégiques en Algérie, à côté des viandes rouges et blanches, le lait, les céréales et la pomme de terre. À cet effet, et vue l'importance socioéconomique que présente cette filière, beaucoup de programmes de recherche et de développement sont mis en place par le Ministère de l'agriculture et du développement rural et autres centres et institutions de recherche agricole.

Les oasis Algériennes disposent de plus de 800 cultivars recensés (Acourene.S ,2007). Elles sont réparties dans les zones du Sud-est (Biskra, El-oued et Ouargla), Sud-ouest (Bechar, Adrar), Centre-extrême-sud (Ghardaia, Tamanrassat, Tindouf, Illizi) et d'autres zones éparses. Néanmoins, la répartition potentielle du palmier dattier se trouve dans le Sud-est qui abrite près de 60 % du patrimoine national.

La variété Deglet-Nour occupe plus de 60 % du nombre total du palmier ( Merrouchi.I, et al , 2006 ) dont le fruit est soumis à des spéculations dans sa commercialisation. La production en dattes est consommée, pour la grande partie, à l'intérieur du pays, dans la mesure où les exportations de l'Algérie en dattes, déclarées officiellement, sont estimées annuellement entre 4 et 5 % de la production totale nationale (Zeddour.H, 2011).

Actuellement, la datte Deglet Nour est devenue un luxe pour la plupart de la population Algérienne et ce, malgré l'extension de la superficie phoenicicole et l'augmentation de la production. Cette situation a pour origine plusieurs raisons : structurelles, commerciales et techniques (Merrouchi et al, 2015)

## II. Description de la datte

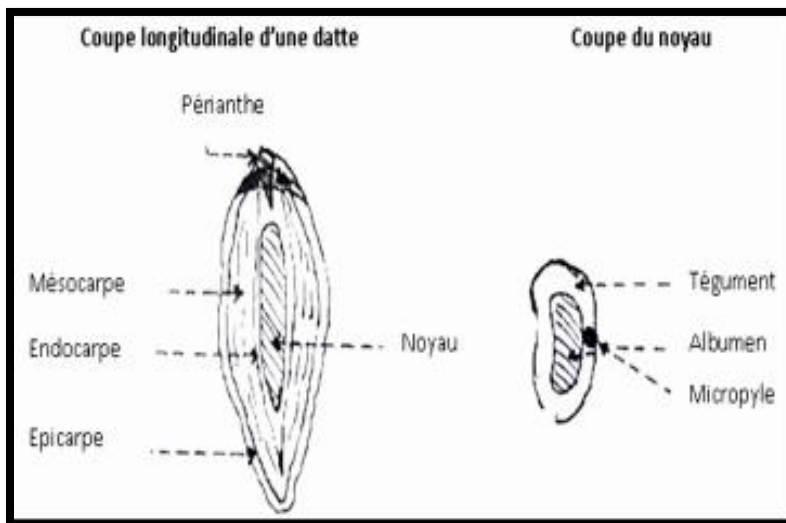
La datte, fruit du palmier dattier, est une baie, généralement de forme allongée, ou arrondie. Elle est composée d'un noyau ayant une consistance dure, entouré de chair.

La partie comestible de la datte, dite chair ou pulpe, est constituée de (Figure 1) :

- Un péricarpe ou enveloppe cellulosique fine dénommée peau ;
- Un mésocarpe généralement charnu, de consistance variable selon sa teneur en sucre et

decouleur soutenue;

- Un endocarpe de teinte plus claire et de texture fibreuse, parfois réduit à une membrane parcheminée entourant le noyau (Espiard, 2002).



**Figure 1:** Schéma d'une datte (Belguedj, 2001)

### III. Formation et évolution de la datte

Selon Gille, (2000) ; les dattes sont généralement de forme allongée, oblongue ou ovoïde, dans les maisons ont peu rencontré ; également ; des dattes sphériques.

Leur longueur : est très variable, de 1 à 8cm.

Leur poids : de quelque gramme à plus de dizaine de gramme.

Leur couleur : du jaune clair à brun plus ou moins foncé en passant par toutes les teintes de jaune, jaune ambré, orangé, rouge vif, rouge brun, mais également vert, violet, noir.

Leur consistance : molle ou dure. On distingue en fait quatre catégories de datte (datte molle, demi-molle, sèche, demi-sèche).



## IV. Classification des dattes

### 1. Classification selon la consistance(r)

En 1973, Munier définit un indice « r » de qualité ou de dureté : il est égal au rapport de la teneur en sucres sur la teneur en eau des dattes.

$$r = \frac{\text{Teneur en sucre totaux}}{\text{teneur en eau}}$$

Le calcul de cet indice permet d'estimer le degré de stabilité du fruit et conduit à la classification suivante :

- Dattes molle  $r < 2$
- Dattes demi molle  $2 < r < 3.5$
- Dattes sèches  $r > 3.5$

Pour  $r = 2$  la stabilité du fruit est optimale et son aptitude à la conservation est très appréciable. Selon Dawsou, (1963) in (Kebisi,2013), a distingué deux catégories de dattes : celles à saccharose (sucre non réducteurs) et celles à sucres réducteurs. Cette distinction a de l'importance pour le conditionnement des dattes. D'autres études ont permis de fixer d'autres critères de classification des dattes.

### 2. Classification selon la composition

Selon (Estanove.P .1990), une étude prospective réalisée par Toutain et Ferry sur dix paysphoenicoles ont permis de tirer les conclusions résumées dans le tableau (1):

**Table 1:** Classement des dattes selon leurs compositions

Classe 1	Classe2	Classe 3	Classe4
Saccharose = 40 à 65%	Saccharose = 10 à 35 %	Saccharose = 0 à 10 %	Saccharose = 0%
Glucose + fructose = 20 à 40%	Glucose + fructose = 40 à 75%	Glucose + fructose = 65 à 90 %	Glucose + fructose = 35 à 75 %
Eau = 15 à 25%	Eau = 10 à 30%	Eau = % 10 à 35	Eau = % 35 à 65

**V. Caractéristiques morphologiques du cultivar Deglet Nour**

Les dattes de variété Déglet-Nour ont des caractéristiques morphologiques et organoleptiques différentes (Tableau 2, notamment, du point de vue de la couleur, de la consistance, de la texture et de même dans le rapport noyau/datte (Sayah et OuldEl-Hadj, 2010).

La variété Déglet-Nour a une consistance demi-molle et couleur marron foncé

Le rapport noyau/datte montre que la variété Déglet-Nour est plus charnue. Déglet-Nour, a des textures fibreuses. L'aspect dur de la (Sayah et al, 2010) (Tableau 2).

Tableau 2 : Caractéristiques morphologiques des dattes Deglet Nour

Caractère du fruit	Valeur moyenne
Forme de la date	Ovoïde
Couleur au stade Tmar	Marron foncé
Consistance	Demi-molle
Plasticité	Tendre
Texture	Fibreuse
Goût	Parfumé
Forme du noyau	Ovoïde
Couleur du noyau	Marron
Poids de la datte (g)	10,97
Poids de la pulpe (g)	9,75
Poids du noyau (g)	0,7
Taille de datte (cm)	4,11
Taille du noyau	2,33
Noyau/datte (%)	6,41

## VI. Composition biochimique des dattes

### 1. Composition biochimique de la partie comestible. "Pulpe"

#### A. Constituants majeurs de la pulpe

##### a. Eau

Elle est le principal constituant de la datte, elle s'intéresse le plus le conditionneur car la teneur en eau peut être modifiée à volonté par déshydratation ou hydratation (Ghachem, 1992). La teneur en eau est en fonction des variétés, stade de maturation et du climat. Elle varie entre 8 et 30 % du poids de la chair fraîche avec une moyenne d'environ 19% (Maatallah, 1970).

##### b. Sucres

La teneur en sucres totaux est très variable et dépend de la variété et du climat. Elle varie entre 60 et 80 % du poids de la pulpe fraîche (Siboukeur, 1997)

##### c. Autre constituants

La datte contient de nombreux autres constituants comme les substances pectiques (4,25%), les fibres totaux (4,5 du poids frais), les lipides (1,25% du poids frais) (Ben Chaben, 2007).

#### B. Constituants mineurs de la pulpe

##### a. Protéines et lipide :

Ces deux substances se trouvent en faibles quantités dans les dattes. Les lipides sont concentrés dans l'épicarpe et varient entre 2,5 à 7,5 %. Cette teneur est en fonction de la variété et du stade de maturation (Noui, 2007). La teneur en protéines varie entre 1 et 3 %. Les teneurs en acides aminés varient selon les variétés. Elle est de 256 mg pour Deglet Nour (Barreveld, 1993).

##### b. Éléments minéraux

La pulpe de la datte est riche en éléments minéraux. Les cendres représentent 2% du poids à l'état frais des dattes mûres (Ben Thabet et al, 2009).

**c. Vitamines**

La pulpe de dattes contient des vitamines en quantités variables avec les types de dattes et leur provenance. En général, elle contient des caroténoïdes et des vitamines du groupe B en quantités appréciables, mais peu de vitamine C (Munier, 1973).

**2. Composition biochimique de la partie non comestible "Noyau "**

Le noyau présente 7 à 30 % du poids de la dattes. Il est composé d'un albumen blanc, dur et corné protégé par une enveloppe cellulosique (Munier, 1973).

**Tableau 3 :** Composition chimique de noyau en % (Meziani, 1995)

Constituants	% du poids du noyau
Eaux	6,46
Lipides	8,49
Protéine	5,22
Glucide	62,51
Fibres	16,20
Cendres	1,12

**VII. Contrôle de qualité :****1. Critères d'évaluation qualitative**

Les critères d'évaluation qualitative des dattes des cultivars Algériens, Marocains, Tunisiens, Egyptiens et Irakiens ont été rapportés par (Meligi et Sourial, 1982) et (Mohamed et al, 1983) cité par (Acourene et al, 2004) (Tableau 4).

Tableau 4 : Critères d'évaluation qualitative

Longueur du fruit	Réduite	< 3,5 cm	Mauvais caractère
	Moyenne	3,5 – 4 cm	Acceptable
	Longue	> 4 cm	Bon caractère
Poids du fruit	Faible	< 6 g	Mauvais caractère
	Moyen	6 – 8 g	Acceptable
	Elevé	> 8 g	Bon caractère
Poids de pulpe	Faible	< 5 g	Mauvais caractère
	Moyen	5 – 7 g	Acceptable
	Elevé	> 7 g	Bon caractère
Diamètre du fruit	Faible	< 1,5 cm	Mauvais caractère
	Moyen	1,5 – 1,8 cm	Acceptable
	Elevé	> 1,8 cm	Bon caractère
Humidité	Très faible	< 10%	Mauvais caractère
	Moyenne	10 – 24%	Bon caractère
	Elevée	25 – 30%	Acceptable
	Très élevée	> 30%	Mauvais caractère
pH	pH acide	< 5,4	Mauvais caractère
	Compris entre	5,4 – 5,8	Acceptable
	Supérieur	> 5,8	Bon caractère
Sucres totaux	Faibles	< 50%	Mauvais caractère
	Moyennes	60 – 70%	Acceptable
	Elevés	> 70%	Bon caractère

## 2. Critères d'évaluation chimique:

La composition chimique des dattes Deglet Nour produites aux Ziban Selon sont résumées dans le tableau ci-dessous (Belguedj, 2002)

**Tableau 5 :** Caractéristique chimiques des dattes

Teneur en eau (%)	pH	Acidité g/kg	Pectine (%)	TSS (%)	Sucre réducteurs %	Saccharose (%)	Sucre totaux (%)	Sucre/ Eau
25,52	5,96	1,67	2,10	71	22,81	46,11	71,37	2,89

## 3. Critères d'évaluation organoleptique

Les critères d'évaluation organoleptique des dattes Deglet-Nour selon (AFNOR 09-14) cité par Açourene et al.2006) sont avancés dans le tableau 6.

**Tableau 6 :** Critères d'évaluation organoleptique des dattes

Teste	Caractère	Notation
sucrosité	Très	4
	Sucré	3
	Légèrement sucré	2
	Non sucré	1

Gout	Excellent	4
	Saveur perçue (suield'identification )	3
	Un faible niveau de saveur (légèrement déplaisant)	2
	Aucunimpresssionpercue	1
fermenté	Faible résistance à la fermenté lors de la mastication	4
	Ferme	3
	Moyennementferme	2
	Grand résistance à la déformation (très ferme)	1
Arome	Très caractéristiques	4
	Caractéristiques	3
	Peu caractéristique	2
	Absence d'arome	1
Couleur	Très bonne	4
	Bonne	3
	Passable	2
	Très altéré	1



### 4. Critères et normes Algérienne d'évaluation de la qualité

Selon les normes fixées par la Ministère de l'agriculture dans l'arrêté interministériel du 17 Novembre 1992 pour les variétés connues : une datte est dite d'une qualité physique et biochimique acceptable lorsque les critères suivants sont respectés (Bousdira, 2007) :

- Aucune anomalie et non endommagée ;
- Un poids de la datte égale ou supérieur à 6 grammes ;
- Un poids de pulpe égale ou supérieur à 5 grammes ;
- Une longueur égale ou supérieure à 3,5 centimètre ;
- Un diamètre égal ou supérieur à 1,5 centimètre ;
- Un pH égal ou supérieur à 5,4 ;
- Une humidité comprise entre 10 – 30% ;
- Une teneur en sucre égale ou supérieure à 65% du poids sec.

### VIII. Problèmes du secteur dattier en Algérie

Selon Boubekri A, (2010), les problèmes relatifs au secteur dattier en Algérie peuvent se résumer dans trois axes :

- ✓ Les problèmes agronomiques ayant trait avec l'augmentation de la production et sa protection contre les différentes altérations et les ravageurs (ex. irrigation, drainage, lutte contre les parasites, etc.)
- ✓ Les problèmes commerciaux et organisationnels : le rôle à jouer ici est la recherche de nouveaux marchés et de renforcer par tout moyen la bonne distribution de la datte dans le pays ou à l'extérieur.
- ✓ Les problèmes technologiques : Leur rôle est de rechercher l'amélioration de la

production dattière, l'amélioration de la qualité au vue du consommateur et préserver la qualité des dattes avant et après la récolte.



## **Chapitre II : Généralités sur le potassium**

### I. Propriétés chimiques du 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 de nombreux minéraux. Il s'oxyde rapidement au contact de l'air et réagit violemment avec l'eau. Il ressemble chimiquement au sodium.

Le symbole K fait référence au latin kalium, lui-même forgé à partir de l'arabe al-qalyah (« cendre de plantes »). Potassium se dit aussi kalium en allemand et dans d'autres langues germaniques. Cet élément représente environ 2,58 % du poids total de la croûte terrestre, dont il est un des sept éléments les plus abondants.

Le rayon hydraté détermine l'aptitude de l'ion à se localiser dans les cavités inter-foliaires des minéraux argileux (Tableau 7).

**Tableau 7 :**Caractéristiques de quelques ions chimiques

Ions	Rayon atomique (nm)	
	Non Hydraté	Hydraté
K <sup>+</sup>	0.27	0.53
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.29	0.54
Na <sup>+</sup>	0.20	0.76
Mg <sup>++</sup>	0.16	0.64

(Source :Mhiri :2002)

Les principaux gisements de potassium sont situés en Saskatchewan, en Biélorussie, en Russie, au Nouveau-Mexique, en Californie et en Utah, ainsi qu'en Alsace et Allemagne.

### II. Origine du 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)

### 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). Selon Li and *al*, (2015) ; 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 (Tableau 8).

**Tableau 8 : Teneur du K des minéraux silicatés**

Minéraux	Teneurs en K (%)
Muscovite	9
Hydro muscovite	8
Biotite	6-10
Illite	6-8
Vermiculite	<2
Smectite	<0.5

(Source :Mhiri :2002)

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.

### 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.

### 3. Potassium retrograde

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 gonflants (les montmorillonites et les illites). La rétrogradation des ions  $K^+$  rend leur disponibilité difficile. Cette rétrogradation se fait quand le pH du sol augmente, en période de dessiccation et lorsque 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.

### 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 (Gierthand Mäser, 2007). Selon Assaha et al, (2017), ces bactéries restituent le potassium sous une forme particulièrement utilisable, après leur mort.

### 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 cette élément, notamment dans les stades de floraison et fructification.

Les engrais potassiques ont tous la même efficacité du point 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 ces engrais.

### III. Teneur du sol en potassium total

Cette teneur est très variable selon la texture et la minéralogie des argiles. Elle peut atteindre 2 % 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 (Tableau 9).

**Tableau 9 :** Niveau de fertilité des sols en K<sup>+</sup>

Niveaux de fertilité	K soluble en mg /L
Très faible	<2
Faible	2-4
Moyen	4-20
Elevé	20-40
Très élevé	>40

(Source :Mhiri :2002)

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

#### IV. 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).

#### V. Critères d'évaluation de la richesse des sols en potassium

##### 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.

**Tableau 10 :** Niveau de fertilité des sols

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

(Source :Mhiri :2002)

**2. Taux de saturation**

Le pourcentage de saturation du complexe adsorbant est le deuxième critère d'évaluation de la richesse du sol en K. Le tableau 11 représente les classes de richesse en cet élément.

**Tableau 11 :** Classes d'état de saturation des sols

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

(Source :Mhiri :2002)

**3. Potassium échangeable**

C'est le critère le plus pertinent de la richesse du sol en potassium assimilable. Les recherches récentes ont permis de retenir deux références générales pour les cultures extensives pluviales :

- Dans les sols sableux : une marge critique 80-100 ppm
- Dans les sols argileux : une marge critique 200-250 ppm



### VI. 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 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'échange cationique (C.E.C), le pouvoir tampon du sol et le taux de saturation du complexe par le potassium.

### VII. Facteurs de disponibilité du potassium dans le sol

Selon Kronzucker et *al*, (2008) ; Li ans *al*, (2016) différents facteurs contrôlent 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  $NH_4^+$  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  $\text{pH} \leq 6$  sont considérés comme déficients en  $\text{K}^+$ . 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.

### VIII. 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 ,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  $\text{K}^+$  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  $\text{K}^+$ , 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 Gierthand Mäser, (2007), Javad Roussta, (2010) et Assaha et al, (2017), le  $\text{K}^+$  est indispensable aux fonctions métaboliques, la croissance et au développement des plantes, Il 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 : 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 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 assimilats 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 un tel manière que la réaction chimique peut avoir lieu. Potassium "Active" au moins 60 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.

### **IX. 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).

### 1. Pompe sodium-potassium ou Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup> ATPase

C'est une protéine transmembranaire dont l'activité enzymatique 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).

### 2. Phénomène d'antagonisme

Même si le potassium est indispensable 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 chlorotiques en sols sensibles en limitant la disponibilité du fer et manganèse.

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

### 3. 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<sup>+</sup> aux ions Ca<sup>++</sup>.

### X. 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 2 et 3).

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 taches 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) (Figure 4 et 5).

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.



**Figure 2 :** Carence en potassium chez des poinsettias



**Figure 3 :** Carence en potassium chez la tomate



**Figure 4 :** Aspect brillant chez la pomme de terre



**Figure 5 :** Aspect métallique chez la pomme de terre

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 III: Matériels et Méthodes**



### I. Site expérimental

#### 1. Matériel végétal

Cette étude vise à étudier les critères de qualité physique de la datte Deglet-Nour. La palmeraie d'étude est en stade juvénile, les palmiers ont une vingtaine d'années.

#### 2. Dispositif expérimental

Le principe de cette étude consiste à apporter des sulfates de potassium sous forme solide pour différents stades de maturité de la datte Deglet-Nour.

La dose appliquée est de 3 kg de  $K_2SO_4$  soit 1.5 unité de  $K^+$  pure, comme il est vulgarisé par ITDAS. Elle est, aussi, fractionnée en deux parties (50% +50%) et appliquée pour chaque deux stades de maturité de la datte: **Loulou, Khlel, Bser et Bleh** ou **Martouba**.

Le schéma suivant illustre la méthodologie adoptée :

**Palmier 1** : Témoin sans d'apport (0% de  $K_2SO_4$ ).

**Palmier 2** : 50% + 50% de  $K_2SO_4$  apporté aux deux stades (Loulou et Khlel).

**Palmier 3** : 50% + 50% de  $K_2SO_4$  apporté aux deux stades (Loulou et Bser).

**Palmier 4** : 50% + 50% de  $K_2SO_4$  apporté aux deux stades (Loulou et Bleh).

**Palmier 5** : 100 % de  $K_2SO_4$  apporté au stade (Khlel).

**Palmier 6** : 50% + 50% de  $K_2SO_4$  apporté aux deux stades (Khlel et Bser).

**Palmier 7** : 50%+ 50% de  $K_2SO_4$  apporté aux deux stades (Khlel et Bleh).

**Palmier 8** : 100 % de  $K_2SO_4$  apporté au stade (Loulou).

**Palmier 9** : 100 % de  $K_2SO_4$  apporté au stade (Bser).

**Palmier 10**: 50% + 50% de  $K_2SO_4$  apporté aux deux stades (Bser et Bleh).

**Palmier 11** : 100 % de  $K_2SO_4$  apporté au stade (Bleh).

### 3. Stades de maturité de la date

De nombreux auteurs ont adapté la terminologie utilisée en Irak. Les différents stades peuvent être définis comme suit (Djerbi, 1994) :

- **Loulou (Hababouk)** : Ce stade commence juste après la fécondation et dure environ cinq semaines. À ce stade le fruit est entièrement recouvert par le péricarpe et se caractérise par une croissance lente.



**Figure 6** : Stade Loulou

- **Khlel (Kimiri)**: Il se caractérise par la couleur verte, un grossissement rapide du fruit, une augmentation de la concentration de tanins et en amidon, une légère augmentation de sucres totaux de la matière sèche. Ce stade dure neuf à quatorze semaines.



**Figure 7**: Stade Khlel

**Bser :** Au cours de ce stade, la couleur du fruit passe du vert au jaune clair, puis vire au jaune, au rose ou rouge selon les variétés. Cette phase est marquée par une augmentation rapide de la teneur en sucres totaux, de l'acidité active, par contre la teneur en eau diminue.

Elle dure trois à cinq semaines



**Figure 8.** Stade Bser

**Bleh ou Routab :** Ce stade se caractérise par :

- La perte de la turgescence du fruit suite à la diminution de la teneur en eau,
- L'insolubilisation des tanins qui se fixent sous l'épicarpe du fruit,
- L'augmentation de la teneur des monosaccharides.

Ce stade dure de deux à quatre semaines



**Figure 9.** Stade «Bleh»

▪**Tamer** : C'est le stade final de la maturation de la datté. Le fruit perd beaucoup d'eau, ce qui donne un rapport sucre/eau élevé.



**Figure 10.** Stade «Tamer»

#### 4. Échantillonnage

L'échantillonnage des dattes Deglet-Nour est effectué, au stade Tamer, au niveau de la palmeraie de Mr **Guettaf Temem Ali** dans le périmètre de Zargua à la commune de Lioua. Dans chaque palmier, les prélèvements de dattes sont exécutés sur trois niveaux de 3 régimes. Des jeunes palmes de la partie centrale de la couronne a fait, aussi, l'objet d'un échantillonnage.

#### 5. Caractérisation du sol de la palmeraie d'étude

Le sol de la palmeraie d'étude est de type gypseux. Il est caractérisé par un taux de gypse de 28% à texture sableuse (Tableau 12). Il est soumis à l'action d'une nappe phréatique superficielle de 1.2m de profondeur. Ceci à exige l'installation d'un réseau de drainage pour l'évacuation de ces eaux du périmètre de Zargua. Le sol présente une fertilité potassique avec  $0.4 \text{ mMoL.L}^{-1}$ .

**Tableau 12 :** Caractérisation du sol de la palmeraie d'étude

Horizons (cm)	pH	CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O (%)	CaCO <sub>3</sub> (%)	CE (dS.m <sup>-1</sup> )	Composition de la solution du sol (mMol.L <sup>-1</sup> )						
					Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
0-50	7,6	28.2	8.2	2,5	12.2	2.6	6,5	0,4	6.7 2	2.54	1.25
50-100	7,9	27.6	7,6	2,2	10.8	3.2	8,3	0,4	5.2	12.7	1.28

### 6. Caractérisation des eaux d'irrigation

Il ressort du tableau 13 que l'eau d'irrigation présente un risque de salinisation élevé mais ne présente pas de risque d'alcalinisation (USDA, 2014). Le faciès chimique de cette eau est caractérisé par une dominance du sodium pour les cations, et du chlore pour les anions. La prédominance du sodium suggère un antagonisme ionique intense avec le potassium. Cette eau d'irrigation ne contient pas de nitrates ni de phosphates.

**Tableau 13 :** Composition chimique de l'eau d'irrigation

Paramètres	pH	CE (dm/m)	Concentration ionique (mMol.L <sup>-1</sup> )						
			Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Résultats	7,66	3.2	11.6	5.2	13.38	1.52	16.16	10.6	3.1

### II. Analyses de laboratoire

La figure 11 et 12 représente les différents appareils et outils de laboratoire utilisés pour les mesures physiques de la datte



**Figure 11 :** Balance de Précision



**Figure 12 :** Pieds à coulisse

### 1. Analyses physiques des dattes

Les différentes mesures physiques effectuées sont le poids de la datte (**g**), le poids du noyau(**g**), le poids de la datte dénoyautée(**g**) et l'indice de poids (le rapport entre le poids de la datte dénoyautée le poids du noyau). Aussi, le diamètre (**cm**) et la longueur (**cm**) de la datte et des noyaux sont effectuées. Enfin l'indice de forme de la datte est mesuré (longueur de la datte et le diamètre de la datte).

Pour une appréciation fiable des mesures, les analyses physiques sont effectuées sur 10 dattes pour l'obtention des mesures moyennes.

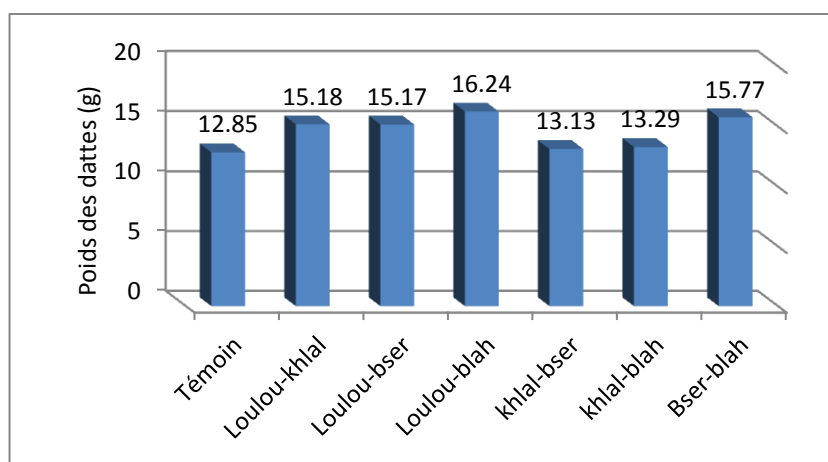


## **Chapitre IV: Résultats et discussion**

**I. Effet de la dose potassique fractionnée sur les critères physiques des dattes**

**1. Poids des fruits**

L'analyse de la figure 13 montre que la fertilisation potassique fractionnée influe positivement sur le poids des fruits. Ainsi on note que les dattes produites après la fertilisation potassique fractionnée présentent les meilleurs résultats marqués par des poids qui varient de 13,13 à 16,24 g, tandis que les dattes témoins ont des poids de 12,85 g. A ce sujet, on remarque que les dattes produites après un apport potassique aux stades de maturité (loulou-Khlel ), (loulou-bser) et (loulou-bleh ) présentent les meilleurs poids.



**Figure 13 : Poids des dattes (g)**

**2. Poids des noyaux**

L'examen de la figure 14 révèle que la fertilisation potassique produit des noyaux des dattes des faibles poids compartiment noyaux des dattes témoins. Ce résultats confirme l'effet du la nutrition potassique sur l'augmentation des poids des fruits, Également, on note que la fertilisation fractionnée produit les poids les plus faibles, inférieurs à 1g, notamment, aux stades de maturité (Loulou – Bser ) , ( Loulou – Bleh ) (Khlel – Bser ) et ( Bser – Bleh )



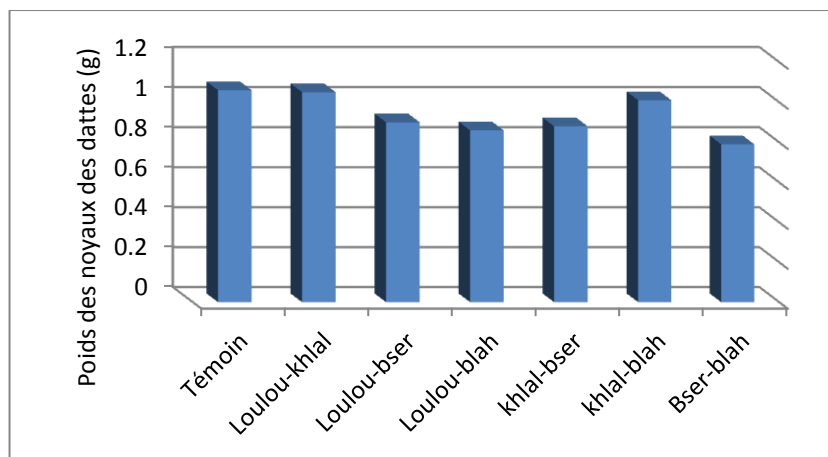


Figure 14 : Poids des noyaux des dattes (g)

### 3. Indices des poids

Les données de la figure 15 mettent en évidence que les valeurs des indices des poids (rapport des poids des fruits et noyau) augmentent avec la fertilisation potassique comparativement aux dattes témoin. Les indices des poids les plus importants sont signalés pour les dattes subissant une fertilisation potassique fractionnée aux stades de maturité (Loulou – Bser ) (Loulou-Bleh) et ( Bser – Bleh ) .

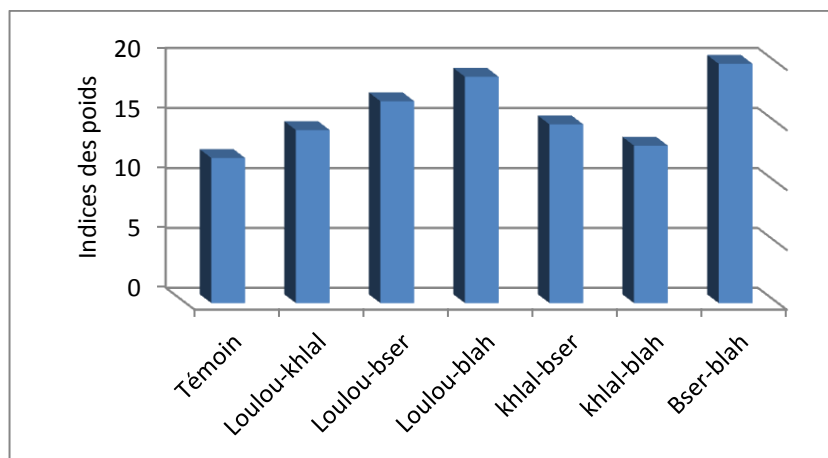
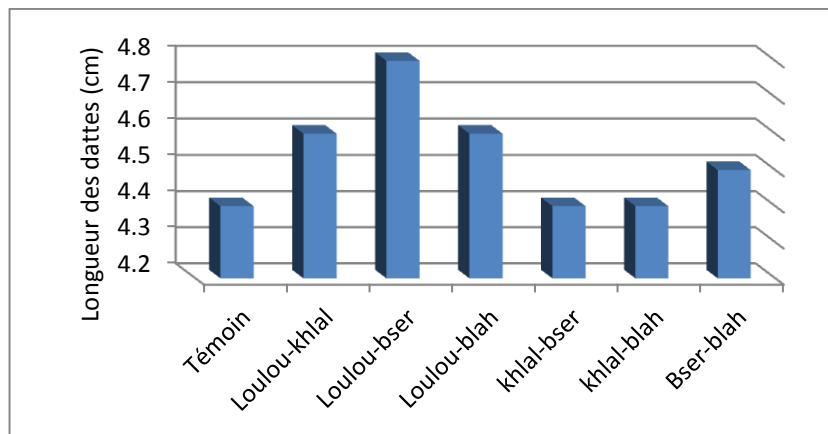


Figure 15 : Indices des poids

#### 4. Longueurs des dattes

Les données de la figure 16 relatives aux longueurs des dattes, révèlent que les fruits produits après la fertilisation potassique présentent des longueurs variant entre 4,4 et 4,8 cm, cependant les dattes témoin ont des longueurs de 4,4 cm. Aussi, on note que les palmiers fertilisés aux stades (Loulou-Khlal), (Loulou – bser) et (Loulou – bleh ) donnent les meilleurs résultats respectivement avec 4,8 et 4,6 cm de longueur.



**Figure 16 : Longueur des dattes (cm)**

#### 5. Diamètres des dattes

Les données de la figure 17 montrent que les dattes obtenues après l'application de la fertilisation potassique présentent des diamètres qui oscillent entre 2 et 2,3 cm en revanche ceux des dattes témoins sont à l'ordre de 2 cm. les valeurs les plus importantes sont relatives aux dattes produites après l'application de la fertilisation potassique aux stades de maturité (Loulou – Bleh ) et ( khlal – Bleh ) .

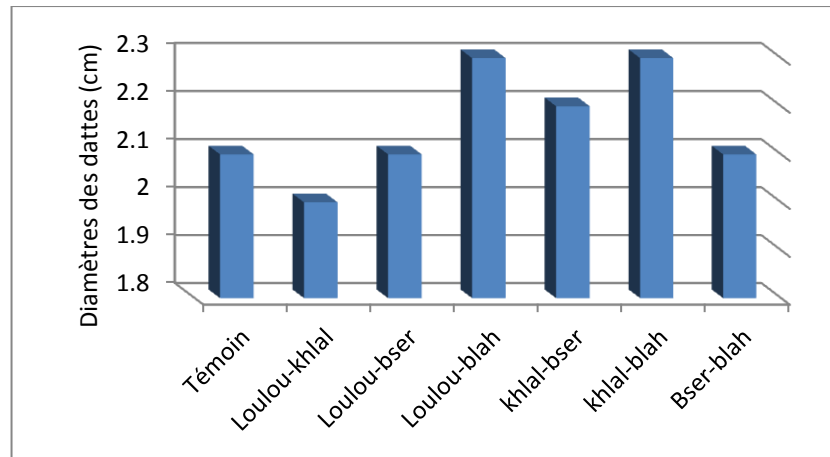


Figure 17 : Diamètres des dattes (cm)

### 6. Indices de forme

Les indices de forme (rapport de la longueur et le diamètre de la datte) indiqués par la figure 18 révèlent que les valeurs les plus importantes sont obtenues aux stades de maturité (Loulou – Khlel ),( Loulou – bser ) et ( Bser – Bleh ) avec des valeurs respectivement de 2,3 , 2,28 et 2,14. Ceci atteste l’effet significatif de la fertilisation sur cet indice par rapport aux indices des dattes témoins.

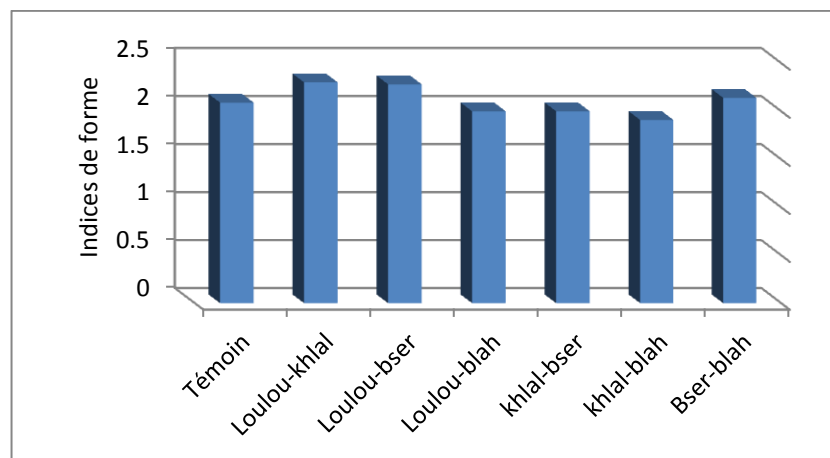


Figure 18 : Indices de forme

### 7. Longueurs des noyaux

L'examen des histogrammes de la figure 19 représentant la longueur des noyaux des dattes analysées, exprime que les valeurs les plus importantes de cette grandeur sont obtenues après

l'ajout de l'engrais potassique, notamment, aux stades de maturité (Loulou – khlel ) , ( Loulou - bser ) et ( Loulou -bleh ) avec des valeurs respectivement de 3, 2,9 et 3 cm .Tan disque les noyaux des dattes témoins présentent les résultats les plus faibles avec 2.6 cm

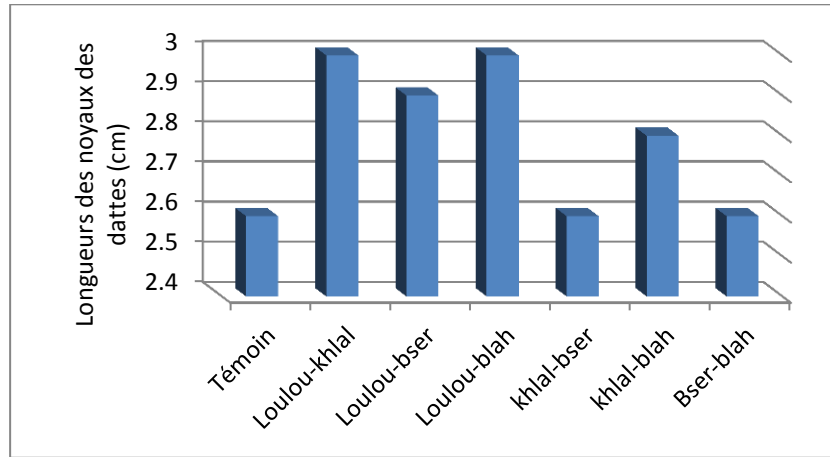


Figure 19 : Longueurs des noyaux des dattes (cm)

### 8. Diamètres des noyaux

L'examen de la figure 20 montre que la fertilisation potassique n'a pas un effet significatif sur le diamètre des noyaux comparativement aux dattes témoins

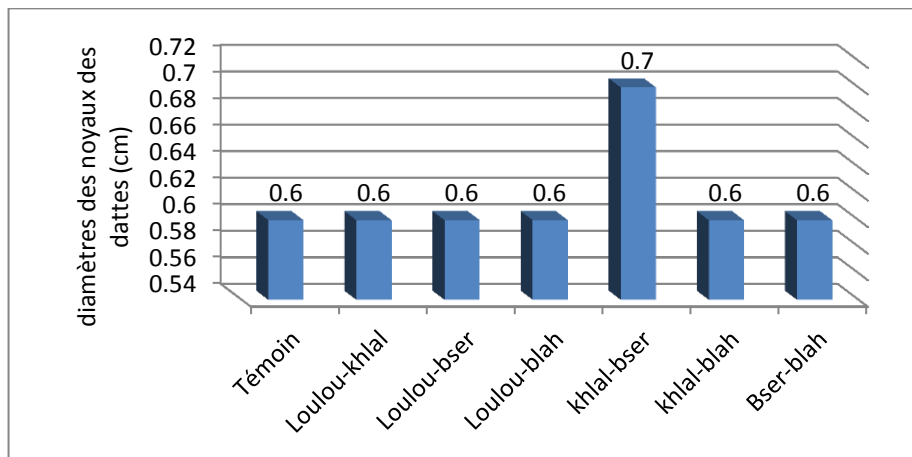


Figure 20 : diamètres des noyaux des dattes (cm)

II. Effet de la dose potassique totale sur les critères physiques des dattes

1. Poids des fruits

L'examen de la figure 21 montre que les dattes produites après l'application de la fertilisation potassique présentent les poids les plus importants comparativement aux dattes témoin. Aussi on note que l'apport du  $K^+$  au stade Loulou présenté des dattes dont les poids sont les plus importants avec 16.86 g

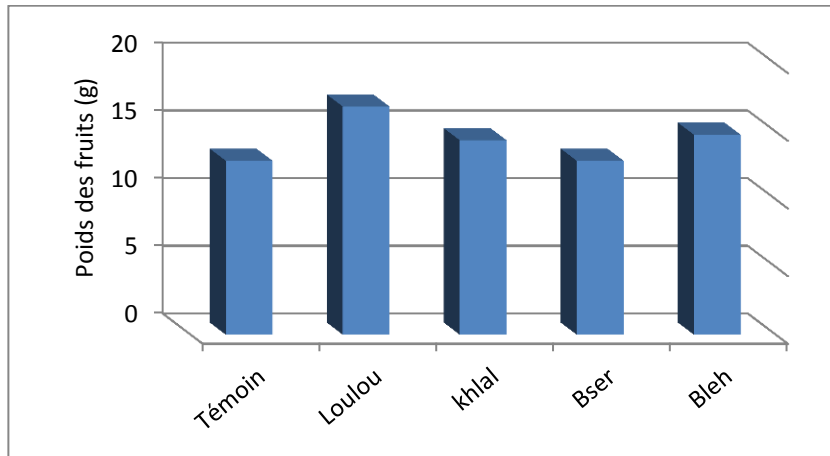


Figure 21 : Poids des fruits (g)

2. Poids des noyaux

L'analyse de la figure 22 met en évidence que la fertilisation potassique donne des poids des noyaux les plus importants, notamment après l'application des  $K^+$  au stade Loulou avec un poids de 1.48 g

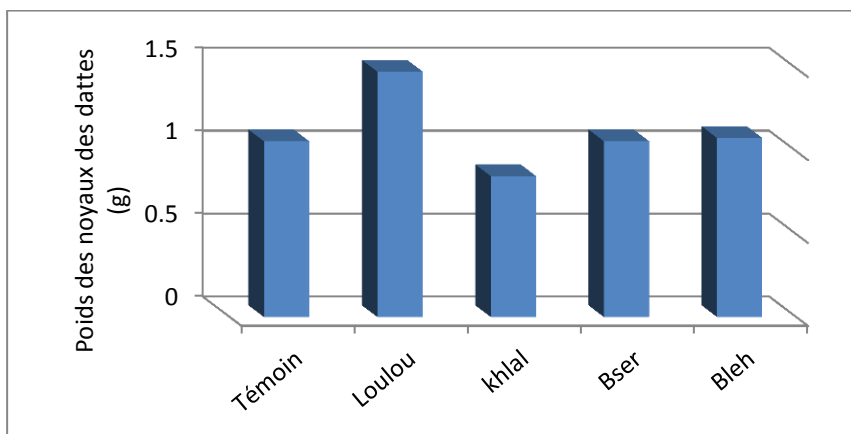
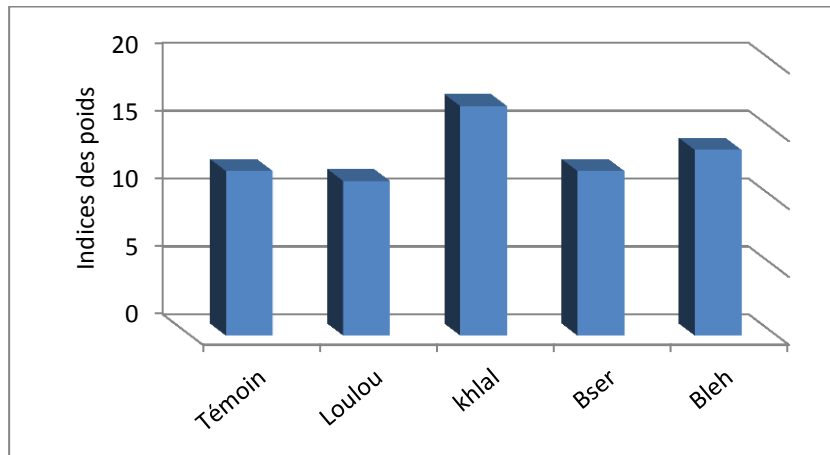


Figure 22 : Poids des noyaux des dattes (g)

### 3. Indices des poids

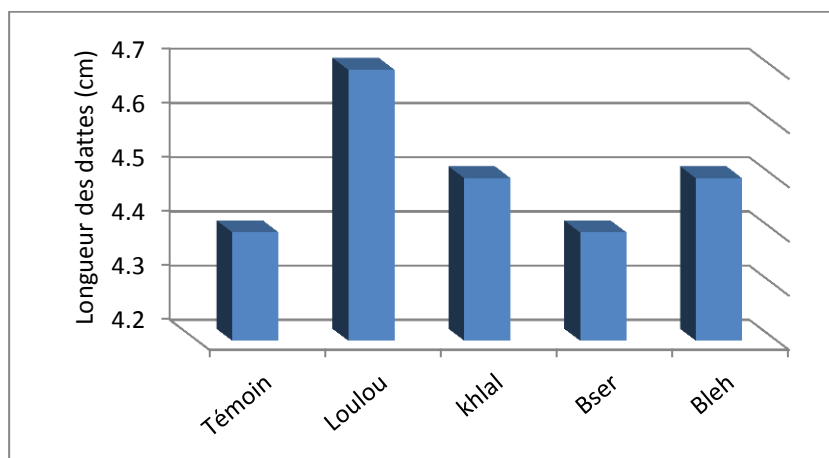
La figure ci-dessous révèle que l'addition de  $K^+$  au stade khlal produit des dattes dont le rapport fruit et noyau est le plus important avec une valeur de 16.9. Tan disque on note que la datte produite après l'ajout des  $K^+$  au stade Loulou donne le rapport le plus faible.



**Figure 23 :** Indices des poids

### 4. Longueurs des dattes

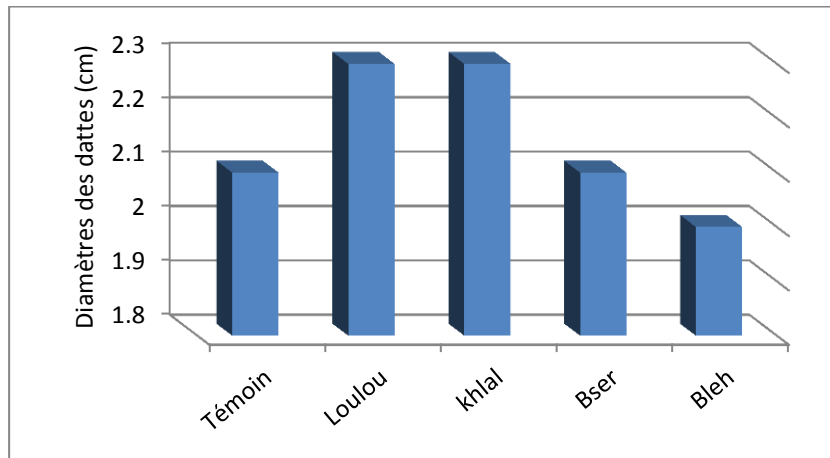
La figure 24 montre que les dattes analysées présentent les longueurs les plus importantes après l'apport potassique, notamment, aux des stades Loulou avec une valeur de 4.7 cm.



**Figure 24 :** Longueur des dattes (cm)

### 5. Diamètres des dattes

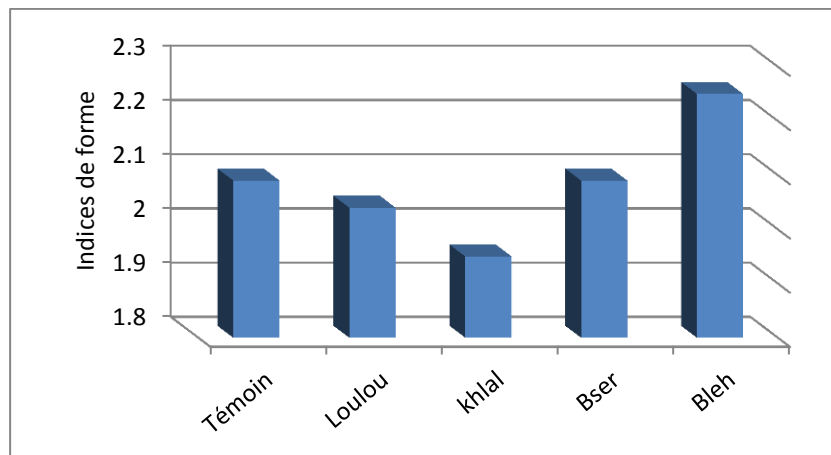
La figure 25 révèle que l'application du potassium aux différents stades de maturité de la datte produit des fruits dont les diamètres sont les plus important comparativement aux dattes témoins. Au stade de maturité khlal et Loulou, les diamètres des fruits sont les plus important avec 2.3 cm.



**Figure 25 :** Diamètres des dattes (cm)

### 6. Indices de forme

L'examen de la figure 26 révèlent que les valeurs les plus importantes des indices de forme sont obtenues aux stades de maturité Bser et Bleh avec des valeurs respectivement de 2,09 et 2,05. Tandis que les indices les plus faibles sont présentés pour les stades de maturité loulou et Khlal.



**Figure 26 :** Indices de forme

7. Longueurs et diamètres des noyaux

Les figure 27 et 28 illustrent que l'application des engrais potassique au stade de maturité Loulou, produit des noyaux des dattes dont les longueurs et des diamètres de fruit sont les plus important. Ils sont respectivement de 3,1 et 0,7 cm

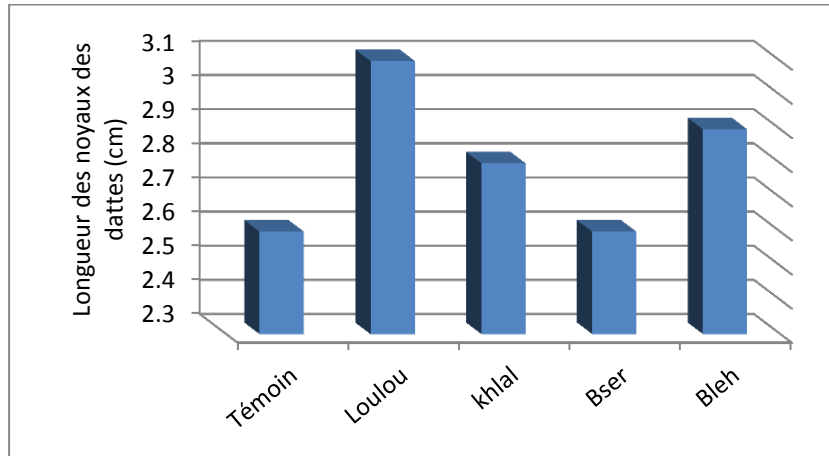


Figure 27 : Longueur des noyaux des dattes (cm)

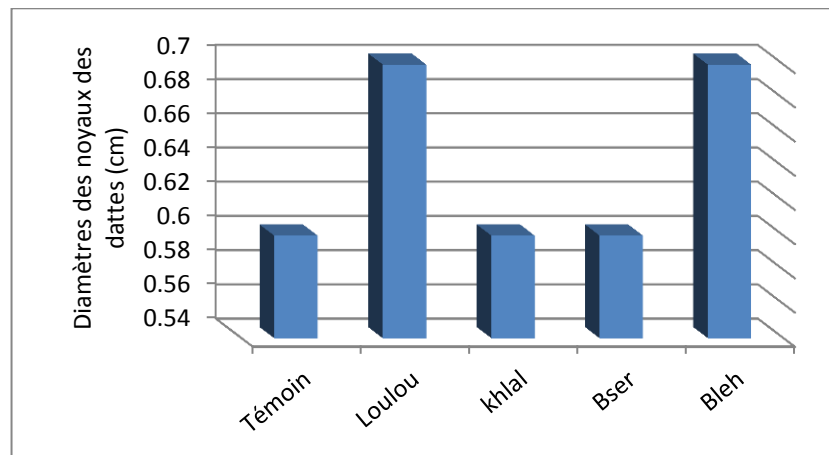
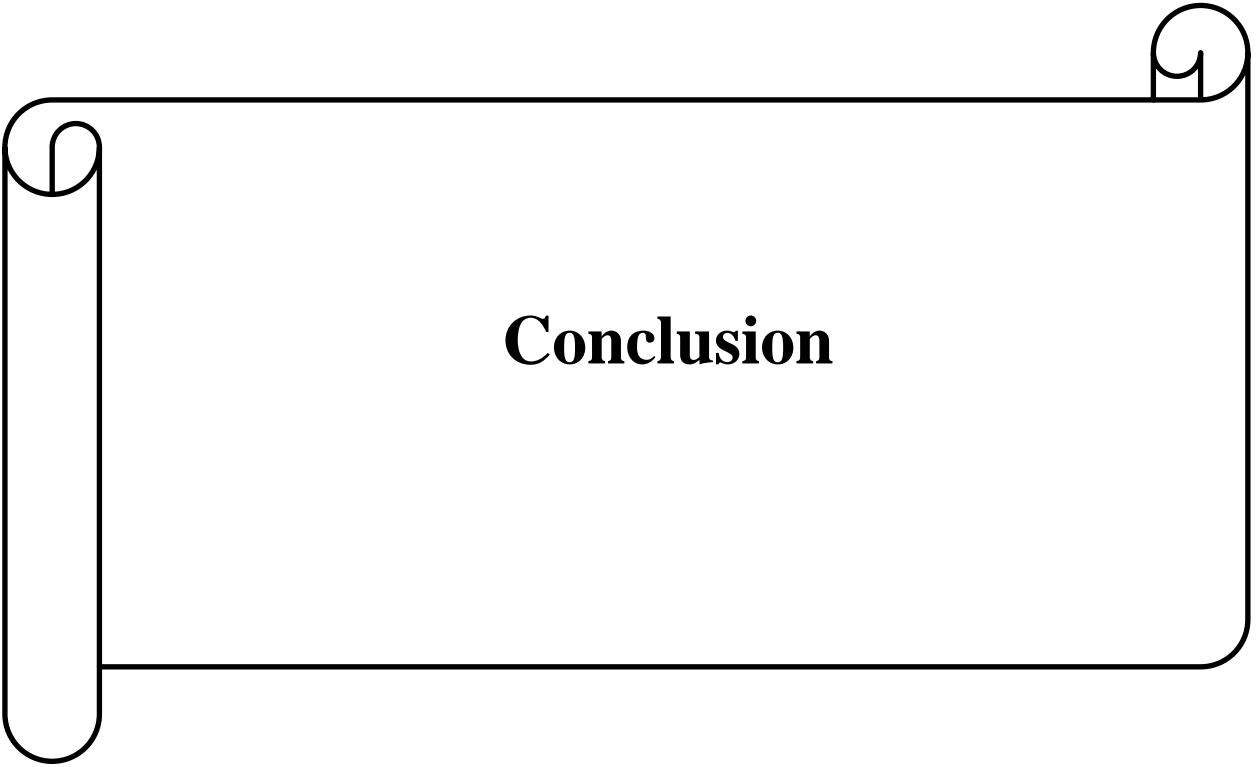


Figure 28 : Diamètres des noyaux des dattes (cm)





**Conclusion**

## Conclusion

Cette étude vise à étudier les critères physiques de la datte Deglet-Nour produite sur un sol gypseux des oasis des Ziban, l'après application des engrais potassiques total et fractionné selon les stades de maturité de la datte.

Les principaux résultats montrent que la fertilisation potassique fractionnée est en faveur de l'augmentation du poids, la longueur et le diamètre des dates. Cependant elle affecte moins le poids et le diamètre des noyaux. Les indices de poids et les indices de forme les plus importants sont signalés pour les dattes subissant une fertilisation potassique fractionnée aux stade de maturité (Loulou-Bleh) et ( Bser – Bleh ) .Les meilleurs poids de dattes sont obtenus après l'application du potassium aux stades de maturité (Loulou-Khlel ), (loulou-Bser) et (Loulou-Bleh )

Aussi, Les principaux résultats de l'application de la dose potassique totale sur les critères physiques des dattes montrent une augmentation des poids, de la longueur et le diamètre pour les dattes récoltées après l'application du potassium au stade de maturité Loulou. Les indices de poids les plus importants sont obtenus pour les dattes récoltées après l'application du potassium au stade Khlal. Aussi, il résulte que les valeurs les plus importantes des indices de forme sont obtenues aux stades de maturité Bser et Bleh

En fin, on note que le fractionnement des engrais a augmenté autant le poids, longueur et diamètre des dattes par rapport l'application total du potassium. Cette amélioration totale des caractéristiques physiques pourrait s'expliquer à l'effet physiologique du potassium sur l'augmentation du potentiel osmotique des cellules du fruit, ce qui pourrait favoriser la circulation de l'eau dans le fruit et par conséquent son volume et son poids comme il est rapporté par la bibliographie.



## **Références bibliographiques**

## Références bibliographiques

- Acourene.s (2007) : Inventaire des différents cultivars de palmier dattier des régions de Oued-Righ et de Oued-Souf (Algérie). In sécheresse vol 18 n°2, 2007. Pp:135-142.
- Ahmed and Ahmed ,1995 ; Al-Hooti et al 2002 ; Ali Mohamed and Khamis 2004) la fertilisation potassique affecte la composition minérale et biochimique des dattes analysées.
- Assaha DVM, Ueda A, Saneoka H, Al-Yahyai R, Yaish MW.2017 The Role of Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup> Transporters in Salt Stress Adaptation in Glycophytes. Front Physiol. 18;8: 509.
- Awatef G .2015 .Growth , Yield and Bulb Quality of union plant (*Allium cepa* L.) as affected by foliar and soil application of potassium , Middle East Journal of Agriculture Rhesearch ISSN2077-4605 pages : 60-66 .
- Barreveld W H. FAO, 1993. Agricultural Services Bulletin N° 101, Date Palm Products. FAO, Rome, 39p
- Ben ThabetI,Besbes S, Attia H, DeroanneC,FrancisF,Drira E, Blecker C,2009 .Physicochemical characteristics of date sap “*lagmi*” from degletnour palm (*Phoenixdactylifera*L.) *International Journal of Food Properties*12: 659–670.
- Benchaabane A ,2007. *Composition biochimique de la datte (Deglet-nour) : évolution en fonction de la maturation et formation de la couleur et des arômes*. Thèse de doctorat, INA El-Harrach, Alger.
- Benchabane .A ?2007 composition biochimique de la datte Deglet –Nour . evaluation en fonction de la maturation et formation de la couleur et des aromes .thèse de doctorat INA El harach , 183p.
- Bose J, Munns R, Shabala S, Gilliham M, Pogson B, Tyerman SD, 2017. Chloroplast function and ion regulation in plants growing on saline soils: lessons from halophytes. J Exp Bot. 1;68(12):3129-3143.
- Boubekri A.G., 2010 : Optimisation des traitements thermiques de la datte algérienne Deglet-Nour. Thèse Doctorat d’Etat en Génie Mécanique, option : Energétique. Université HADJ-LAKHDAR, Batna. 101p

- Chen Z, Pottosin I I, Cui TA, Fuglsang AT, Tester M, Jha D, 2007. Root plasma membrane transporters controlling K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> homeostasis in salt-stressed barley. *Plant Physiol.* 145(4):1714-25
- Espiard e. (2002). Introduction à la transformation industrielle des fruits. Ed Tech et Doc. Lavoisier, Paris : 147-155
- Estanova P., 1990 : Note technique : valorisation de la datte. IRFA, CIRAD(France)301-318p
- Gierth M and Mäser P, 2007. Potassium transporters in plants--involvement in K<sup>+</sup> acquisition, redistribution and homeostasis. *FEBS Lett.* 25;581(12):2348-56.
- Gwathmey, C.O, Main ,C.L,Yin,X.2009.potassium uptake and paritioning relative to dray matter accumulation in cotton cultivars differing in maturity . *Argon .J.*101,1479-1488.
- Jacoby RP, Taylor NL, Millar AH, 2011. The role of mitochondrial respiration in salinity tolerance. *Trends Plant Sci.* Nov;16(11):614-23.
- JavadRoussta M, 2010. Effect of application of potassium sulfate and calcium chloride on date bunch fading disorder in Iran. 19<sup>th</sup> World Congress of soil Science, Soil Solutions for a Changing World, Brisbane , Australia ,2p.
- Kaiser DE, Rosen CJ., and Lam J A, 2016 . Potassium for Crop Production. From Regents of the University of Minnesota website: [www.extension.umn.edu/agriculture/nutrient-management/](http://www.extension.umn.edu/agriculture/nutrient-management/),9p.
- Kant,S ; Kafkafi ,U . potassium and abiotic stress in plants. In potassium for sustainable corpproduction ;Pasricha , N.S ,Bansal,S.K, Eds .; potash institute of india : Gurgaon , India ,2002 ; pp.233-251.
- Kronzucker HJ, Szczerba MW, Schulze LM, Britto DT,2008 . Non-reciprocal interactions between K<sup>+</sup> and Na<sup>+</sup> ions in barley (*Hordeumvulgare L.*). *J Exp Bot.* 59(10):2793-801.
- Lerot 2006 : le role de potassium dans la resistance a certain nombre stress. London , UK , 2012 ; pp178-189.
- Marchner ,P . Marschner's .mineral nutrition of higher plants , 3<sup>rd</sup>ed ; academic press ;
- Matallah S., 1970.- contribution à la valorisation de la datte algérienne, thèse d'ing. Ed INA-el harrache- Alger 114p.
- Merrouchiet al , ( 2015) .Le fonctionnement de la filière dattes dans la région de Touggourt Sud-est Algérien ;El BahithReview 15//2015

- Mhiri A, Le potassium dans les sols de la Tunisie .Atelier sur la gestion de la fertilisation potassique, acquis et perspective de la recherche, Tunisie
- Mills D, Robinson K, Hodges TK ,1985. Sodium and potassium fluxes and compartmentation in roots of atriplex and oat. *Plant Physiol.* 78(3):500-9.
- Munier., 1973.-Le palmier dattier .G.P.Maisonneuve et la rose, paris,164p.
- Oosterhuis DM,Loka DA'Eduardo M.Kawakami EM' Pettigrew WT,2014. The Physiology of Potassium in Crop Production.Advances in AgronomyVolume 126, , Pages 203-233
- Prajapati K and Modi HA, 2012. The importance of potassium in plant Growth- A Review. *Indian Journal of Plant Sciences*, pp177-186.
- Rogiers SY, Coetzee ZA, Walker RR, Deloire A, Tyerman SD, 2017 . Potassium in the Grape (*Vitisvinifera L.*) Berry: Transport and Function. *Front Plant Sci.* 27;8:1629.
- Sayah Z., et OULD EL HADJ M. D., (2010). Etude comparative des caractéristiques physicochimiques et biochimiques des dattes de la cuvette de Ouargla. *Annales des Sciences et Technologie.* (1), Vol. 2: 92p.
- Shen Y, Shen L, Shen Z, Jing W, Ge H, Zhao J, Zhang W,2015 . The potassium transporter OsHAK21 functions in the maintenance of ion homeostasis and tolerance to salt stress in rice. *Plant Cell Environ.* ;38(12):2766-79.
- Tomas TC and Thomas AC (2009).Vital role of potassium in the osmotic mechanism of stomata aperture modulation and its link with potassium deficiency.*Plant Signal Behaviour* 4(3)240–243.
- Wang Min ,Qingsong Zheng , 2013. The ritical role of potassium in plant stress response ,*Int .J. Mol . Sci I* ISSN 1422-0067. Page 7370-7390 .[www .mdpi.com /journal/ijms](http://www.mdpi.com/journal/ijms).
- Xia , Y , and al, 2011 differences in growth and potassium – use efficiency of 2 cotton genotypes .*commun . soil sci .plant anal* 42:132-143.
- Zeddour.H : Marketing de la datte en Algérie. Cas de quelques Wilaya. Mémoire de Magister-année universitaire 2010-2011. 264p

## Résumé

### Résumé

Cette étude vise à étudier les critères de qualité physique des dattes récoltées après l'application de la fertilisation potassique totale et fractionnée à différents stades de maturité sur la qualité de la datte Deglet-Nour.

Les principaux résultats montrent que la fertilisation favorise l'augmentation de la qualité physique notamment, le poids, la longueur et la longueur des dattes étudiées. Les résultats ont montré, aussi, que l'apport potassique fractionnée augmente autant les critères de qualité physiques des dattes que la fertilisation totale.

**Mots clés :** Deglet-Nour, Fertilisation potassiques, indice de poids de la datte, indice de forme de la

### ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى دراسة معايير الجودة الفيزيائية للتمور التي يتم حصادها بعد تطبيق التخصيب البوتاسي الكلي والجزئي في مراحل مختلفة من النضج على جودة تمر دجلة نور.

ظهرت النتائج الرئيسية أن التخصيب يفضل زيادة الجودة الفيزيائية بشكل خاص ، الوزن والطول وطول التمور التي تمت دراستها . كما أظهرت النتائج أن مساهمة البوتاسيوم الجزئي يزيد كثيرا من معايير الجودة الفيزيائية للتمور كما الإخصاب الكلي.

**الكلمات المفتاحية:** دجلة نور ، تخصيب البوتاسيوم ، مؤشر وزن التمرة ، مؤشر شكل التمرة .

### summary

This study aims to study the physical quality criteria of dates harvested after the application of total and fractional potassic fertilization at different stages of maturity on the quality of the Deglet-Nour date.

The main results show that the fertilization favors the increase of the physical quality in particular, the weight, the length and the length of the dates studied. The results also showed that fractional potassium intake increases both physical date quality criteria and total fertilization.

**Key words :** Deglet-Nour, Potassium fertilization, date weight index, date form index.