



**Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences Exactes et
des Sciences de la Nature et de
la Vie Département des
Sciences Agronomiques
Phoeniculture et techniques de
valorisation des dattes**

MÉMOIRE DE MASTER

Sciences de la Nature et de la Vie Département
des Sciences Agronomiques
Phoeniculture et techniques de valorisation des
dattes

Présenté et soutenu par:
DROUAI Hadjer

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

Jury:

Présenté par **Drouai Hadjer**

Année universitaire: 2019-2020.

Remerciements

Au terme de ce travail,

Je remercie tout d'abord de bon Dieu qui m'a donné le courage et la patience pour terminer ce travail.

Je suis heureuse d'exprimer ici mes remerciements les plus sincères et ma profonde reconnaissance à tous ceux qui de loin ou de près m'ont aidés à réaliser ce travail, en particulier:

- Mon promoteur monsieur **Mr Khachai Salim** d'avoir accepté de diriger ce travail et pour son soutien, ses orientations et pour sa disponibilité durant toute la période du travail.
- Mes vifs remerciements à tous mes enseignants qui ont participé à ma formation.

Hadjer. D



Dédicace

"الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي بِنِعْمَتِهِ تَتِمُّ الصَّالِحَاتُ"

A mes très chers parents « **Ouarda** & **Laala** », source de ma joie de vivre et de mon courage d'avancer.

A ma sœur: **Ahelam**

A mes frères: **Yasser, Sohibe, Saddam, Hossam**

A mes grands pères et grandes mères.

A tous mes amies, particulièrement: **Lina, Wafa, Roumaissa, Chahrazed, Houda, Faten**

A tous ceux que j'aime et je respecte.

Je dédié ce travail

Hadjer



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: méh siemens par centimètre
- V%:taux de saturation
- Na+: sodium
- ITDAS: L'Institut technique du développement de l'agronomie saharienne

Liste des figures

Figure 1: Stade Loulou.....	28
Figure 2: Stade Khlel.....	28
Figure 3: Stade Bser.....	29
Figure 4: Stade «Bleh».....	29
Figure 5: Stade «Tamer».....	30
Figure 6: La situation géographique de la palmeraie d'étude.....	30
Figure 7: le pH-mètre.....	30
Figure 8: conductivité mètre.....	31
Figure 9: Étuve.....	31
Figure 10: Réfractomètre.....	32
Figure 11: solution de Fehling A et B avec le Erlenmeyer.....	34
Figure 12: Balance de Précision.....	35
Figure 13: Pieds à coulisse.....	35
Figure 14: Poids des dattes	37
Figure 15: Poids des noyaux des dattes	38
Figure 16: Indices des poids.....	38
Figure 17: Longueur des dattes	39
Figure 18: Diamètres des dattes	39
Figure 19: Indices de forme.....	40
Figure 20: Longueurs des noyaux des dattes.....	41
Figure 21: Diamètres des noyaux des dattes.....	41
Figure 22: Teneurs en sels.....	42
Figure 23: pH des dattes.....	42
Figure 24: Teneurs des dattes en sucres réducteurs.....	43
Figure 25: Taux des sucres solubles des dattes.....	43
Figure 26: Teneurs en eau des dattes.....	43

Liste des Tableaux

Tableau 01: teneur en eau de quelques variétés de dattes de la région Fliache (Biskra), en%.....	3
Tableau 02: Teneur en sucres de quelques variétés de dattes algériennes de la région des Zibans en de matière sèche.....	4
Tableau 03: composition moyenne en acides aminés de la datte sèche.....	5
Tableau 04: Composition en acides gras de la datte Deglet –Nour, en% de matière grasse.....	5
Tableau 05: Composition vitaminique moyenne de la datte.....	6
Tableau 06: Teneur en composés phénoliques de quelques variétés de dattes algériennes.....	7
Tableau 07: Composition biochimique des noyaux de dattes Irakiennes.....	8
Tableau 08: Critères d'évaluation qualitative.....	9
Tableau 09: Critères d'évaluation organoleptique des dattes.....	10
Tableau 10: Caractéristiques de quelques ions chimiques.....	13
Tableau 11: Teneur du K des minéraux silicatés.....	14
Tableau 12: Niveau de fertilité des sols en K ⁺	16
Tableau 13: Niveau de fertilité des sols	18
Tableau 14: Classes d'état de saturation des sols.....	18

Résumé

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

Les principaux résultats montrent que l'application des engrais potassique est en faveur de l'amélioration les critères morphologiques des fruits analysés. Il est noté que l'ajout du potassium engendre l'amélioration des compositions biochimiques des dattes

Mots clés: Ziban, Dattes Deglet-Nour, Fertilisation potassium, Stades de maturité, les critères morphologiques, des compositions biochimiques.

ملخص

الغرض من هذه الدراسة هو دراسة تأثير التسميد الكلي أو الجزئي بالبوتاسيوم المطبق في مراحل النضج المختلفة على جودة تمور دقلة نور.

أظهرت النتائج الرئيسية أن استخدام الأسمدة البوتاسية لصالح تحسين المعايير المورفولوجية للثمار التي تم تحليلها. يلاحظ أن إضافة البوتاسيوم يؤدي إلى تحسين التركيب البيوكيميائية للتمور

الكلمات الدالة: تمور زيبان ، دجلة نور ، إخصاب بوتاسيوم ، مراحل النضج ، معايير مورفولوجية ، تركيبات كيميائية حيوية.

summary

The purpose of this study is to study the effect of total or fractional potassium fertilization applied at different stages of maturity on the quality of Deglet-Nour dates.

The main results show that the application of potassium fertilizers is in favor of improving the morphological criteria of the analyzed fruits. It is noted that the addition of potassium results in the improvement of the biochemical compositions of dates

Keywords: Ziban, Deglet-Nour dates, Potassium fertilization, Stages of maturity, morphological criteria, biochemical compositions.

Sommaire

Remerciement

Dédicace

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste d'abréviations

Résumé

Introduction générale

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LE PALMIER DATTIER

I- Filière des dattes en Algérie.....	2
II- Description de la datte	2
III- Classification des dattes	3
A- Dattes molles	3
B- Dattes demi –molles	3
C- Dattes sèches	3
IV- Composition biochimique de la datte	3
1- Composition biochimique de la partie comestible "Pulpe".....	3
A- Eau	3
B- Sucres	4
C- Acides aminés	4
D- Acides gras.....	6
E- Fibres	6
F- Composés phénoliques	6
G- Protéines	7
H- Lipides	7
I- Enzymes	8
2- Composition biochimique de la partie non comestible "Noyau ".....	8
V- Critères et normes Algérienne d'évaluation de la qualité.....	9
VI- Critères d'évaluation organoleptique.....	10
VII- Critères et normes Algérienne d'évaluation de la qualité.....	11
VIII- Problèmes du secteur dattier en Algérie.....	12

Chapitre II: Généralités sur le potassium

Généralités sur le potassium	13
I- Propriétés chimiques du potassium	13
II- Origine du potassium	14
1- Potassium des minéraux silicatés	14
2- Potassium échangeable.	15
3- Potassium rétrogradé.	15
4- Potassium associé aux matières organiques.	15
5- Engrais potassiques	15
III- Teneur du sol en potassium total	16
IV- Critères d'évaluation de la richesse des sols en potassium : C.E.C	17
1- Potassium échangeable	18
2- Taux de saturation	18
3- Dynamisme et disponibilité du potassium dans le sol	19
4- Facteurs de disponibilité du potassium dans le sol	19
V- Rôles du potassium dans le fonctionnement métabolique de la cellule végétal.	20
VI- Alimentation des plantes en potassium	22
1- Pompe sodium-potassium ou Na⁺, K⁺ ATPase	23
2- Phénomène d'antagonisme	24
3- Phénomène de synergie	24
4- Carence et toxicité potassique	25
Chapitre III: Matériels et Méthodes	
1- Matériel végétal	27
2- Dispositif expérimental	27
3- Stades de maturité de la datte	27
4- Échantillonnage	30
5- Analyses biochimiques des dattes	30
6- Analyses physiques des dattes	34

Chapitre IV: Résultats et Discussion

I. Effet de la dose potassique sur les critères physiques des dattes.....	36
1. Poids des fruits	36
2. Poids des noyaux	36
3. Indice des poids	37
4. Longueurs des dattes	38
5. Diamètres des dattes	38
6. Indices de forme	39
7. Longueurs des noyaux	40
8. Diamètres des noyaux	40
II. Effet de la dose potassique sur les critères biochimique des dattes	41
1. Teneurs en sels	41
2. pH des dattes	41
3. Teneurs des dattes en sucres réducteurs	42
4. Taux des sucres solubles des dattes	42
5. Teneurs en eau des dattes	43
Conclusion Générale	45
Références bibliographiques	

Introduction Générale

Introduction Générale

Les plantes ont besoin de nourriture pour la croissance. Les éléments nutritifs sont portés sous formes d'engrais chimique ou organique pour augmenter le rendement des cultures et la qualité des fruits. Pour Kant et Kafkafi,(2002) et Marschner et Marchner (2011), l'importance des engrais potassique pour l'augmentation de la production agricole a été également démontré, ce qui a engendré par conséquent une forte consommation de potasse et une augmentation considérable de son utilisation dans la plupart des régions du monde (Awatef,2015).

La différenciation entre les formes de potassium dans le sol est fondée sur leur disponibilité vis-à-vis des plantes. Cependant, des modèles conceptuels de compartiments de potassium ont été mis au point par certains auteurs (**; Loué, 1977 ; Mhiri, 2002**): le potassium échangeable et soluble dans la solution du sol représentent la forme facilement accessible aux plantes. Tandis que le potassium total (des minéraux) et le potassium rétrogradé dans les surfaces des argiles (**Boyer, 1973**). Selon **Mrechedal et al, (2016)**, le potassium de constitution des édifices cristallins des argiles représentent plus de 95% du potassium total des sols argileux.

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

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

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

Chapitre I: Généralités sur le palmier dattier

I- Filière des dattes en Algérie

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

Les oasis Algériennes disposent de plus de 800 cultivars recensés (Acourene.S, 2007). Elles sont réparties dans les zones du Sud-est (Biskra, El-oued et Ouargla), Sud-ouest (Bechar, Adrar), Centre-extrême-sud (Ghardaia, Tamanrassat, Tindouf, Illizi) et d'autres zones éparses. Néanmoins, la répartition potentielle du palmier dattier se trouve dans le Sud-est qui abrite près de 60% du patrimoine national. La variété Deglet-Nour occupe plus de 60% du nombre total du palmier (Merrouchi.I, et al, 2006) dont le fruit est soumis à des spéculations dans sa commercialisation.

La production en dattes est consommée, pour la grande partie, à l'intérieur du pays, dans la mesure où les exportations de l'Algérie en dattes, déclarées officiellement, sont estimées annuellement entre 4 et 5% de la production totale nationale (Zeddour.H, 2011). Actuellement, la dattes Deglet Nour est devenue un luxe pour la plupart de la population Algérienne et ce, malgré l'extension de la superficie phoenicicole et l'augmentation de la production. Cette situation a pour origine plusieurs raisons: structurelles, commerciales et techniques (Merrouchi et al, 2015).

II- Description de la dattes

La dattes, 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 dattes, 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 dattes 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. (Djouidi, 2013).

III- 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.

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

B- Dattes demi –molles: leur teneur en eau varie entre 20 à 30%, elles sont riches en Saccharose.

C- Dattes sèches: leur teneur en eau est moins de 20%, elles sont à base de saccharose (Nagoudi 2014).

IV- Composition biochimique de la datte

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.

A- Eau La teneur en eau est en fonction des variétés, du stade de maturation et du climat. Elle varie entre 8et 30% du poids de la chair fraîche avec une moyenne d'environ 19% (Noui, 2001)

Tableau 01: teneur en eau de quelques variétés de dattes de la région Fliache (Biskra), en% (Noui, 2001)

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

B- 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 (**Estanove, 1990 ; Acourene et Tama, 2001**). 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 02: Teneur en sucres de quelques variétés de dattes algériennes de la région des Zibans en de matière sèche% (Acourene et Tama, 2001)

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

C- Acides aminés: Les dattes sont caractérisées par une faible teneur en protéines (tableau7). 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 03: 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

D- 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 8). Cette teneur diminue progressivement au stade routab pour atteindre une valeur de 1,97% de matière sèche au stade tamar.

Tableau 04: 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)

E- 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 (tableau10). Ce sont des précurseurs immédiats des coenzymes indispensables à presque toutes les cellules vivantes et jouent un rôle primordial (Vilkas, 1993).

Tableau 05: Composition vitaminique moyenne de la datte sèche (Favier et al, 1995).

Vitamines	Teneur moyenne pour 100g
Vitamine C	2,00mg
Thiamine (B₁)	0,06mg
Riboflavine (B₂)	0,10mg
Niacine (B₃)	1,70mg
Acide pantothénique (B₅)	0,80mg
Vitamine (B₆)	0,15mg
Folates (B₉)	28,00µg

F- 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).

G- Composés phénoliques: La datte renferme des substrats dits composés phénoliques (Mansouri et al. 2005)

Tableau 06: 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**)

H-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, glycolle, proline et sérine.

I- 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%) (Saliha, 2009)

J- 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 chaines 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)

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 Corné, protégé par une enveloppe cellulósique (**Espiard, 2002**). Le tableau (12) révèle la composition biochimique des noyaux de dattes irakiennes.

Tableau 07: 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**). (**Djoudi Imene. Magister, 2013**)

V- Critères et normes Algérienne d'évaluation de la qualité

La qualité de la datte est caractérisée du point de vue biométrique, minérale, de sa composition biochimique, aussi que du taux d'infection.

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

Tableau 08: Critères d'évaluation qualitative

Longueur du fruit	Réduite	< 3,5 cm	Mauvais caractère
	Moyenne	3,5 – 4 cm	Acceptable
	Longue	> 4 cm	Bon caractère
Poids du fruit	Faible	< 6 g	Mauvais caractère
	Moyen	6 – 8 g	Acceptable
	Elevé	> 8 g	Bon caractère
Poids de pulpe	Faible	< 5 g	Mauvais caractère
	Moyen	5 – 7 g	Acceptable
	Elevé	> 7 g	Bon caractère
Diamètre du fruit	Faible	< 1,5 cm	Mauvais caractère
	Moyen	1,5 – 1,8 cm	Acceptable
	Elevé	> 1,8 cm	Bon caractère
Humidité	Très faible	< 10%	Mauvais caractère
	Moyenne	10 – 24%	Bon caractère
	Elevée	25 – 30%	Acceptable

	Très élevée	> 30%	Mauvais caractère
Ph	pH acide	< 5,4	Mauvais caractère
	Compris entre	5,4 – 5,8	Acceptable
	Supérieur	> 5,8	Bon caractère
Sucres totaux	Faibles	< 50%	Mauvais caractère
	Moyennes	60 – 70%	Acceptable
	Elevés	> 70%	Bon caractère

VI- Critères d'évaluation organoleptique

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

Tableau 09: Critères d'évaluation organoleptique des dattes

Teste	Caractère	Notation
sucrosité	Très	4
	Sucré	3
	Légèrement sucré	2
	Non sucré	1
	Excellent	4
	Saveur perçue (suield'identification)	3
	Un faible niveau de saveur (légèrement déplaisant)	2
	Aucunimpressionpercue	1
	Faible résistance à la fermenté lors de la mastication	4
	Ferme	3

Moyennement ferme	2
Grand résistance à la déformation (très ferme)	1
Très caractéristiques	4
Caractéristiques	3
Peu caractéristique	2
Absence d'arome	1
Très bonne	4
Bonne	3
Passable	2
Très altéré	1

VII- Critères et normes Algérienne d'évaluation de la qualité

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

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

VIII- Problèmes du secteur dattier en Algérie

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

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

Chapitre II.
Généralités sur le
potassium

Généralités sur le potassium

Les engrais sont des substances chimique ou organique destinés a apporté aux plantes des compléments de éléments nutritifs, de façon a amélioré leur croissances et a augmenté le rendement des cultures et la qualité des produite. Selon (**Kant et Kafkafi, 2002**), 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 (**Awatef, 2015**). Le potassium K^+ joue un rôle important dans la synthèse, la transformation et le transport des assimilables vers les graines, c'est pourquoi sa carence se ressent par un faible poids des graines, elle joue un rôle important dans la résistance a un certain nombre de stress dont la sécheresse, les insectes et les maladies (**Lerot, 2006**). Selon (**Hilali, 2002**), le potassium intervient dans certain processus physiologique chez la plante, il peut jouer un rôle d'un stabilisateur de PH il équilibré les anions mobile dans le xylème et le phloème. Selon les mêmes auteurs, le K^+ joue un rôle osmo-régulaire indispensables pour le maintien du statut d'eau dans les cellules, il intervient dans la réduction de la transpiration. Aussi l'ouverture des stomates est conditionnée par une concentration élevée en K^+ dans les cellules.

I- Propriétés chimiques du potassium

Le potassium est l'élément chimique de numéro atomique 19, de symbole K du latin (kalium). C'est un métal alcalin mou, d'aspect blanc métallique, légèrement bleuté, que l'on trouve naturellement lié à d'autres éléments dans de nombreux minéraux. Il s'oxyde rapidement au contact de l'air et réagit violemment avec l'eau. Il ressemble chimiquement au sodium. Le symbole K fait référence au latin kalium, lui-même forgé à partir de l'arabe al-qalyah « cendre de plantes ». Potassium se dit aussi kalium en allemand et dans d'autres langues germaniques. Cet élément représente environ 2,58% du poids total de la croûte terrestre, dont il est un des sept éléments les plus abondants.

Le rayon hydraté détermine l'aptitude de l'ion à se localiser dans les cavités inter foliaires des minéraux argileux (Tablea10).

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
Mg⁺⁺	0.16	0.64

(Source: Mhiri: 2002)

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

II- Origine du potassium

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

1- Potassium des minéraux silicatés

Le potassium est plus rencontré dans les minéraux silicatés: les micas, les feldspaths potassiques et certaines argiles comme les illites sont très riches en K⁺. Cette forme de potassium constituant des matériaux silicatés représente 98% du poids total de cet élément dans les sols (Mhiri, 2002).

Selon (Li 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: Teneur du K des minéraux silicatés

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

(Source: Mhiri: 2002)

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

2- Potassium échangeable.

Le potassium échangeable est à la fois le potassium solubilisé et le potassium absorbé sur les colloïdes argilo-humiques.

La proportion de K^+ échangeable représente 90% ou plus du potassium absorbé, 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.

3- Potassium rétrogradé.

Le potassium est rétrogradé quand les ions K^+ passent de la surface externe des argiles pour être insinués à l'intérieur, entre les feuillets d'argile surtout les argiles gonflants (les montmorillonites et les illites).

La rétrogradation des ions K^+ rend leur disponibilité difficile. Cette rétrogradation se fait quand le pH du sol augmente, en période de dessiccation et lorsque la présence d'ions calcium augmente dans la solution du sol (**Mhiri, 2002**), cependant ce processus n'est pas irréversible.

La libération des ions K^+ peut se faire en période d'humectation et surtout aussitôt que la réserve d'ions K^+ pour les plantes diminue au cours de l'absorption par les racines.

4- Potassium associé aux matières organiques.

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

5- Engrais potassiques

Le potassium industriel se présente sous forme d'engrais simple et composé Ils peuvent être apportés sous formes d'engrais binaire ou ternaire mais sous forme d'engrais très complexe.

Les principaux composés potassiques sont: le K_2SO_4 , KCl ou le NPK. Ce type d'engrais est couramment appliqué pour l'enrichissement du sol et satisfaire le besoin de la culture en cette élément, notamment dans les stades de floraison et fructification.

Les engrais potassiques ont tous la même efficacité du point de vue du potassium:

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

III- Teneur du sol en potassium total

Cette teneur est très variable selon la texture et la minéralogie des argiles. Elle peut atteindre 2% en masse de la terre sèche (**Mhiri, 2002**).

La teneur est estimée souvent à 20000 ppm dans la composition structurale du sol (**Prajapati and Modi, 2012**). La teneur du sol en potassium total n'a pas de signification agronomique directe. Les sols à texture fine sont potentiellement plus riches en potassium total tandis que les sols sableux sont généralement pauvres.

La capacité d'échange cationique des sols (C.E.C meq/100g de sol) est un indicateur de richesse potentielle en potassium total.

Le potassium échangeable (biodisponible = assimilable) est la somme du K adsorbé (surface des argiles, matière organique) et du K en solution.

Le potassium soluble est mesuré sur l'extrait de pâte saturée au laboratoire. L'échelle suivante permet de classer les sols en fonction de leur teneur en K soluble (Tableau12)

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

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

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.

1- 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.

2- 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).

IV- Critères d'évaluation de la richesse des sols en potassium: 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)

1- 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

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 5) 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)

3- 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.

4- Facteurs de disponibilité du potassium dans le sol

Selon **Kronzucker et al, (2008)** ; **Li et 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.

V- 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 assimilats vers les organes de réserve (bulbes et tubercules). Pour ces raisons, il est particulièrement important pour les

cultures de type pomme de terre, betteraves.

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

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

La potasse aide aussi les tiges des plantes à rester rigides.

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

Les enzymes servent de catalyseurs pour les réactions chimiques, étant utilisées mais non consommées dans le processus. Ils rassemblent d'autres molécules dans 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.

VI- Alimentation des plantes en potassium

En effet, de nombreuses plantes absorbent fréquemment plus de potassium que l'azote et le phosphore, Il est extrait en grandes quantités par des systèmes de culture intensive

(**Panaullah et al, 2006**) et est donc régulièrement appliqué aux terres agricoles dans de nombreuses régions (**Rangel, 2008**). Sur les céréales, une fertilisation potassique permet une augmentation du rendement et de la qualité des graines. Le

potassium permet, aussi, l'augmentation de la résistance des plants aux maladies (**Ouedraogo, 2013**). En effet, les quantités insuffisantes en cet élément affectent la croissance et le rendement. En revanche, un excès de potassium peut accroître le risque de carence en magnésium (**Mpika et al, 2015**). Actuellement, la différenciation entre les formes de potassium dans le sol est fondée sur leur disponibilité vis-à-vis des plantes. Cependant, des modèles conceptuels de compartiments de potassium ont été mis au point par certains auteurs (; **Loué, 1977 ; Mhiri, 2002**): le potassium échangeable et soluble dans la solution du sol représentent la forme facilement accessible aux plantes. Tandis que le potassium total (des minéraux) et le potassium rétrogradé dans les surfaces des argiles (**Boyer, 1973**). Selon **Mrechedal et al, (2016)**, le potassium de constitution des édifices cristallins des argiles représentent plus de 95% du potassium total des sols argileux. En oasis des Ziban des les sols gypseux sont occupés par le palmier dattier. Ces sols sont dépourvus en éléments nutritifs (**Huoiani, 2016**). Cette pauvreté pourrait par conséquent engendrée des dattes de qualité médiocre affectant la commercialisation et exportation de ce fruit, notamment la datte Deglet-Nour (**khechai et Daoud, 2016**).

Des échanges entre la phase solide et la phase liquide (solution) du sol ont lieu en permanence, permettant le prélèvement de cet élément par les racines.

On estime que seulement 10 à 20% de la nutrition des cultures est assurée à partir du K^+ échangeable (en solution et adsorbé) (**Kaiser et al, 2016**).

Le reste des besoins de la plante en potassium est donc assuré par les autres sources disponibles (libération par les matières organiques, par l'écartement des feuillets d'argile, par l'altération des minéraux silicatés potassiques).

1- Pompe sodium-potassium ou Na^+ , K^+ ATPase

C'est est une protéine transmembranaire dont l'activité enzymatique utilise l'énergie issue de la dégradation de l'ATP en ADP et phosphate inorganique pour transporter des ions potassium et sodium contre leur gradient de concentration.

Elle joue un rôle dans le maintien du potentiel de repos des cellules (**Mills et al, 1985**). La pompe permet d'échanger les ions sodium (Na^+) issus du milieu intracellulaire avec les ions potassium K^+ issus du milieu extracellulaire dans un rapport précis ($3 Na^+/2 K^+$).

Cette pompe est responsable du rétablissement de l'équilibre initial après un potentiel d'action (**Bose et al, 2017**).

2-Phénomène d'antagonisme

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

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

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

3- Phénomène de synergie

Selon (**Oosterhuis et al, 2014**), Il existe une interaction entre azote et potassium, dans le sens où la plante mieux nourrie en azote aura plus de besoin en potassium.

L'azote a pour effet d'augmenter l'indice foliaire d'une culture. Pour maintenir la turgescence de cette surface foliaire et des tiges et racines, la plante a besoin d'une plus grande quantité de potassium. Il faut de plus noter le phénomène d'absorption sélective des ions par les racines: les végétaux semblent « préférer » les ions K^+ aux ions Ca^{++} .

4- 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.

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.

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

Les toxicités en potassium n'existent pas vraiment. Toutefois, des niveaux de potassium excessifs peuvent entraîner des antagonismes qui mènent à d'autres types de carences, comme une carence en magnésium ou en calcium, et rend les végétaux plus sensibles aux maladies et aux parasites de toutes sortes.

Si cela se produit, il est préférable de faire tester la teneur en éléments nutritifs du substrat et du tissu végétal, et d'ajuster le programme de fertilisation ou le taux d'application.

Chapitre III:

Matériels &

Méthodes

1- Matériel végétal:

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

2- Dispositif expérimental:

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

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

Le plan suivant illustre la répartition de fractionnement de l'engrais:

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

Palmier 2: 100% de apport au stade (Loulou).

Palmier 3: 50% + 50% de K_2SO_4 apporté fractionné et appliqué pour chaque deux stade (Loulou et Khlel).

Palmier 4: 100% de apport au stade (Khlel).

Palmier 5: 50% + 50% de K_2SO_4 apporté fractionné et appliqué pour chaque deux stade (Khlel et Bser).

Palmier 6: 50% + 50% de K_2SO_4 apporté fractionné et appliqué pour chaque deux stade (Khlel et Bleh).

Palmier 7: 50% + 50% de K_2SO_4 apporté fractionné et appliqué pour chaque deux stade (Loulou et Bser).

Palmier 8: 50% + 50% de K_2SO_4 apporté fractionné et appliqué pour chaque deux stade (Loulou et Bleh).

Palmier 9: 100% de apport au stade (Bser).

Palmier 10: 50% + 50% de K_2SO_4 apporté fractionné et appliqué pour chaque deux stade (Bser et Bleh).

Palmier 11: 100% de apport au stade (Bser).

3- Stades de maturité de la datte:

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

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



Figure 1. Stade Loulou

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



Figure 2. Stade Khlel

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



Figure 3: Stade Bser

D. Bleh ou Routab: Ce stade se caractérise par:

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



Figure 4: Stade «Bleh»

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



Figure 5. Stade «Tamer»

4- Échantillonnage:

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



Figure 6: La situation géographique de la palmeraie d'étude (Source: Google earth)
(34°39'33''N, 5°21'47''E)

5- Analyses biochimiques des dattes

A- Détermination de pH

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



Figure 7: le pH-mètre

B- Détermination de la conductivité électrique (CE):

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



Figure 8: conductivité mètre

C- Teneur en eau:

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

- Peser 5 fruits → P_1
- Sécher à l'étuve à 70°C pendant 18 h.
- Peser les après le séchage → P_2

$$\text{Teneur en eau\%} = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100$$



Figure 9: Étuve

D- Dosage des sucres totaux:

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

Mode opératoire:

- Peser 10g de pulpe de dattes coupées en petits morceaux dans un bécher y ajouter 100ml d'eau distillé
- Chauffer au bain marie pendant 30 mn agitant de temps en temps avec une baguette de verre puis refroidir.
- Ajouter l'eau distillée jusqu'à ce que la totalité du contenu du bécher soit approximativement de 100 ml, mélanger après une attente de 20mn.
- Appliquer une petite goutte de la prise d'essai qui couvre uniformément aux instructions opératoires de l'appareil.

Expression de résultats:

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

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

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.



Figure 10: Réfractomètre

E- Dosage des sucres réducteurs:

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

Mode opératoire:

Dans une première étape, étalonner la liqueur de Fehling à l'aide d'une solution de

glucose à 5%. Ensuite, par comparaison, on détermine la quantité de sucres contenue dans l'extrait de datte.

Etalonnage:

- Introduire dans un Erlenmeyer:
 - 10ml de solution de Fehling A
 - 10ml de solution de Fehling B
 - 30ml d'eau distillée
- Verser en très petites quantités, la solution de glucose à 5% contenue dans une burette graduée, jusqu'à la décoloration complète de la liqueur de Fehling et la formation d'un précipité Cu_2O rouge.

Dosage:

- *remplacer la solution de glucose par l'extrait préparé et dilué
- introduire dans un Erlenmeyer:
 - 10ml de solution de Fehling A
 - 10ml de solution de Fehling B
 - 30ml d'eau distillée. verser en très petite quantité, l'extrait préparé et dilué contenu
- Opérer comme précédemment

Expression des résultats:

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

Soit:

R: la quantité de sucres réducteurs en g /litres

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

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

F: facteur de dilution



Figure 11: solution de Fehling A et B avec le Erlenmeyer

6- Analyses physiques des dattes

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

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



Figure 11: Balance de Précision



Figure 12: Pieds à coulisse

Chapitre IV:

Résultats et

discussion

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

1. Poids des fruits

L'analyse de la figure 13 montre que la fertilisation potassique influe négativement sur le poids des fruits. Les résultats varient de 7,77 à 13,24 g, tandis que les dattes témoins ont des poids de 13,64 g. A ce sujet, on remarque que les poids peuvent avoir après un apport potassique aux stades de maturité (Loulou - Bser), (loulou) un poids de 13,24g.

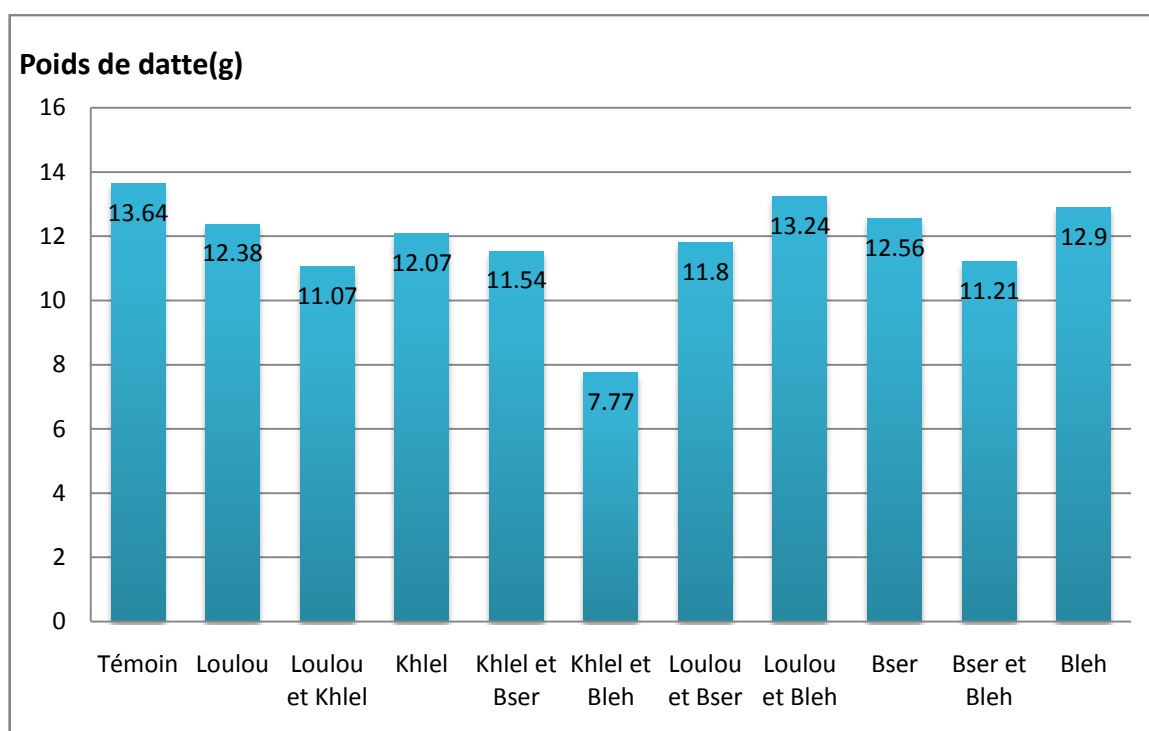


Figure 13: Poids des dattes (g)

2- Poids des noyaux: L'examen de la figure 14 révèle que la fertilisation potassique produit des noyaux des dattes de faibles poids comparativement aux noyaux des dattes témoins (0,88g). Ce résultat confirme la fertilisation la nutrition potassique n'a pas un effet positif sur le poids des noyaux. Également, on note que la fertilisation fractionnée produit les poids les plus faibles, inférieurs à 1g, notamment, aux stades de maturité (Khlel - Bleh), (Loulou - Bser) et (Loulou - Khlel).

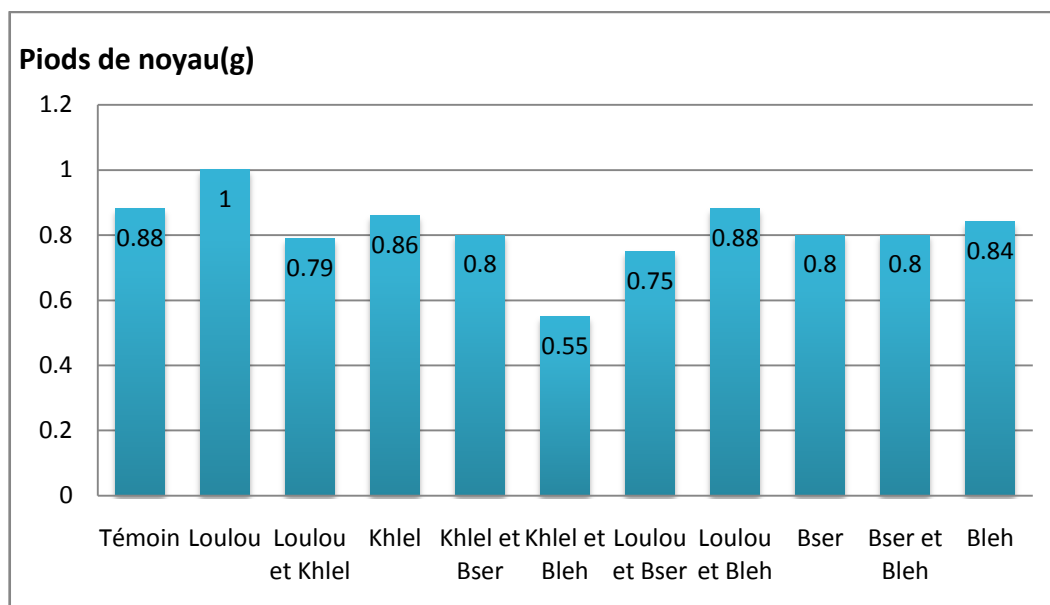


Figure 14: Poids des noyaux des dattes (g)

3- **Indice des poids:** Les données de la figure 15 mettent en évidence que les valeurs des indices des poids (rapport des poids des fruits et noyau) sont plus faibles par rapport aux dattes témoins. Les indices des poids les plus importants sont signalés pour les dattes subissant une fertilisation potassique aux stades de maturité (Loulou - Bser) (Bser) et (Bleh).

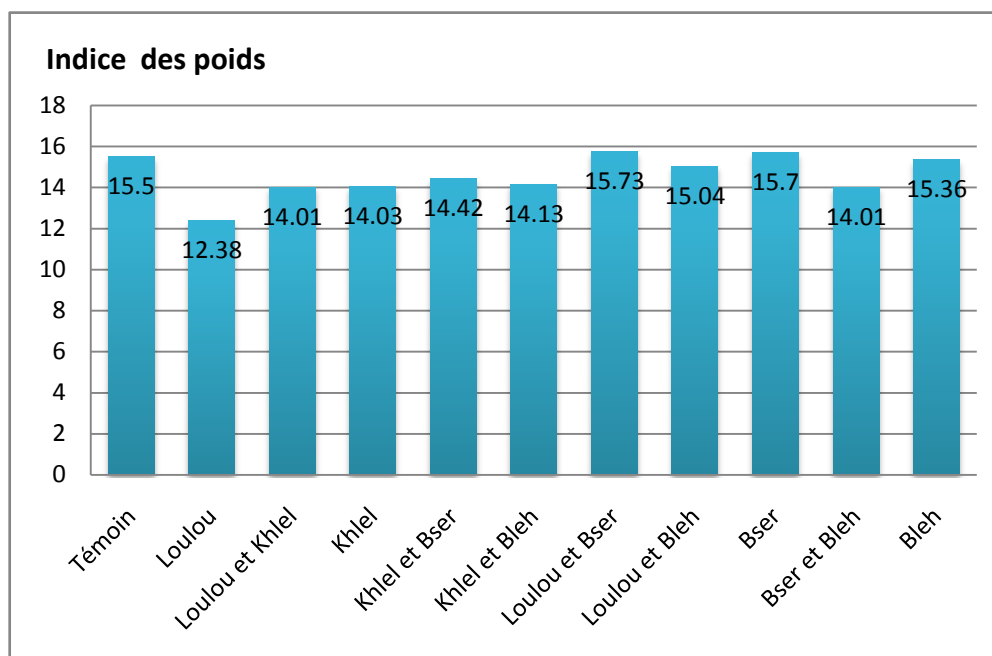


Figure 15: Indices des poids

4- Longueurs des dattes: Les données de la figure 16 relatives aux longueurs des dattes, révèlent que les fruits produits après la fertilisation potassique présentent des longueurs variant entre 3,54 et 4,48 cm, cependant les dattes témoin ont des longueurs de 4,49 cm. On conclue donc que la fertilisation potassique n'a pas un effet positif sur ce paramètre.

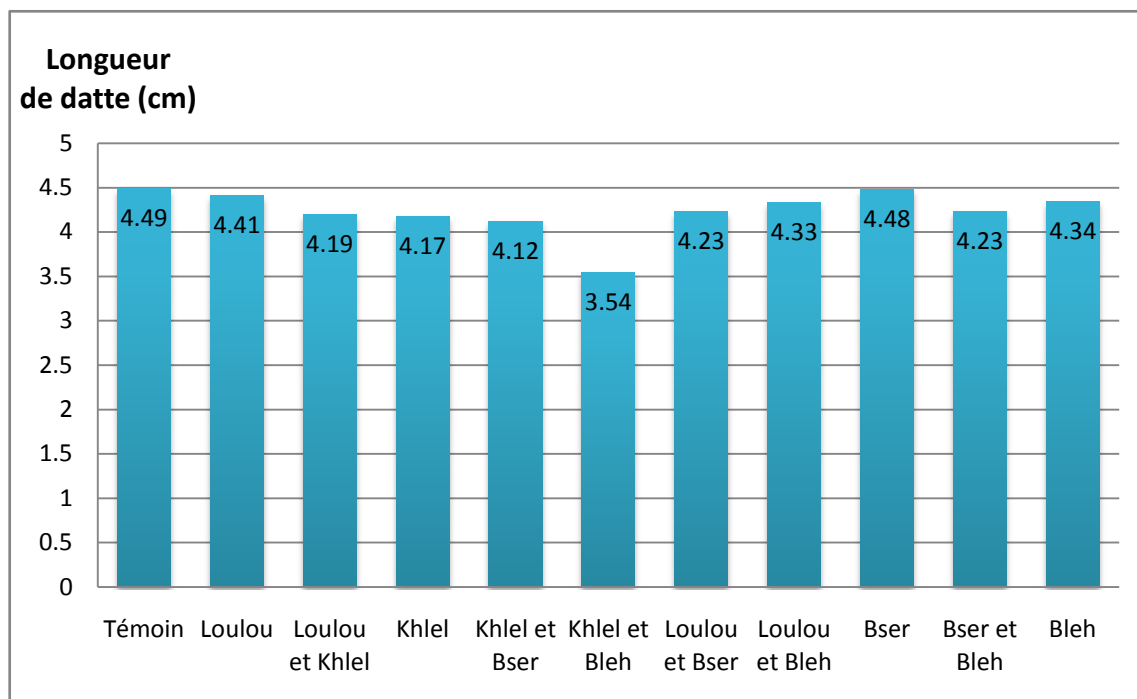


Figure 16: Longueur des dattes (cm)

5- Diamètres des dattes: Les données de la figure 17 montrent que les dattes obtenues après l'application de la fertilisation potassique présentent des diamètres qui oscillent entre 1,63 et 2,11 cm en revanche ceux des dattes témoins sont à l'ordre de 2,09 cm. les valeurs les plus importantes sont relatives aux dattes produites après l'application de la fertilisation potassique aux stades de maturité (Loulou), (khlal) et (Bser).

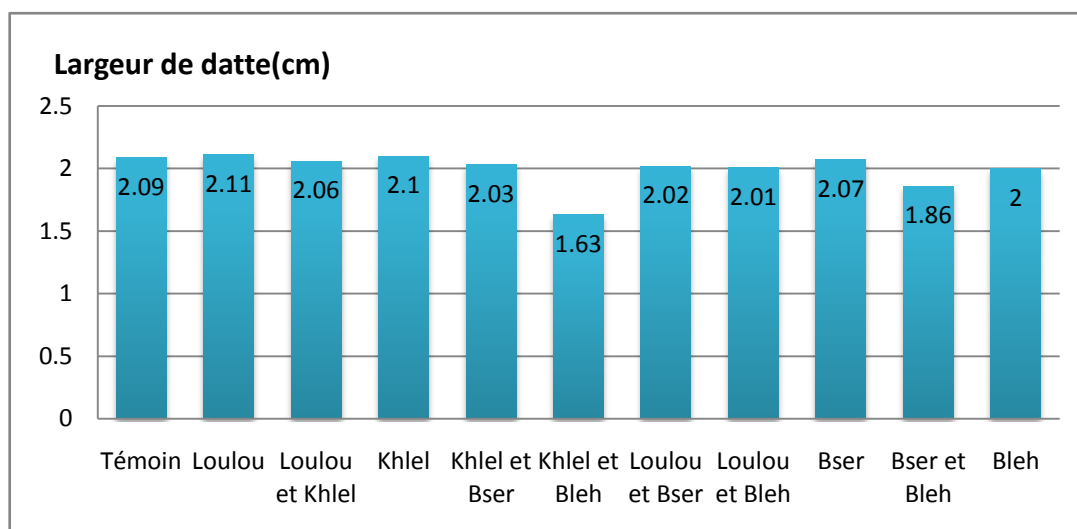


Figure 17: Diamètres des dattes (cm)

6- Indices de forme: Les indices de forme (rapport de la longueur et le diamètre de la datte) indiqués par la figure 18 révèlent que les valeurs les plus importantes sont obtenues aux stades de maturité (Bser - Bleh), (Bleh) et (Khlel - Bleh) avec des valeurs respectivement de 2,27, 2,17 et 2,17. Ceci atteste l'effet significatif de la fertilisation sur cet indice par rapport aux indices des dattes témoins (2,09).

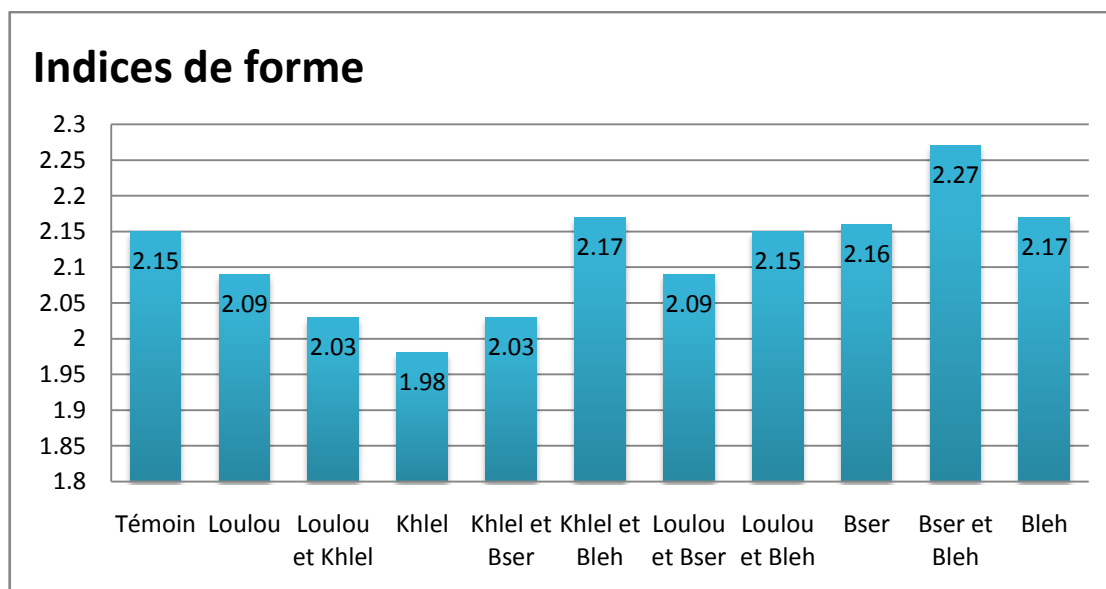


Figure 18: Indices de forme

7- Longueurs des noyaux: L'examen des histogrammes de la figure 19 représentant la longueur des noyaux des dattes analysées, exprime que les valeurs les plus importantes de cette grandeur obtenues après l'ajout de l'engrais potassique, notamment, aux stades de maturité (Loulou),(Loulou-Bser) et (Khlal) avec des valeurs respectivement de 2,62- 2,47 et 3 cm. Tan disque les noyaux des dattes témoins présentent les résultats les plus importants avec 2.79 cm.

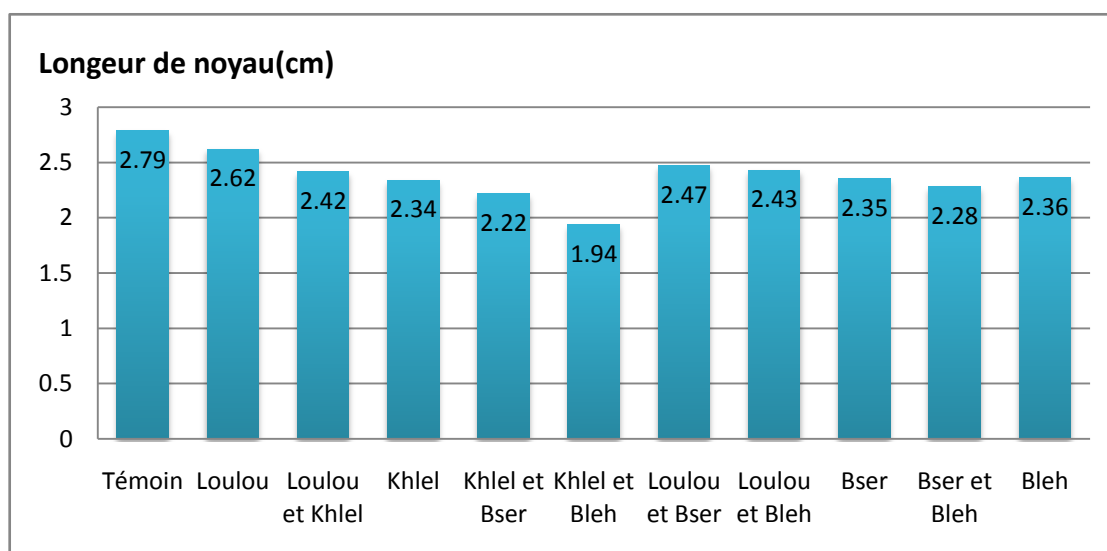


Figure 19: Longueurs des noyaux des dattes (cm)

8- Diamètres des noyaux: L'examen de la figure 20 représentant le diamètre des noyaux des dattes analysées, exprime que les valeurs les plus importantes de cette grandeur sont obtenues après l'ajout de l'engrais potassique, notamment, au stade de maturité (Bleh) avec une valeur de 1,02 cm. Tan disque les noyaux des dattes témoins présentent résultats faible avec 0.69 cm.

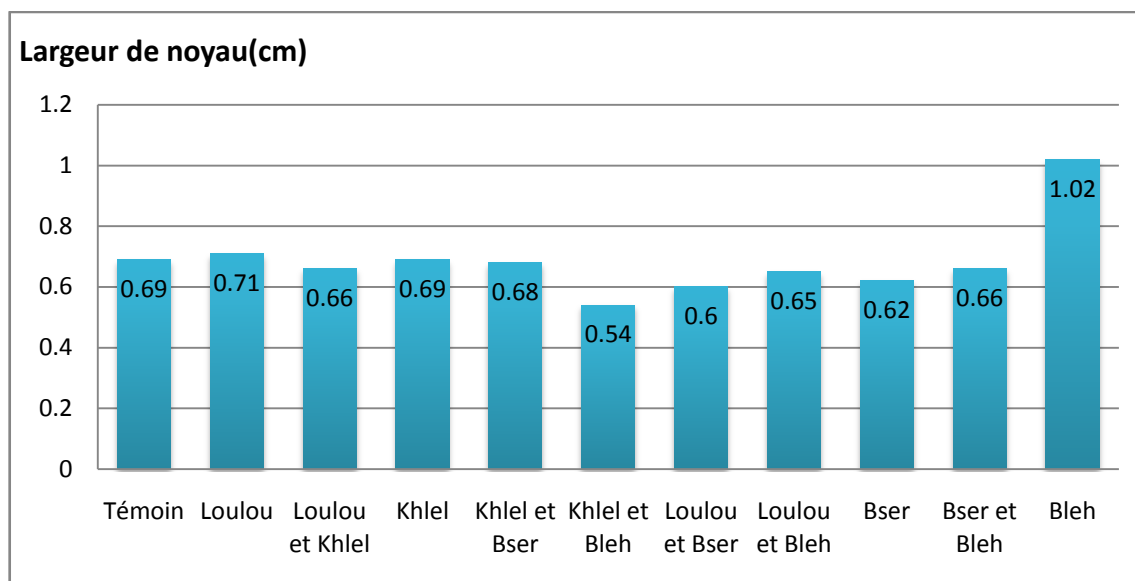


Figure 20: Diamètres des noyaux des dattes (cm)

II. Effet de la dose potassique sur les critères biochimique des dattes:

1- Teneurs en sels: L'examen de la figure 21 montre que les dattes analysées présentent des teneurs en sels compris entre 2,86 et 2 ds/m pour les dattes récoltées après l'application de la fertilisation potassique par rapport aux dattes témoins qui montrent des conductivités électriques (CE) de 2,4 ds/m. En effet, on note que les dattes récoltées après l'ajout du potassium aux stades de maturité (Loulou et Khlel) présentent les teneurs les plus faible en sels.

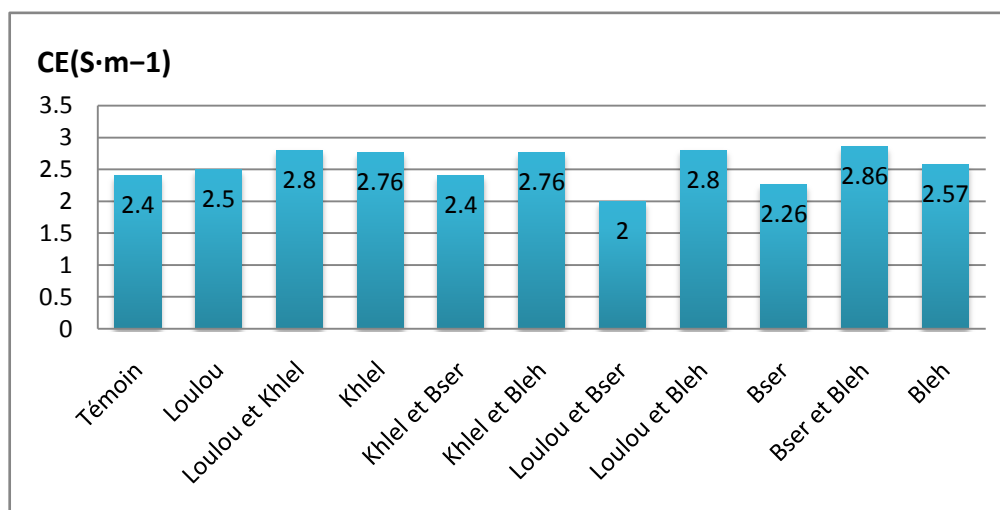


Figure 21: Teneurs en sels (ds/m)

2- pH des dattes: L'analyse de la figure 22 révèle que les dattes récoltes après la fertilisation potassique ont des pH compris entre 5.92 et 5.37, en opposé les dattes témoins ont un pH 5.09. Il semble que la fertilisation potassique aux stades maturité

(Loulou-Bleh) induit l'augmentation du pH par contre une diminution de cette grandeur est motionnée pour les autres stades de maturité de la datté.

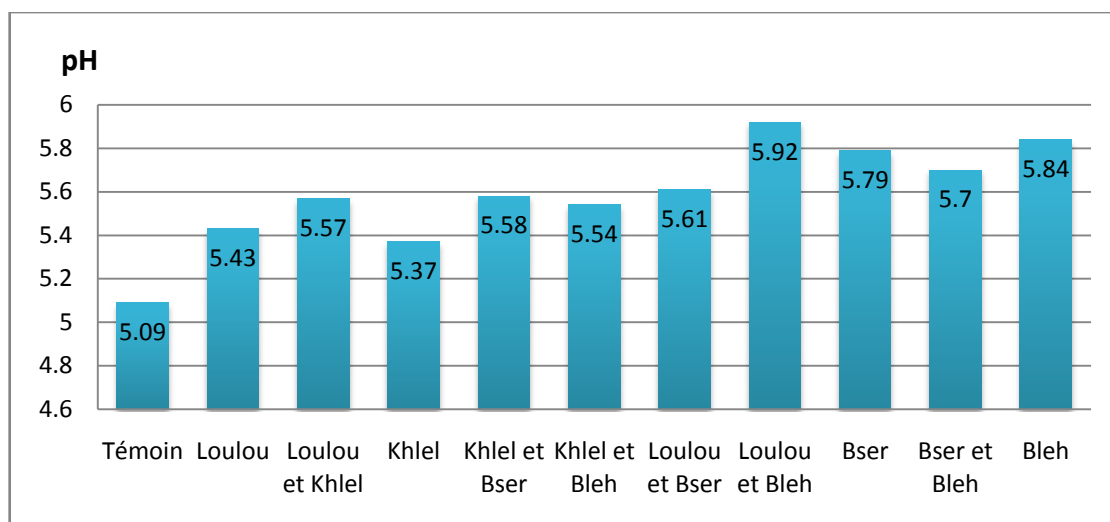


Figure 22: pH des dattes

3- **Teneurs des dattes en sucres réducteurs:** L'examen de la figure 23 révèle que les teneurs en sucres réducteurs augmentent après l'application du potassium, particulièrement, aux stades de maturité (Bser-Bleh) et (Bleh). Les teneurs des dattes en sucres réducteurs à ce stade sont 2,45 et 11,65 tandis que elles sont de 8% pour les dattes témoins.

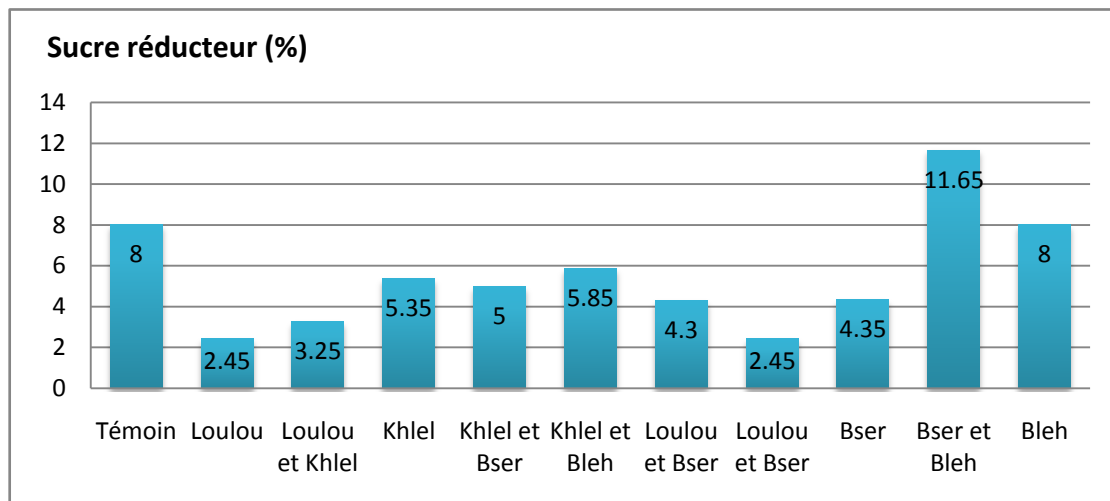


Figure 23: Teneurs des dattes en sucres réducteurs

4- **Taux des sucres solubles des dattes:** Les données représentées par la figure 24 révèlent que taux des sucres solubles des dattes ne soient pas trop affectées par l'application de la fertilisation potassique. A ce propos ; on note que les teneurs en eau des dattes produites après l'addition du potassium sont comprises entre 11,43 et 9,77% tandis que celles des dattes témoins sont à l'ordre de 9,4%.

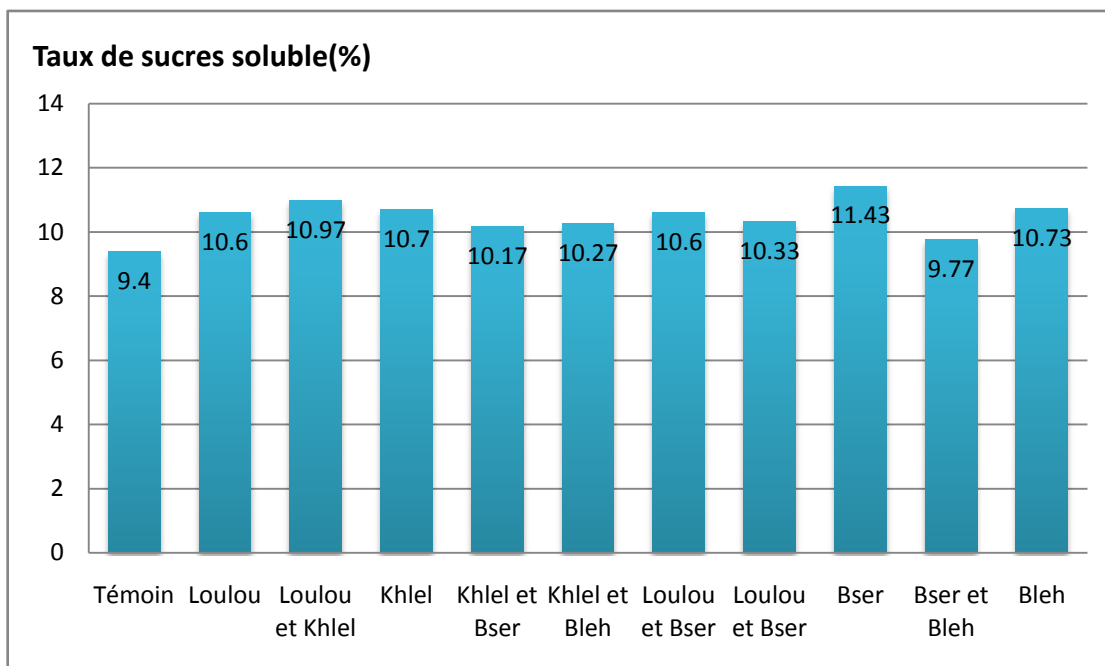


Figure 24: Taux des sucres solubles des dattes

5- **Teneurs en eau des dattes:** Les données représentées par la figure 25 révèlent que les teneurs en eau des dattes sont influencées par l'application de la fertilisation potassique. A ce propos ; on note que les teneurs en eau des dattes produites après l'addition du potassium sont comprises entre 21,55 et 14,08% tandis que celles des dattes témoins sont à l'ordre de 16,4%.

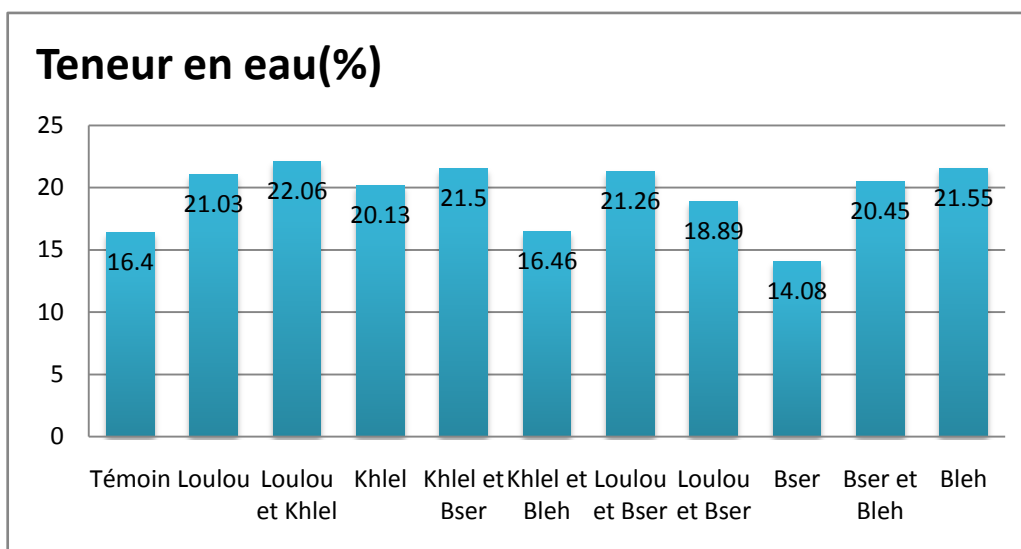


Figure 25: Teneurs en eau des dattes (%)

Conclusion

générale

Conclusion générale

Le présent travail a pour objet l'évaluation de l'effet de la fertilisation potassique totale et fractionnées en fonction des dattes de maturité de la datte sur la qualité physiques et biochimique de la datte.

Les principaux résultats montrent que la fertilisation potassique n'a pas un effet positif sur les critères biométriques de la datte comme le poids, la longueur et le diamètre.

Aussi, on note que l'application de certains engrais potassiques a un effet significatif sur les critères bio chimiques des dattes. On effet l'apport potassique fait augmenté la composition des dattes analysées en eaux, et sucres aussi que le pH qui est réputé comme un critère de qualité.

Dans ce contexte, on signale que le potassium est un élément essentiel pour les fruits cependant les mauvaises résultats obtenus pourrait être liée aux pertes de cet élément notamment que la texture des sols expérimentale est nature sableuse.

En fin pour une meilleurs valorisation de la fertilisation potassique, les apports combinées des engrais azotés et phosphatés sont décisifs.

Références bibliographiques

- 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.
- Ahmed and Ahmed ,1995 ; Al-Hooti et al 2002 ; Ali Mohamed and Khamis 2004) la fertilisation potassique affecte la composition minérale et biochimique des dattes analysées
- Albert. L ; (1998). La santé par les fruits .Ed. VEECHI,44-74. Alger 60 p.
- 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 .2015 .Growth , Yield and Bulb Quality of union plant (Allium cepa l.) as affected by foliar and soil application of potassium , Middle East Journal of Agriculture Rhesearch ISSN2077-4605 pages : 60-66 .
- Baliga . M-S. Baliga . B-R-V. Kandathil . S-M; (2011).
- Benchaabane A ,2007. Composition biochimique de la datte (Deglet-nour) : évolution en fonction de la maturation et formation de la couleur et des arômes. Thèse de doctorat, INA El-Harrach, Alger.
- Benflis .S ;(2006). Caractéristiques biochimiques de l'extrait de datte variété sèche « Mech-Degla ». Mémoire d'ingénieur. Département d'agronomie. Batna, 49 p. biologiques d'extraits de dattes « Phoenix dactylifera L. ».
- Boouij 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
- Bose J, Munns R, Shabala S, Gilliam M, Pogson B, Tyerman SD, 2017. Chloroplast function and ion regulation in plants growing on saline soils: lessons from halophytes. J Exp Bot. 1;68(12):3129-3143
- Boubekri A.G., 2010 : Optimisation des traitements thermiques de la datte algérienne Deglet- Nour. Thèse Doctorat d'Etat en Génie Mécanique, option : Energétique. Université HADJ- LAKHDAR, Batna. 101p.
- bousdira k., 2007.- contribution à la connaissance de biodiversité du palmier

Références bibliographiques

dattier pour une meilleure gestion et valorisation de la biomasse morphologiques et biochimiques des dattes des cultivars les plus connus de la région de m'zab classification et évaluation de la qualité, thèse de magistère, univ boumerdése 149p.

Devshony. S. E. Eteshola et A. Shani ; (1992). Characteristics and some potential applications of date palm (Phoenix dactylifera L) seeds and seed oil.

- Djerbi. M ; (1994). Précis de phoeniculture. FAO, 192 p.
- Djoudi. imane ; (2013). Contribution à l'identification et à la caractérisation.
- Espiard. E ; (2002). Introduction à la transformation industrielle des fruits.
- Estanova P., 1990 : Note technique : valorisation de la datte. IRFA, CIRAD(France)301- 318p. 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.
- Estanova P., 1990 : Note technique : valorisation de la datte. IRFA, CIRAD(France)301- 318p
- Gierth M and Mäser P, 2007. Potassium transporters in plants--involvement in K⁺ acquisition, redistribution and homeostasis. FEBS Lett. 25;581(12):2348-56.
- Gwathmey, C.O, Main ,C.L,Yin,X.2009.potassium uptake and paratitioning relative to dray matter accumulation in cotton cultivars differing in maturity . Argon J.101,1479-1488.
- Henk. J. Zwir. E. Rik. L ;(2003). Caroténoïdes et flavonoïdes contre le stress oxydatif. Arômes Ingrédients Additifs, N° 44,42-45.
- Hiouani. F, (2016).Etude expérimentale de l'influence du gypse sur la dynamique des amendements organiques et la cinétique d'absorption par unegraminéefourragère (gay gras) .Thèse de Doctorat, Université de Biskra -Algérie ,176p
- Jacoby RP, Taylor NL, Millar AH, 2011. The role of mitochondrial respiration in salinity tolerance.Trends Plant Sci. Nov;16(11):614-23.
- JavadRoussta M, 2010. Effect of application of potassium sulfate and calcium chloride on date bunch fading disorder inIran.19th World Congress of soil Science, Soil Solutions for a Changing World, Brisbane , Australia ,2p.
- Kaiser DE, Rosen CJ., and Lam J A, 2016 . Potassium for Crop Production. From Regents of the University of Minnesota
- Kant, S, Kafafi ,U . potassium and abiotic stresses in plant . in potassium for

Références bibliographiques

sustainable crop production ; pasricha , N.S , bansal , S.k, Eds ; potash institute of India ; Gurgaon , India , 2002 pp 233-251.

- Khechai.S et Daoud, 2016. Qualité de la datte Deglet-Nour produite sur des sols salés et gypseux dans les oasis des Ziban–Algérie. Revue Courrier du Savoir – N°22

- 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.

- Lerot 2006 : le role de potassium dans la resistance a certain nombre stress. London , UK , 2012 ; pp178-189.

- Marchner ,P . Marschner's .mineral nutrition of higher plants , 3rded ; academic press;

- Matallah S., 1970.- contribution à la valorisation de la datte algérienne, thèse d'ing. Ed INA- el harrache- Alger 114p.

- Merrouchiet al , (2015) .Le fonctionnement de la filière dattes dans la région de Touggourt Sud-est Algérien ;El BahithReview 15//2015

- Mhiri A, Le potassium dans les sols de la Tunisie .Atelier sur la gestion de la fertilisation potassique, acquis et perspective de la recherche, Tunisie

- Mills D, Robinson K, Hodges TK ,1985. Sodium and potassium fluxes and compartmentation in roots of *atriplex* and oat. Plant Physiol. 78(3):500-9.

- Munier., 1973.-Le palmier dattier .G.P.Maisonneuve et la rose, paris,164p.

- 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*" cultivé sur un extrait de datte. Mémoire d'ingénieur. Département d'agronomie. Batna, 62 p

- Oosterhuis DM, Loka DA, Eduardo M, Kawakami EM, Pettigrew WT, 2014. The Physiology of Potassium in Crop Production. Advances in Agronomy Volume 126, , Pages 203-233

- Prajapati K and Modi HA, 2012. The importance of potassium in plant Growth- A Review. Indian Journal of Plant Sciences, pp177-186.

- Rogiers SY, Coetzee ZA, Walker RR, Deloire A, Tyerman SD, 2017 . Potassium in the Grape (*Vitisvinifera* L.) Berry: Transport and Function. Front Plant Sci.

Références bibliographiques

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

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

- Tomas TC and Thomas AC (2009).Vital role of potassium in the osmotic mechanism of stomata aperture modulation and its link with potassium deficiency.*Plant Signal Behaviour* 4(3)240–243.

- Wang Min ,Qingsong Zheng , 2013. The ritical role of potassium in plant stress response ,*Int*

.*J. Mol . Sci I* ISSN 1422-0067. Page 7370-7390 .[www .mdpi.com /journal/ijms](http://www.mdpi.com/journal/ijms).

- Xia , Y , and al, 2011 differences in growth and potassium – use efficiency of 2 cotton genotypes .*commun . soil sci .plant anal*, 42:132-143.

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

- Zeddour.H : Marketing de la datte en Algérie. Cas de quelques Wilaya. Mémoire de Magister-année universitaire, 2010-2011. 264p