



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
Spécialité : Hydro - pédologie

Réf. : Entrez la référence du document

Présenté et soutenu par :
BEN NAOUI Ilham

Le : lundi 25 juin 2018

Contribution à L'étude de l'effet de la fertilisation
potassique sur la qualité de la Datté Deglet-Nour
(Cas des oasis des Ziban)

Jury :

Mme. KESSAI A	M.C.A. Université de Biskra	Président
M. KHECHAI S	M.A.A. Université de Biskra	Rapporteur
M. BEN ESMAN B	M.A.A. Université de Biskra	Examineur

Remerciement

A la fin de ce travail j'adresse mes sincères remerciements à mon Dieu le grand créateur qui

m'a guidé dans mes travaux pour aboutir à ces résultats.

Il est temps pour moi d'exprimer mes remerciements à tous ceux qui m'ont apporté aides et

conseils durant la réalisation de ce travail en particulier :

Monsieur khechai salim pour m'avoir suivi et encadré efficacement pendant ce année,

ta disponibilité de tous les jours et es nombreux et fructueux conseils ont fortement

contribués à créer l'excellence des conditions de travail.

Je tiens aussi à remercier les membres de jury KESSAI et BENSMAINE d'avoir accepter et juger ce travail.

Nous remercions tous les travailleurs de laboratoire pédagogique de la faculté des sciences de la agronomie.

Enfin nous remerciant toutes les personnes qui nous à aidés,

de prés ou de loin.

DEDICACE :

Je rends grâce à dieu et dédie ce modeste

Travail à tous Ce qui sont proches spécialement;

A ma mère qui m'a éclairée mon chemin et

Qui m'a encouragé ET soutenue ainsi

A mon père qui m'a offre tout ce que je

Besoin toute au long de mes études

A tout ma famille.

A mes sœurs : Siham, Nadaia, Farida, Nassaima

A mes frères : Aissa, Mosbah

A mes amis intimes : Farida, kawthar, Theraia, Haytham

A tout mes Amis (es) sans exception.

ILHAM

LISTE DES FIGURES

Figure 01	Carence en potassium chez des poinsettias	22
Figure 02	Carence en potassium chez la tomate	22
Figure 03	Aspect brillant chez la pomme de terre	22
Figure 04	Aspect métallique chez la pomme de terre	22
Figure 05	Stade Loulou	26
Figure 06	Stade Khlel	26
Figure 07	Stade Bser	26
Figure 08	Stade «Bleh»	27
Figure 09	Stade «Tamer»	27
Figure 10	Matériels de laboratoire	29
Figure 11	Diagramme de Piper	46
Figure 12	Diagramme de Schoeler	46
Figure 13	Diagramme de Riverside	46
Figure 14	Composition minérale des palmes en Ca^{++}	47
Figure 15	Composition minérale des palmes en Mg^{++}	47
Figure 16	Composition minérale des palmes en Na^+	48
Figure 17	Composition minérale des palmes en K^+	48
Figure 18	Composition minérale des dattes en Ca^{++}	50
Figure 19	Composition minérale des dattes en Mg^{++}	50
Figure 20	Composition minérale des dattes en Na^+	51
Figure 21	Composition minérale des dattes en K^+	51
Figure 22	Teneurs des dattes en sucres totaux	52
Figure 23	Teneurs des dattes en eaux	52

Figure 24	Evaluation de la consistance des dattes	53
--------------	---	----

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 01	teneur en sucres de quelque variété des dattes Algériennes (Belguedj, 2002)	04
Tableau 02	teneur en eau de quelques variétés de dattes de la région Fliache (Biskra), en % (Noui, 2007)	05
Tableau 03	teneur en sucres de quelques variétés de dattes algériennes de la région des Zibans , en % de matière sèche (Acourene et Tama, 1997)	05
Tableau 04	composition moyenne en acides aminés de la datte sèche (Favier et al, 1993)	06
Tableau 05	Composition en acides gras de la datte Deglet –Nour , en % de matière grasse	07
Tableau 06	Composition minéral de quelques variétés de dattes molles (mg/100g)	07
Tableau 07	Composition vitaminique moyenne de la datte sèche (Favier et al, 1995)	08
Tableau 08	Teneur en composés phénoliques de quelques variétés de dattes algériennes (Mansouri et al, 2005)	08
Tableau 09	Composition biochimique des noyaux de dattes Irakiennes (Munier, 1973)	10
Tableau 10	Caractéristiques de quelques ions chimiques	11
Tableau 11	Teneur du K des minéraux silicatés	12
Tableau 12	Niveau de fertilité des sols en K ⁺	14
Tableau 13	.Niveau de fertilité des sols	15
Tableau 14	Classes d'état de saturation des sols	16
Tableau 15	Composition chimique du sol 1	43
Tableau 16	Composition chimique du sol 2	44
Tableau 17	Composition chimique du sol 3	44
Tableau 18	Composition chimique du sol 4	45
Tableau 19	Composition chimique du sol 5	45

LISTE D'ABRÉVIATIONS

- **T** : Température C°.
- **C°** : Degré Celsius.
- **%** : Pourcentage.
- **CEC** :Capacité D'échange Cationique.
- **MO** : Matière Organique.
- **pH** : Potentielle Hydrogène.
- **meq** : milliéquivalent.
- **P**: Phosphore.
- **K₊**: Potassium.
- **Ca₂₊**: calcium.
- **Mg₂₊**: magnesium.
- **S**: soufre.
- **Ppm**: partie par million
- **ms/cm**: méli siemens par centimètre
- **V%**:taux de saturation
- **Na⁺** : sodium

PLANT DE TRAVAIL

Remerciement

Dédicace

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste d'abréviations

Introduction générale

sommaire

Introduction.....	01
--------------------------	-----------

Chapitre I : Généralités sur les critères de qualité des dattes

I.1 : Description de la datte.....	03
I.2 : Variétés de dattes.....	03
I.3 : Classification des dattes.....	03
I.4 : Composition biochimique de la datte.....	04
I.4.1 : Composition biochimique de la partie comestible "Pulpe".....	04
I.4.1.1 : Eau.....	04
I.4.1.2 : Sucres	05
I.4.1.3 : Les acides aminés	06
I.4.1.4 : Acides gras	06
I.4.1.5 : Eléments minéraux	07
I.4.1.6 : Vitamines	07
I.4.1.7 : Fibres	08
I.4.1.8 : Composés phénoliques	08
I.4.1.9 : Protéines.....	09
I.4.1.10 : Lipides.....	09
I.4.1.11 : Enzymes	09
I.4.1.12 : Composés mineurs.....	10
I.4.2 : Composition biochimique de la partie non comestible "Noyau ".....	10

Chapitre II : Généralités sur le statut et le rôle

Du potassium dans la plante

II.1 : Propriétés chimiques du potassium.....	11
II.2 : Origine du potassium.....	11
II.2.1 : Potassium des minéraux silicatés.....	12
II.2.2 : Potassium échangeable.....	12
II.2.3 : Potassium rétrogradé.....	13
II.2.4 : Potassium associé aux matières organiques.....	13

II.2.5 : Engrais potassiques	13
II.3 : Teneur du sol en potassium total.....	14
II.4 : Concepts de capacité, intensité et pouvoir tampon potassiques des sols.....	15
II.5 : Critères d'évaluation de la richesse des sols en potassium.....	15
II.5.1 : C.E.C	15
II.5.2 : Taux de saturation	16
II.5.3 : Potassium échangeable	16
II.6 : Dynamisme et disponibilité du potassium dans le sol	16
II.7 : Facteurs de disponibilité du potassium dans le sol	17
II.8 : Rôles du potassium dans le fonctionnement métabolique de la cellule végétale	17
II.9 : Alimentation des plantes en potassium	20
II.9.1 : Pompe sodium-potassium ou Na ⁺ -K ⁺ ATP ase	20
II.9.2 : Phénomène d'antagonisme	20
II.9.3 : Phénomène de synergie	21
II.10 : Carence et toxicité potassique	21

Deuxième partie : Etude Expérimentale

Chapitre III : Matériels et Méthodes

III.1 : Matériel végétal	25
III.2 : Echantillonnage	28
III.2.1 : Prélèvement des dattes	28
III.2.2 : Prélèvement des palmes	28
III.2.4 : sols	28
III.3 : Analyses de laboratoire	28
III.3.1 : Analyses des plantes.....	29
III.3.1.1 : analyse des dattes	29
A. Analyses physiques des dattes	29
B. Analyses biochimiques des dattes	30
C. Analyses chimiques des dattes	34
III.3.1.2 : Analyses des palmes.....	36
III.3.2 : Analyses des sols.....	38
III.4 : Logiciel Phreeq	

Chapitre IV : Résultats et Discussion

IV.1 : Etude des propriétés des sols	43
IV.1.1 : Sol du palmier 1 (palmier témoin)	43
IV.1.2 : Sol du palmier 2.....	43
IV.1.3. Sol du palmier 3.....	44
IV.1.4 . Sol du palmier 4.....	45
IV.1.5 : Sol du palmier 5	45
IV.1.6 : Synthèse sur l'étude du sol.....	46
IV.2.1 : Composition minérale des palmes.....	47
IV.2.1.1 : .Composition minérale des palmes en calcium.....	47
IV.2.1.2 : Composition minérale des palmes en magnésium.....	47
IV.2.1.3 : Composition minérale des palmes en sodium.....	48
IV.2.1 .4 : Composition minérale des palmes en potassium	48
IV.2.1.5 : Synthèse	49
IV.3 : Critères de qualité de la datte.....	50
IV.3.1 : Composition minérale des dattes.....	50
IV.3.1.1 : Composition minérale des dattes en calcium.....	50
IV.3.1.2 : Composition minérale des dattes en magnésium.....	50
IV.3.1.3 : Composition minérale des dattes en sodium.....	51
IV.3.1.4 : Composition minérale des dattes en potassium.....	51
IV.3.2 : Composition biochimique des dattes.....	52
IV.3.2.1 : Teneurs des dattes en sucres totaux.....	52
IV.3.2.2: Teneurs des dattes en eaux	52
IV.3.2.3 : Evaluation de la consistance des dattes (Sucres totaux / humidité).....	53

Conclusion générale

Références bibliographiques

Annexes

Introduction

INTRODUCTION

Des nombreuses recherches ont montré que les nutriments minéraux jouent un rôle essentiel dans différents fonctionnement physiologique de la plante (Kant et Kafkafi, 2002 ; Marschner et Marschner, 2012). L'importance des engrais potassique pour l'augmentation de la production agricole a été, également, démontrée ce qui a engendré par conséquent une forte consommation de potasse et une augmentation considérable de son utilisation dans la plupart des régions du monde (Pettigrew, 2008).

Dans le sol; le statut du potassium est disponible sous forme de K structurale de la muscovite, Biotite et les Illite; le K non échangeable et le potassium assimilable (échangeable et soluble). Le K fixé sur les sites d'échange des argiles constitue une réserve lentement utilisable (Awatef, 2015)

Le potassium (K) joue un rôle particulièrement important dans la croissance et le métabolisme des plantes et contribue grandement à la survie des plantes soumises à divers stress biotiques et abiotiques (Awatef , 2015). Il est le cation le plus abondant dans les plantes, sa concentration dans le cytoplasme s'est constamment révélée entre 100 et 200 mM (Shabala et Pottosin, 2010) et elle est à l'ordre de 500 mM dans l'apoplaste (White et Karley. 2010). Le potassium joue un rôle essentiel dans l'activation enzymatique, la synthèse protéique, la photosynthèse, l'osmorégulation, le mouvement stomatique, le transfert d'énergie, le transport du phloème, l'équilibre cation-anion et la résistance au stress (Marschner,et Marschner,2012). **(Wang, 2013)**

Aussi, le potassium est indispensable pour différents de processus, à savoir la photosynthèse, la formation de fruits, la résistance au froid et la résistance aux maladies (Wang, 2013). Il durcit la paille et réduit ainsi la verse, et joue un rôle important dans la formation des protéines, en particulier dans le remplissage des grains (Wang, 2013).

Les effets des niveaux de K sur le rendement, la qualité, le poids sec, le rapport racines-plantes, la croissance reproductive et le taux de croissance végétative ont été largement étudiés par (Makhdum et al 2007 ; Clement-Bailey et Gwathmey 2007 ; Gwathmey et al, 2009 ; Xia et al, 2011 ; Jiang et al, 2011). , Yadav et al, (2003) ont remarqué un rendement

d'oignon significativement plus élevé du nombre de bulbe et du poids des bulbes avec l'application du potassium. D'autres études ont montré le rôle que joue le potassium dans la production du maraichage (Loué, 1979), de l'arboriculture (Martin et al, 1962 ; Ben Mimoun, 2002) et des céréales (Laib, 2011).

Dans ce contexte, de nombreuses études ont évalué la composition des dattes en potassium (Ahmed et al, 1995 ; Ali Mohamed et Khamis, 2004 ; Al-Kharusi et al ,2009; Baliga et al, 2010; Marzouk et Kassem, 2011 ; Khalid et al ,2017). Cependant peu d'étude qui ont étudié l'effet de l'apport potassique sur la composition minérale et biochimique de ces fruits.

L'objectif de la présente étude est d'évaluer l'effet de la fertilisation potassique appliquée aux différents stades de maturité sur la qualité de la date Deglet-Nour dans le cas de la région de Ziban.

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

-Introduction ;

-La première partie a pour objet de résumer les critères de qualité des dattes ;

-La seconde partie étudie le statut et le rôle du potassium ;

-La troisième partie, on expose la méthodologie de travail ainsi que les matériels utilisés ;

-La quatrième partie présente les résultats et discussion, où nous avons procédé à interpréter tous les résultats obtenus ;

En fin, on termine par une conclusion générale

Chapitre I
Généralités sur les critères
de qualité des dattes

I.1 : Description de la datte

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

La partie comestible de la datte, dite chair ou pulpe, est constituée de:

- ✓ un péricarpe ou enveloppe cellulosique fine dénommée peau.
- ✓ un mésocarpe généralement charnu, de consistance variable selon sa teneur en sucre et est de couleur soutenue.
- ✓ un endocarpe de teinte plus claire et de texture fibreuse, parfois réduit à une membrane parcheminée entourant le noyau (Espiard, 2002).

Les dimensions de la datte sont très variables, de 2 à 8 cm de longueur et d'un poids de 2 à 8 grammes selon les variétés. Leur couleur va du blanc jaunâtre au noir en passant par les couleurs ambres, rouges, brunes plus ou moins foncées (Djerbi, 1994). La figure 5 montre une coupe de la datte et de son noyau. (Djoudi, 2013)

I.2 : Variétés de dattes

Les variétés de dattes sont très nombreuses, seulement quelques unes ont une importance commerciale. Elles se différencient par la saveur, la consistance, la forme, la couleur, le poids et les dimensions (Djerbi, 1994 ; Buelguedj, 2001). En Algérie, il existe plus de 940 cultivars de dattes (Hannachi et al, 1998). Les principales variétés cultivées sont

- **La Deglet-Nour** : Variété commerciale par excellence. C'est une datte demi-molle, considérée comme étant la meilleure variété de datte du fait de son aspect, son onctuosité et sa saveur. A maturité la datte est d'une couleur brune ambrée avec un épicarpe lisse légèrement plissé et brillant, le mésocarpe présente une texture fine légèrement fibreuse (Boudrar et al, 1997 ; Kendri, 1999).

- **Les variétés communes** : Ces variétés sont de moindre importance économique par rapport à

Deglet-Nour. Les variétés les plus répandues sont : Ghars, Degla-Beïda et Mech-Degla (Kendri, 1999 ; Masmoudi, 2000). (Ben abbes, 2011)

I.3 : Classification des dattes

Selon Baliga et al, (2011), la classification des dattes peut être basée sur la forme, la texture et les propriétés organoleptiques de la datte. D'après Booij et al, (1992), il existe trois catégories de dattes : molles, demi molles et sèches.

- **Dattes molles** : leur teneur en eau est supérieure à 30%, elles sont principalement composées de sucres réducteurs : glucose et fructose

Chapitre I : Généralités sur les critères de qualité des dattes

- **Dattes demi –molles** : leur teneur en eau varie entre 20 à 30 %, elles sont riches en Saccharose.
- **Dattes sèches** : leur teneur en eau est moins de 20 %, elles sont à base de saccharose

(Nagoudi Djamila.MASTER, 2014)

Tableau 1 : teneur en sucres de quelque variétés des dattes Algériennes (Belguedj, 2002)

Constituant par rapport à la matière sèche (%)	Type de datte					
	Molle		Demi-molle		Sèche	
	Ghars	Tinicine	Deglet-Nour	Tafazoiune	Degla-Beida	Mech – Degla
Sucres totaux	85,28	54,30	71,37	56,90	74	80,07
Sucres réducteurs	80,68	48	22,81	47,70	42	20
Saccharose	04,37	05,30	46,11	8,74	30,36	51,40

(Zidani, 2009)

I.4 : Composition biochimique de la datte

I.4.1 : Composition biochimique de la partie comestible "Pulpe"

La datte est constituée de deux parties, une qui est comestible, représentée par la pulpe (Mésocarpe) ; et l'autre, non comestible, qui est le noyau, ayant une consistance dure. Ce dernier représente 10 à 30% du poids de la datte, il est constitué d'un albumen protégé par une enveloppe cellulosique. Selon Estanove (1990), la datte se compose essentiellement d'eau, de sucres réducteurs « glucose et fructose » et de sucres non réducteurs, « saccharose ». Les constituants non glucidiques représentent les protides, les lipides, la cellulose, les cendres (sels minéraux), les vitamines et les enzymes

I.4.1.1 : Eau

La teneur en eau est en fonction des variétés, du stade de maturation de la datte et du climat de la région. Elle varie entre 8et 30% du poids de la chair fraiche avec une moyenne d'environ 19% (Benchaabane, 2007).

Chapitre I : Généralités sur les critères de qualité des dattes

Tableau 2 : teneur en eau de quelques variétés de dattes de la région Fliache (Biskra), en %
(Benchaabane,, 2007)

Variétés	Consistance	Teneur en eau
Deglet –Nour	Demi –molle	22,60
Mech – Degla	Sèche	13,70
Ghars	Molle	25,40

I.4.1.2 : Sucres

Les sucres sont les constituants majeurs de la datte. L'analyse des sucres de la datte a révélée essentiellement la présence de trois types de sucres : le saccharose, le glucose et le fructose (Acourene et Tama, 1997). Ceci n'exclut pas la présence d'autres sucres en faible proportion tels que : le galactose, le ylose et le sorbitol (Favier et la, 1993 ; Siboukeur, 1997).

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

Le tableau montre la teneur en sucres dans les dattes, signalons une grande variabilité des teneurs pour le saccharose et les sucres réducteurs. La teneur en saccharose varie entre 0,8et 52,4 %, celle des sucres réducteurs est de 20 à 94 % de matière sèche.

Tableau 3: teneur en sucres de quelques variétés de dattes algériennes de la région des Ziban, en % de matière sèche (Acourene et Tama, 1997)

Variétés	Consistance	Sucres totaux	Saccharose	Sucres réducteurs
Chars	Molle	87,42	5,00	82,12
Tantboucht		79,80	0,90	78,80
Deglet- zibane		84,00	2,45	81,45
Ltima	Demi –molle	78,51	4,29	73,40
Safraia		79,00	1,31	77,61
El- ghazi		94,90	0,80	94,00
Mech- degla	Sèche	75,10	52,40	20,00
Kenta		72,30	40,55	36,80
Horra		82,46	50,00	29,86

I.4.1.3 : Les acides aminés

Les dattes sont caractérisées par une faible teneur en protéines (tableau4) .elle varie entre 0,38 et 2,5 % du poids sec. Malgré cette faible teneur, les protéines de la datte sont équilibrée qualitativement (Yahiaoui, 1998).

Tableau 4 : composition moyenne en acides aminés de la datte sèche (Favier et al, 1993)

Acides aminés	Teneur de la pulpe, en mg/100g
Isoleucine	64
Leucine	103
Lysine	72
Méthionine	25
Cystine	51
Phénylalanine	70
Tyrosine	26
Thréonine	69
Tryptophane	66
Valine	88
Arginine	68
Histidine	36
Alanine	130
Acide aspartique	174
Acide glutamique	258
Glycocolle	130
Proline	144
Sérine	88

I.4.1.4 : Acides gras

La datte renferme une faible quantité de lipide. Leur taux varie entre 0,43 et 1,9 % du poids frais (Djouab, 2007). Cette teneur est en fonction de la variété et du stade maturation.

Selon Yahiaoui (1998), la teneur en lipides passe de 1,25% au stade haababouk à 6,33% au stade Kimiri (tableau 5). Cette teneur diminue progressivement au stade routab pour atteindre une valeur de 1,97% de matière sèche au stade tamar

Tableau 5 : Composition en acides gras de la datte Deglet –Nour,

En % de matière grasse

Acides gras	Teneur en % de matière grasse
Acide linoléique (C18 :3)	12,30
Acide linoléique (C18 :2)	11,47
Acide oléique (C18 :1)	10,74
Acide stéarique (C18 :0)	10,47
Acide palmitique (C16 :0)	7,89
Acide myristique (C14 :0)	8,66

Source (Yahiaoui, 1998)

I.4.1.5 : Eléments minéraux

L'étude de 58 variétés de dattes ; cultivées dans la région Ziban ; faite par **Acourene et al, (2001)**, montre que le taux de cendres est compris entre 1,10 et 3,69 % du poids sec. La datte est l'un des fruits les plus riches en élément minéraux essentiellement le potassium, le magnésium, le phosphore et le calcium.

Le tableau ci-dessous, donne la teneur en éléments minéraux de quelques variétés de dattes molles algériennes.

Tableau 6 : Composition minéral de quelques variétés de dattes molles (mg/100g)

Éléments minéraux	Variétés		
	Chars	Tanslit	Litm
Potassium (K)	664	435	452
Chlore (Cl)	256	176	157
Calcium (Ca)	80,50	60,10	61,20
Magnésium (Mg)	17,38	20,61	20,20
Fer (Fe)	2,03	0,83	1,30
Sodium (Na)	2,03	0,83	1,30
Cuivre (Cu)	1,92	0,99	1,10
Manganèse (Mn)	2,10	1,20	1,50

Source (Siboukeur, 1997)

I.4.1.6 : Vitamines

En général, la datte ne constitue pas une source importante de vitamines. La fraction vitaminique de la datte se caractérise par des teneurs appréciables de vitamines du groupe B

Chapitre I : Généralités sur les critères de qualité des dattes

(tableau7).ce sont des précurseurs immédiats des coenzymes indispensables à presque toutes les cellules vivantes et jouent un rôle primordial (Vilkas, 1993).

Tableau 7 : Composition vitaminique moyenne de la datte sèche (Favier et al, 1995)

Vitamines	Teneur moyenne pour 100g
Vitamine C	2,00mg
Thiamine (B ₁)	0,06mg
Riboflavine (B ₂)	0,10mg
Niacine (B ₃)	1,70mg
Acide pantothénique (B ₅)	0,80mg
Vitamine (B ₆)	0,15mg
Folates (B ₉)	28,00µg

I.4.1.7 : Fibres

La datte est riche en fibres, elle en apporte 8,1 à 12,7 % du poids sec (**Al-Shaib et Marshall, 2002**). Selon **Benchabane (1996)**, les constituants pariétaux de la datte sont : la pectine, la cellulose, l'hémicellulose et la lignine.

Du fait de leur pouvoir hydrophile, les fibres facilitent le transit intestinal et exercent un rôle préventif des cancers colorectaux, des appendicites, de la diverticulose, des varices et des hémorroïdes. Elles ont également un effet hypocholestérolémiant (**Albert, 1998 ; Jaccot et Campillo, 2003**).

I.4.1.8 : Composés phénoliques

La datte renferme des substrats dits composés phénoliques (Mansouri et al, 2005)

Tableau8 : Teneur en composés phénoliques de quelques variétés de dattes algériennes (Mansouri et al, 2005)

Variétés	Teneur en mg /100g du poids frais
Tazizaout	2,49
Ougherouss	2,84
Akerbouche	3,55
Tazarzait	3,91
Tafiziouine	4,59
Deglet –Nour	6,73
Tantbouchte	8,36

L'analyse qualitative des composés phénoliques de la datte a révélée la présence des acides cinnamiques, des flavones, des flavanones et des flavonols (**Mansouri et al, 2005**).

Selon **Henk et al, (2003)**, les poly phénols jouent un rôle important dans le corps : ils ont des effets anti –inflammatoires, antioxydants, abaissent la tension artérielle et renforcent le système immunitaire (**Amellal née chibane, 2008**)

I.4.1.9 : Protéines

La pulpe de datte ne renferme qu'une faible quantité de protéines variant entre 0.38 à 2.5% selon **Noui (2001)**.

D'autres part **Al-Shahib et Marshall (2003)** notent une quantité plus élevée allant de : 2.3% à 5.6 % du poids de la pulpe fraîche de la datte.

Favier et al, (1995) ont noté la présence dans la datte des acides aminés :

Isoleucine , leucine, lysine, méthionine, cystine , phénylalanine , tyrosine, thréonine, tryptophane, valine, arginine, histidine, alanine, acide aspartique, acide glutamique, glycoColle, proline et sérine

I.4.1.10 : Lipides

La teneur de la pulpe de datte en lipides est très faible soit 1.25% du poids frais (**Benflis, 2006**). Cependant la quantité signalée par **Al-Shahib et Marshall(2003)** est encore plus faible (0.2-0.5%) (**Daas Amiour, 2009**)

I.4.1.11 : Enzymes

Les enzymes jouent un rôle important dans le processus de conversion se produisant pendant le stade de formation et la maturation du fruit.

La qualité de la datte est influencée par l'activité de :

. L'invertase

Responsable de l'inversion du saccharose en fructose et glucose.

. La cellulase

Elle décompose la cellulose en chaînes plus courtes.

. La pectinmethylesterase

Elle convertit les substances pectiques insolubles en pectine plus soluble qui ramollit le fruit.

.La polyphenoloxydase

Elle conduit au brunissement du fruit suite à l'oxydation des phénols (**Yahiaoui, 1998**), (**Ben abbes, 2011**)

I.4.1.12 : Composés mineurs

Bien que 95 % des constituants de la datte sont représentés par les composés cités ci-dessus, il existe d'autres composés moins importants qui influent sur la qualité du fruit tels que :

- * les acides organiques (acide citrique, l'acide malique,...),
- * les substances volatiles qui ont été analysé par GC-MS et dont l'éthanol, l'iso butanol et l'iso pentanol en représentent les constituants majeurs (**Benchabane, 1996**).
- * les pigments : en plus des caroténoïdes la chlorophylle se révèle aux stades précoces. (**Saliha Daas Amiour. Magister, 2009**)

I.4.2 : Composition biochimique de la partie non comestible "Noyau "

Le noyau présente 7 à 30 % du poids de la datte. Il est composé d'un albumen blanc, dur et Corner, protégé par une enveloppe cellulosique (Espiard, 2002). Le tableau (9) révèle la composition biochimique des noyaux de dattes irakiennes.

Tableau9: Composition biochimique des noyaux de dattes Irakiennes (Munier, 1973)

Constituants	Teneur en %
Eau	6,46
Glucides	62,51
Protides	5,22
Lipides	8,49
Cellulose	16,20
Cendres	1,12

Selon Djerbi (1994), les noyaux constituent un sous-produit intéressant. En effet, de ces derniers, il est possible d'obtenir une farine dont la valeur fourragère est équivalente à celle de l'orge.

Des données analytiques sur la composition chimique du noyau de dattes montrent qu'il renferme plusieurs acides gras avec une proportion plus importante d'acides oléique et l'aurique (**Devshony et al, 1992**). (**Djouidi, 2013**)

Chapitre II

Généralités sur le statut et le rôle

Du potassium dans la plante

potaspotassium

II.1. 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 10).

Tableau 10. Caractéristiques de quelques ions chimiques

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

Source : (Mhiri : 2002)

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

II. 2. 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**)

II.2.1- 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 Shen et 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 11).

Tableau 11 .Teneur du K des minéraux silicatés

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

Source : (Mhiri : 2002)

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

II.2.2- Potassium échangeable.

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

II.2.3. 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.

II.2.4. 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 et Mäser, 2007). Selon Assaha et al, (2017), ces bactéries restituent le potassium sous une forme particulièrement utilisable, après leur mort.

II.2.5. Engrais potassiques

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

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

II.3.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 et 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 12).

Tableau 12 .Niveau de fertilité des sols en K⁺

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

Source : (Mhiri : 2002)

L'échange cationique entre la solution du sol et la surface des argiles est régi par l'équilibre de Donnan (.Figure 1)

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 K + dans la solution.

Le potassium fixé se caractérise par:

- Processus d'adsorption difficilement réversible de K⁺échangeable ou en solution dans les cavités inter-foliaires des argiles.
- L'intensité de ce processus dépend des types d'argile de chaque sol et de son régime hydrique (ouverture/fermeture des argiles).
- Ce processus confère au sol un pouvoir de fixation du K⁺des engrais. Il diminue leur efficacité par rapport à la nutrition des cultures.

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

II.4. 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).

II.5. Critères d'évaluation de la richesse des sols en potassium :

II.5.1. 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 13 .Niveau de fertilité des sols

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

Source : (Mhiri : 2002)

II.5.2. 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 (14) représente les classes de richesse en cet élément.

Tableau 14 .Classes d'état de saturation des sols

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

Source : (Mhiri : 2002)

II.5.3. 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

II.6. 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.

II.7 .Facteurs de disponibilité du potassium dans le sol

Selon **Kronzucker et al, (2008)** ; **Li ans al, (2016)** différents facteurs contrôlent la disponibilité du potassium dans le sol comme :

- La vitesse de passage du potassium du complexe absorbant vers la solution du sol lorsque celle-ci est appauvrie par les prélèvements des racines
- La teneur du sol en éléments fins qui est un facteur influant non seulement la vitesse de transfert du potassium, mais aussi sur la détermination du nombre de sites d'échange de cet élément dans le sol.
- La nature des cations présents dans le sol dont certains sont susceptibles d'inhiber les mouvements du potassium échangeable sur le complexe absorbant. La présence du NH_4^+ induit une diminution du potassium échangeable. Selon **Barbier, (1987)** ; les hydroxydes de fer et d'aluminium sont à mesure de neutraliser les sites d'échange du potassium.
- La présence de l'aluminium surtout dans les sols acides sous forme échangeable occupe les sites potentiels du potassium en plus de diminuer sa mobilité. Les sols de $\text{pH} < 6$ sont considérés comme déficients en K^+ . Le calcium peut jouer un rôle analogue à celui de l'aluminium, lorsque le sol est alcalin.
- Le potassium est un élément mobile, donc susceptible de migrer dans les horizons plus profonds, ainsi que d'être entraîné en dehors de la parcelle (pertes par lessivages importantes en sol sableux). Cet aspect, lié à la texture du sol, au sur irrigation et au drainage.

II.8. Rôles du potassium dans le fonctionnement métabolique de la cellule végétale

L'examen du rôle du K consiste à comprendre son rôle dans les systèmes biochimiques et physiologiques de base des plantes. Bien que le potassium ne devienne pas un élément de la structure chimique des plantes, il joue de nombreux rôles importants dans la réglementation du développement de la plante (**Shen et al ,2015**). Potassium (K) augmente le rendement des cultures et améliore la qualité. Il est nécessaire pour de nombreux processus de croissance des plantes.

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

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

Selon **Gierth et Mäser, (2007)**, **Javad Roussta, (2010)** et **Assaha et al, (2017)**, le K^+ est indispensable aux fonctions métaboliques, la croissance et au développement des plantes, Il permet à la fois :

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

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

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

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

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

- Il agit sur la photosynthèse : la photosynthèse végétale consiste à réduire le dioxyde de carbone de l'atmosphère par l'eau absorbée par les racines à l'aide de l'énergie solaire captée par les feuilles, en présence de sels minéraux, avec libération d'oxygène, afin de produire des glucides.

- Il joue un rôle dans le bon fonctionnement des stomates et agit comme activateur de plus de 80 systèmes enzymatiques. Il contrôle l'ouverture et la fermeture des stomates, et permet les échanges gazeux et régule la transpiration de l'eau et régule le cycle de l'eau dans la plante

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

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

Aussi, le potassium est mobile dans la plante. Il joue un rôle indispensable dans l'absorption des cations, dans l'accumulation des hydrates des protéines, le maintien de la turgescence de la cellule et la régulation de l'économie en eau de la plante (**Jacoby et al ,2011**). C'est aussi un élément de résistance des plantes au gel, à la sécheresse et aux maladies. Il est essentiel pour le transfert des 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.

II.9. 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).

II.9.1. 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).

II.9.2. Phénomène d'antagonisme

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

II.9.3. 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^{++} .

II.10. 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 1 et 2).

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 3 et 4) .

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 1 .Carence en potassium
chez des poinsettias



Figure 2 .Carence en potassium
chez la tomate



Figure 3 .Aspect brillant chez la
pomme de terre

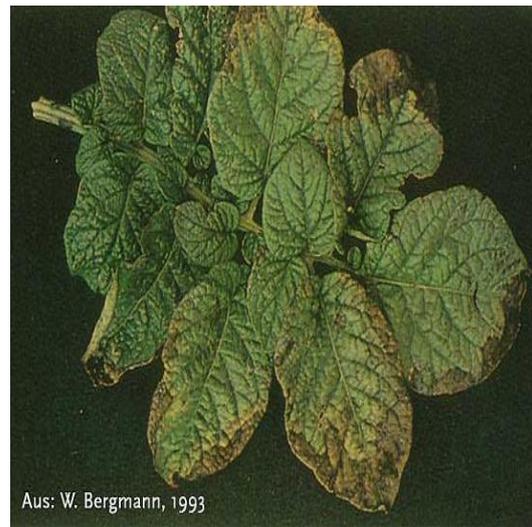


Figure 4. Aspect métallique chez
la pomme de terre

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 et al, 2017).

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

Conclusion

Le potassium provient de différentes origines, le statut de cet élément se présente sous forme de potassium soluble, échangeable et rétrogradé. Il est absorbé par les racines sous forme de cation K à partir du sol et circule sous cette forme dans toute la plante.

Ces fonctions dans le métabolisme se définies comme l'ensemble des réactions chimiques de transformation de matière et d'énergie, catalysées par des enzymes, qui s'accomplissent dans toutes les cellules d'un organisme vivant, animal ou végétal, et comprenant des réactions de synthèse (anabolisme) et des réactions de dégradation (catabolisme).

Le potassium maintient le port de la plante par son effet majeur sur la turgescence des cellules et la constitution de parois cellulaires résistantes. Il agit, également, sur la photosynthèse qui 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. Ceci dit que la synthèse des sucres à partir du carbone atmosphérique est contrôlée par le potassium. Aussi, cet élément fait activer plus de 80 systèmes enzymatiques pour différents réaction de métabolismes.

Le potassium favorise, aussi, la circulation de la sève ascendante dans le xylème et descendante dans le phloème. Il permet le transfert des assimilés (sucres, acides aminés) vers les racines et les organes de réserve (grains, fruits, tubercules). Il contrôle l'ouverture et la fermeture des stomates pour permettre les échanges gazeux et la régularisation de la transpiration de l'eau et le cycle de l'eau dans la plante. Il intervient sur la composition et la qualité de nombreuses productions (équilibre sucre/acidité, teneur en vitamine C, composés aromatiques, qualité des fibres).

Chapitre II : Généralités sur le statut et le rôle Du potassium dans la plante

En fin, l'interaction entre azote et potassium, est une faveur d'une bonne alimentation en potassium en présence de l'azote. Par conséquence le maintient de la turgescence de la surface foliaire, des tiges et racines, la plante a besoin d'une plus grande quantité de potassium.



Chapitre III
Matériels et Méthodes

III.1: Matériel végétal

Cette étude vise à étudier les critères de qualité de la datte. Deglet- nour .Les palmeraies menacées par la nappe phréatique sont en stade juvénile, ils ont une vingtaine années.

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 (50%) soit 1.5 unité de K^+ pure comme il est vulgarisé par ITDAS, Elle est apportée pour chaque stade 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 au stade (Loulou).

Palmier 3 : 100% de K_2SO_4 apporté au stade (Khlel).

Palmier 4 : 100% de K_2SO_4 apporté au stade (Bser).

Palmier 5: 100% de K_2SO_4 apporté au stade (Bleh).

Stade 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.



Originel 5. Stade Loulou

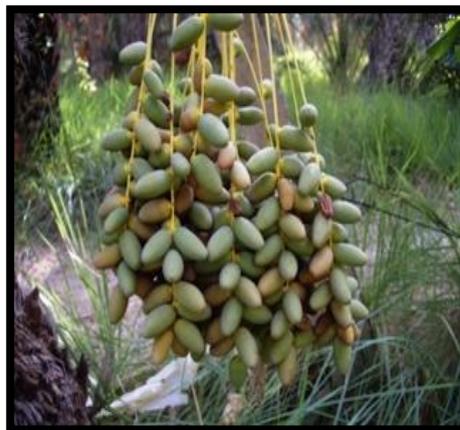
▪**Khlel (Kimiri)**: Il se caractérise par la couleur verte, un grossissement rapide du fruit, une Augmentation de la concentration de tanins et en amidon, une légère augmentation de sucres Totaux de la matière sèche. Ce stade dure neuf a quatorze semaines.



Originel 6. 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 sema



Originel 7. Stade Bser

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

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

Ce stade dure de deux à quatre semaines



Originel 8. 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.



Originel 9. Stade «Tamer»

III.2 : Échantillonnage**III.2.1 : Prélèvement des dattes**

L'échantillonnage des dattes Deglet-Nour est effectué aux niveaux de 5 palmiers de trois palmeraies. Dans chaque palmeraie, on a exécuté un prélèvement de dattes dans trois niveaux de 3 régimes.

III.2.2 : Prélèvement des palmes

Des jeunes palmes de la partie centrale de la couronne a fait l'objet d'un échantillonnage. L'échantillonnage des palmes est effectué au stadeTamer.

III.2.3 : Sols

On a effectué deux échantillonnages du sol au niveau de deux couches représentatifs. La couche racinaire [0-50 cm /50-100 cm] des sols de cette région sont de types gypseux selon (Khechai et Daoud, 2017). L'échantillonnage du sol est effectué au stadeTamer.

III.3 : Analyses de laboratoire

La figure 10 représente les différentes appareillages et outils de laboratoire utilisé pour le dosage et les mesures effectuées pour les dattes et les palmes.



Datte analysée



Réfractomètre



Cendre des dattes



Pied à coulisse



PH mètre



Four à moufle

Originel 10 : Matériels de laboratoire**III.3.1 : Analyses des plantes****III.3. 1.1 : Analyses des dattes**

Le poids des du noyau du chai des dattes sont affectes

A. Analyses physiques des dattes

Cette meure a pour objet de déterminer :

- le Poids: poids de fruit total et poids de la datte dénoyautée et le poids de noyau sur balance de précision.
- Couleur
- Longueur et largeur des dattes et du noyau
- Texture de datte

B. Analyses biochimiques des dattes**1/ Détermination de pH**

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

2/Détermination de la conductivité électrique (CE)

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

3/ Teneur en eau

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

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

$$P_1 - P_2$$

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

4/ Dosage des sucres totaux**Principe**

Le sucre total a été déterminé par la méthode réfractométrique décrite dans Muller, (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 30mn 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.

5/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 de solution de glucose à 5% utilisée

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

F : facteur de dilution

6/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.

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

7/ 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 phénolphtaléine.

Comme indicateur coloré (quelques gouttes)

NaOH 0.1N → **4g/l**

Phénolphtaléine 1% → **1g/100ml éthanol**

$$\text{TA}\% = \frac{N \times F \times K \times V1}{P \times V2} \times 100$$

TA% : taux d'acidité en %

F : facteur de la solution de soude (0.985)

N : nombre de ml de soude (NaOH 0.1N) utilisé pour titrage.

K : quantité d'acide dans lequel nous voulons exprimer les résultats correspondant à 1ml de soude (1ml NaOH équivalent à 0.067g d'acide malique (acide organique de l'abricot).

V1 : volume de l'extrait avant le titrage (100ml).

V2 : volume de l'extrait au titrage (ex : 10ml).

P : poids de produit à analyser (10g)

Les facteurs correspondant à chaque acide

Acide malique	0.067	Datte
Acide oxalique	0.045	
Acide citrique	0.064	Orange –citron
Acide tartrique	0.075	
Acide sulfurique	0.049	
Acide acétique	0.60	
Acide lactique	0.00	

8/ Détermination de la teneur en cendres

Mode opératoire

- Dans des capsules en porcelaine, peser 10g de pulpe de dattes broyées.
- Placer les capsules dans un four à moufle réglé à 550 ± 15 °C pendant 2heures jusqu'à obtention d'une couleur grise, claire ou blanchâtre.
- Retirer les capsules du four et les mettre à refroidir dans le dessiccateur, puis les peser.

Expression des résultats

La formule ci-dessous a été utilisée pour exprimer les résultats :

$$\text{MO}\% = \frac{(M1-M2)}{p} \times 100$$

MO% : Matière organique.

M1 : Masse des capsules + prise d'essai.

M2 : Masse des capsules + cendres.

P : Masse de la prise d'essai.

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

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

EDTA : (0.1N) 2g EDAT + 0.05g Mg cl_2 complété à 1l

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

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

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 EDTA et changement la couleur rose –bleu

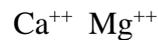


Prenant Bécher contient :

- 5 ml échantillon + 45 ml H₂O (dilution × 10)
- 2-3 ml NaOH
- 0.2g calcon carboxylique +NaCl

Cette solution est placée au-dessus l'agitateur

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



Prenant bécher contient :

- 5ml échantillon + 45 ml H₂O (dilution × 10)
- 4ml solution tampon (PH=10)
- 4 gouttes NETTES

Cette solution est placée au dessus l'agitateur

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

$$\text{Ca}^{2+} = \frac{V1 - V2 * 0.01 * 1000}{A} * D$$

V1 : volume de titration avec l'EDTA

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

D : facteur de dilution

A : prise d'essai

$$[\text{Mg}^{2+} + \text{Ca}^{2+}] = \frac{v1 - v2 * 0.01 * 1000}{A} * D$$

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

2-Macro et micro éléments (plante)

P, k, Na, Ca, Mg

Réactifs :

Hcl 2N : diluer 165.6 ml d'Hcl concentré (d= 1.1937%) 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
- **Zn** et **Cu** : Spectrophotomètre d'absorption atomique.

III.3.1.2 : Analyses des palmes**Dosage des éléments minéraux :**

- Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Na⁺, K⁺, PO₄⁻

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 (NH₄)₆ MO₇O₂₄ 4H₂O 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 500ml 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 détalons 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 : $P \cdot 2.29 = P_2 O_5$ $P = P_2 O_5 \cdot 0.437$

III.3.2 : Analyses du sol

-pH

-CE

-Eléments minéraux :

Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , $H_2PO_4^{2-}$

1/Dosage du Cl⁻

Réactifs :

- Nitrate d'argent (AgNO₃⁻) 0.01N : dissoudre 1.6987g de nitrate d'argent dans 100ml d'eau distillée. Conserver à l'abri de la lumière
- Chlorure de sodium NaCl 0.01N : dissoudre 0.585g de chlorure de sodium dans 1000ml d'eau distillée
- Chromate de potassium K₂CrO₄ 5% : dissoudre 5g de chromate de potassium dans 80ml d'eau distillée, et ajouter des gouttes de nitrate d'argent (AgNO₃⁻ 1N = 17g/l) jusqu'à l'apparition d'un léger précipité rouge. Ajuster avec l'eau distillée à 100ml.

Mode opératoire :

- Transvaser une aliquote de 10ml l'extrait diluée (à 10 ou à 100) dans une fiole de 100ml
- Ajouter 4 gouttes de chromate de potassium.
- Titrer avec la solution de nitrate d'argent jusqu'à l'apparition d'une coloration barbillon brique.
- Faire un témoin avec le chlorure de sodium pour estimer la normalité de nitrate d'argent exactement. Donc prélever 10ml de chlorure de sodium 0.01N et ajouter 3 gouttes de chromate de potassium et titrer avec le nitrate d'argent.

$$\text{Cl (méq/l)} = \frac{V \cdot N \cdot 1000}{A} \cdot D$$

V : volume d'AgNO₃⁻ 0.01N utilisé pour la titration de l'échantillon en ml.

A : volume de la prise d'essai ml.

N : normalité de la solution d'AgNO₃⁻.

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

$$N_{\text{AgNO}_3^-} = \frac{10 \cdot N \cdot \text{NaCl}}{V_{\text{AgNO}_3^-}}$$

N_{AgNO₃⁻} : normalité de la solution d'AgNO₃⁻.

V_{AgNO₃⁻} : volume d'AgNO₃⁻ utilisé (ml).

N_{NaCl} : normalité de la solution de NaCl.

2/Bicarbonates HCO₃⁻

Réactifs

- **Phénolphtaline (1%)** \rightleftharpoons 1g dans 100ml d'éthanol.

- **Méthyle orange (0.01%)** \Rightarrow 0.01g dans 100ml d'eau distillée
- **Acide sulfurique 0.05N** \Rightarrow 1.39 ml dans 1000ml d'eau distillée

Mode opératoire

- Prélever 20ml de la solution du sol ou de l'eau et ajouter 3 gouttes de phénolphthaléine : s'il y a une coloration rose, il y a les carbonates.
- Titrer avec l'acide sulfurique jusqu'à la disparition de la couleur rose.
- S'il n'y a pas une coloration de la solution ; il y a les bicarbonates. Ajouter des gouttes (3-4) de l'indicateur coloré méthyle orange et titrer avec sulfurique jusqu'à l'apparition de la coloration orange (changement de la coloration : jaune orange). \rightarrow

Calcul :

$$\text{HCO}_3^- (\text{méq/l}) = \frac{x \cdot 0.05 \cdot 1000}{y}$$

X : volume de H₂SO₄ utilisé pour la titration.

Y : volume de la solution du sol ; 20ml.

3/Dosage des sulfates (SO₄²⁻)**Réactifs :**

- Eau déminéralisée ayant une conductivité <0.1 mS·m⁻¹.
- Solution NaCl, HCl :

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

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

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

- **Chlorure de baryum (BaCl₂·2H₂O) en poudre**
- **Solution mère de sulfate de sodium (Na₂SO₄) 200méq.l⁻¹ :**

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

- **Solution fille de sulfate de sodium (Na₂SO₄) :**

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

Mode opératoire :

- Transférer 25ml de l'extrait dilué (à 10 ou à 100) dans une fiole jaugée de 100ml et ajouter 10ml de la solution (NaCl. HCl), 2ml de gomme d'acacia et 1g de poudre de chlorure de baryum.
- Agiter à la main et ajuster au volume avec de l'eau déminéralisée. Homogénéiser
- Préparer un témoin et les solutions filles selon le même protocole.
- En prenant le témoin comme référence, ajuster à 0.00 l'absorbance du spectrophotomètre, régler à 600nm.
- Mesurer l'absorbance au spectrophotomètre à 600nm pour les solutions filles et les échantillons.

Calcul :

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

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

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

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

D : niveau de dilution (10 ou 100).

Mesure de la capacité d'échange cationique**❖ Matériel utilisé**

- Centrifugeuse
- Bécher de 1000ml

Préparation de la solution d'acétate de sodium

Peser 82.03g d'acétate de sodium dans un litre d'eau distillée +agitation dans un bécher d'un litre.

Préparation de la solution d'acétate l'ammonium

Peser 77.04g d'acétate d'ammonium dans un litre d'eau distillée +agitation.

Préparation de l'échantillon

-Peser 5g du sol et le mettre dans des tubes de centrifugeuse +20ml d'éthanol et les poser dans la centrifugeuse 3000 tr/min pendant 5 min et jeter la solution (répétition 3 fois).

-Ajouter 50ml d'acétate de sodium (1N) et les mettre dans la centrifugeuse 3000 tr/min pendant 5 min

- récupérer la solution pour les cations K, Mg, Ca échangeable. Laver à l'éthanol (3fois) et jeter la solution.

Ajouter au culot 50ml d'acétate d'ammonium à 3 reprises (50ml, 50ml, 50ml), doser la « CEC » dans cette solution par le dosage du Na.

-Peser 5g du sol.

-Laver à l' »thanol3 fois (20mlx3), jeter la solution.

-Ajouter 50ml x3 d'acétate d'ammonium pour lke dosage du sodium échangeable.

La lecture de l'échantillon du CEC:

$$\text{CEC} = \frac{R \cdot V}{S} \cdot \frac{100}{1000}$$

S : poids du sol

R : résultat en meq du Na.

V : volume de l'extraction (150ml)

1-Chlorure de sodium (1000ppm)

Préparation de la gamme d'étalonnage :

-Peser2.5g de Na cl dans une fiole de 500ml et compléter jusqu'à un litre d'eau distillée, agiter

Solution fille

Dans une fiole de 100ml diluer respectivement 1.2.4.6.8.10 ml de la solution mère(NaCl) avec de l'eau distillée. Ces solutions contiennent respectivement 10.20.40.60.80.100ppm. Ajuster au volume avec de l'eau distillée, homogénéisé.

2. Chlorure de potassium (1000ppm)

Dans une fiole de 1000ml dissoudre 1.9g de KCl dans 500ml d'eau distillée et compléter jusqu'à un litre d'eau distillée, agiter

Solution fille

Dans une fiole de 100ml diluer respectivement 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5 ,3 et 3.5 de la solution mère avec de l'eau déminéralisée .ces solutions contiennent respectivement5, 10, 15,20, 25,30 et 35ppm. Ajuster au volume avec de l'eau distillée .et homogénéisé.

Passer la gamme dans photomètre à flamme puis l'échantillon.

Chapitre IV

Résultats et discussion

IV.1 Etude des propriétés des sols

IV.1.1. Sol du palmier 1 (palmier témoin)

L'examen des tableaux (15) montre que le sol étudié présente un pH basique et une faible salinité, elle est inférieure à 2ds/m. le risque d'alcalinisation(SAR) est faible .L'augmentation de la CE coïncide avec l'augmentation des Cl^- , Na^+ , Ca^{++} , Mg^{++} . Les NO_3^- et H_2PO_4^- sont les éléments chimiques est les plus faibles dans la solution du sol.

La capacité d'échange cationique est faible dans le sol ou la CEC est strictement inférieure à 10 Cmol/Kg. L'augmentation de la CEC dans l'horizon souterrain est accompagnée avec une augmentation des taux du Na^+ et K^+ par une substitution du Ca^{++} et Mg^{++} .

Tableau 15. Composition chimique du sol (1)

Horizons (cm)	pH	CE (dS.m ⁻¹)	Composition de la solution du sol (mMol.L ⁻¹)								
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	SO ₄ ⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻
0-50	7,5	1,5	2,56	0,52	6,93	1,9	4,56	8	2	0,14	0,4
50-100	7,7	1,6	6,44	2,02	7,13	1,71	3,37	11	2	0,12	0,3

Horizons (cm)	Cations échangeables en Cmol/Kg				
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	CEC
0-50	2,5	1,04	1,4	1,2	7.2
50-100	1.3	0.9	1.6	2.4	8.7

IV.1.2. Sol du palmier 2

Le sol étudié est caractérisé par un pH basique et une faible salinité des sols (Tableau 16).

L'augmentation de la CE est accompagnée avec l'augmentation du Na^+ , Cl^- , Ca^{++} et Mg^{++} , le SAR est indiquée une faible alcalinisation du sol. Les nitrates et le phosphore dans la solution du sol sont en faibles quantités selon les références bibliographiques.

La CEC du sol est inférieure à 10 Cmol/Kg, ceci exprime une faible fertilité chimique du sol malgré les apports potassiques. On admet que les valeurs de la CEC sont liées à la texture sableuse du sol comme il est rapporté par (). Le potassium échangeable présente des taux similaires dans les deux horizons étudiés accompagné par une légère augmentation du Ca^{++} et Na^+ en faveur d'une diminution du Mg^{++} échangeable.

Tableau 16 .Composition chimique du sol 2

Horizons (cm)	pH	CE (dS.m ⁻¹)	Composition de la solution du sol (mMol.L ⁻¹)								
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	SO ₄ ⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻
0-50	7.3	0,9	1,62	0,5	5.6	1,84	3.06	5	2,5	0.17	0.5
50-100	7.45	1,6	4,5	1,52	8,02	2,1	2.93	9	3,25	0.21	0.4

Horizons (cm)	Cations échangeables en Cmol/Kg				
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	CEC
0-50	1,36	1,14	1,11	2,23	6.86
50-100	2.36	1.1	1.2	2.2	8.27

IV.1.3. Sol du palmier 3

Le tableau 17 illustre que le sol examiné à un pH basique et une salinité moyenne, la CE augmente dans l'horizon souterrain, avec l'augmentation des cations solubles. Ceci explique que la lixiviation des sels est contrôlée par la texture sableuse du sol. Les NO₃⁻ et H₂PO₄⁻ restent des éléments mineurs dans la solution du sol.

Le sol a une faible capacité d'échange cationique exprimée par des CEC inférieures à 10 Cmol⁺/Kg. Le potassium et le calcium échangeable augmentent de valeurs dans les sites d'échange tandis qu'une faible régression du Na⁺ et Mg⁺⁺ échangeable est notée.

Tableau 17 .Composition chimique du sol 3

Horizons (cm)	pH	CE (dS.m ⁻¹)	Composition de la solution du sol (mMol.L ⁻¹)								
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	SO ₄ ⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻
0-50	7.4	1,3	2,4	0.4	10	2,2	4.3	6.8	2.4	0,13	0.3
50-100	7.7	2	6,08	2,34	12,24	2.0	5.94	8.9	2	0.10	0,5

Horizons (cm)	Cations échangeables (Cmol/Kg)				
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	CEC
0-50	2,84	1,5	1,3	2,4	8.36
50-100	3.13	1.27	1.2	2.5	8.89

IV.1.4. Sol du palmier 4

La composition chimique du sol (tableau 18) reflète que la solution du sol a un pH basique à légèrement alcalin en surface. Les valeurs des CE sont comprises entre 1.9 et 1.6 ds/m, la diminution de la salinité semble guidée par la régression des teneurs du Na^+ , Cl^- et SO_4^{2-} . La capacité d'échange cationique varie des 10,86 à 11,84 Cmol/Kg, ceci explique que la fertilité chimique est moyenne. L'augmentation de la CEC est accompagnée par l'augmentation du calcium et potassium échangeable et une régression du Mg^{++} et Na^+ .

Tableau 18 Composition chimique du sol 4

Horizons (cm)	pH	CE (dS.m ⁻¹)	Composition de la solution du sol (mMol.L ⁻¹)								
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	SO ₄ ⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻
0-50	7.8	1,9	2,5	0,16	11,3	1,96	11,9	8.1	2	0.3	0.6
50-100	7.6	1,6	2.64	0.8	10,31	1.0	4.22	10.0	2,5	0.5	0,5

Horizons (cm)	Cations échangeables (Cmol/Kg)				
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	CEC
0-50	3,6	2,9	1,4	3,9	10.86
50-100	4.5	1.6	1.5	4.5	11.84

IV.1.5. Sol du palmier 5

Le sol est basique accompagné par une salinité moyenne (Tableau 19). Le sol présente une solution ionique équilibrée dans les deux horizons et des teneurs faibles en nitrates et phosphores.

La CEC exprime une fertilité moyenne, les deux horizons présentent des CEC similaires. L'augmentation du potassium échangeable semble contrôlée par la substitution du Ca⁺⁺ et Mg⁺⁺.

Tableau 19 Composition chimique du sol

Horizons (cm)	pH	CE (dS.m ⁻¹)	Composition de la solution du sol (mMol.L ⁻¹)								
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	SO ₄ ⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻
0-50	7.8	2,1	2.9	0.48	13,4	2,23	9.04	9.1	3.08	0.14	0.4
50-100	7.7	2.3	5.2	0,2	13,32	2,4	8.45	12.6	2.98	0.16	2,25

Horizons (cm)	Cations échangeables (Cmol/Kg)				
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	CEC
0-50	2,9	2,9	1,4	2,4	10.06
50-100	1.5	1.6	1.7	4.5	10.14

Synthèse sur l'étude du sol

Les sols étudiés ont un faciès géochimique chloruré sodique (Figure 11) dominé par la présence des Na⁺ et So₄⁻ (Figure 12). La figure (13) montre que le risque d'alcalinisation varie avec un SAR moyen pour l'horizon de surface, ceci pourrait être expliqué sur le rôle de la fertilisation potassique dans la diminution du Na⁺ échangeable.

On suggère que la texture sable contrôle la lixiviation des sels la capacité d'échange cationique du sol. Ainsi ; on admet que l'application des engrais potassique a enrichi le sol en potassium assimilable (soluble et échangeable).

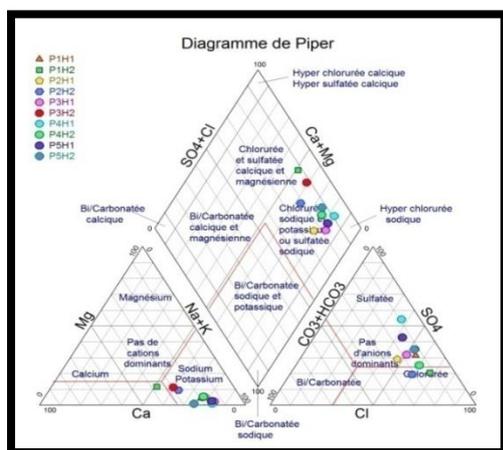


Figure 11. Diagramme de Piper

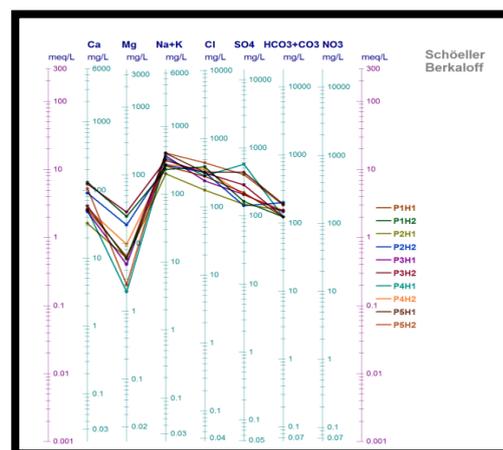


Figure 12. Diagramme de Schoeller

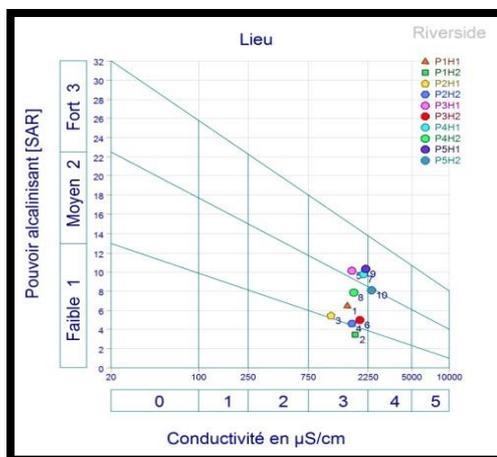


Figure 13. Diagramme de Riverside

IV.2. Composition minérale des palmes

IV.2.1. Composition minérale des palmes en calcium

La figure ci-dessous illustre que le calcium est moins consommé par le palmier témoin et dans le stade de maturité Khlel. Tandis que cet élément, il est le plus absorbé dans le stade de maturé Loulou. Avec des teneurs moins, une absorption en Ca^{++} est remarquée dans les stades Khlel, Bser et Bleh.

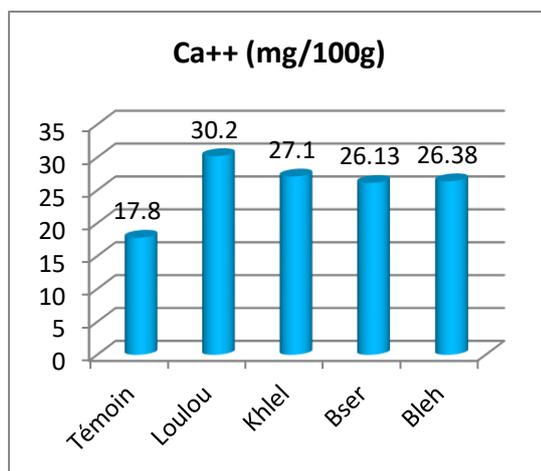


Figure 14. Composition minérale des palmes en Ca^{++}

IV.2.2 .Composition minérale des palmes en magnésium

L'examen de la figure (15) montre que le Mg^{++} est l'élément le moins absorbé par la plante, neanmoins on note que l'absorption potassique est en faveur de l'absorption du Mg^{++} par synergie dans le cas du stade de maturité Loulou et Khlel.

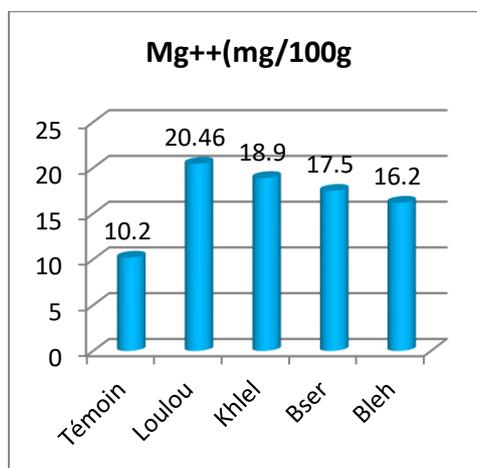


Figure 15. Composition minérale des palmes en Mg^{++}

IV.2.3. Composition minérale des palmes en sodium

L'examen de la figure (16) montre que le Na^+ est le plus absorbé dans le cas du palmier témoin et dans le stade Bser. Dans les autres stades de maturité, il est le moins absorbé, avec des taux $\leq 25,25$ mg.

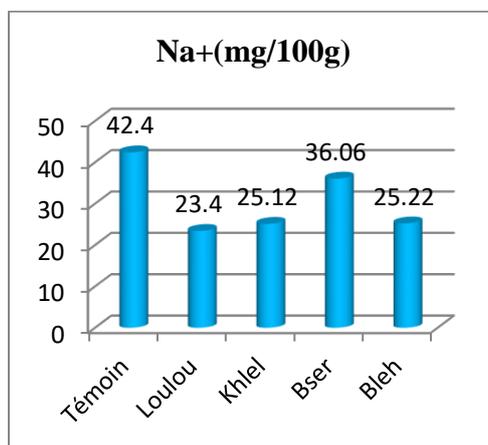


Figure 16. Composition minérale des palmes en Na^+

IV.2.4. Composition minérale des palmes en potassium

La figure (17) illustre une forte absorption du K^+ dans le stade de maturité Loulou, elle atteint son maximum dans le stade Khlel. Dans le palmier témoin, le K^+ est le moins absorbé, ceci signifie l'importance de la fertilisation potassique dans l'enrichissement de la solution du sol en cet élément et son absorption par le palmier.

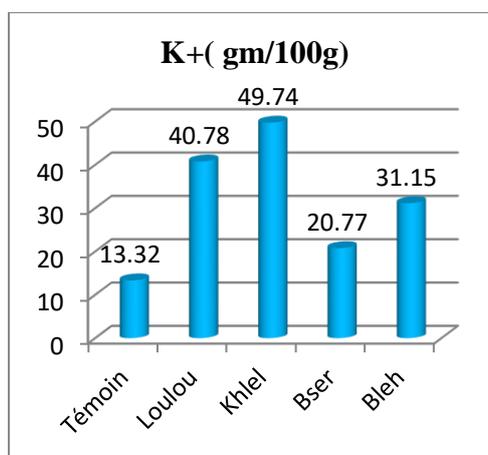


Figure 17. Composition minérale des palmes en K^+

Synthèse :

On suggère que dans le stade Bleh, que l'arrêt de l'irrigation comme il est pratiqué dans les oasis, a conduit à une absorption moins importante du Na^+ au niveau des palmes. Pour le palmier témoin, le Na^+ est l'élément le plus absorbé, cela explique que cet élément est absorbé par antagonisme. L'absorption potassique est plus remarquée dans les stades de maturité Loulou et Khlel, elle coïncide avec l'absorption des teneurs faibles en Ca^{++} et Na^+ .

IV.3. Critères de qualité de la datte

IV.3.1. Composition minérale des dattes

IV.3.1.1. Composition minérale des dattes en calcium

L'examen de la figure (18) montre que le palmier fertilisé par le potassium dans le stade de maturité Loulou présente le taux le plus important en Ca^{++} avec une teneur de 98 mg. Il est suivi par le palmier témoin et celui fertilisé dans le stade de maturité Khlel. Les taux sont à l'ordre de 60 mg. Les valeurs les plus faibles sont signalés respectivement dans les stades Bleh et Bser.

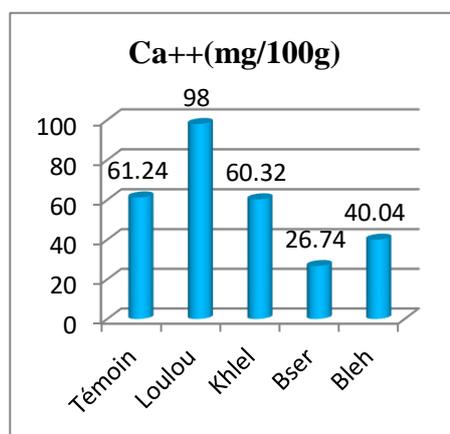


Figure 18. Composition minérale des dattes en Ca^{++}

IV.3.1.2. Composition minérale des dattes en magnésium

Les dattes analysées présentent des taux inférieurs à 30,1 mg en Mg^{++} . Cependant les dattes des palmiers témoins et ceux fertilisés aux stades Bser et Bleh ont des taux relativement faible en magnésium. Les dattes fertilisés aux stades Loulou et Khlel ont des taux les plus importants en cet élément.

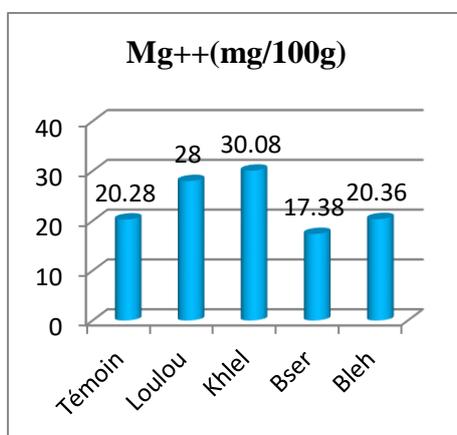


Figure 19. Composition minérale des dattes en Mg^{++}

IV.3.1.3. Composition minérale des dattes en sodium

La figure ci-dessous montre que les dattes du palmier témoin (aucun apport potassique) se caractérisent par le taux le plus élevée en sodium, il est estime à 85,22 mg tandis que les dattes traitées par la fertilisation potassique présentent des taux en Na^+ que varient de 22,25 à 33,16 mg pour les différents stades de maturité de la datte.

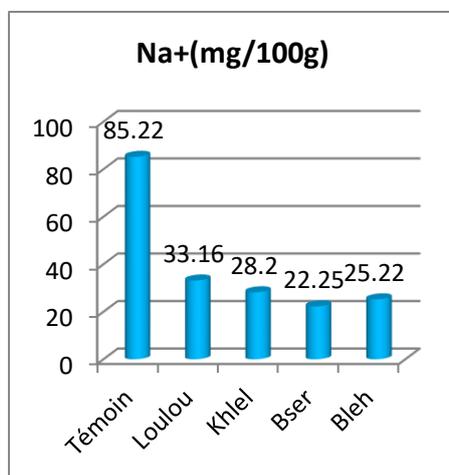


Figure 20. Composition minérale des dattes en Na^+

IV.3.1.4. Composition minérale des dattes en potassium

Le figure 21 illustre que les palmiers fertilisés par le sulfate de potassium se caractérisent par des dattes dont la composition minérale est marquée par des taux élevés en potassium comparativement au témoin qui ont un taux 40 mg de K^+ . A ce propos, les dattes du palmier traité par le K^+ dans les stades Loulou et Khlel présentent respectivement les taux les plus importants de 1343,32 et 1298,16 mg tandis que les dattes des palmiers fertilisé dans les stades de maturité Bser et Bleh ont respectivement des teneurs en K^+ de 1030,41 et 987,28 mg.

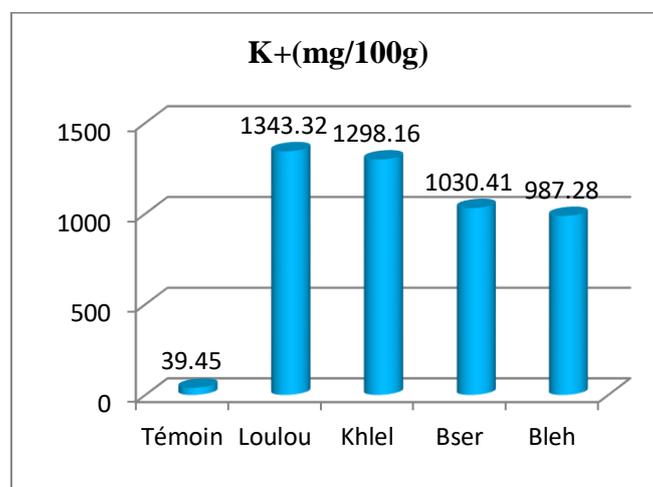


Figure 21. Composition minérale des dattes en K^+

IV.3.2. Composition biochimique des dattes

IV.3.2.1. Teneurs des dattes en sucres totaux

La figure 22 illustre que les dattes analysées présentent des teneurs variables en sucres totaux. Ainsi, on note que le palmier fertilisé par le potassium présente les taux plus importants que celui des dattes témoin. Aussi, on signale que la fertilisation aux stades de maturité Loulou et Khlel présentent respectivement les taux les plus élevés en sucres avec 69,12 et 67%. Les dattes de palmiers fertilisées aux stades Bser et Bleh ont des teneurs supérieures à 60%, en revanche pour les dattes témoin, les sucres totaux sont à l'ordre de 56%.

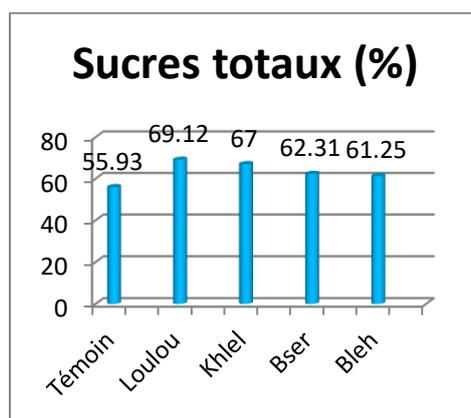


Figure 22. Teneurs des dattes en sucres totaux

IV.3.2.2. Teneurs des dattes en eau

L'analyse de l'humidité des dattes étudiées révèle que la fertilisation potassique contribue à l'augmentation de la teneur des dattes en eau. Les dattes du palmier fertilisé par un apport potassique ont les teneurs en eau les plus élevées notamment celles produites après une fertilisation potassique aux stades Loulou et Khlel.

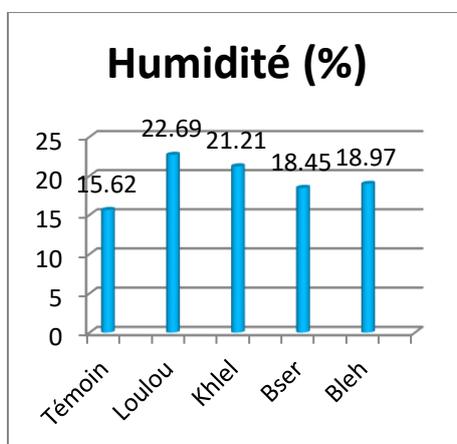


Figure 23. Teneurs des dattes en eau

IV.3.2.3. Evaluation de la consistance des dattes (Sucres totaux / humidité)

La figure ci-dessous révèle que la fertilisation potassique appliquée aux différents stades de maturité de la datte est en faveur de la production des dattes fraîches avec un rapport compris entre 3 et 3,37. Les dattes témoin ont un rapport supérieur à 3,5 ceci atteste un dessèchement de ce fruit en absence d'un apport potassique.

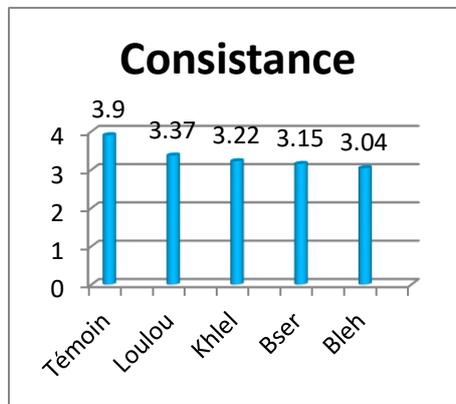


Figure 24. Evaluation de la consistance des dattes

Conclusion

Conclusion générale :

Synthèse sur l'étude du sol

Les sols étudiés ont un faciès géochimique chloruré sodique (Figure 11) dominé par la présence des Na^+ et So_4^- (Figure 12). La figure (13) montre que le risque d'alcalinisation varie avec un SAR moyen pour l'horizon de surface, ceci pourrait être expliqué sur le rôle de la fertilisation potassique dans la diminution du Na^+ échangeable.

On suggère que la texture sable contrôle la lixiviation des sels la capacité d'échange cationique du sol. Ainsi ; on admet que l'application des engrais potassique a enrichi le sol en potassium assimilable (soluble et échangeable).

Synthèse :

On suggère que dans le stade Bleh, que l'arrêt de l'irrigation comme il est pratiqué dans les oasis, à conduit à une absorption moins importante du Na^+ au niveau des palmes. Pour le palmier témoin, le Na^+ est l'élément le plus absorbé, cela explique que cet élément est absorbé par antagonisme. L'absorption potassique est plus remarquable dans les stades de maturité Loulou et Khlel , elle coïncide avec l'absorption des teneurs faibles en Ca^{++} et Na^+ .

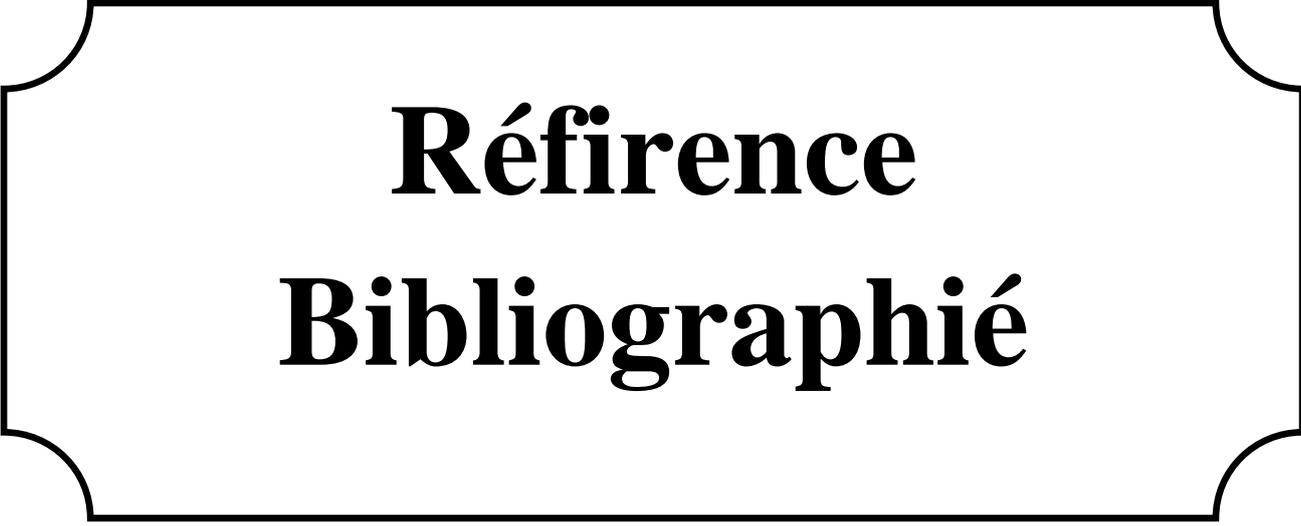
لتوليف على دراسة التربة

Na^+ و So_4^- تحتوي التربة التي تمت دراستها على كلوريد جيوكيميائي لكلوريد الصوديوم (الشكل 11) الذي يسيطر عليه وجود للأفق السطحي ، يمكن تفسير ذلك على دور التسميد SAR (الشكل 12). يوضح الشكل (13) أن اختطار القلوية يختلف مع متوسط القابل للتبديل Na^+ البوتاسيوم في تقليل

من المقترح أن يتحكم النسيج الرملي في ترشيح الأملاح في سعة التبادل الكاتيوني للتربة. وبالتالي، من المعترف به أن استخدام سماد (البوتاسيوم يثري التربة بالبوتاسيوم القابل للامتصاص (قابل للذوبان و القابل للصرف

موجز:

على مستوى راحة اليد. Na^+ ، أدى توقف الري الذي يمارس في الواحات ، إلى امتصاص أقل من Bleh يقترح أنه في ملعب هو العنصر الأكثر استيعاباً ، والذي يفسر سبب امتصاص هذا العنصر عن طريق العدا. يمكن Na^+ بالنسبة لنخيل التحكم ، فإن و Ca^{++} ، وذلك بالتزامن مع امتصاص مستويات منخفضة من Khlel و Loulou ملاحظة ارتفاع امتصاص البوتاسيوم في مرحلتي Na^+



Réfarence
Bibliographié

- ❖ Acourene , S. Buelguedj . M ; Tama. M ; Taleb. B ; (2001). Caractérisation évaluation de la qualité de la datte et identification des cultivars rares de palmier dattier de la région des Zibans . Recherche Agronomique, N° 8. Ed. INRAA. 19-39.
- ❖ Acourene. S et Tama. M ; (2001). Utilisation des dattes de faibles valeurs marchandes comme soubatras pour la fabrication de la levure boulangère. Revue Ennerg Ren, production et valorisation – Biomasse, 1- 10.
- ❖ Albert. L ; (1998). La santé par les fruits .Ed. VEECHI, 44-74.
- ❖ Al-Shahib W. Marshall R. J; 2003. The fruit of the date palm: its possible use as the best food for the future. Int. J. Food Sci. Nutr., 54 : 247-259. [Abstract].
- ❖ Al-Shaib W. Marshall RJ; 2002. Dietary fibre content of dates form 13 varieties of date palm phoenix dactylifera L. International Journal of Sciences and Nutrition. 54,247-259
- ❖ 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.
- ❖ Awatef G. Behairy, Asmaa R. Mahmoud, M.R. Shafeek, Aisha H. Ali and Magda M. Hafez.2015. Growth, Yield and Bulb Quality of Onion Plants (*Allium cepa* L.) as Affected by Foliar and Soil Application of Potassium., Middle East Journal of Agriculture Research ISSN 2077-4605, Pages: 60-66
- ❖ Baliga . M-S. Baliga . B-R-V. Kandathil . S-M ; (2011). A review of the
- ❖ Belguedj .M ; (2002). caractéristique des cultivars de dattiers dans les palmerais sud-est Algériens . (Ed) Dossier - Document – Débat ,289p.
- ❖ Ben abbes. farah ; (2011). Magister, Etude de quelques propriétés chimiques et biologiques d'extraits de dattes « Phoenix dactylifera L. » .
- ❖ Benchabane. A ;(1996). Rapport de synthèse de l'atelier « technologie et qualité de la datte ». In options méditerranéennes, série A , N°28. Séminaires méditerranéens. Ed. IAM, Zaragoza, spain ,205-210.
- ❖ Benchaabane A, 2007.Composition biochimique de la datte Deglet-Nour. Evolution en fonction de la maturation et formation de la couleur et des aromes. Thèse, de doctorat INA El-Harach ,183p.
- ❖ Benflis .S ;(2006). Caractéristiques biochimiques de l'extrait de datte variété sèche « Mech-Degla ». Mémoire d'ingénieur. Département d'agronomie. Batna, 49 p.
- ❖ Ben Mimoun Mehdi, 2002. La gestion de la fertilisation potassique en arboriculture fruitiere, Institut National Agronomique de Tunisie.

- ❖ Booi j i . Piombo G. Risterucci J.M. Coupe M. Thomas D. et Ferry M ; (1992). Etude de la composition chimique de dattes à différents stades de maturité pour la caractérisation variétale de divers cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*) .*Journal of fruits* , vol. 47N°6, pp : 667-677.
- ❖ Bose J, Munns R, Shabala S, Gilliham M, Pogson B, Tyerman SD, 2017. Chloroplast function and ion regulation in plants growing on saline soils: lessons from halophytes. *J Exp Bot.* 1;68(12):3129-3143.
- ❖ Boudrar. C. Bouzid L. et Nait larbi H ; (1997). Etude des fractions minérale et glucidique de la datte Deglet-Nour au cours de la maturation. Mémoire d'Ingénieur, INA. El-Harrach. Alger 60 p.
- ❖ Buelguedj. M ; (2001). Caractéristiques des cultivars de dattes dans les palmeraies du Sud-Est Algérien. *Revue Annuelle. INRAA.* El-Harrach Alger, N° 11,pp 289.
- ❖ chemistry and pharmacology of the date fruits (*Phoenix dactylifera L.*). *Food*
- ❖ Chen Z, Pottosin I I, Cuin TA, Fuglsang AT, Tester M, Jha D, 2007. Root plasma membrane transporters controlling K⁺/Na⁺ homeostasis in salt-stressed barley. *Plant Physiol.* 145(4):1714-25
- ❖ Chibane. Hayet ; (2011).Aptitude Technologiques de quelques Variétés Communes de Dattes : Formulation d'un Yaourt Naturellement Sucré et Aromatisé.
- ❖ Clement-Bailey, J., Gwathmey, C.O. 2007. Potassium effects on partitioning, yield, and earliness of contrasting cotton cultivars. *Agron. J.* 99, 1130-1136.
- ❖ Daas Amiour. Saliha ;(2009). Etude quantitative des composés phénoliques des extraits de trois variétés de dattes (*phoenix dactylifera L.*) et évaluation in vitro de leur activité biologique.
- ❖ Devshony. S. E. Eteshola et A. Shani ; (1992). Characteristics and some potential applications of date palm (*phoenix dactylifera L*) seeds and seed oil. *Journal of the American oil chemists' society (JAOCS)*, 69.595-597.
- ❖ Djerbi. M ; (1994). Précis de phoeniciculture. FAO, 192 p.
- ❖ Djoub. A ;(2007). Essai de formulation d'une margarine allégée à base d'un extrait de dates Mech-degla. Thèse de magister, spécialité génie alimentaire, Université de Boumerdès. 102 p.
- ❖ Djoudi. imane ; (2013). Contribution à l'identification et à la caractérisation de Quelques accessions du palmier dattier (*Phoenix Dactylifera.l*) dans la région de Biskra.
- ❖ Espiard. E ; (2002). Introduction à la transformation industrielle des fruits. Ed.

- ❖ Favier, J.C. Ireland. R.J. Laussucq. C. Feinberg. M ;(1993). Répertoire général des aliments. Table de composition des fruits exotiques, fruits de cueillette d'Afrique. Tome III, Ed. ORSTOM Edition, Lavoisier, INRA Edition, 27-28.
- ❖ Favier. J.C. Ireland. R.J. Toque. C. Feinberg. M ; (1995). Répertoire général des aliments. Table de composition. Ed. Tec et Doc-Lavoisier, INRA Edition, CNEVA et CIQUAI ,897p.
- ❖ Gierth M and Mäser P, 2007. Potassium transporters in plants--involvement in K⁺ acquisition, redistribution and homeostasis. *FEBS Lett.* 25;581(12):2348-56.
- ❖ Gwathmey, C.O., Main, C.L., Yin, X. 2009. Potassium uptake and partitioning relative to dry matter accumulation in cotton cultivars differing in maturity. *Agron. J.* 101, 1479- 1488.
- ❖ Hannachi. S. Khitri. D. Benkhalifa .A et Brac de Perrière R.A ; (1998). Inventaire variétal de la palmeraie algérienne. Ed. Anep. Rouiba, Alger. 225 p.
- ❖ Henk. J. Zwir. E. Rik. L ;(2003). Caroténoïdes et flavonoïdes contre le stress oxydatif. *Arômes Ingrédients Additifs*, N° 44,42-45.
- ❖ Jaccot. B. Campillo. B ; (2003). Nutrition humaine. Ed. MASSON, Paris, 311 p.
- ❖ Jacoby RP, Taylor NL, Millar AH, 2011. The role of mitochondrial respiration in salinity tolerance. *Trends Plant Sci.* Nov;16(11):614-23.
- ❖ Javad Roussta M, 2010. Effect of application of potassium sulfate and calcium chloride on date bunch fading disorder inIran. 19th World Congress of soil Science, *Soil Solutions for a Changing World*, Brisbane , Australia ,2p.
- ❖ Jiang, C.C., Xia, Y., Chen, F., Lu, J.W., Wang, Y.H. 2011. Plant Growth, Yield Components, Economic Responses, and Soil Indigenous K Uptake of Two Cotton Genotypes with Different K-Efficiencies. *Agri. Sci. China.* 10, 705-713
- ❖ 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.
- ❖ Kant, S.; Kafkafi, U. Potassium and Abiotic Stresses in Plants. In *Potassium for Sustainable Crop Production*; Pasricha, N.S., Bansal, S.K., Eds.; Potash Institute of India: Gurgaon, India, 2002; pp. 233–251.
- ❖ Kendri. S ; (1999). Caractéristiques biochimiques de la biomasse "Saccharomyces cerevisiae" produite à partir des dattes "Variété Ghars". Mémoire d'Ingéniera. Département d'agronomie. Batna. 51 p.
- ❖ Khechai.S et Daoud Y ; 2017. Qualité de la datte Deglet-Nour produites sur des sols salés et gypseux dans les oasis des Ziban, *Courrier du savoir* N22.

- ❖ 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.
- ❖ Laib Saad, 2011. Contribution à l'étude de l'influence des types et doses d'engrais phosphatés sur le prélèvement du potassium par une culture de blé dur dans la région d'El Goléa, MEMOIRE, UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA, page 84.
- ❖ Loué André, 1979. Interaction du potassium avec d'autres facteurs de croissance, I.S.S.N.0151-1629. Ingénieur Agronome (INA Paris), page 32.
- ❖ Makhdum, M.I., Pervez, H., Ashraf, M. 2007. Dry matter accumulation and partitioning in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) as influenced by potassium fertilization. *Biol. Fert. Soil.* 43, 295-301.
- ❖ Mansouri. A. Embarek. G. Kokkalou. E. kefalas. P ; (2005). Phenolic profile and antioxidant activity of the Algerian ripe date palm fruit (*Phoenix dactylifera*). *Food chemistry*, 89,411-426.
- ❖ Marschner, P. Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants, 3rd ed.; Academic Press: London, UK, 2012; pp. 178–189.
- ❖ Masmoudi. N ; (2000). Essai de production de biomasse "*Saccharomyces cerevisiae*" à partir des dattes "Ghars". Mémoire d'Ingénieur. Département d'agronomie. Batna.52 p.
- ❖ Martin .P, Dugain F, 1962. Potassium, Calcium Et Magnésium Dans La Nutrition De L'ananas En Guinée, *Fruits -- Vol . 17, N° 5, I . F . A . C . - 0 . R . S . T . O . M*
- ❖ Mhiri A, Le potassium dans les sols de la Tunisie .Atelier sur la gestion de la fertilisation potassique, acquis et perspective de la recherche, Tunisie
- ❖ 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
- ❖ 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, P ; (1973). Le palmier dattier. Ed G-P Maisonneuve, la rose. Paris.
- ❖ Munier. P ; (1973). Le palmier dattier, Ed. Maison-neuve et la rose, paris. 217 p.
- ❖ Nagoudi. Djamila ; (2014). Effet de la congélation sur les caractéristiques des dattes de cultivars Timjoughert et Adela, Bent Qbala.
- ❖ Noui .y ; (2001). L'optimisation de la production de la biomasse "*Saccharomyces cerevisiae*"

- ❖ Osterhuis DM, Loka DA, Eduardo M.Kawakami EM, Pettigrew WT, 2014. The Physiology of Potassium in Crop Production. *Advances in Agronomy Volume 126*, , Pages 203-233
- ❖ Pettigrew, W.T. Potassium influences on yield and quality production for maize, wheat, soybean and cotton. *Physiol. Plantarum* **2008**, 133, 670–681.
- ❖ Prajapati K et Modi HA, 2012. The importance of potassium in plant Growth- A Review. *Indian Journal of Plant Sciences*, pp177-186.
- ❖ Research International, vol.44, pp : 1812 -1822.
- ❖ Rogiers SY, Coetzee ZA, Walker RR, Deloire A, Tyerman SD, 2017 . Potassium in the Grape (*Vitis vinifera* L.) Berry: Transport and Function. *Front Plant Sci.* 27;8:1629.
- ❖ 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 ; (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.
- ❖ 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. **page**7370-7390. 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 protéines de la levu

Annexe

Annexe

Annexe

Composition minérale des palmes (mg/ 1g de matière sèche)

	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻
Témoin	17.8	10.2	42.4	13.32	10.04	4.25
Loulou	30.2	20.46	23.4	40.78	9.23	6.02
Khlel	27.1	18.9	25.12	49.74	7.72	1.51
Bser	26.13	17.5	36.06	20.77	12.03	4.62
Bleh	26.38	16.2	25.22	31.15	6.12	3.83

Composition minérale des dattes s (mg/ 1kg de matière sèche)

	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻
Témoin	61.24	20.28	85.22	39.45	8,3	1,12
Loulou	98	28	33.16	1343.32	9.28	4,23
Khlel	60.32	30.08	28.2	1298.16	5.13	2,51
Bser	26.74	17.38	22.25	1030.41	7,65	4,32
Bleh	40.04	20.36	25.22	987.28	8,22	1,8

Annexe

Composition biochimique des dattes

	pH	Acidité (%)	Sucres totaux (%)	sucres réducteurs (%)	Saccharose (%)	Humidité (%)	Sucres totaux / humidité
Témoin	5,16	4.12	60,93	30.31	30.6	15.62	3.9
Loulou	6,15	3,17	69.12	43.99	25.13	22.69	3.37
Khlel	6,14	3.29	67	38	24.31	21.21	3.22
Bser	5 ,88	5,07	62.31	33.26	29.05	18.45	3.15
Bleh	5,92	4,39	61.25	30.33	30.92	18.97	3.04

Résumé :

La présente étude a pour but l'étude de l'effet de la fertilisation potassique appliquée à différentes stades de maturité sur la qualité de la datte Deglet-Nour.

Les principaux résultats montrent que l'application des engrais potassique améliore la teneur en potassium assimilable du sol et elle contrôle, aussi, le risque d'alcalinisation par la diminution du taux de sodium échangeable.

L'évaluation de la qualité de la datte Deglet-Nour, après l'application des sulfate de potassium, est faveur de l'amélioration de la compositions minérale des palmes et de la qualité des fruits analysés.

- l'épandage du potasse, notamment, aux stades de maturité Louou et khlel contribuent à l'augmentation de la compositions minérale, des sucres, et des teneurs en eaux des fruits analysés.

Mots clés. Ziban, Dattes Deglet-Nour, Fertilisation potassium, Sucres , Consistance.

خلاصة

تهدف الدراسة الحالية إلى دراسة تأثير التسميد البوتاسيوم في مراحل مختلفة من النضج على جودة تمر دقلة-نور

تظهر النتائج الرئيسية أن استخدام سماد البوتاسيوم يحسن محتوى البوتاسيوم القابل للامتصاص في التربة كما أنه يتحكم في خطر التحلل عن طريق الحد من محتوى الصوديوم القابل للتبديل

إن تقييم جودة تمر دقلة-نور ، بعد تطبيق كبريتات البوتاسيوم ، يؤيد تحسين التراكيب المعدنية لأشجار النخيل وجودة الثمار المحللة

يساهم تطبيق البوتاس ، وخاصة في مرحلتها لولو و خلال ، في زيادة التركيبات المعدنية والسكريات ومحتويات مياه الفاكهة -

الكلمات الرئيسية Ziban ، Deglet-Nour Dates ، Potassium Fertilization ، Sugars ، Consistency

Summary :

The present study aims to study the effect of potassium fertilization applied at different stages of maturity on the quality of the Deglet-Nour date.

The main results show that the application of potassium fertilizer improves the assimilable potassium content of the soil and it also controls the risk of alkalization by reducing the exchangeable sodium content.

The evaluation of the quality of the Deglet-Nour date, after the application of potassium sulphate, favors the improvement of the mineral compositions of the palms and the quality of the fruits analyzed.

- the application of potash, especially at the Louou and khlel maturity stages, contributes to the increase in the mineral compositions, sugars, and fruit water contents analyzed.

Keywords. Ziban, Deglet-Nour Dates, Potassium Fertilization, Sugars, Consistency.