



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
Phoeniculteur et technique de valorisation des dattes

Réf. : Entrez la référence du document

Présenté et soutenu par :
CHAMAM Youcef

Le : lundi 24 juin 2019

Effet de la fertilisation potassique sur la composition minérale et biochimique de la datte Deglet Nour sur un sol gypseux (cas de oasis Biskra).

Jury :

| | | | |
|------------------|-----|----------------------|------------|
| Mme. BEBJAOUI H. | MCB | Université de Biskra | Président |
| Mr KHECHAI S. | MAA | Université de Biskra | Rapporteur |
| M. AISAOUI H. | MCB | Université de Biskra | Examineur |

Année universitaire : 2018 – 2019

Remercîment

قال الله تعالى " لئن شكرتم لأزيدنكم "

قال رسول الله صلى الله عليه وسلم " لا يشكر الله من لا يشكر الناس "

En premier, à la fin et à l'infini je remercie Allah tout puissant de m'avoir permis d'arrivé à ce stade, de m'avoir octroyé courage, patience et santé pour achever ce modeste travail.

*Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à mon Encadreur Monsieur **KHECHAI SALIM**. Je le remercie de m'avoir encadré, orienté, aidé et conseillé.*

J'adresse mes sincères remerciements à tous les professeurs, intervenants et toutes les personnes qui, par leur paroles, leurs écrits, leurs conseils et leur critiques ont guidé mes réflexions et ont accepté à me rencontrer et répondre à mes questions durant mes recherches.

Je remercie les membres de juré.....

Enfin, je remercie tous mes Ami(e)s de la promotion phoeniciculteur et technique de valorisation des dattes

2018/2019

pour leur soutien inconditionnel et leur encouragement.

Dédicaces

Je dédie ce mémoire à :

Ma très chère mère, pour son amour, son support physique et moral, ses prières et sa tendresse pour m'avoir donnée la force de continuer et obtenir ce document.

Mon très cher père, pour ses encouragements, son soutien moral et physique qui m'ont précieusement aidée à avoir ce travail.

Que Dieu Grand et Puissant les bénisse et leur accorde une très longue vie. Amen. Mes adorables sœurs, mes chers frères, et ma grande famille ; et tous Mes amis.

A tous les membres du monde scientifique ;

CHAMAM

Liste des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau 1: stades de maturité de la date (peyron, 2000)..... | 4 |
| Tableau 2: teneur en acides aminés essentiels des dattes et les besoins humains (acouren, 2001)..... | 10 |
| Tableau 3: composition vitamique de la pulpe de la date((Répertoire générale des aliments).11 | |
| Tableau 4: composition de 100g de datte en éléments minéraux frenot et vierling, 1997). | 12 |
| Tableau 5:critères de qualité des dattes (nibou h, 2008). | 14 |
| Tableau 6:Caractéristiques de quelques ions chimiques(source : mhiri : 2002). | 20 |
| Tableau 7:Teneur du K des minéraux silicates source (mhiri : 2002). | 21 |
| Tableau 8:Niveau de fertilité des sols en potassium source (mhiri : 2002). | 23 |
| Tableau 9:Niveau de fertilité des sols(source : mhiri : 2002). | 25 |
| Tableau 10:Classes d'état de saturation des sols (source : mhiri : 2002)..... | 25 |
| Tableau 11: Caractères du sol de palmeraie d'étude | 37 |
| Tableau 12:Composition chimique de l'eau irrigation..... | 38 |

Liste des figures

| | |
|--|----|
| Figure 1: datte..... | 3 |
| Figure 2:L'évolution de la datte en fonction du stade de maturation, du stade I au stade V (peyron, 2000). | 4 |
| Figure 3:Stade Loulou | 5 |
| Figure 4:stade khlal | 6 |
| Figure 5:Stade Bser | 6 |
| Figure 6:Stade Routab | 7 |
| Figure 7:Stade Tmar..... | 7 |
| Figure 8:Triage des dattes. | 16 |
| Figure 9:Emballage des dattes..... | 19 |
| Figure 10:Conservation traditionnelle..... | 19 |
| Figure 11: conservation moderne des dattes | 20 |
| Figure 12:Carence en potassium chez des poinsettias | 32 |
| Figure 13:Carence en potassium chez la tomate | 32 |
| Figure 14:Aspect brillant chez la pomme de terre | 32 |
| Figure 15:Aspect métallique chez la pomme de terre | 32 |
| Figure 16:Stade Loulou | 35 |
| Figure 17:Stade Khlel..... | 35 |
| Figure 18:Stade Bser | 36 |
| Figure 19:Stade «Bleh» | 36 |
| Figure 20:Stade «Tamer» | 37 |
| Figure 21:Teneur en calcium (mg/100 g MS)..... | 50 |
| Figure 22:Teneurs en magnesium (mg/100g MS)..... | 51 |
| Figure 23:Teneurs en sodium (mg/100g MS) | 52 |
| Figure 24:Teneurs en potassium (mg/100g MS)..... | 52 |
| Figure 25:Teneurs en phosphore (mg/100gMS) | 53 |
| Figure 26:Teneurs en azote (mg/ 100 g MS)..... | 54 |
| Figure 27:Teneurs en sels (dS/m)..... | 54 |
| Figure 28:pH des dattes..... | 55 |
| Figure 29:Acidité des dattes (g) | 56 |
| Figure 30:Teneurs des dattes en sucres totaux (%) | 56 |
| Figure 31:Teneurs des dattes en sucres réducteurs (%) | 57 |
| Figure 32:Teneurs des dattes en saccharose (%)..... | 58 |
| Figure 33:Teneurs des dattes en protéines (%) | 58 |
| Figure 34:Teneurs en eau des dattes (%) | 59 |
| Figure 35:Teneurs des palmes en potassium (mg/100g MS) | 60 |
| Figure 36:Teneur des palmes en sodium (mg/100g MS) | 60 |
| Figure 37:Teneurs des palmes en calcium (mg/100g MS)..... | 61 |
| Figure 38:Teneur des palmes en magnesium (mg/100g MS) | 62 |
| Figure 39:Teneur des palmes en phosphore (mg/100g MS) | 62 |

Liste D'abréviations

CE : Conductivité électrique

PH : Potentiel hydrique

SUA : surface agricole utile

Ca²⁺ : Calcium

H⁺ : Hydrogène

SAR : Ratio d'absorption du sodium

NGL : l'azote global

NT : Azote total

CO₃²⁻ : Carbonate

Mg⁺⁺ : Magnésium

K⁺ : Potassium

Na⁺⁺ : Sodium

Cl⁻ : Chlorure

° C : degré Celsius

ANDI : Agence d'algérienne d'information.

FAO : Organisation des nations pour l'alimentation et l'agriculture.

Sommaire

Remercîment

Dédicaces

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste D'abréviations

| | |
|---|-----------|
| Introduction | 1 |
| Chapitre01 : Généralités sur palmier dattier..... | 3 |
| I. Définition..... | 3 |
| 1. Datte..... | 3 |
| 2. Stades phonologiques | 4 |
| 3. Caractéristiques des dattes..... | 8 |
| A. Caractéristiques physiques | 8 |
| elle présente les caractéristiques suivantes : | 8 |
| 4. Stockage des dattes | 15 |
| 5. Triage..... | 16 |
| 6. Nettoyage..... | 17 |
| 7. Désinsectisation | 17 |
| 8. Emballage | 18 |
| 9. Conservation des dattes | 19 |
| I. Chapitre02: Généralités sur la fertilisation potassique | 20 |
| II. Propriétés chimiques du potassium | 20 |
| III. Origine du potassium | 20 |
| 1. Potassium des minéraux silicatés. | 21 |
| 2. Potassium échangeable | 21 |
| 3. Potassium rétrogradé. | 22 |
| 4. Potassium associé aux matières organiques | 22 |
| 5. Engrais potassiques..... | 22 |
| IV. Teneur du sol en potassium total..... | 23 |
| V. Concepts de capacité, intensité et pouvoir tampon potassiques des sols..... | 24 |
| VI. Critères d'évaluation de la richesse des sols en potassium | 24 |
| 1. C.E.C | 24 |
| 2. Taux de saturation | 25 |
| 3. Potassium échangeable | 25 |
| VII. Dynamisme et disponibilité du potassium dans le sol | 26 |
| VIII. Facteurs de disponibilité du potassium dans le sol..... | 26 |
| IX. Rôles du potassium dans le fonctionnement métabolique de la cellule végétale | 27 |
| X. Alimentation des plantes en potassium | 30 |
| 1. Pompe sodium-potassium ou Na ⁺ -K ⁺ ATP ase..... | 30 |

| | | |
|-------------|--|-----------|
| 2. | Phénomène d'antagonisme | 30 |
| 3. | Phénomène de synergie | 31 |
| XI. | Carence et toxicité potassique | 31 |
| I. | Chapitre 03 : Martial et méthodes | 34 |
| II. | Site expérimental | 34 |
| 1. | Matériel végétal | 34 |
| 2. | Dispositif expérimental..... | 34 |
| 3. | Stades de maturité de la datte | 34 |
| 4. | Échantillonnage | 37 |
| 5. | Caractérisation du sol de la palmeraie d'étude | 37 |
| 6. | Caractérisation des eaux d'irrigation | 38 |
| III. | Analyses es dattes..... | 39 |
| 1. | Analyses biochimiques | 39 |
| I. | Chapitre 04 : Résultats et discussion | 50 |
| II. | Critères de qualité des dattes | 50 |
| 1. | Composition minérale des dattes | 50 |
| 2. | Composition biochimique des dattes | 54 |
| 3. | Composition minérale des palmes | 59 |
| | Conclusion générale | 63 |
| | Conclusion générale | 63 |
| | Références bibliographiques | 65 |
| | Résumé..... | 70 |

Introduction

Les besoins de la plante évoluent au cours de son développement. Les éléments minéraux doivent être prélevés par la plante dans le sol où ils doivent être disponibles en quantité suffisantes et sous une forme disponible (**prajapati and modi, 2012**). Si les éléments ne sont pas disponibles aux moments nécessaires, la croissance de la plante sera limitée et le rendement final sera plus faible.

Le potassium est un élément indispensable pour la vie de la plante (**lians al, 2016**). Il se retrouve dans la solution des cellules végétales et il est utilisé pour maintenir la pression de turgescence de la cellule (**kronzucker et al, (2008)**). Aussi, le potassium joue un rôle dans le bon fonctionnement des stomates (cellules situées sur la face inférieure des feuilles qui s'ouvrent et se referment pour permettre à la vapeur d'eau et aux gaz résiduels de s'échapper et agit comme activateur d'enzymes (**mhiri, 2002**).

K^+ joue un rôle important dans la synthèse, la transformation et le transport des assimilables vers les graines, c'est ainsi que sa carence se perçoit par un faible poids des graines, elle joue un rôle important dans la résistance à un certain nombre de stress la comme sécheresse hydrique, salin et aux maladies (**lerot, 2006**).

Selon **hilali, (2002)**, le potassium intervient dans certains processus physiologiques chez la plante, il peut jouer un rôle d'un stabilisateur de pH, il équilibre les anions mobiles dans le xylème et le phloème. Selon le même auteur, le K^+ joue un rôle osmo-régulateur indispensables pour le maintien du statut d'eau dans les cellules, il intervient dans la réduction de la transpiration. Aussi l'ouverture des stomates est conditionnée par une concentration élevée en K^+ dans les cellules. (**terry et al.1973**).

Dans les sols, le potassium se trouve sous la forme assimilable et non assimilable. Ces différentes formes de K^+ sont en équilibre entre eux (**jalali, 2007**). La forme facilement assimilable constitue 2% du potassium total du sol (**brady et weil, 2002**).

Dans les oasis des Ziban les sols sous palmiers sont classés comme des sols à faible fertilité potassique et par conséquent cette pauvreté affecte la qualité des dattes notamment Deglet-Nour (**khechai et daoud, 2016**). Ceci conduit à des apports périodiques et contenues pour

atteindre le niveau de fertilité souhaitable et par conséquent satisfaire le besoin du palmier dattier en cet élément.

Actuellement, les effets du Le potassium sur le rendement et la qualité est largement étudié par **(baily et gwathmey , 2007 ,gwahmey et al 2009, xia et al 2011 jiang et al, 2011 wang, 2013 makhdumet al, 2017)**. Ce pendant peu travaux sont consacrés à l'étude de l'effet des apports potassique sur la datte. Dans ce contexte, le présent travail a pour objet d'évaluer l'effet de la fertilisation potassique sur la composition minérale et biochimique de la datte Deglet-Nour.

Ce travail est structuré en quatre parties distinctes

Chapitre 1 : Généralité sur palmier dattier

Chapitre 2 ; Généralités sur la fertilisation potassique

Chapitre 3. Matériels et Méthodes

Chapitre 4 : Résultats et Discussion

Chapitre01 : Généralités sur palmier dattier**I. Définition****1. Datte**

Est une baie qui contient une seule graine qui est « le noyau » (**munier, 1973**) elle est constituée de trois enveloppes :

- **Épicarpe (peau)** : c'est une enveloppe fine cellulosique.
- **Mésocarpe** : enveloppe plus ou moins charnue qui représente la partie comestible de la datte, elle est très riche en sucre.
- **L'endocarpe** : c'est une membrane parcheminée entourant le noyau.

Ces trois membranes sont généralement confondues et appelé « chaire » ou « pulpe » (**DJERBI, 1996**) fig (24).

Graine : ou noyau, elle est fusiforme, elle présente une protubérance, la face dorsale présente un sillon de forme variable la face ventrale est convexe.



Figure 1: datte

2. Stades phonologiques

On distingue cinq étapes intermédiaires qui permettent de suivre l'évolution de la datte. Ces dernières ont des appellations différentes selon les pays et les régions (peyron, 2000) tableau n°1.

Tableau 1: stades de maturité de la date (peyron, 2000).

| Stade1 | Stade2 | Stade3 | Stade4 | Stade5 |
|------------|------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|------------------|
| Fruit noué | Datte verte | Tournante | Aqueuse | Mature |
| Loulou | Khlal ou kimri ou blah | Bser ou bsir ou bissir | Routabe ou martouba ou meratba | Tmare ou tmar |

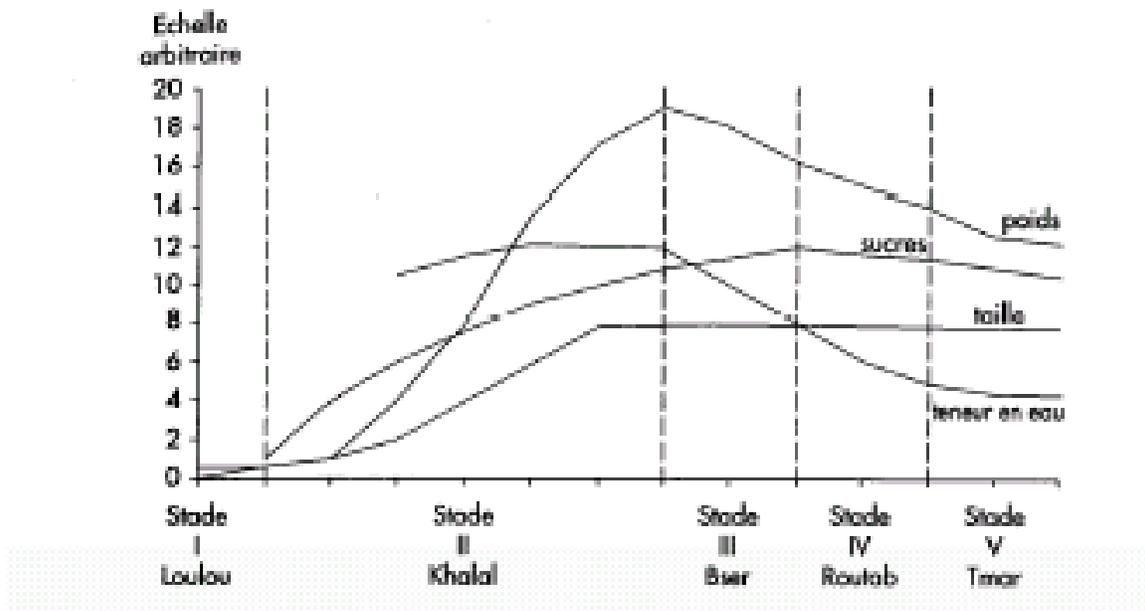


Figure 2:L'évolution de la datte en fonction du stade de maturation, du stade I au stade V (peyron, 2000).

A. Stade I : Loulou

Stade qui suit immédiatement la pollinisation, la datte est petite et sphérique, elle a une forme ovoïde de couleur crème avec des traits verticaux de couleur verte, l'évolution du fruit est très lente. Ce stade dure de 4 à 5 semaines après la pollinisation (**munier, 1973**).



Figure 3: Stade Loulou

B. Stade II : Khlal

Ce stade s'étend de juin à juillet, il constitue la phase la plus longue de l'évolution de la datte et dure 4-14 semaines. Le goût de la datte à ce stade est astringent et amer à cause de la présence d'un taux important de tannins (**bousdira, 2007**).

La datte grandit un peu, prend une couleur verte pomme claire.

Selon **rygg (1946)** le développement de la datte passe par 2 phases :

*la première se caractérise par un accroissement du poids et du volume, une accumulation des sucres réducteur, qui est plus lente pour les sucres totaux et de la matière solide total. Un taux d'acidité active plus élevé, et enfin un taux d'humidité assez élevé.

*la deuxième phase qui se caractérise par un accroissement moins rapide du poids et du volume. Une baisse importante du taux des sucres réducteurs. Une réduction considérable du taux déjà très faible de l'accumulation du sucre totale. Une diminution légère du taux d'acidité et un taux d'humidité très élevé. (**arnaud, 1970**).



Figure 4:stade khlal

C. Stade III : Bser

Selon le descripteur du palmier dattier (IPGRI/INRA, PNDU, 2005) c'est le stade durant lequel la datte prend sa forme et sa taille finale il dure 3 à 5 semaines (**bousdira, 2007**). Les modifications observées concernant le changement de la couleur qui passe du vert au chrome puis jaune tacheté de rouge, enfin une couleur qui varie entre le rose et le rouge écarlate et le taux de saccharose est maximum (**munier, 2007**).



Figure 5:Stade Bser

D. Stade IV : Routab

C'est le stade de maturation, donc la datte devient molle : le saccharose s'invertit dans les dattes à sucres réducteurs donnant ainsi le goût sucré. La datte devient de plus en plus translucide, sa peau passe du jaune ou du chrome à un brun très foncé. Au cours de l'amollissement, tout ce qui reste des tannins précipite sous la peau Le fruit perd alors toute

l'astringence qu'il avait au stade khlal. Il perd aussi son humidité qui était de l'ordre de 68% au stade khalal et qui devient de l'ordre de 30% au stade routab (**munier, 1973**).



Figure 6:Stade Routab

E. Stade V : Tmar

C'est le stade final de la maturation de la datte qui perd beaucoup d'eau et devient très concentrées en sucre (**munier, 1973**). La consistance du fruit à ce stade est comparable à celle du raisin et des prunes. Dans la plupart des variétés, la peau adhère à la pulpe et se ride à mesure que celle-ci diminue de volume. La couleur de l'épiderme et de la pulpe fonce progressivement (**arnaud, 1970**).



Figure 7:Stade Tmar

3. Caractéristiques des dattes

A. Caractéristiques physiques

elle présente les caractéristiques suivantes :

i. **Forme**

Généralement elle est de forme allongée, mais il y a d'autres formes : sphérique, longue, acuminée ou cylindrique. Elle est aussi large que longue ou pentagonale en section verticale.

ii. **Couleur**

Variable selon la variété : jaune, ambré miel, noir (munie)

iii. **Taille**

Elle diffère selon la variété en fonction de la (longueur, diamètre, poids) mais pour les sujets de la même variété on remarque l'influence des techniques culturales sur leur taille.

iv. **Consistance**

Il y a 3 catégories : (**anonym, 2003**)

- **Dattes molles** : elles ont un taux d'humidité $>30\%$ qui est conféré par la nature des sucres qui les constituent.
Elles sont composées de : mono sucre (glycose et fructose) donc ils sont sensibles pour le transport et la conservation.
- **Dattes demi-molles** : elles ont un taux d'humidité compris entre 26-30%, Saccharose, elles se conservent bien au froid et supportent le transport.
- **Dattes sèches** : le taux d'humidité est inférieur à 26% en raison de la présence d'une teneur plus élevée de saccharose au stade de maturité physiologique. Elles se conservent aux températures ambiantes et supportent bien le transport.

B. Caractéristiques chimiques

i. PH

Le pH du jus des dattes est acide, varie entre 5-6 préjudiciable pour les bactéries mais propice aux développements des champignons ; les dattes molles, en vu de leur teneur en eau élevée, sont beaucoup plus sujettes à des altérations que les dattes demi molle et sèches.

La teneur en matière sèche de la pulpe est relativement élevée comprise entre 65-85% du poids frais de la pulpe. (**matallah, 1970**).

ii. Sucres

La datte a l'un des taux de sucre le plus élevé, 60-65% du poids de la matière, sèche à savoir saccharose, glucose, fructose, galactose, xylose et arabinose

(**siboukeur o, 1996**), Peut être assez faible 41% comme les variétés : Tunisienne, Bser Hlou, maximum 93% comme : Soukriète Hassanine (**reynes, 1994 ; accourene**).

Une forme de sucre qui donne au corps un taux élevé de mobilité et d'énergie thermique le fructose.

Leur haute valeur énergétique fortifie les personnes affaiblies

*L'ocytocine, «naissance rapide», hormone présente dans la datte, est utilisée en médecine moderne pour faciliter la naissance.

iii. Protéines

La teneur des protéines dans les dattes est de l'ordre de 1.5 à 2% du poids total (**anonyme in rahal et mhaoua, 2007**).

La pulpe contient de faibles quantités de protéine, comprises entre 1.7 - 3% du poids de la pulpe à l'état frais (**ballan, 1923 ; ahmad et al, 1995 in bousdira, 2007**).

sawaya et al (1983) cité par **rahal et hamour(2007)** ont montré que les protéines atteignent 127mg par datte de 8g, au stade de maturité.

Les acides aminés composants les protéines jouent un rôle primordial dans la réaction de brunissement non enzymatique (réaction de Maillard) qui intervient lors de la conservation, ils contribuent aussi aux précipitations des tannins durant la maturation des dattes (rinderknecht, 1952 ; alais, 1997in bousdira, 2007).

Tableau 2: teneur en acides aminés essentiels des dattes et les besoins humains (acouren, 2001).

| acide aminé | teneur (mg/10g MF) | besoin journaliers (mg) |
|---------------|--------------------|-------------------------|
| Isalamine | 14.95 | 700 |
| Leucine | 86.25 | 1100 |
| Lysine | 64.5 | 800 |
| Méthionine | 39.35 | 1100 |
| Cystine | 31.85 | |
| Phénylalanine | 55.10 | 1100 |
| Tryptophane | 19.5 | 250 |
| Thréonine | 76.35 | |
| valine | 91.10 | 80 |

iv. Vitamines

Les dattes renferment des quantités appréciables de vitamines de différents groupes :

La vitamine A, du beta-carotène et des vitamines B1, B2, B3 et B6, la vitamine C, provitamine A, l'acide folique (B9).

Tableau 3: composition vitaminique de la pulpe de la date((Répertoire générale des aliments).

| Vitamine | Quantité (mg/100g) |
|--------------------------|--------------------|
| Acide ascorbique (C) | 5-20 |
| Thiamine (B1) | 0.06- 0.13 |
| Riboflavine (B2) | 0.05- 0.17 |
| Acide nicotinique (pp) | 0.5- 0.6 |
| Acide pantothénique (B5) | 0.06- 0.07 |
| Biotine | 0.004- 0.006 |

v. Eléments minéraux

La datte est une source appréciable d'éléments minéraux. (siboukeur o, 1996), qui sont d'après (djerbi m, 1996), le sodium, le potassium, le calcium, le magnésium, le fer, le cuivre, le phosphore, le soufre et le chlore.

➤ Calcium

Les variétés deglet noir et ghars semblent plus riches en calcium que la variété sèche degla beida si l'on compare la teneur en calcium des dattes avec celle du lait, pris comme référence et qui renferme 100mg /100g, les dattes sont relativement riche en calcium (siboukeur o, 1996).

➤ Phosphore

La variété Deglet noir renferme une quantité minimale de phosphore.

Le rapport Ca/P des dattes semblent intéressant comparé à d'autres produits alimentaires notamment les fruits. (siboukeur o, 1996).

➤ Fer

De part de sa teneur en fer non négligeable, la datte collabore avec d'autres produits à combattre l'anémie par carence martiale. Rappelons que l'organisme n'utilise qu'une partie infime du fer apporté par l'alimentation, en fonction de ses besoins (siboukeur o, 1996).

Tableau 4: composition de 100g de datte en éléments minéraux frenot et vierling, 1997).

| Élément minéral | Na | K | P | Ca | Mg | F | Zn |
|-----------------|----|----|----|----|----|-----|------|
| Quantité (mg) | 35 | 65 | 57 | 63 | 50 | 1.9 | 0.34 |

➤ Teneur en eau

L'eau est l'un des constituants essentiels du fruit, elle a une importance fondamentale sur la qualité de la datte et agit sur sa conservation (**ben salah et helali, 2007**). De manière générale, la datte présente une teneur en eau inférieure à 40%. Elle est classée parmi les aliments à humidité intermédiaire, c'est-à-dire des aliments dont la conservation est aisée (**sibouker, 1996 in mastouri, 1997**).

- **Glucides** : Elle renferme : 25 à 27 g aux 100 g de dattes.
- **Energie**: 118 k calories (493K joules), en moyenne dans les fruits frais.
- **Les protéides**: atteint 2,5 % dans la datte sèche (0,5 à 1 % dans les fruits frais)
- **Les lipides**: très faibles (moins de 1 % en général).

C. Caractéristiques phytosanitaires

Il n'y a pas trop de maladies qui attaquent les dattes mais on note :

Boufaroua, pyrale de datte mais on constate l'apparition des ravageurs en période de conservation. Selon (**djerbi m, 1996**) d'autres coléoptères, généralement non spécifiques du palmier dattier, peuvent s'attaquer aux dattes en entrepôts ou en conservation.

-**TRIBOLIUM CASTANEUM** (coleopteras, tenebrionidae) : un petit coléoptère de 4mm de long et de 1mm de large de couleur marron rougeâtre caractérisé par des antennes terminées en massue. Chez la larve le neuvième segment abdominale se termine par des urogomphes.

L'insecte s'attaque aux dattes stockées (**dhoiui m. h, 1991**)

-**TRIBOLIUM CONFUSUM** (coleoptera, tenebrionidae) : il se distingue difficilement de la première espèce surtout au stade larvaire, mais au stade adulte il se distingue par la structure des antennes (**dhouibi m. h., 1991**).

-**TROGODERMA GRANARIUM** (coleoptera, dermestidae) : il se rencontre surtout sur dattes en caisse (**dhouibi m. h., 1991**).

-CRYPTOLESTES FERRUGINEUS (coleoptera, cucujidae) : considéré comme ravageur des grains stockés, des fruits secs et des dattes stockées aux U S A et en irak (dhouibi m.h, 1991).

-ORYZAEPHILUS SURINAMENSIS (coleoptera, cucujidae) : c'est une espèce cosmopolite qui s'attaque aux grains stockés, aux fruits secs et aux dattes. (dhouibi m. h, 1991).

D. Critères d'évaluations qualitatives des dattes

D'après milligi (1982) et souril (1982), mohamed et al (1983) cité par acourene et al (2004) ; le tableau ci-dessous résume les critères d'évaluation de la qualité des dattes.

Tableau 5:critères de qualité des dattes (nibou h, 2008).

| | | | |
|--------------------------|---------|--------------------|-------------------|
| Longueur du fruit | Réduite | Inférieur à 3.5cm | Mauvais caractère |
| | Moyenne | 3.5-4 cm | Acceptable |
| | Longue | Supérieur à 4 cm | Bon caractère |
| Poids du fruit | Faible | Inférieur à 6g | Mauvais caractère |
| | Moyen | 6-8 g | Acceptable |
| | Elevée | Supérieur à 8g | Bon caractère |
| Poids de la pulpe | Faible | Inférieur à 5g | Mauvais caractère |
| | Moyen | 5-7g | Acceptable |
| | Elevé | Supérieur à 7g | Bon caractère |
| Diamètre du fruit | Faible | Inférieur à 1.5 cm | Mauvais caractère |

| | | | |
|----------------------|-----------------|------------------------------------|-------------------|
| | Moyen | 1.5-1.8 cm | Acceptable |
| | Elevé | Supérieur à 1.8 cm | Bon caractère |
| Teneur en eau | Moyenne | 10-24% | Bon caractère |
| | Elevé | 25-28% | Acceptable |
| | Très élevée | Supérieur à 28% | Mauvais caractère |
| PH | Inferieur à 5.5 | Datte acide (mauvais caractère) | Mauvais caractère |
| Sucre totaux | Faible | 50-60% | Mauvais caractère |
| | Moyenne | 60-70% | Acceptable |
| | Elevée | Supérieur à 70% | Bon caractère |

4. Stockage des dattes

Les dattes acheminées à l'unité de conditionnement sont généralement stockées, afin de constituer une réserve de sécurité pour le fonctionnement contenu de l'unité.

La récolte brute est acheminée en caisses ou en régimes avec sont généralement un certaine pourcentage de dattes incomplètement mures, les régimes sont alors stockées dans des locaux aménagés en penderies, ils peuvent êtres égrappés, les dattes en caisses sont stockées dans des magasins pourvus d'ouverture grillages et dispositifs de ventilation et propres.

5. Triage

Destiné à fournir des catégories de dattes homogènes dont la livraison sera variable (fruit mure, nécessite une maturation complète, desséché, abimé) il est effectué manuellement ou semi mécanique avec une machine à trier constituée par une table à bande de roulement mobile (MUNIER, 1973).



Figure 8: Triage des dattes.

(Source : [www.la récolte des dattes.com](http://www.la-recolte-des-dattes.com))

A. Catégories des dattes

On distingue plusieurs catégories des dattes après triage selon (munier, 1973)

i. Dattes mûres

- ✓ les dattes de premier choix (datte marchande): tmar
- ✓ les dattes de deuxièmes choix (datte de consommation).
- ✓ datte humide : M'ratbas.
- ✓ datte sèche : M'sifis.
 - pleine : M'sifis méliane
 - ridée : M'sifis mabrouna
- ✓ les dattes anormales
 - touchées par les oiseaux, écrasées, mangora.

- marquées par l'acariose, noircie (déformées : maagoras)

ii. Dattes non mûres

✓ **Dattes presque mûres** : Martouba

❖ **Dattes de rebut**

✓ **fruit parthénocarpiques** : Siche

✓ **dattes desséchées** : h'chef

✓ **dattes pourries** : Makhmouja

6. Nettoyage

Les dattes provenant des palmiers sont souvent souillées, ceci est directement lié à la façon dont elles étaient cueillies donc il y a plusieurs techniques peuvent être utilisées pour activer la maturation des fruits, à ressuyer les fruits très riches en eau ; ré humidifier les fruits légèrement desséchés (**aoursi c, 1975**).

Il peut se faire soit

- **A sec** : ventilation ou brossage par brosse douce
- **Lavage** : pulvérisation par eau très fine.
- **Brassage** : dans des tambours avec de l'eau sucrée afin de limiter la perte des sucres par diffusion.

7. Désinsectisation

C'est une opération fondamentale qui vise à empêcher le développement, au cours du stockage, des larves de la pyrale des dattes et la dépréciation des lots de dattes.

Les méthodes de désinsectisation sont diverses :

- Trempage dans l'eau bouillante pour les dattes sèches.

- Destruction des œufs et larves d'insectes par la chaleur 60°C pendant 2 h.
- Emigration en chambre étanches avec dispositif de ventilation.

A. Ressuyage de dattes trop molles

Il se fait sur claies, au soleil, avec tous les inconvénients de cette méthode : poussière, parasites, brunissement du fruit sous l'action du soleil, On la pratique dans des usines, il ya :

- Ressuyage au four : dans un four tunnel.

B. Murissage artificiel

Il intéresse les dattes ramassées au stade blah, (1/2 incomplètement mûr) soit parce que la maturation est échelonnée sur le régime (**djerbi m, 1996**) on trouve seulement 40% de dattes mures (**matallah s, 1970**) ou soit la récolte est effectuée précocement a cause des pluies ou vent.

8. Emballage

L'emballage a un rôle important et indispensable pour la commercialisation des dattes.

Il permet d'augmenter la conservation du fruit, retarde la dégradation de la qualité en garantissant sa sécurité (**artes, 2004**).

Les dattes seront emballées soit par : un emballage de présentation, dans des pellicules cellulosiques (cellophane), des sachets polyéthylène ou polyvinyle (protègent bien leurs qualité organoleptique mais trop chère), des emballages en papiers et carton (perméable à l'humidité) (**ouaouich et al, 2005**), baquettes, les ravies en bois déroulés (**brahimi et maalem, 2007**).



Figure 9:Emballage des dattes

(Source : www.la récolte des dattes.com)

9. Conservation des dattes

Il y a plusieurs méthodes parmi elles on cite :

A. Traditionnelle

On pose les dattes dans des bacs dans des locaux frais, non ensoleillés, aérés, on peint les murs par la chaux pour éviter la contamination ou l'attaque des ravageurs.



Figure 10:Conservation traditionnelle

(Source : www.conservation des dattes.com)

B. Moderne

C'est l'utilisation du froid pour conserver les aliments afin de contribuer au maintien de la qualité de notre produit et garder sa fraîcheur en retardant le développement des micro-organismes et les réactions chimiques et enzymatique.

i. Réfrigération

consiste à entreposer les aliments à une température basse et positive proche au point de congélation située aux alentours de 0°C.

*Cette méthode est utilisée pour conserver des aliments périssables à court terme dont la durée va de quelque jours à plusieurs semaines selon : produit, humidité relative, température, type de conditionnement.

ii. Congélation

consiste à entreposer les aliments à des températures inférieures au point de congélation -18°C elle est utilisée pour la conservation des pathogènes et l'altération est inhibée (anonyme, 2007)



Figure 11: conservation moderne des dattes

(Source : [conservation des dattes.com](http://conservation-des-dattes.com))

I. Chapitre02: Généralités sur la fertilisation potassique

II. 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 6).

Tableau 6:Caractéristiques de quelques ions chimiques(source : mhiri : 2002).

| Ions | Rayon atomique (nm) | |
|------------------------------------|---------------------|-------------|
| | Non Hydraté | Hydraté |
| K⁺ | 0.27 | 0.53 |
| NH₄⁺ | 0.29 | 0.54 |
| Na⁺ | 0.20 | 0.76 |
| ²Mg⁺⁺ | 0.16 | 0.64 |

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.

III. 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 et 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 7).

Tableau 7:Teneur du K des minéraux silicates source (mhiri : 2002).

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

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 potassium 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 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 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 (**gierth and 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 aux sels ; les ajouts de cet engrais.

IV. 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 (bio disponible = 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 8).

Tableau 8: Niveau de fertilité des sols en potassium source (mhiri : 2002).

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

Selon **mhiri, (2002)**, la dilution de la solution du sol se traduit par une augmentation de l'adsorption de Ca^{++} , donc par une augmentation relative de potassium dans la solution.

Le potassium fixé se caractérise par:

-Processus d'adsorption difficilement réversible de potassium 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 potassium 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.

V. 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).

VI. 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 9: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 est le deuxième critère d'évaluation de la richesse du sol en K. Le tableau (10) représente les classes de richesse en cet élément.

Tableau 10:Classes d'état de saturation des sols (source : mhiri : 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 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

VII. 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'Echange Cationique (C.E.C), le pouvoir tampon du sol et le taux de saturation du complexe par le potassium.

VIII. 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 pH < 6 sont considérés comme déficients en potassium. 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.

IX. 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'azoté 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 potassium 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 giert and mäser, (2007), javad roussta, (2010) et assaha et al, (2017), le potassium 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 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 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.

X. 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^+ 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^+-K^+ ATP ase

C'est 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^+) issus du milieu intracellulaire avec les ions potassium K^+ issus du milieu extracellulaire dans un rapport précis ($3 Na^+/2 K^+$). 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 au pour la vie du végétal, des surdoses peuvent entrainer 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^+ en excès prennent la place des ions Ca^{2+} 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 ;

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^+ aux ions Ca^{++} .

XI. 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 12 et 13).

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 14 et 15).

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 12: Carence en potassium chez des poinsettias



Figure 13: Carence en potassium chez la tomate



Figure 14: Aspect brillant chez la pomme de terre

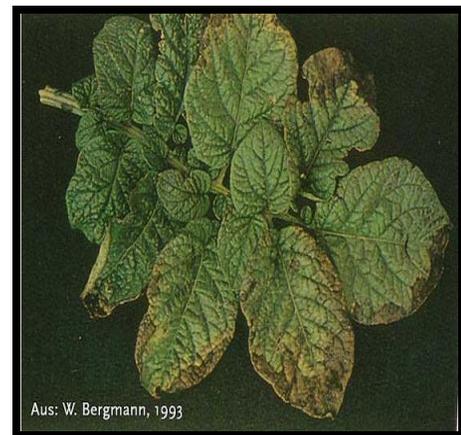


Figure 15: Aspect métallique chez la pomme de terre

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'applicatio

I. Chapitre 03 : Matériel et méthodes

II. Site expérimental

1. Matériel végétal

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

2. Dispositif expérimental

Le principe de cette étude consiste a apporté 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 unité de K^+ pure, comme il est vulgarisé par ITDAS. Elle est appliquée une seul fois pour chaque stades de maturité de la datte: **Loulou**, **Khlel** , **Bser** et **Bleh** ou Martouba.

Le schéma suivant illustre la méthodologie adopté :

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

Palmier 2 : 100% de K_2SO_4 apporté du stade Loulou .

Palmier 3 : 100% de K_2SO_4 apporté du stade Khlel .

Palmier 4: 100% de K_2SO_4 apporté du stade Bser.

Palmier 5 : 100% de K_2SO_4 apporté du stade Bleh.

3. Stades de maturité de la datte

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. A ce stade le fruit est entièrement recouvert par le périanthe et se caractérise par une croissance lente.



Figure 16:Stade Loulou

▪**Khlel (Kimir)** : 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 17: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 18: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 dur de deux a quatre semaines.



Figure 19:Stade «Bleh»

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



Figure 20: 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 , auusi,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 11). 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 mMol.L^{-1} .

Tableau 11: Caractères du sol de palmeraie d'étude

| Horizons (cm) | pH | CaSO ₄ .2H ₂ O (%) | CaCO ₃ (%) | CE (dS.m ⁻¹) | Composition de la solution du sol (mMol.L ⁻¹) | | | | | | |
|------------------|-----|---|--------------------------|-----------------------------|---|----------|-----------------|----------------|-----------------|------------------------------|-------------------------------|
| | | | | | Ca ++ | Mg ++ | Na ⁺ | K ⁺ | Cl ⁻ | SO ₄ ⁻ | HCO ₃ ⁻ |
| 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 12 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 12: Composition chimique de l'eau irrigation

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

III. Analyses es dattes

1. Analyses biochimiques

A. 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 appareille centrifugeuses et on détermine directement le pH au PH-mètre

B. 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 appareille centrifugeuses et on détermine directement le CE au conductivité mètre

C. Teneur en eau

La teneur en eau des fruits a été calculée selon la méthode suivante :

- Peser 5fruits \longrightarrow P₁
- Sécher à l'étuve à 70°C pendant 18 h.
- Peser les après le séchage \longrightarrow P₂

$$P_1 - P_2$$

$$\text{Teneur en eau } \% = \frac{\text{-----}}{P_1} \times 100$$

D. Dosage des sucres totaux

Principe

Le sucre total a été déterminé par la méthode réfractométrique décrite dans Muler , (1985).

Mode opératoire

- Peser 10g de pulpe de dattes coupées en petits morceaux dans un bécher y ajouter 100ml d'eau distillé
- Chauffer au bain marie pendant 30 mn agitant de temps en temps avec une baguette de verre puis refroidir.

- Ajouter l'eau distillée jusqu'à ce que la totalité du contenu du bécher soit approximativement de 100 ml, mélanger après une attente de 20mn.
- Appliquer une petite goutte de la prise d'essai qui couvre uniformément aux instructions opératoires de l'appareil.

Expression de résultats

La teneur en sucres totaux est calculée par la formule suivant :

$$\text{Sucre totaux \%} = \frac{A \times D \times 4.25}{4} - 2.5$$

A : correspond à la quantité de matière sèche soluble donnée par le réfractomètre.

D : facteur de dilution.

4.25, 2.5, 4 : coefficient de transformation.

E. Dosage des sucres réducteurs

Principe

Cette méthode est basée sur la réduction de la liqueur de Fehling par les sucres réducteurs contenus dans l'échantillon (Navarre , 1974) cité par Bousdira (2007) .

Mode opératoire

Dans une première étape, étalonner la liqueur de Fehling à l'aide d'une solution de glucose à 5% . Ensuite, par comparaison, on détermine la quantité de sucres contenue dans l'extrait de datte.

Etalonnage

*Introduire dans un Erlenmeyer :

- 10ml de solution de Fehling A
- 10ml de solution de Fehling B
- 30ml d'eau distillée

* Verser en très petites quantités, la solution de glucose à 5% contenue dans une burette graduée , jusqu'à la décoloration complète de la liqueur de Fehling et la formation d'un précipité Cu_2O rouge.

Dosage

*remplacer la solution de glucose par l'extrait préparé et dilué

* introduire dans un Erlenmeyer :

- 10ml de solution de Fehling A

- 10ml de solution de Fehling B

- 30ml d'eau distillée. verser en très petite quantité, l'extrait préparé et dilué contenu .

*Opérer comme précédemment

Expression des résultats

$$R = \frac{5 \times N}{N'} \times F$$

Soit :

R : la quantité de sucres réducteurs en g /litres

N : le nombre de ml utilisée de solution de glucose à 5%

N' :le nombre de ml filtrat utilisé pour la décoloration de la liqueur de Fehling

F : facteur de dilution

F. Teneur en saccharose

La teneur en saccharose est obtenue par la différence entre la teneur en sucres totaux et les sucres réducteurs présents dans l'échantillon.

$$\text{Saccharose \%} = \text{sucres totaux \%} - \text{sucres réducteurs}$$

G. Dosage de l'acidité

On met 10g de pulpe de dattes coupées en petit morceaux dans 100ml d'eau distillée qu'on mélange intimement au mixeur.

On procède directement au titrage avec NaOH (0.1N) en présence de la phénolphthaline.

Comme indicateur coloré (quelques gouttes)

NaOH 0.1N —————> **4g/l**

Phénolphthaline 1% —————> **1g/100ml éthanol**

-Verser 10 ml du jus de datte dans un bécher de 50 ml.

-Ajouter 2 gouttes de solution de phénophthaléine.

-Titrer par une solution de NaOH à 0.1N placée dans une burette.

La coloration rose qui apparaît (comparée à un témoin) doit persister au moins une dizaine de secondes.

L'acidité en gramme pour 100g de lactosérum est donnée par la formule suivante :

$$\text{Acidité (g)} = 0,01 \times V \times 100/E$$

1 ml de solution de NaOH versée correspond à 0,01g d'acide lactique.

V = volume en ml de la solution de NaOH.

E = masse en gramme de la prise d'essai.

H. Teneur des protéines (protéines totales)

L'analyse des protéines brutes dans les denrées alimentaires consiste doser l'azote total selon Kjeldahl et multiplier la teneur en azote par un facteur conventionnel ($N_{\text{tot}} \times 6.25$).

2. Analyses chimiques des dattes**1-Dosage des éléments minéraux****Dosage du Ca^{++} et Mg^{++}** **Réactif :**

Solution tampon : 16.9g NH_4Cl dans 142.5ml NH_4OH concentré laissé refroidir complété à 250ml avec l'eau distillé

EDTA :(0.1N) : 2g EDAT + 0.05g 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 H_2O

Mode opératoire

Témoin :

Prenant Bécher contient :

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

Dosage du Ca^{++}

Prenant Bécher contient :

- 5 ml échantillon + 45 ml H_2O (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)
-

Dosage du Ca²⁺ et Mg²⁺

Prenant bécher contient :

- 5ml échantillon + 45 ml H₂O (dilution × 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)

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

V1 : volume de titration avec l'EDTA

V2 : volume de titration avec l'EDTA (Témoin)

D : facteur de dilution

A : prise d'essai

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

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

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

A

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

A

V = volume EDTA pour la titration de l'échantillon.

B = volume EDTA utilisé pour la titration du témoin .

N = normalité de EDTA (0.01N).

A = prise de l'essai (50ml).

D = dilution (*10).

2-Macro et micro éléments (plante)

P, K, Na, Ca, Mg

Réactifs :

HCl 2N : diluer 165.6 ml d'HCl concentré (d= 1.19, 37%) avec l'eau dis dans une fiole jaugée de 1 L.

Mode d'opérateur :

- Porter 0.5-1 g de matière végétale, séchée préalablement à 105C°.
- Dans un creuset en porcelaine calciner à 550 C° dans un four à moufle pendant 5h jusqu'à l'obtention d'une cendre blanc.
- Sortir l'échantillon et laisser refroidir
- Transférer la cendre dans un bécher de 100ml et ajouter 5ml HCl(2N)couvrir d'un de verre montre .
- Digérer ébullition douce sur une plaque chauffante pendant 10min.
- Après refroidissement, 25ml d'eau distillé, puis filtrer dans une fiole de 50ml et avec cet extrait sert au dosage de l'élément suivant :
- **P** : par colorimètre (méthode de vanadate d'ammonium, molybdate d'ammonium).

- **K et Na** : photomètre à flamme

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 ± 500 ml d'eau chaude (50°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 NH_4VO_3 dans $\pm 500\text{ml}$ d'eau bouillante, laisser refroidir et ajouter 20ml 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 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 (KH_2PO_4), préalablement séché à 105°C durant une nuit, dans 1L d'eau.

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 HNO_3).
- Acide nitrique 0.2 n ; diluer 15 ml de 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 :

$$\text{mg P/g MS} = C_e \cdot 1/D \cdot 0.050$$

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

I. Chapitre 04 : Résultats et discussion

II. Critères de qualité des dattes

1. Composition minérale des dattes

A. Teneurs en calcium

L'examen de la figure 21 montre que les dattes analysées se caractérisent par l'augmentation de la teneur en Ca^{++} après la fertilisation potassique comparativement aux dattes témoins. Ceci atteste qu'une bonne alimentation au Ca^{++} est effectuée après la fertilisation potassique aux stades de maturité Loulou et Khlel. Tandis que l'application de la fertilisation potassique appliquée au stade de maturité Bser et Bleh ne montre aucun effet significatif sur le teneur en Ca^{++} des dattes Deglet-Nour.

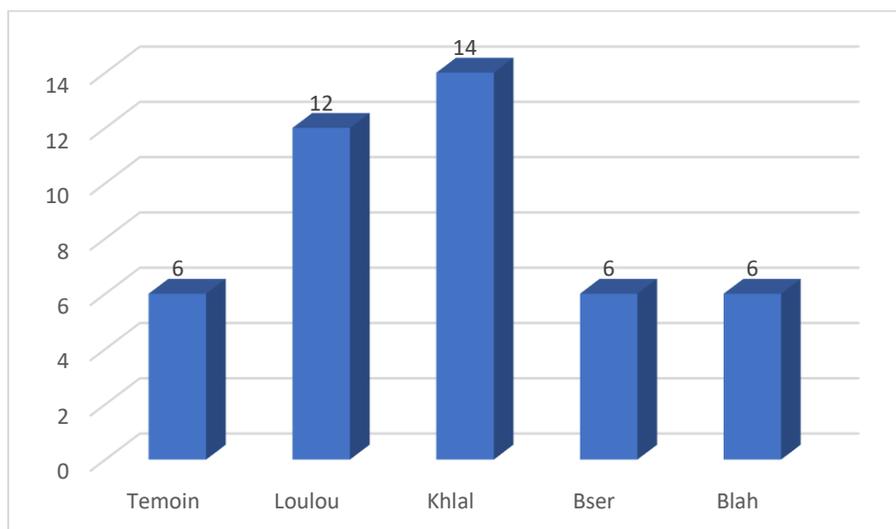


Figure 21: Teneur en calcium (mg/100 g MS)

B. Teneurs en magnésium

L'analyse de la figure ci-dessous prouve que les dattes témoins présentent des teneurs plus importantes de magnésium que celles produites après l'application du potassium. Ce résultat explique un effet antagoniste de l'apport potassique sur l'assimilabilité du magnésium.

Ace propos ; On note que les teneurs en magnésium pour les dattes témoins sont à l'ordre de 160 mg tandis que ceux des dattes récoltées après l'addition du K^+ ont des teneurs comprises entre 1 et 4mg.

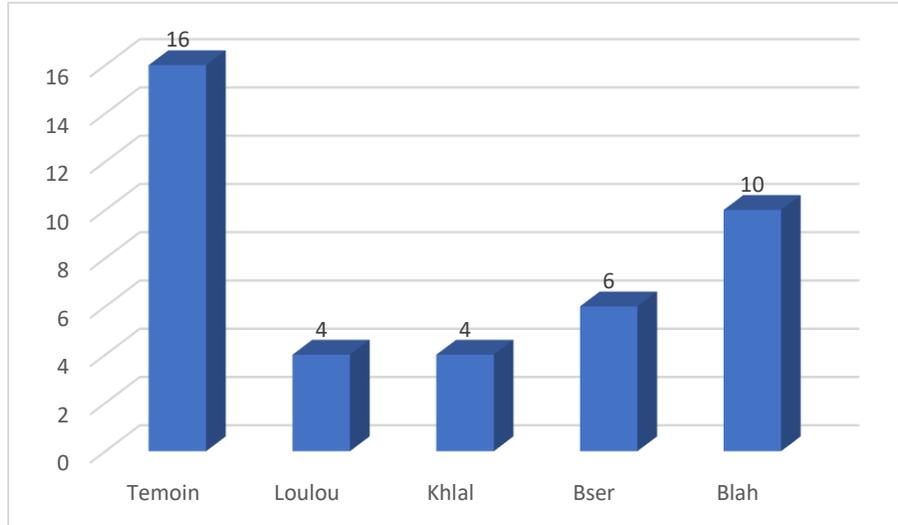


Figure 22:Teneurs en magnésium (mg/100g MS)

C. Teneurs en sodium

L'examen la figure 19 met en évidence que la fertilisation potassique influe sur la diminution des teneurs eu sodium des dattes analysées. On note que l'application de cet élément aux différents stades de maturité de la datte réduit l'absorption du Na^+ par le palmier dattier. Les taux obtenus varient de 9.3 et 11.7mg alors que pour les dattes témoins, les taux de sodium sont l'ordre de 19.5mg.

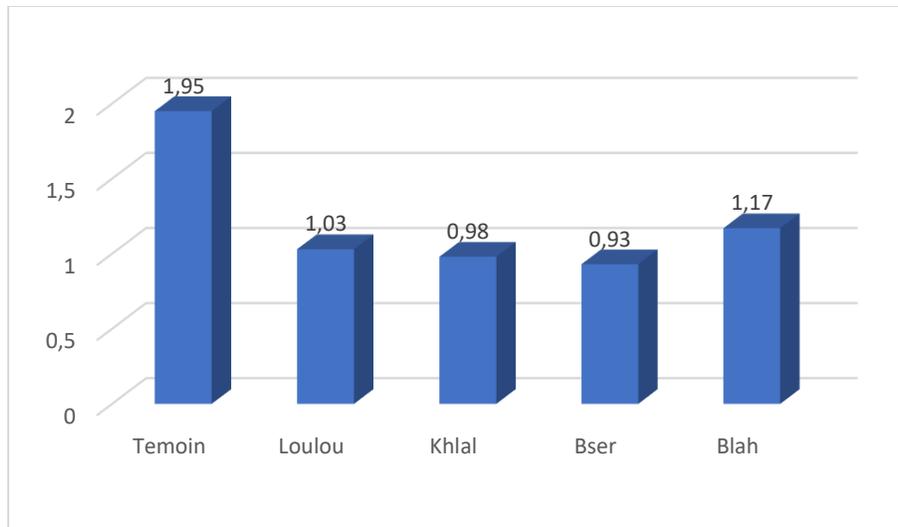


Figure 23: Teneurs en sodium (mg/100g MS)

D. Teneurs en potassium

Les données relatives aux teneurs du potassique des dattes étudiées révèlent que la fertilisation potassique augmente les taux de cet élément dans les fruits analysés.

On note que l’apport potassique aux différents stades de maturité produit des dattes riches en potassium, notamment, aux stades loulou et Khlal et Bser Les teneurs sont comprises entre 605.28 et 808.5mg alors que pour les dattes témoins, les taux sont à l’ordre de 347.1mg.

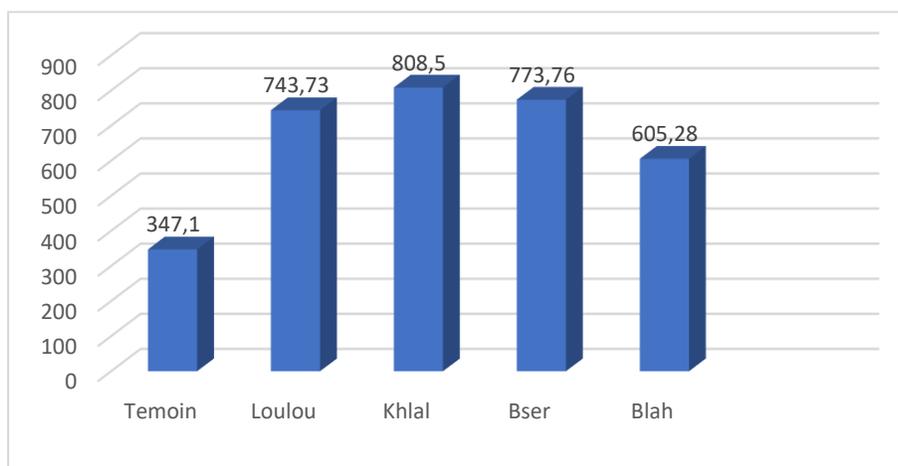


Figure 24: Teneurs en potassium (mg/100g MS)

E. Teneurs en phosphore

Les données représentées par les histogrammes de la figure 21 exposent que la fertilisation potassique influe significativement l'absorption du phosphore par le palmier dattier. Ainsi, on note les dattes récoltées après l'application du potassium aux stades de maturité bser et Bleh présentent des teneurs les plus importantes que celles des dattes témoins.

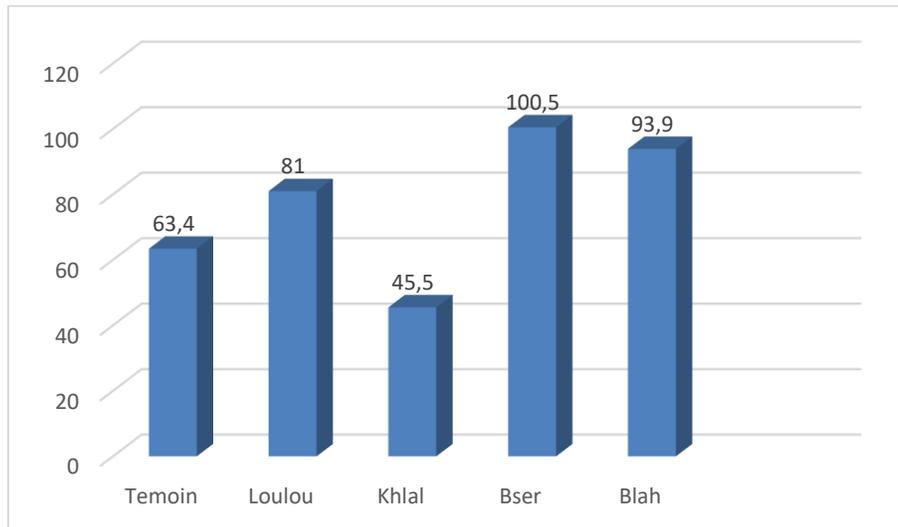


Figure 25: Teneurs en phosphore (mg/100gMS)

F. Teneurs en azote

La figure ci-dessous montre que l'application des engrais potassique réduit significativement les taux d'azote de dattes analysées. Les dattes témoins présentent des taux de 235mg tandis que les dattes récoltées après l'addition du potassium ont des teneurs de 120 et 169 mg. Les résultats obtenus montrent un effet antagoniste entre l'apport potassique et l'assimilation de l'azote par le palmier.

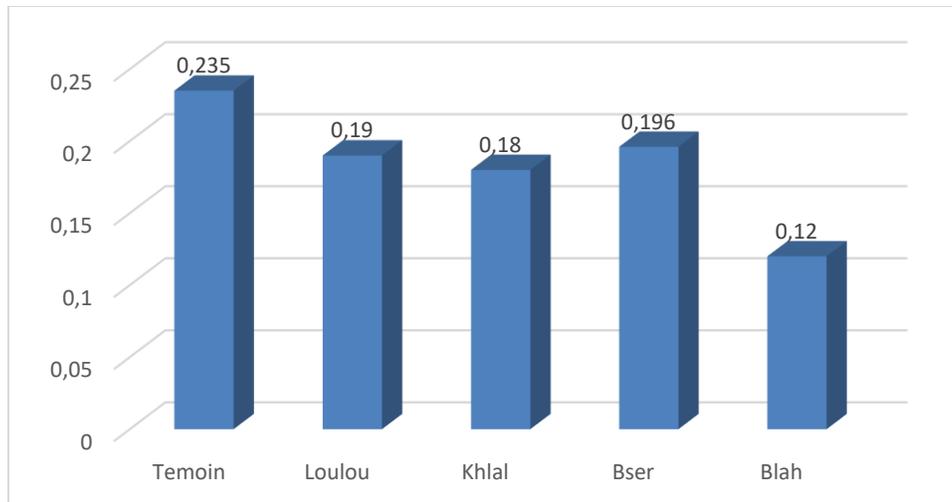


Figure 26: Teneurs en azote (mg/ 100 g MS)

2. Composition biochimique des dattes

A. Teneur des dattes en sels

L'examen de la figure 27 montre que les dattes analysées présentent des teneurs en sels compris entre 1.6 et 2.3 ds/m pour les dattes récoltées après l'application de la fertilisation potassique par rapport aux dattes témoins qui montrent des conductivités électriques (CE) de 1.9 ds/m. En effet, on note que les dattes récoltées après l'ajout du potassium aux stades de maturité Loulou et Khlel présentent les teneurs les plus faibles en sels.

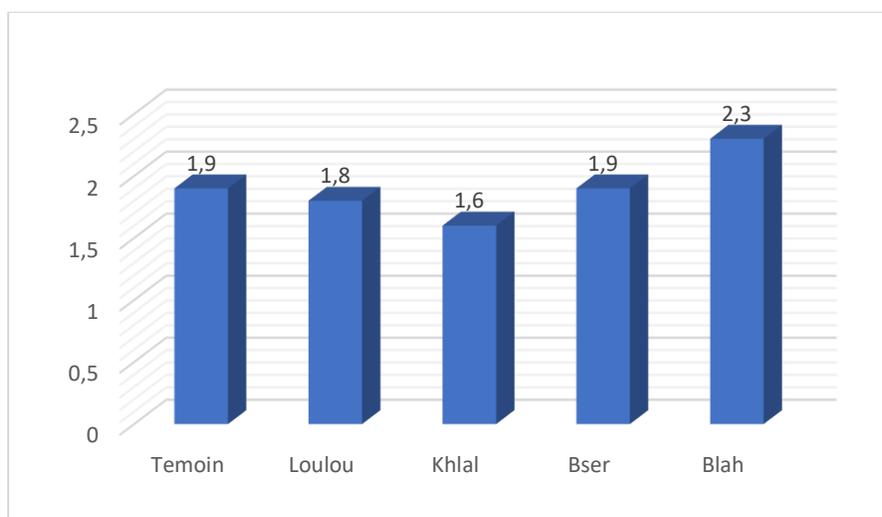


Figure 27: Teneurs en sels (dS/m)

B. PH des dattes

L'analyse de la figure 28 révèle que les dattes récoltes après la fertilisation potassique ont des pH compris entre 5.37 et 6.26 en opposé les dattes témoins ont un pH 5.86. Il semble que la fertilisation potassique au stade maturité Loulou induit l'augmentation du pH par contre une diminution de cette grandeur est motionnée pour les autres stades de maturité de la datte.

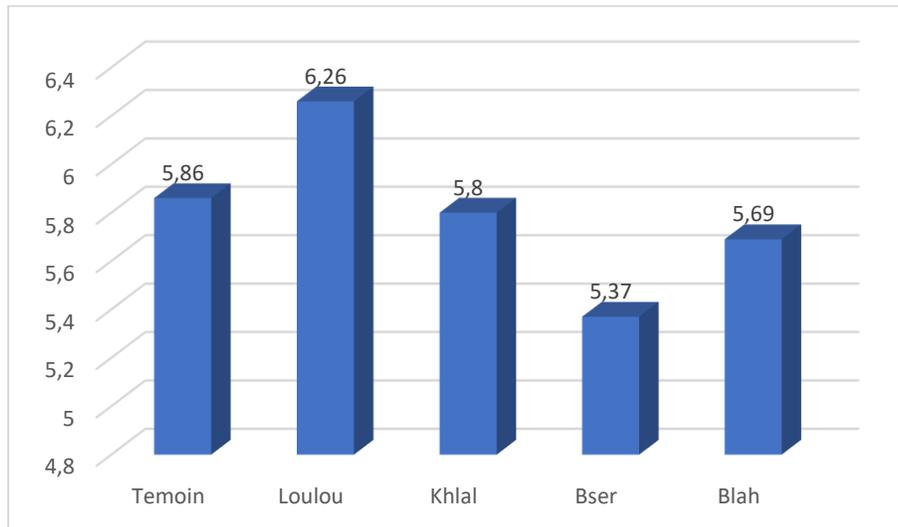


Figure 28:pH des dattes

C. Acidité des dattes

La figure 29 exprime que les dattes produites après l'application de la fertilisation potassiques montrent les valeurs faibles au l'acidité En revanche les dattes témoin présentent la valeur la plus importante. Ceci explique l'importance du K^+ dans la diminution l'acidité de datte et par conséquent pourrait favoriser une bonne conservation des dattes.

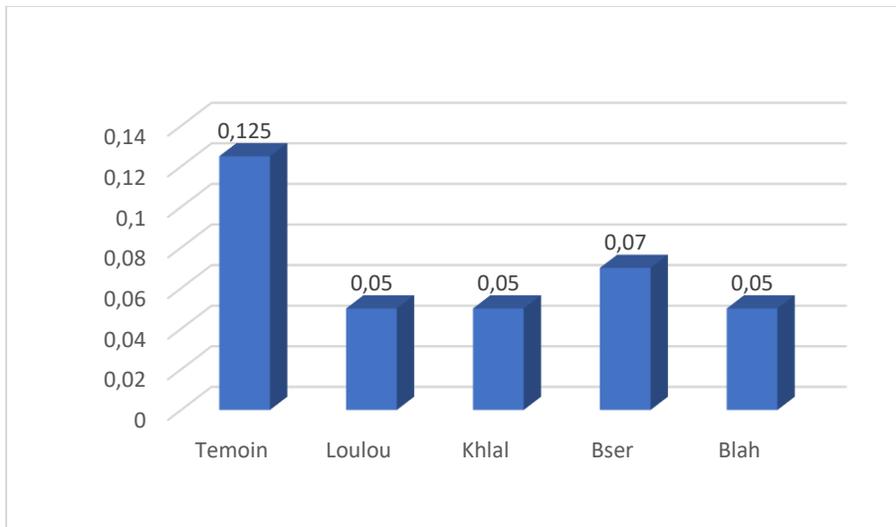


Figure 29:Acidité des dattes (g)

D. Teneurs des dattes en sucres totaux

La figure 30 illustre que les dattes récoltées après l’addition des engrais potassique présentent les teneurs importantes notamment pour celles produites après l’ajout du potassium aux stades de maturité fertilisation potassique aux stades de maturité Bser et Bleh

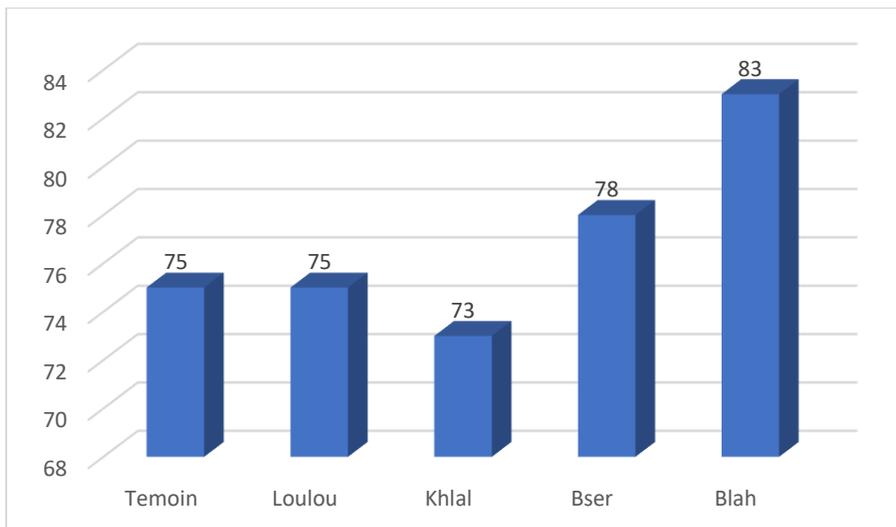


Figure 30:Teneurs des dattes en sucres totaux (%)

E. Teneurs des dattes en sucres réducteurs

L'examen de la figure 31 révèle que les teneurs en sucres réducteurs augmentent après l'application du potassium, particulièrement, au stade de maturité Loulou et Bleh. Les teneurs des dattes en sucres réducteurs à ce stade sont 51.85 % tan disque elles sont de 40 % pour les dattes témoins.

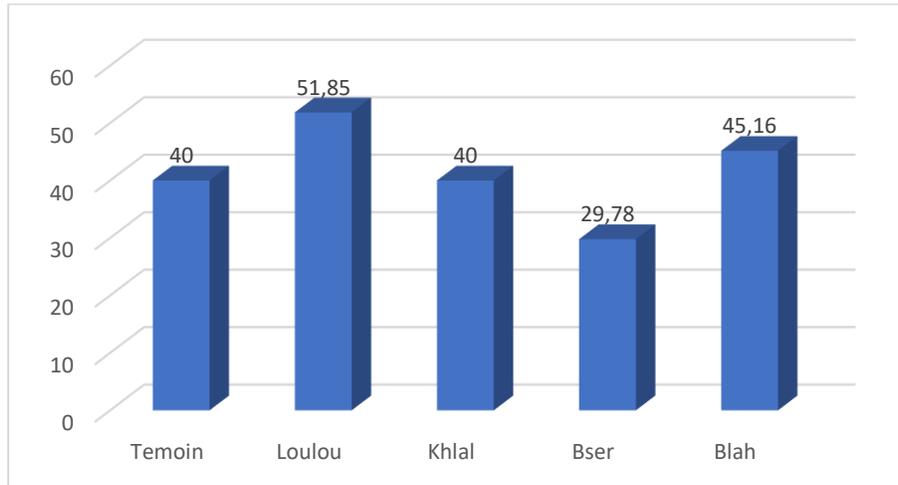


Figure 31: Teneurs des dattes en sucres réducteurs (%)

F. Teneurs des dattes en saccharose

La figure ci-dessous montre que l'application de la fertilisation induit une diminution de la teneur des dattes en saccharose après l'application du potassium au stade de maturité Loulou. Tandis que l'ajout de cet élément aux stades maturité Bser et Bleh produit des dattes plus riches en saccharose que les dattes témoins.

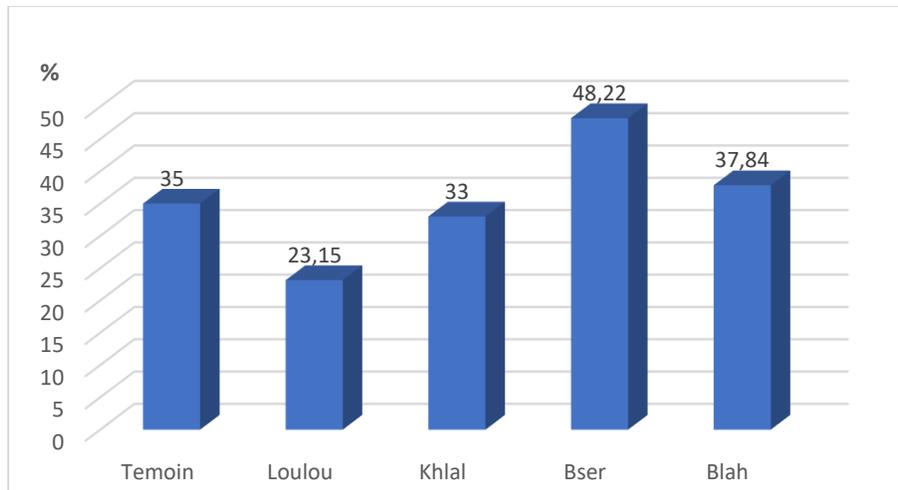


Figure 32: Teneurs des dattes en saccharose (%)

G. Teneurs des dattes en protéines

Les données représentées par la figure 33 illustrent que la fertilisation potassique induit une réduction des teneurs en protéines pour les dattes récoltées après l'application de la fertilisation potassique. Les résultats obtenus montrent un effet antagoniste entre l'apport potassique et l'assimilation de l'azote comme un élément de synthèse des protéines.

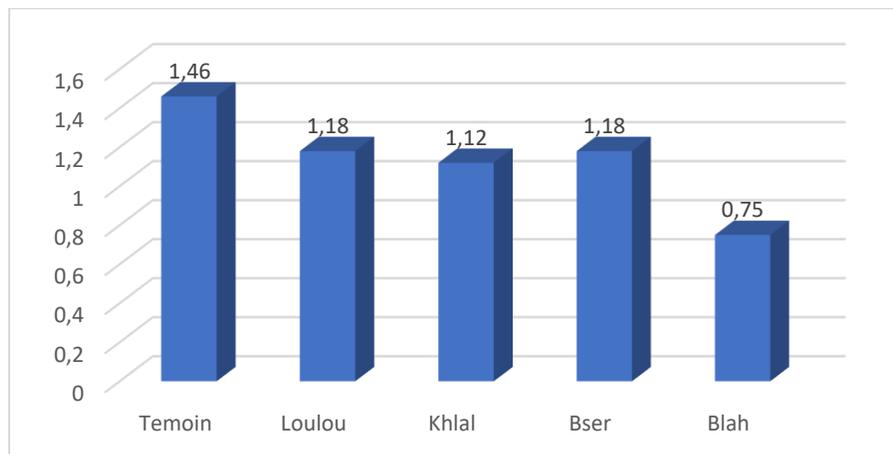


Figure 33: Teneurs des dattes en protéines (%)

H. Teneurs en eau des dattes

Les données représentées par la figure 34 révèlent que les teneurs en eau des dattes sont influencées par l'application de la fertilisation potassique. A ce propos ; on note que les teneurs en eau des dattes produites après l'addition du K^+ sont comprises entre 23.3 et 31.8 % tandis que celles des dattes témoins sont à l'ordre de 18.23%.

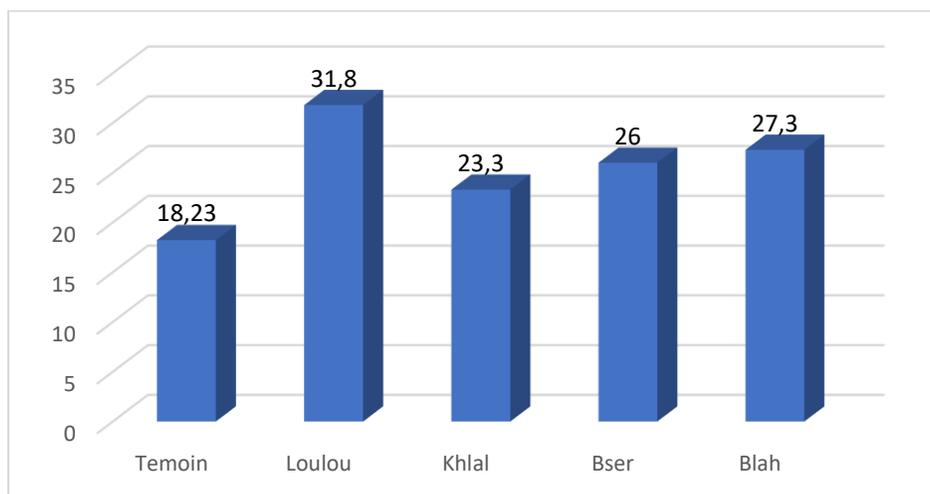


Figure 34: Teneurs en eau des dattes (%)

3. Composition minérale des palmes

A. Teneurs en potassium

L'examen de la composition des palmes en potassium figure 35 montre que la fertilisation potassique contribue à l'augmentation de la teneur du K^+ des palmes. On note que les palmes témoins présentent les taux les plus faibles tandis qu'on distingue que les teneurs comprises entre 287.7 et 400 mg pour les palmes marquées par un ajout potassique. La fertilisation au stade de maturité Bser produit des palmes plus riches en potassium.

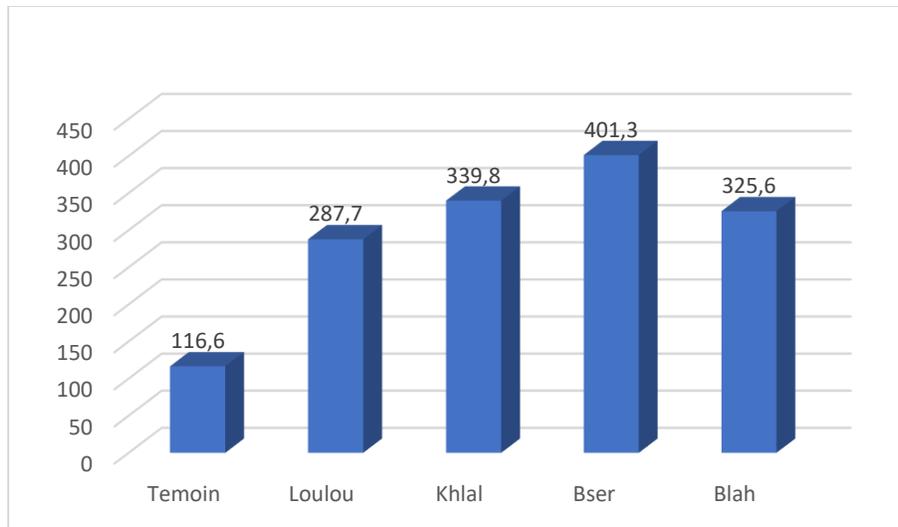


Figure 35: Teneurs des palmes en potassium (mg/100g MS)

B. Teneur eu sodium

L’analyse de la figure 36 montre que les teneurs des palmes eu sodium sont influencées par l’addition du potassium. On note que la fertilisation potassique appliquée aux stades de maturité Loulou et Khlel produit une forte diminution en sodium des palmes, En opposé des valeurs croissantes en cet élément voire se rapprochent de celles des palmes témoins sont motionnées pour les palmes reçurent une addition de potassium aux stades de maturité Bser et Bleh .

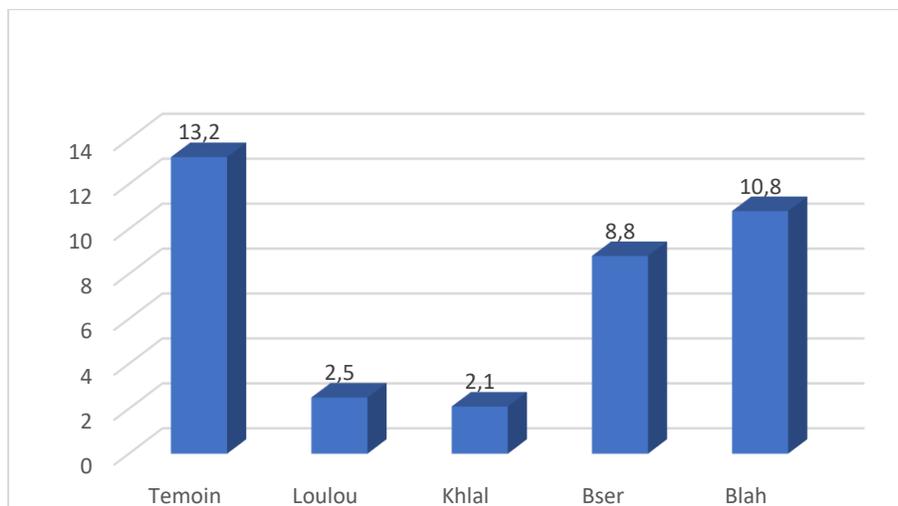


Figure 36: Teneur des palmes en sodium (mg/100g MS)

C. Teneur des palmes en Calcium

Selon la Figure 37 ; On note que la fertilisation potassique aux stades de maturité Loulou et Khlel influe l'absorption minérale en faveur de l'augmentation des teneurs des palmes en calcium. Elles sont respectivement de 12 et 14mg. Par ailleurs les palmes reçues un apport potassique aux stades de maturité Bser et Bleh et les palmes témoins présentent des valeurs plus faibles qui tourne au autour de 6mg.

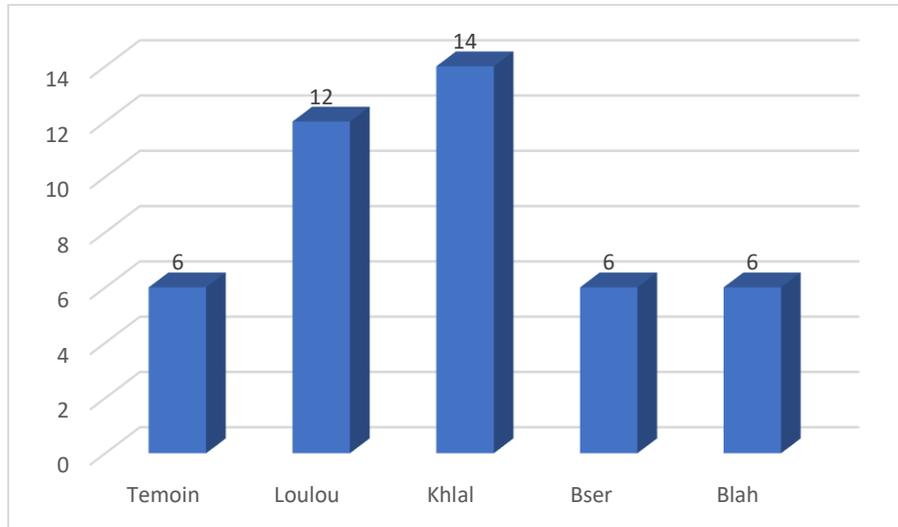


Figure 37: Teneurs des palmes en calcium (mg/100g MS)

D. Teneur des palmes en magnésium

L'examen de la figure 38 révèle que la diminution de l'absorption magnésienne est provoquée après l'application du potassium aux différents stades de maturité de la datte. Les palmes témoins présentent des teneurs en magnésium de 15mg. Les résultats obtenus affirment l'effet antagoniste entre l'apport K^+ et l'assimilation du Mg^{++} par le palmier dattier.

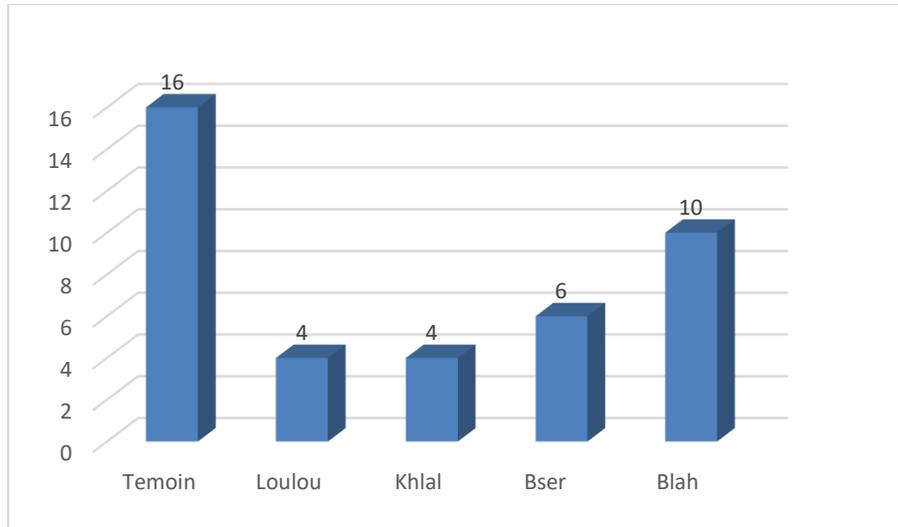


Figure 38: Teneur des palmes en magnésium (mg/100g MS)

E. Teneur des palmes en phosphore

D'après la figure 39, on admet que l'ajout du potassium aux différents stades de maturité de la datte favorise l'absorption du phosphore par le palmier. On note qu'une bonne assimilation phosphatée est plus prononcée, particulièrement, après l'application du K^+ aux stades de maturité Loulou et Khelel.

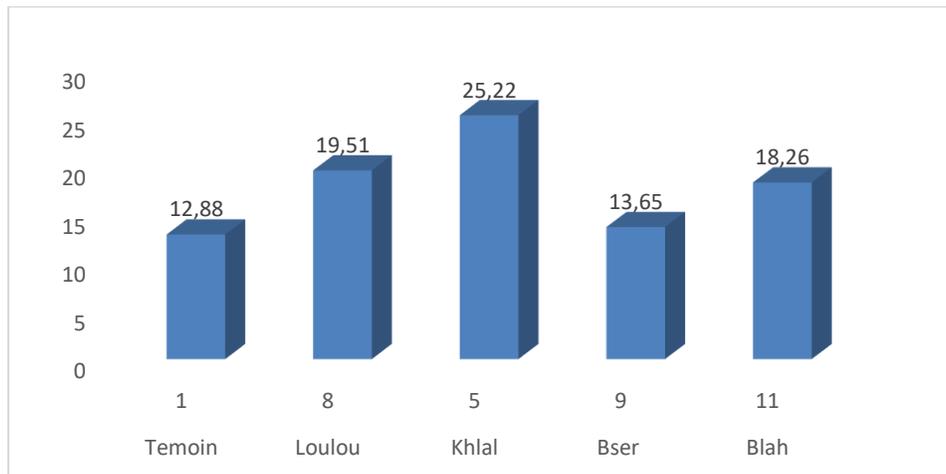


Figure 39: Teneur des palmes en phosphore (mg/100g MS)

Conclusion générale

Cette recherche est portée sur étude de l'effet de la fertilisation potassique sur la qualité de la datte Deglet-Nour plantée dans les oasis des Ziban. Pour l'évaluation de la composition minérale et biochimique de cette datte produite sur un sol gypseux, des apports potassiques sont appliquées à différents stades de maturité de la datte (Loulou, Khelel, Bser et Bleh).

Les principaux résultats de cette étude montre que la fertilisation potassique augmente les teneurs des dattes en calcium et en potassium, notamment après l'ajout du potassium aux stades de maturité Loulou et Khalel. Des résultats comparables sont, aussi, signalés pour les teneurs phosphore de dattes.

Les résultats montrent, également, que l'addition du potasse aux différents stades de maturité de la datte est en faveur de la diminution des teneurs eu sodium et magnésium des dattes. Cependant, elle conduit à une réduction notable des taux d'azote des dattes analysées.

Dans ce contexte, les résultats obtenus montrent que l'apport du potassium engendre une des pH et de l'acidité des dattes et par conséquent il contribue à une meilleure conservation des dattes entreposées. En revanche la fertilisation induit la diminution des protéines des dattes étudiées.

En fin, il apparait que les dattes récoltées après l'application du potassium se caractérisent par l'augmentation des teneurs en sucres totaux et de l'eau, accompagnée par la réduction des sucres réducteurs et du saccharose.

Finalement, l'examen de la compositions minérale des palmes présentent des résultats similaires à celles signalées pour les dattes. Ceci conduit à conclure que les palmes ont un rôle fondamental dans l'amélioration de la qualité de la datte Deglet-Nour

anonym., 2003.-étude des marchés des produits du palmier dattier au magreb rapport final projet « gestion participatives des ressources génétiques du palmier dattier, magreb, 180p.

anonyme., 1996.- cours da perfectionnement sur la phoeniculture infsas ourgla.

arnaud j., 1970.- récolte et conditionnement de la datte, programme de l'enseignement professionnel, biskra, 60p.

assaha dvm, ueda a, saneoka h, al-yahyai r, yaish mw.2017 the role of na⁺ and k⁺ transporters in salt stress adaptation in glycophytes. front physiol. 18;8: 509.

auosi c., 1975.- palmier dattier en algérie, itdas, biskra17, 103-113p.

belgedj m ., 2007.-evaluation di sous secteur des dattes en algérie, inra, alger, 61p.

belguedj m ., 1996.-caractéristiques des cultivars de dattiers du nord-est du sahara algérien, itdas, biskra, 3,59p.

belguedj m ., 2002.-les ressources génétique du palmier dattier : caractéristiques des cultivars de dattes du sud-est algérien, inraa, biskra,147p.

belguedj m et salhi a et matallah s., 2008.-diagnostic rapide d'une région agricole dans le sahara algérienne axe de recherche /développement prioritaire de la région de ziban biskra ed inraa algérie, 26p.

ben abdellah a., 1996.-lutte biologique dans les oasis, série a : séminaire méditerranéens n28 option méditerranéennes ciheam/station de recherche phœnix, 100,120p.

ben chenouf a., 1994.-le palmier dattier, station expérimentale de palmier dattier d'ain ben naoui, biskra, 24p.

bendahman m et khiredine y., 2008. –contribution à l'étude de l'influence des facteurs pédologiques, climatiques et des techniques culturales sur l'émission des spathes du palmier dattier dans la région de ziban, thèse d'ing option production et amélioration des plants, département d'agronomie biskra, 3, 4,11-15,18-22 p.

benkhalifa a., 1998.-inventaire variétal de la palmeraie algérienne, r.a barc de la perrière, 12p.

bousdira k., 2007.- contribution à la connaissance de biodiversité du palmier dattier pour une meilleure gestion et valorisation de la biomasse morphologiques et biochimiques des dattes des cultivars les plus connus de la région de m'zab classification et évaluation de la qualité, thèse de magistère, univ boumerdése 149p.

dhouibi m.h., 1991.- les principaux ravageurs du palmier dattier et de dattes en tunisie ed inat. tunisie 63p.

djerbi m., 1996.-le précis de la phoeniculture fao tunisie, 192p.

dubost., ecologie, aménagement, développement agricole des oasis.

el-houmaizi m .a ., 2002.-modélisation de l'architecture du palmier dattier (phoenix dactylefera l) 3^{me}cycle université cad i ayaad, faculté des sciences semlalia, marrakech ,144p.

feliachi s., (2005).-transformation des produits du palmier : potentiel et atouts problématique, thématique, journée d'étude sur la transformation des produits du palmier dattier, biskra ,6-7décembre 2005 itdas,biskra,82-100p.

geffaf h et saighi w., 2009.-les ressources phylogénétiques dans les oasis de la région de tolga, thèse d'ing, option production et amélioration des plants, département d'agronomie, biskra, 14,15p.

gierrth m and mäser p, 2007. potassium transporters in plants--involvement in k⁺ acquisition, redistribution and homeostasis. febs lett. 25;581(12):2348-56.

hakkoum h et chaouche khouane a., 2008.- contribution à l'étude de l'effet des différentes températures de conservation des dattes degletr nour sur la mortalité de la pyrale ectomylois certatoniae, relation critères de qualité des dattes –taux d'infection ,thèse d'ing ,spécialité protection des plants, département d'agronomie-biskra ,31,33-36-37-39-44p.

jacoby rp, taylor nl, millar ah, 2011. the role of mitochondrial respiration in salinity tolerance.trends plant sci. nov;16(11):614-23.

Références bibliographiques

-javad roussta m, 2010. effect of application of potassium sulfate and calcium chloride on date bunch fading disorder in iran. 19th 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/,9p.

khadraoui a., 2004.-eaux et sol en algérie, gestion et impact sur l'environnement, 28-29p.

kronzucker hj, szczerba mw, schulze lm, britto dt,2008 . non-reciprocal interactions between k⁺ and na⁺ ions in barley (hordeum vulgare l.). j exp bot. 59(10):2793-801.

lebchaki h., 2009.-inventaire variétal et état de palmeraie de m'doukel, thèse d'ing option production, département d'agronomie, biskra 2-3-12p.

matallah s., 1970.- contribution à la valorisation de la datte algérienne, thèse d'ing. ed ina-el harrache- alger 114p.

mhiri a., 2002. le potassium dans les sols de tunisie. atelier sur la gestion de la fertilité potassique, acquis et perspectives de la recherche, tunisie, iip

milligi (1982) et sourial (1982), mouhamad et al (1983) et shabana (1983) cité par accourene et al (2004).

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.

nibou a et aboua n., 2008.-contribution à l'étude de l'effet des différentes températures de conservations sur certains paramètres de qualité des dattes « deglet nour », thèse d'ing, option contrôle de qualité et analyses, département de biologie, biskra 3-5, 9, 10, 13, 15, 16, 19,24-26.

ozenda p., 1983.- flore du sahara, ed centre national de la recherche scientifique, paris 662p.

peyron g., 2000.-cultiver le palmier dattier.c.i.r.a.d montpellier, france, 10 - 85 p

reynes m., 1994.- procédé et dispositif de désinsectisation de fruits, cirad. france.12p.

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.

siboukeur o., 1996.- potentiel nutritionnel de la datte .cours de perfonctionnement sur la phoniculture, institue national de la formation supérieur en agronomie saharienne, ourgla.

siboukeur. o ; (1997). qualité nutritionnelle, hygiénique et organoleptique du jus de dattes. thèse magister, ina.el-harrach, alger, 106 p. tech et doc- lavoisier, 360 p.

-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.

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.

toutain g., 1967.-le palmier dattier culture et production, al-awamia, n25, 80-140p.

vilkas. m ;(1993). vitamines.ed.hermann, 158 p.

wang min, qingsong zheng, qirong shen and shiwei guo. 2013. the critical role of potassium in plant stress response, *int. j. mol. sci* issn 1422-0067. page7370-7390. www.mdpi.com/journal/ijms.

xia, y., jiang, c.c., chen, f., lu, j.w., wang, y.h. 2011. differences in growth and potassium-use efficiency of two cotton genotypes. *commun. soil sci. plant anal.* 42, 132-143.

yahiaoui. k ; (1998). caractérisation physico-chimique et évolution du brunissement de la datte « d-n » au cours de la maturation. mémoire de magister. i.n.a. el-harrach. alger.66p.

zidani. sara ; (2009). influence des techniques de sechage sur la solubilité des proteines de la levure (*saccharomyces cerevisiae*) produite dans un milieu à base de datte

li.t, wang h ,zhou z ,chen x zhou j,2016. anrw grading system for plant-avaible potassium using exhaustive cropping techniques combined with chemical anlyses of soils .*scientific reports* , 9

kronzucker hj, szczerba mw, schulze lm, britto dt,2008 . non-reciprocal interactions between k+ and na+ ions in barley (*hordeum vulgare l.*). *j exp bot.* 59(10):2793-801.

Résumé

La présente étude vise à apprécier l'effet de la fertilisation potassique sur la qualité la datte Deglet-Nour plantée sur des sols gypseux dans les oasis des Ziban. Pour l'évaluation de la composition minérale et biochimique de cette datte produite sur un sol gypseux, des apports potassiques sont appliquées à différents stades de maturité de la datte (Loulou, Khelel, Bser et Bleh).

Les principaux résultats de cette étude montre que la fertilisation engendre l'amélioration de la compositions minérale et biochimique des dattes analysées en faveur de l'augmentation des teneurs des sucres totaux et de l'humidité. Tandis que elle permet la diminution des taux du de l'azote et des protéines, de l'acidité, des pH, des sucres réducteur et du saccharose.

En fin pour une fertilisation potassique raisonnée, il est admet que l'application de K^+ aux stades de maturité de la datte (Loulou et Khlel) produit des dattes de qualité.

Mots clés Deglet-Nour, Fertilisation potassiques, Acidité, Sucres, Calcium, Sodium

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تقدير تأثير إخصاب البوتاسيوم على جودة التمور دجلة النور المزروع على تربة الجبس في واحات زيبان. لتقييم التركيب (Loulou ، المعدني والكميائي الحيوي لهذا التاريخ المنتج على تربة الجبس ، يتم تطبيق مساهمات البوتاسيوم في مراحل مختلفة من نضج التمر. Khelel ،Bser و Bleh).

أظهرت النتائج الرئيسية لهذه الدراسة أن التسميد يؤدي إلى تحسين التركيبية المعدنية والكيميائية للتمور التي تم تحليلها لصالح زيادة إجمالي محتوى السكر والرطوبة. بينما يسمح بتقليل مستويات النيتروجين والبروتين ، الحموضة ، الرقم الهيدروجيني ، تقليل السكريات والسكريات.

وفي النهاية للحصول على التسميد البوتاسي العقلاني من المسلم به انه يتم تطبيق البوتاس في مراحل نضج التمر

(Loulou et Khlel) تنتج تمور ذات جودة.

الكلمات المفتاحية دجل نور ، التسميد البوتاسيوم ، الحموضة ، السكريات ، الكالسيوم ، الصوديوم.

Summary

The present study aims to appreciate the effect of potassium fertilization on the quality of the Deglet-Nour date planted on gypsum soils in the Ziban oases. For the evaluation of the mineral and biochemical composition of this date produced on a gypsum soil, potassium contributions are applied at different stages of maturity of the date (Loulou, Khelel, Bser and Bleh).

The main results of this study show that fertilization leads to the improvement of the mineral and biochemical composition of the dates analyzed in favor of the increase of the total sugar and moisture contents. While it allows the reduction of nitrogen and protein levels, acidity, pH, reducing sugars and sucrose.

In the end for a reasoned potassic fertilization, it is admitted that the application of K^+ at the maturity stages of the date (Loulou and Khlel) produces dates of quality.

Key words Deglet-Nour, Fertilization Potassium, Acidity, Sugars, Calcium, Sodium.

