



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique



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

Réf: ... / ...

**Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de
Master en Sciences Agronomiques
Spécialité : Phœniciculture**

Thème

***Effet de la fertilisation potassique fractionnée sur la
composition minérale et biochimique de la datte
Deglet Nour produite sur un sol gypseux
(Cas des Palmeraies de Lioua Oasis de Biskra)***

Présenté par : Guettaf Temam Rabah

Devant le jury

Président : Mr Aissaoui Hicham

MAA Université de Biskra

Promoteur : Mr Khechai Salim

MAA Université de Biskra

Examineur : Mr Ben Mehaia Mohamed

MAA Université de Biskra

Année Universitaire 2018/ 2019

Remerciement

قال الله تعالى " لئن شكرتم لأزيدنكم "

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

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

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

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

Je remercie les membres de juré.....

Enfin, je remercie tous mes Ami(e)s de la promotion phoenciculture 2018/2019 pour leur soutien inconditionnel et leur encouragement.

Dédicace

الحمد لله فائق الأنوار، و جاعل الليل و النهار ثم الصلاة و السلام على سيدنا محمد المختار
صلى الله عليه وسلم

Je dédie ce modeste travail à :

Aux plus chers à mon coeur : Ma mère, symbole de sacrifices de tendresse et
d'amour, qui m'a toujours encouragé,

Mon support dans ma vie, Mon père.

A tous mes frères : Foula, Taib, Fatima, Khaled, Yasmin

Ne pas oublier ma petite famille Mohammed Ibrahim Ossama Aridje

Ne pas oublier de mentionner toute la famille kouaider ben elhadj, ali bn aisa

A toute la famille GUETTAF TEMAM

Ne pas oublier de mentionner toute la famille de SCOUT Salam LIOUA

A mes ami(e)s : Ferhat, Riad, Youcef, Abd elnour, Abd elbaset, Yassine,
Mousbah et Mounir

A tout les responsables des laboratoires d'Agronomie

A tout les responsables de bibliothèque

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour l'achèvement de ce
modeste travail

LISTE DES FIGURES

Figure1 : Stade Loulou.....	26
Figure2 : Stade Khlel.....	26
Figure 3 : Stade Bser.....	26
Figure 4 : Stade «Bleh».....	27
Figure 5 : Stade «Tamer».....	27
Figure 6 : La situation géographique de la forêt sur le site de Google.....	28
Figure7 : détermine le pH par le PH-mètre.....	29
Figure 8 : conductivité mètre.....	30
Figure 9 : teneur en eau.....	30
Figure10 :réfractométrie	31
Figure 11 : solution de Fehling A et B avec l'Erlenmeyer.....	33
Figure 12 : Dosage de l'acidité.....	34
Figure 13 : spectrophotométrie.....	39
Figure 14 : Teneurs des dattes en eau (%).....	40
Figure 15 : Teneur en sucre totaux (%).....	41
Figure 16 : Teneur en sucres réducteurs (%).....	41
Figure 17 : Teneurs des dattes en saccharose (%).....	42
Figure 18 : Teneurs de l'acidité des dattes (g).....	42
Figure 19 : pH des dattes.....	43
Figure 20 : Evaluation de la conductivité électrique des dattes (dS/m).....	43
Figure 21 : Teneurs en protéine (%).....	44
Figure 22 : Teneur en potassium dans la datte (mg/100gMS).....	45
Figure 23 : Teneur en sodium dans la datte (mg/100gMS).....	45

Figure 24 : Teneur en calcium dans la datte (mg/100gMS).....	46
Figure 25 : Teneur en magnésium dans la datte (mg/100gMS).....	46
Figure 26 : Teneur en phosphore dans la datte (mg/100gMS).....	47
Figure 27 : Teneur en azote dans la datte (%).....	47
Figure 28 : Teneur en potassium dans la palm (mg/100gMS).....	48
Figure 29 : Teneur en sodium dans la palm (mg/100gMS).....	48
Figure 30 : Teneur en calcium dans la palm (mg/100gMS).....	49
Figure 31 : Teneur en magnésium dans la palm (mg/100gMS).....	49
Figure 32 : Teneur en phosphore dans la palm (mg/100gMS).....	50

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 01 : Caractéristiques de quelques ions chimiques.....	04
Tableau 02 : Teneur du K des minéraux silicatés.....	05
Tableau 03 : Niveau de fertilité des sols en K ⁺	07
Tableau 04 : Niveau de fertilité des sols.....	08
Tableau 05 : Classes d'état de saturation des sols.....	09
Tableau 06 : teneur en sucres de quelque variété des dattes Algériennes	17
Tableau 07 : teneur en eau de quelques variétés de dattes de la région Fliache	18
Tableau 08 : Teneur en sucres de quelques variétés de dattes algériennes	18
Tableau 09 : Composition moyenne en acides aminés de la datte sèche	19
Tableau 10 : Composition en acides gras de la datte Deglet –Nour.....	20
Tableau 11 : Composition minéral de quelques variétés de dattes molles (mg/100g)...	20
Tableau 12 : Composition vitaminique moyenne de la datte sèche	21
Tableau 13 : composés phénoliques de quelques variétés de dattes algériennes	22
Tableau 14 : Composition biochimique des noyaux de dattes Irakiennes	24
Tableau 15 : Analyse de la solution du sol	28
Tableau 16 : Composition chimique de l'eau d'irrigation	29

LISTE D'ABRÉVIATIONS

CE : Conductivité électrique

PH : Potentiel hydrique

SUA : surface agricole utile

Ca²⁺ : Calcium

H⁺ : Hydrogène

SAR : Ratio d'absorption du sodium

NGL: l'azote global

NT: Azote total

N: Azote

HCO₃⁻ : Bicarbonate

CO₃²⁻ : Carbonate

Mg⁺⁺: Magnésium

K⁺: Potassium

Na⁺⁺: Sodium

Cl⁻ : Chlorures

SO₄²⁻ : Sulfates

° C : degré Celsius

ANDI : Agence algérienne d'information.

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture..

Sommaire

Sommaire

Remerciement

Dédicace

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction

Partie I Etude Bibliographique

Chapitre I : Généralités sur la fertilisation potassique

I.1 : Généralités sur le potassium	3
I.2 : Propriétés chimiques du potassium	3
I.3 : Origine du potassium.....	4
I.3.1 : Potassium des minéraux silicatés.....	4
I.3.2 : Potassium échangeable	5
I.3.2 : Potassium échangeable	5
I.3.4-Potassium associé aux matières organiques	6
I.3.5- Engrais potassiques	6
I.4 : Teneur du sol en potassium total	6
I.5 : Concepts de capacité, intensité et pouvoir tampon potassiques des sols.....	8
I.6 : Critères d'évaluation de la richesse des sols en potassium	8
I.6.1 : C.E.C	8
I.6.2 : Taux de saturation.....	9
I.6.3 : Potassium échangeable	9
I.7 : Dynamisme et disponibilité du potassium dans le sol	9
I.8 : Facteurs de disponibilité du potassium dans le sol.....	10
I.9 : Rôles du potassium dans le fonctionnement métabolique de la cellule végétale	11
I.10 : Alimentation des plantes en potassium.....	13
I.10.1 : Pompe sodium-potassium ou Na ⁺ -K ⁺ ATPase.....	13
I.10.2 : Phénomène d'antagonisme.....	14
I.10.3 : Phénomène de synergie.....	14
I.11 : Carence et toxicité potassique.....	14

Chapitre II : Généralités sur les critères de qualité des dattes

II.1 : Description de la datte.....	16
II.2 : Variétés de dattes.....	16
II.3 : Classification des dattes	16

II.4 : Composition biochimique de la datte.....	17
II.4.1 : Composition biochimique de la partie comestible "Pulpe"	17
II.4.1.1 : Eau.....	18
II.4.1.2 : Sucres	18
II.4.1.3 : Les acides aminés.....	19
II.4.1.4 : Acides gras	19
II.4.1.5 : Eléments minéraux.....	20
II.4.1.6 : Vitamines.....	21
II.4.1.7 : Fibres.....	21
II.4.1.8 : Composés phénoliques.....	22
II.4.1.9 : Protéinesméthode sol-gel	22
II.4.1.10 : Lipides.....	22
II.4.1.11 : Enzymes	23
II.4.1.12 : Composés mineurs	23
II.4.2 : Composition biochimique de la partie non comestible "Noyau ".....	24

Partie II Etude Expérimentale

Chapitre I : Matériels et Méthodes

I.1. Matériel végétal.....	25
I.2. Dispositif expérimental.....	25
I.3. Stades de maturité de la datte	25
I.4.Échantillonnage	27
I.5. Caractérisation du sol de la palmeraie d'étude.....	28
I.6. Caractérisation des eaux d'irrigation.....	29
I.7 Analyses des dattes	29
I.7.1 Analyses biochimiques.....	29
I.7.1.1 Détermination de pH.....	29
I.7.1.2 Détermination de la conductivité électrique (CE).....	30
I.7.1.3 Teneur en eau.....	30
I.7.1.4 Dosage des sucres totaux.....	31
I.7.1.5 Dosage des sucres réducteurs.....	32
I.7.1.6. Teneur en saccharose.....	33
I.7.1.7 Dosage de l'acidité.....	33
I.7.1.8 Teneur des protéines (protéines totales).....	34
I.7.2. Analyses chimiques des dattes.....	35

Chapitre II : Résultats et Discussion

II.1 : Qualité des dattes.....	40
II.1.1 : Qualité biochimique de dattes	40

II.1.1.1 : Teneurs en eau.....	40
II.1.1.2 : Teneurs en sucre totaux.....	40
II.1.1.3 : Teneurs en sucre réducteurs	41
II.1.1.4 : Teneur en saccharose.....	42
II.1.1.5 : Acidité des dattes.....	42
II.1.1.6 : pH des dattes	43
II.1.1.7 : Teneur en sels.....	43
II.1.1.8 : Teneur en protéine.....	44
II.1.2 Compositions minérale des dattes	44
II.1.2.1 : Teneur en potassium.....	44
II.1.2.2 : Teneur en sodium	45
II.1.2.3 : Teneur en calcium	46
II.1.2.4 : Teneur en magnésium.....	46
II.1.2.5 : Teneur en phosphore.....	47
II.1.2.6 : Teneur en azote.....	47
II.2 : Composition minérale des palmes.....	48
II.2.1 : Teneur en potassium.....	48
II.2.2 : Teneur en sodium.....	48
II.2.3 : Teneur en calcium.....	49
II.2.4 : Teneur en magnésium.....	49
II.2.5 : Teneur en phosphore.....	50
Conclusion générale	
Références	
Résumé	

Introduction

Introduction

Le potassium (**K**) est un macroélément indispensable pour la vie des plantes, des animaux et la nutrition humaine (**Simonsson et al, 2009**). Il est nécessaire pour le fonctionnement de toutes les cellules vivantes, et est donc présent dans tous les tissus végétaux et animaux. Il est requis en grandes quantités par les plantes, les animaux et les humains car il joue un rôle critique dans nutrition et physiologie de la plante (**Hamdallah, 2004**). 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 (**Panullah 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 dattes Deglet-Nour (**khechai et Daoud, 2016**).

Dans l'effet, de nombreux travaux ont fait l'objet de l'effet de la fertilisation potassique sur la production des cultures.

De même de nombreuse études ont évalué la composition minérale des dattes (**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**).

Introduction

Cependant peu d'études ont été consacrées à l'étude de l'effet de l'apport potassique sur la qualité des dattes. Dans ce contexte, le but de ce travail consiste à examiner l'effet de la fertilisation potassique fractionnée appliquée à différents stades de maturité sur la composition minérale et biochimique de la datte Deglet-Nour produite sur un sol gypseux.

Première partie

Étude

Bibliographique

Chapitre I
Généralités sur la
fertilisation
potassique

I.1. Généralités sur le potassium :

Les engrais sont des substances chimiques ou organiques destinés à apporter aux plantes des compléments d'éléments nutritifs, de façon à améliorer leur croissance et à augmenter le rendement des cultures et la qualité des produits.

Selon (Kant et Kafkafi, 2002), l'importance des engrais potassiques 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 à un certain nombre de stress dont la sécheresse, les insectes et les maladies (Lerot, 2006).

Selon (Hilali, 2002), le potassium intervient dans certains processus physiologiques chez la plante, il peut jouer un rôle de stabilisateur de pH, il équilibre les anions mobiles dans le xylème et le phloème. Selon les mêmes auteurs, le K^+ joue un rôle osmo-régulateur indispensable 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.2. 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 (Tableau1).

Tableau 1 : Caractéristiques de quelques ions chimiques

Ions	Rayon atomique (nm)	
	Non Hydraté	Hydraté
K^+	0.27	0.53
NH_4^+	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.

I. 3. 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**)

I.3.1. 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 1).

Tableau 2 .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.

I.3.2. 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.

I.3.3. 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.

I.3.4 : 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.

I.3.5 : 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.

I.4.Teneur du sol en potassium total

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

La teneur est estimée souvent à 20000 ppm dans la composition structurale du sol (**Prajapati and Modi, 2012**). La teneur du sol en potassium total n'a pas de signification

agronomique directe. Les sols à texture fine sont potentiellement plus riches en potassium total tandis que les sols sableux sont généralement pauvres.

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

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

Le potassium soluble est mesuré sur l'extrait de pâte saturée au laboratoire. L'échelle suivante permet de classer les sols en fonction de leur teneur en K soluble (Tableau 2)

(Tableau 3) .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

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.

I.5. 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).

I.6. Critères d'évaluation de la richesse des sols en potassium :

I.6.1- 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 4 : 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)

I.6.2 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.

Tab leau 5 : 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)

I.6.3 : 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

I.7 : 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.

I.8 : 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.

I.9 : 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.

I.10. 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).

I.10.1. Pompe sodium-potassium ou Na⁺, K⁺ ATPase

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

Elle joue un rôle dans le maintien du potentiel de repos des cellules (**Mills et al, 1985**). La pompe permet d'échanger les ions sodium (Na⁺) 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).

I.10.2. 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

I.10.3. 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^{++} .

I.11 : 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).

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 II
Généralités sur les
critères de qualité
des dattes

II.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)

II.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 (Bouddar 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)

II.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
- **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 2014)

Tableau 6 : 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)

II.4 : Composition biochimique de la datte

II.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

II.4.1.1 : 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 fraiche avec une moyenne d'environ 19% (Noui, 2001)

Tableau 7 : 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

II.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 (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 fraiche (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 8 : 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

II.4.1.3 : Les 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 9 : 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 8). Cette teneur diminue progressivement au stade routab pour atteindre une valeur de 1,97% de matière sèche au stade tamar

Tableau 10 : 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)

II.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 11 : 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)

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

Tableau 12 : 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

II.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).

II.4.1.8 : Composés phénoliques

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

Tableau 13 : 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)

II.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, glyco-colle, proline et sérine

II.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%) (Saliha, 2009)

II.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**)

II.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 analysés 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, 2009**)

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

Le noyau présente 7 à 30 % du poids de la dattes. Il est composé d'un albumen blanc, dur et Corné, protégé par une enveloppe cellulosique (**Espiard, 2002**). Le tableau (12) révèle la composition biochimique des noyaux de dattes irakiennes.

Tableau 14 : 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

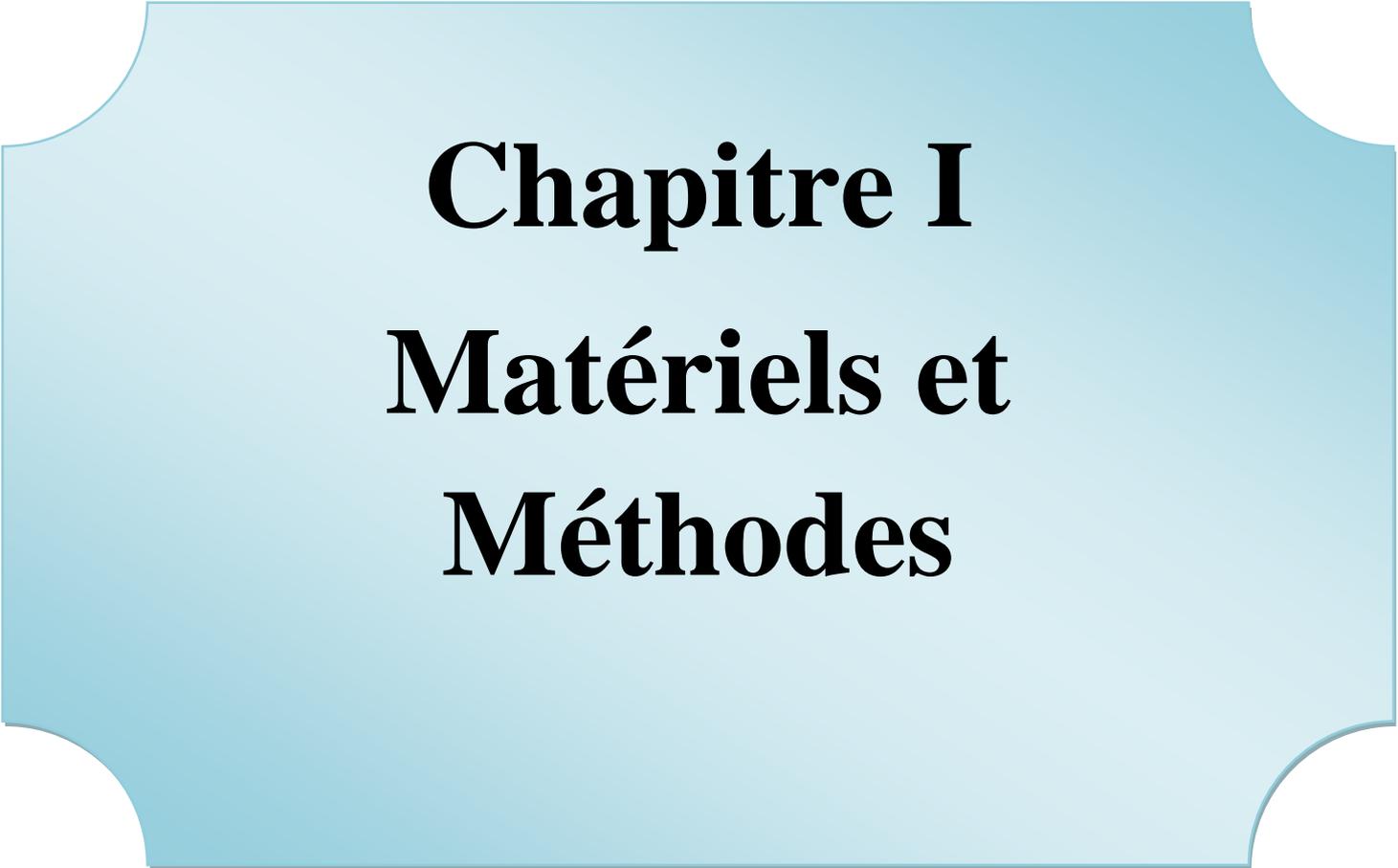
Selon (**Djerbi, 1994**), les noyaux constituent un sous-produit intéressant. En effet, de ces derniers, il est possible d'obtenir une farine dont la valeur fourragère est équivalente à celle de l'orge.

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 laurique (**Devshony et al. 1992**). (**Djoudi Imene. Magister, 2013**)

Deuxième partie

Étude

Expérimentale



Chapitre I
Matériels et
Méthodes

I.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.

I.2. Dispositif expérimental :

Le principe de cette étude consiste a apporté des sulfates de potassium fractionné les 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 de fractionnement de l'engrais :

- **Palmier 1** : Témoin sans d'apport (0% de K_2SO_4).
- **Palmier 2** : 50% + 50% de K_2SO_4 apporté fractionné et appliqué pour chaque deux stades de maturité (Loulou et Khlel).
- **Palmier 3** : 50% + 50% de K_2SO_4 apporté fractionné et appliqué pour chaque deux stades de maturité (Loulou et Bser).
- **Palmier 4** : 50% + 50% de K_2SO_4 apporté fractionné et appliqué pour chaque deux stades de maturité (Loulou et Bleh).
- **Palmier 5** : 50% + 50% de K_2SO_4 apporté fractionné et appliqué pour chaque deux stades de maturité (Khlel et Bser).
- **Palmier 6** : 50% + 50% de K_2SO_4 apporté fractionné et appliqué pour chaque deux stades de maturité (Khlel et Bleh).
- **Palmier 7**: 50% + 50% de K_2SO_4 apporté fractionné et appliqué pour chaque deux stade de maturité (Bser et Khlel).

I.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**) :

I.3.1. Loulou (Hababouk) : Ce stade commence juste après la fécondation et dure environ cinq semaines. A ce stade le fruit est entièrement recouvert par le péricarpe et se caractérise par une croissance lente.



Figure 1. Stade Loulou

I.3.2. 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

I.3.3. 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 Bse

I.3.4. Bleh ou Routab : Ce stade se caractérise par :

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

Ce stade dure de deux à quatre semaines



Figure 4. Stade «Bleh»

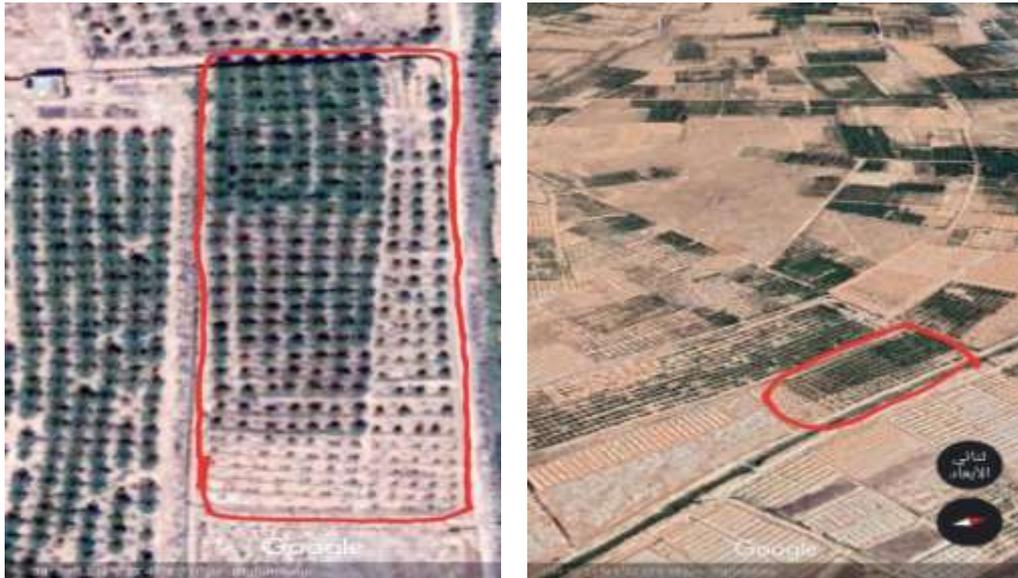
I.3.5. Tamer : C'est le stade final de la maturation de la datté. Le fruit perd beaucoup d'eau, ce qui donne un rapport sucre/eau élevé.



Figure 5. Stade «Tamer»

I.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)**

I.5. Caractérisation du sol de la palmeraie d'étude :

Le sol de la palmeraie d'étude est de type gypseux .Il est caractérisé par un taux de gypse de 28% à texture sableuse (Tableau 13). Il est soumis à l'action d'une nappe phréatique superficielle de 1.2m de profondeur. Ceci à exige l'installation d'un réseau de drainage pour l'évacuation de ces eaux du périmètre de Zargua. Le sol présente une fertilité potassique avec 0.4 mMol.L⁻¹.

Tableau 15 : CComposition chimique de la solution du sol

Horizons (cm)	pH	CaSO ₄ .2H ₂ O (%)	CaC O ₃ (%)	CE (dS.m ⁻¹)	Composition chimique de la solution du sol (mMol.L ⁻¹)						
					Ca ⁺⁺	Mg ⁺ +	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ -	HCO ₃ -
0.50-100	7,6	28.2	8.2	2,5	12.2	2.6	6,5	0,4	6.72	2.54	1.25
50-100	7,9	27.6	7,6	2,2	10.8	3.2	8,3	0,4	5.2	12.7	1.28

I.6. Caractérisation des eaux d'irrigation

Il ressort du tableau 14 que l'eau d'irrigation présente un risque de salinisation élevé mais ne présente pas de risque d'alcalinisation (USDA, 2014). Le faciès chimique de cette eau est caractérisé par une dominance du sodium pour les cations, et du chlore pour les anions. La prédominance du sodium suggère un antagonisme ionique intense avec le potassium. Cette eau d'irrigation ne contient pas de nitrates ni de phosphates.

Tableau 16 : Composition chimique de l'eau d'irrigation

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

I.7 Analyses des dattes

I.7.1. Analyses biochimiques

I.7.1.1 . 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.

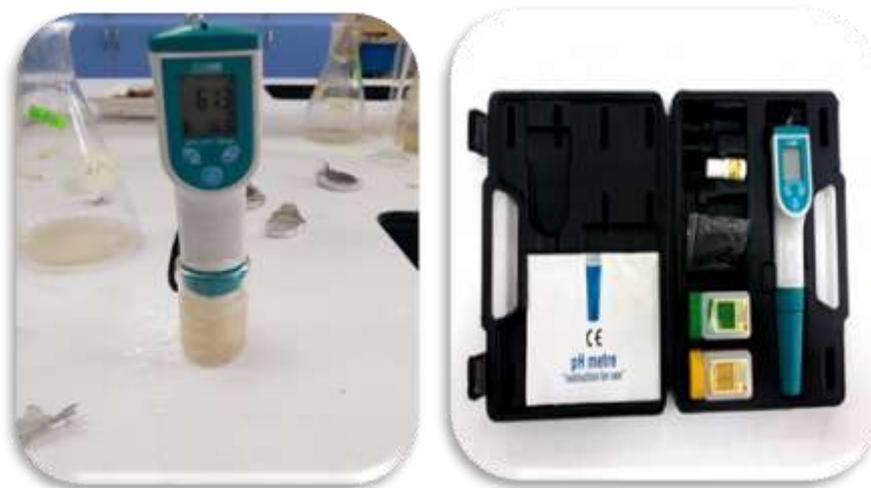


Figure 7 : Détermination du pH par le PH-mètre

I.7.1.2. 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 appaieille centrifugeuses et on détermine directement le CE au conductivité mètre



Figure 8 : conductivité mètre

I.7.1.3. Teneur en eau :

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

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

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



Figure 9 : teneur en eau

I.7.1.4. Dosage des sucres totaux :

Principe :

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

Mode opératoire :

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

Expression de résultats :

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

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

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

D : facteur de dilution.

4.25, 2.5, 4 : coefficient de transformation.



Figure 10 : Réfractomètre

I.7.1.5. 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 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

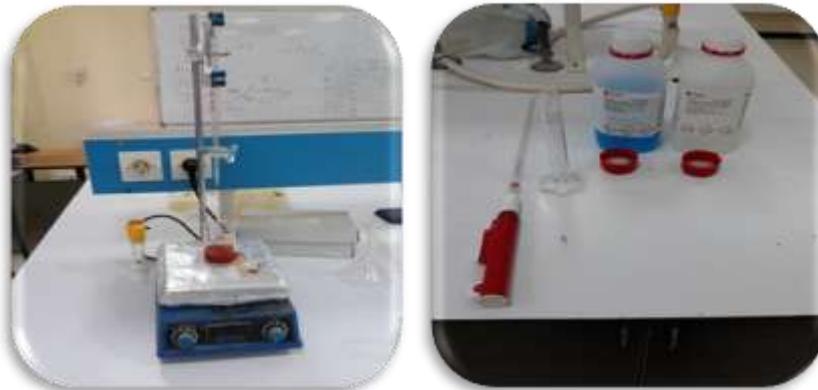


Figure 11 : solution de Fehling A et B avec le Erlenmeyer

I.7.1.6. 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.

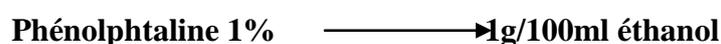
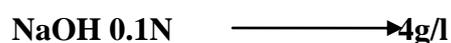
$$\text{Saccharose \%} = \text{sucres totaux \%} - \text{sucres réducteurs}$$

I.7.1.7. 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 phénolphtaline.

Comme indicateur coloré (quelques gouttes)



- Verser 10 ml du jus de datte dans un bécher de 50 ml.
- Ajouter 2 gouttes de solution de phénophtaléine.
- Titrer par une solution de NaOH à 0.1N placée dans une burette.

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

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

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

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

V = volume en ml de la solution de NaOH.

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

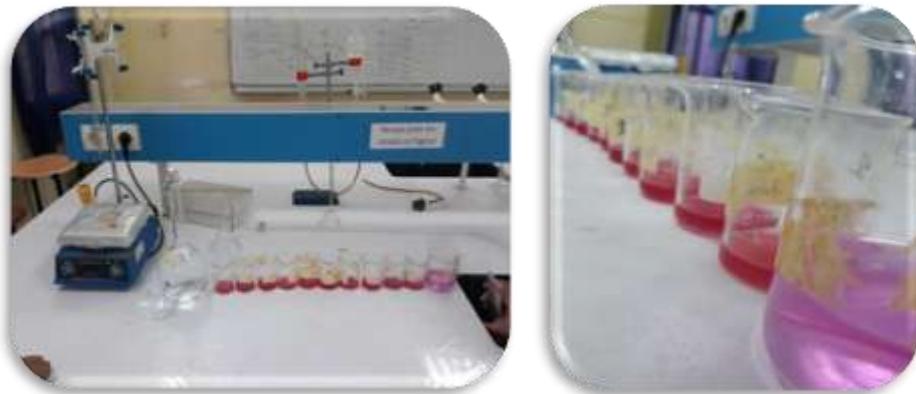


Figure 12 : Dosage de l'acidité

I.7.1.8. Teneur des protéines (protéines totales) :

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

I.7.2. Analyses chimiques des dattes

I.7.2.1. Dosage des éléments minéraux

A/Dosage du Ca^{++} et Mg^{++}

Réactif :

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

EDTA : (0.1N) : 2g EDAT + 0.05g MgCl_2 complété à 1l

- NET : 0.5g NET + 4.5g hydroxylamine hydrochlorure dans 100ml Ethanol 95%
- NaOH : 8g/100ml laisser refroidir (doucement)
- Calcon carboxylique : 0.2g calcon carboxylique +100g Nacl
- Diluer les eaux 10fois : 5ml échantillon +45ml H_2O

Mode opératoire :

Témoin :

Prenant Bécher contient :

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

Dosage du Ca^{++} :

Prenant Bécher contient :

- 5 ml échantillon + 45 ml H_2O (dillution $\times 10$)
- 2-3 ml NaOH
- 0.2g calcon carboxylique +Nacl

Cette solution est placée au-dessus l'agitateur

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

Dosage du Ca^{++} et Mg^{++}

Prenant bécher contient :

- 5ml échantillon + 45 ml H_2O (dillution $\times 10$)
- 4ml solution tampon (pH=10)
- 4 gouttes NETTES

Cette solution est placée au dessus l'agitateur

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

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

V1 : volume de titration avec l'EDAT

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

D : facteur de dilution

A : prise d'essai

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

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

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

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

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

B : volume EDTA utilisé pour la titration d u témoin

N : normalité de EDTEA (0.01 N)

A : Prise de l'essai (50ml)

D : Dilution (x10)

B/Dosage des macros et micros éléments (plante) (P, K, Na)

Réactifs :

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

Mode d'opérateur :

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

Dosage du phosphore :

Principe :

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

Réactifs et matériel consommable :

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

1. Dissoudre 50g de $(\text{NH}_4)_6 \text{MO}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ dans ± 500 ml d'eau chaude (50°C)
Laisser refroidir et transvaser quantitativement dans une fiole jaugée de 1L ajusté avec de l'eau.

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

Dissoudre 2.5g de NH_4VO_3 dans \pm 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).



Figure 13 : spectrophotométrie

Calculs

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

(1) ppm $P = C_e * 1/D * 1/RE$ (Où : **D** : Dilution)

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

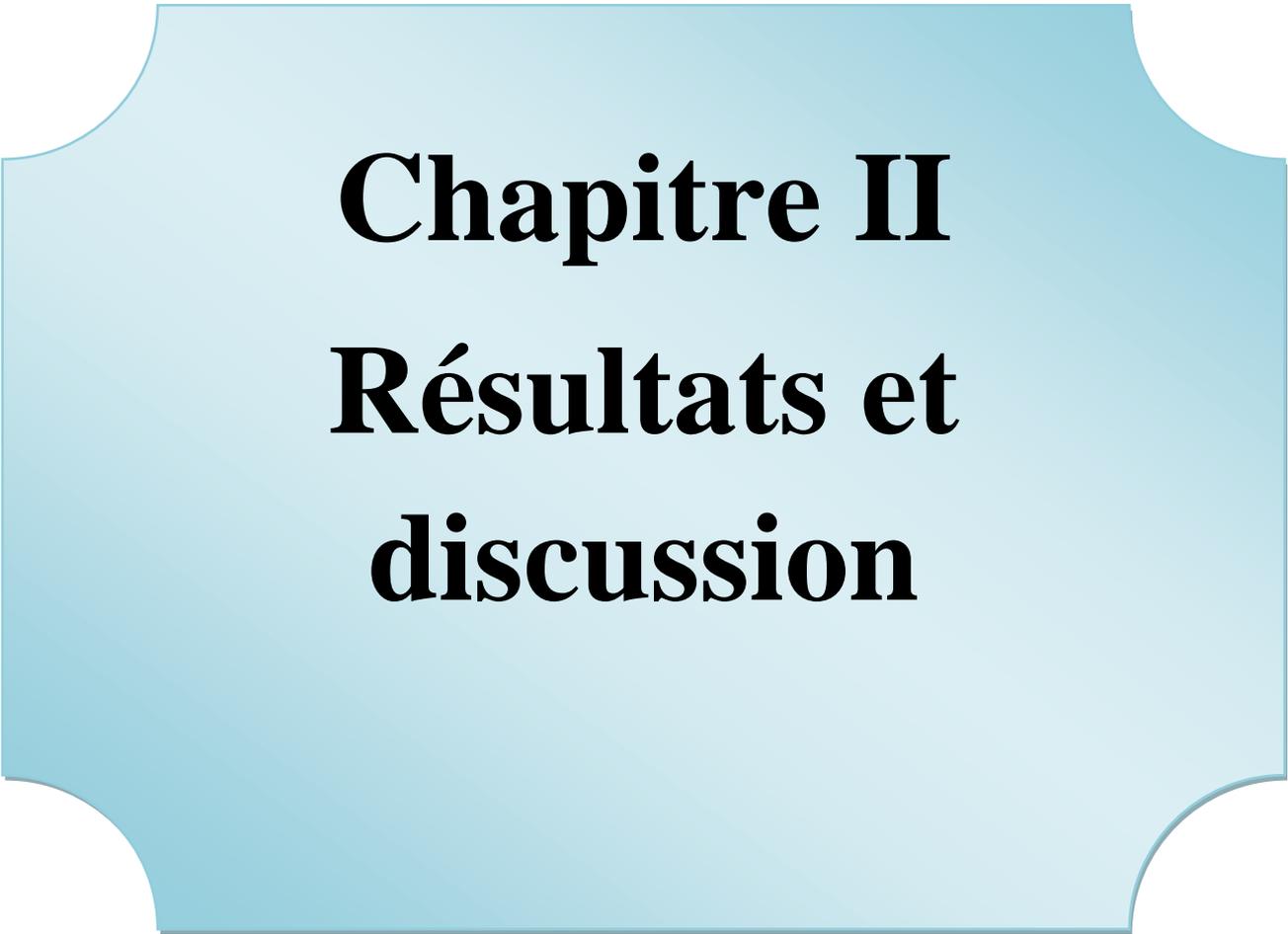
= 1/2, prise d'essai = 1ml (RE : rapport d'extraction : en g/ml)

= (poids prise d'essai de MS) / (volume extrait)

(2) mg p/g MS :

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

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



Chapitre II
Résultats et
discussion

II.1 : Qualité des dattes

II.1.1 : Qualité biochimique de dattes

II.1.1.1 : Teneurs en eau

L'analyse de la figure 14 montre que l'addition du K⁺ comme élément fertilisant influe positivement les teneurs en eau des dattes analysées. Ainsi, les dattes témoins ont des teneurs en eau inférieures à 20%. Tandis que les dattes ayant subi la fertilisation potassique ont des teneurs en eau supérieures à 20%. La même figure montre que les dattes récoltées après l'application fractionnée du potassium aux stades de maturité (Loulo – Khlel) (Loulo – Bser), (Loulo – Bleh), (Bser – Bleh) présentent des teneurs en eau supérieures à 30%.

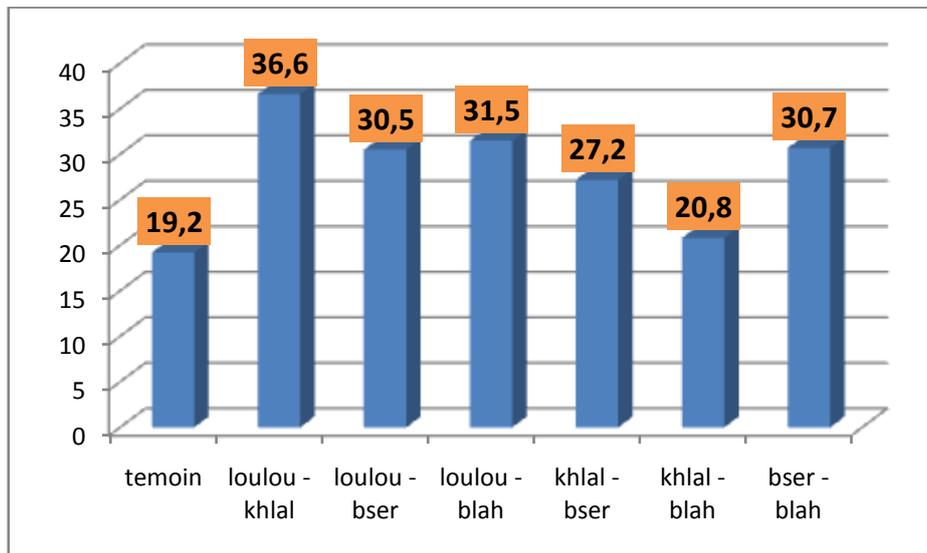


Figure 14: Teneurs des dattes en eau (%)

II.1.1.2 : Teneurs en sucre totaux

L'examen de la figure 15 montre que la fertilisation potassique influe la teneur des dattes en sucre. Les dattes récoltées après le fractionnement du potassium, notamment aux stades de maturité (Khlel – Bleh) et (Bser – Bleh), présentent des teneurs en sucre totaux dépassant 80%. Tandis que les dattes témoins ont des teneurs en sucres inférieures à 70%.

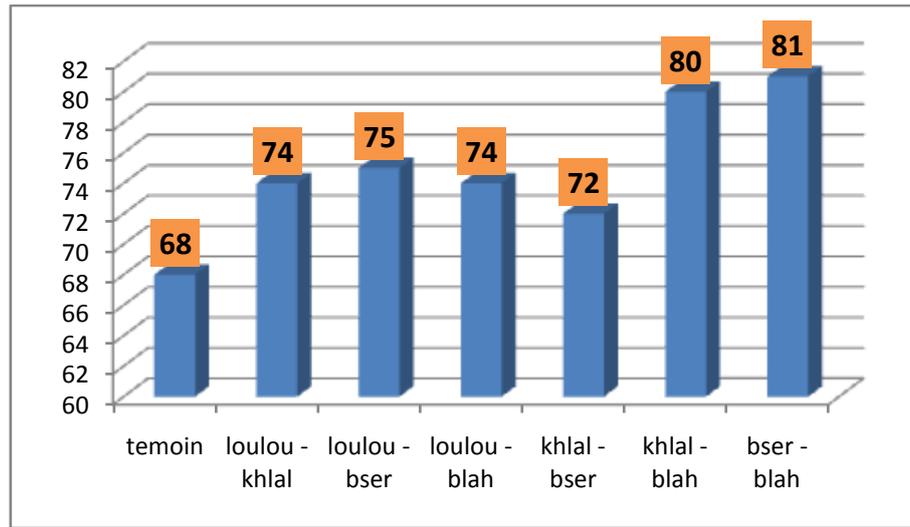


Figure 15 : Teneur en sucre totaux (%)

II.1.1.3 : Teneurs en sucre réducteurs

Selon la figure 16, on note que l'addition du potassium dans le sol, influe positivement les taux de sucres réducteurs des dattes analysées. On note que les dattes caractérisées par l'application du potassium aux différents stades de maturité présentent de teneur comprises entre 37 et 57.67 % tandis que les dattes témoins ont des teneur de 35%. Ainsi, les teneurs obtenus en sucres réducteurs sont obtenus après le fractionnement du potassium aux stades de maturité (Loulou-Khlel) , (Bser-Bleh) et (khlel-Bleh).

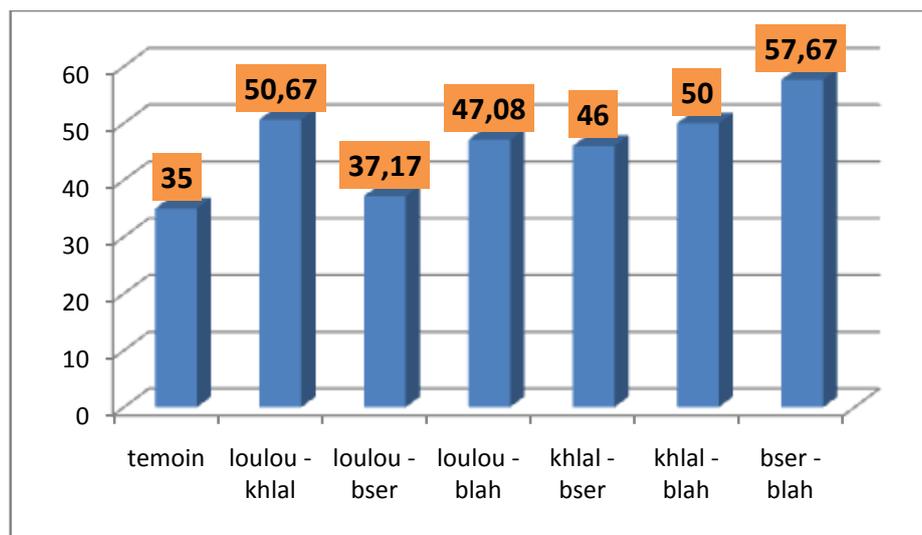


Figure 16 : Teneur en sucres réducteurs (%)

II.1.1.4 : Teneur en saccharose

La figure 17 montre que les dattes témoins ont des teneurs en saccharose de 40% en revanche on note que la fertilisation potassique fractionnée est favorable à la diminution du taux de saccharose des dattes pour les différents stades de la maturité. Les teneurs des dattes en saccharose sont comprises entre 23.33 et 38%.

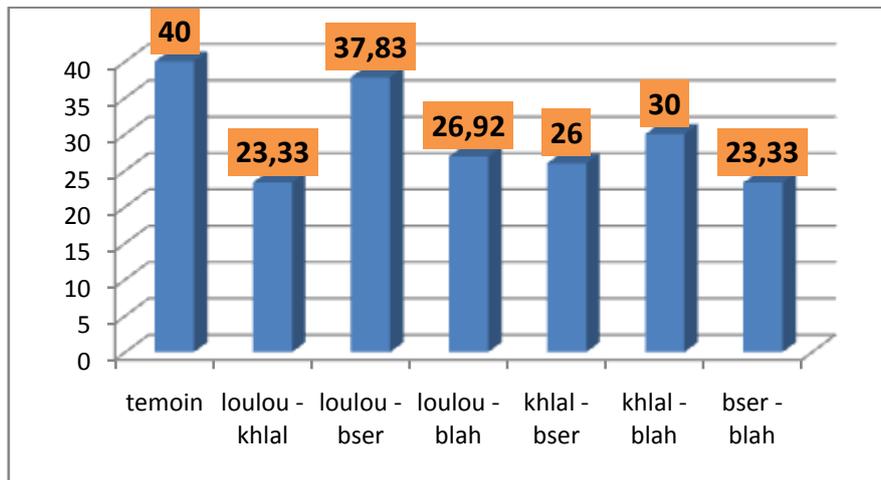


Figure 17 : Teneurs des dattes en saccharose (%)

II.1.1.5 : Acidité des dattes

L'analyse de la figure 18 révèle que la fertilisation potassique affecte l'acidité des dattes. À ce propos, on note que la fertilisation potassique réduit l'acidité comparativement aux dattes témoins. Les dattes témoins ont une acidité de 0.125 g alors que les dattes récoltées après l'addition du potassium sous forme fractionnée présentent des valeurs de 0.04 et 0.09g.

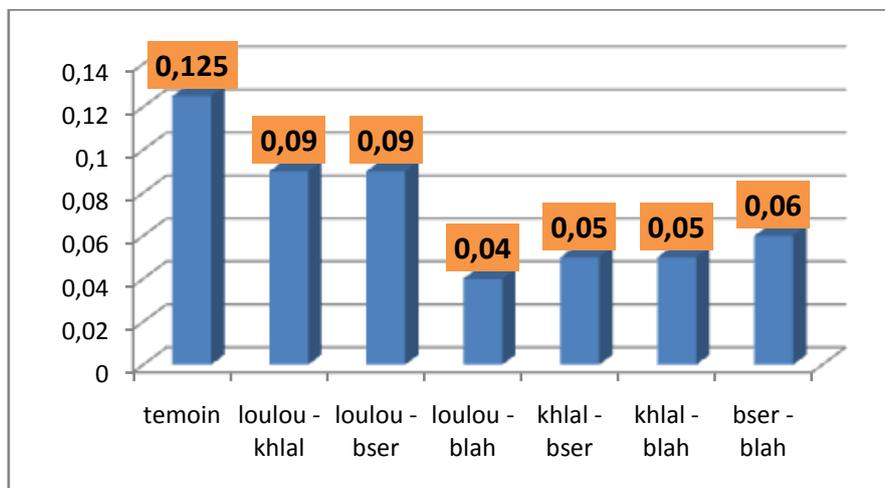


Figure 18 : Teneurs de l'acidité des dattes (g)

II.1.1.6 : pH des dattes

La figure 19, ci-dessous met en évidence que la fertilisation potassique pourrait diminuer le pH des dattes. A ce sujet on note que les dattes témoins présentent un pH de 5.86 cependant les dattes récoltées après l'application de fertilisation potassique fractionnée ont des pH plus faibles. Les pH des dattes varient de 5.62 et 5.77

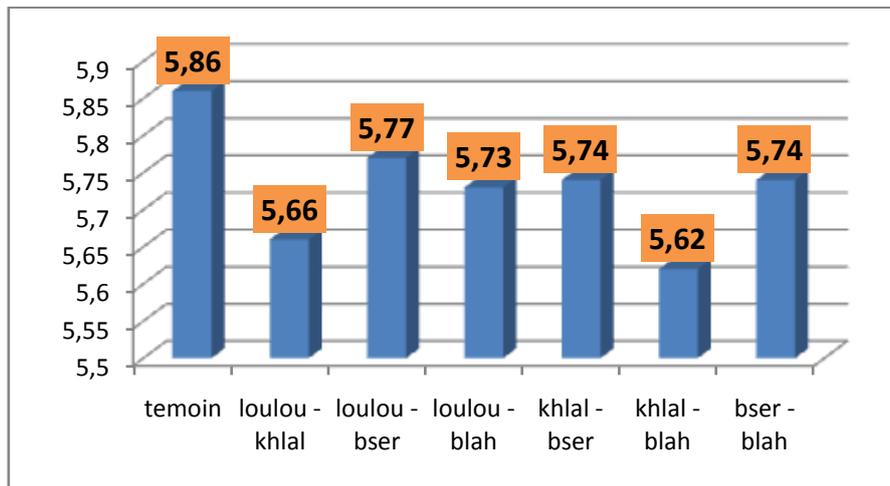


Figure 19 : pH des dattes

II.1.1.7 : Teneur en sels

L'examen de la figure 20 montre que les teneurs en sels des dattes diminuent avec la fertilisation particulièrement après l'application du potassium aux stades de maturité (loulou-

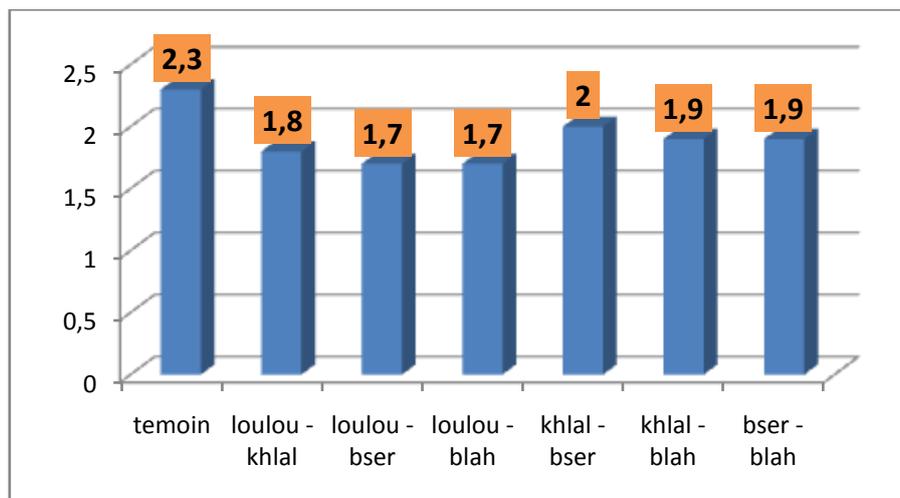


Figure 20 : Evaluation de la conductivité électrique des dattes (dS/m)

II.1.1.8 : Teneur en protéine

Il paraît que l'ajout du potassique réduit les teneurs des dattes en analysées (Figure 21) L'analyse des résultats montrent que les dattes témoins ont des teneurs en protéine à l'ordre de 1.46% tandis que les dattes récoltées après l'application du potassium des teneurs entre 0.62 et 1.25%.

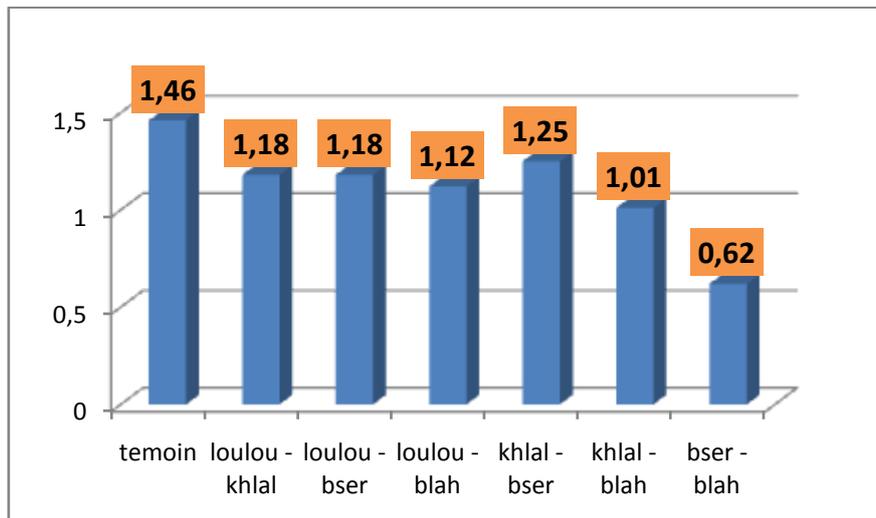


Figure 21 : Teneurs en protéine (%)

II.1.2 : Compositions minérale des dattes

II.1.2.1 Teneur en potassium

L'examen de la figure ci-dessous montre que l'apport potassium a un effet signification sur la teneur des dattes en cet élément. Les dattes récoltées après l'application de la fertilisation potassique présentent des teneurs plus importants en K^+ que les dattes témoins. Les dattes fertilisées au stade de maturité (Loulou -Khlel) ont les teneurs en potassium les plus important avec un taux de 1104mg.

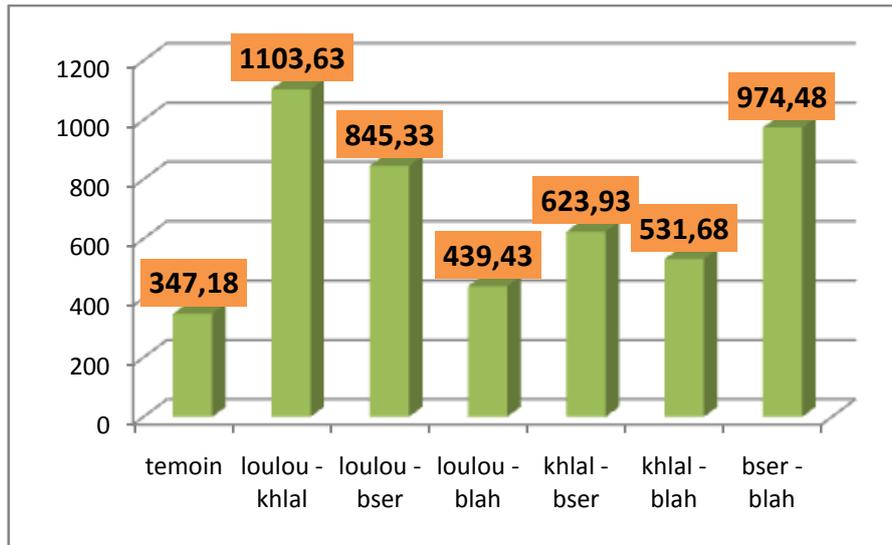


Figure 22: Teneur en potassium (mg/100gMS)

II.1.2.2 Teneur en sodium

Après l'application du potassium, il paraît que les teneurs dattes en sodium diminuent significativement par rapport aux dattes témoin. L'application fractionnée du potassium au stade de maturité (Loulou-Khlel), (Loulou-Bser) et (Loulou –Bleh) induit une régression des taux sodium des dattes.

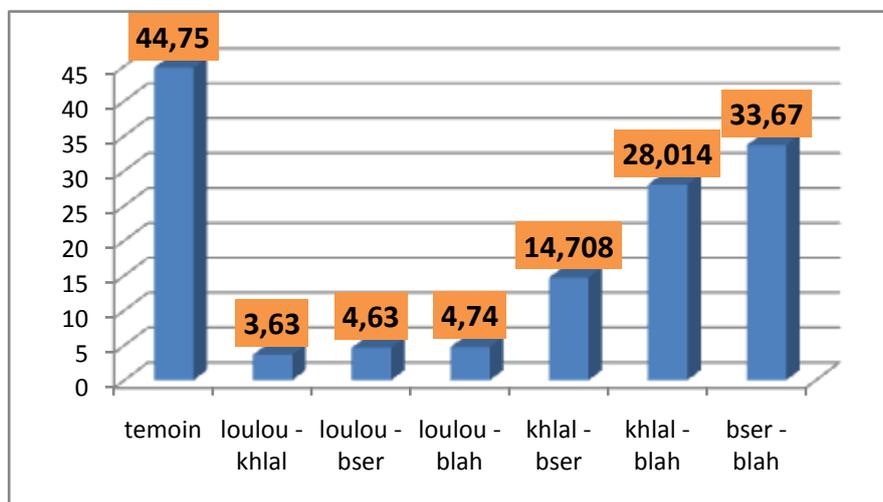


Figure 23 : Teneur en sodium (mg/100gMS)

II.1.2.3 : Teneur en calcium

Selon la figure ci-dessous, on note que l'appart potassique contribue à l'augmentation de la teneur des dattes en calcium comparativement aux dattes témoins.

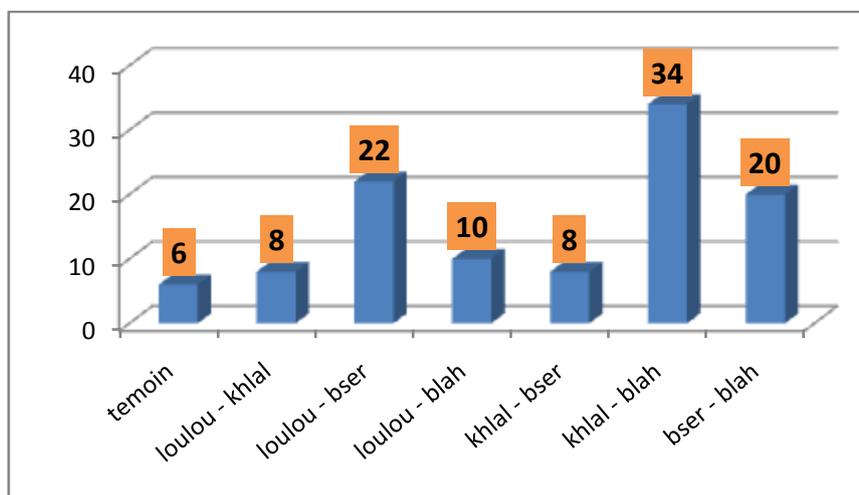


Figure 24 : Teneur en calcium (mg/100gMS)

II.1.2.4 : Teneur en magnésium

Les résultats de la (figure 25) attestent que l'application de la fertilisation potassique diminue la teneur du magnésium, les teneurs les plus faibles sont signalées pour les dattes ayant une application du K^+ au dernier stade de maturité de la datte.

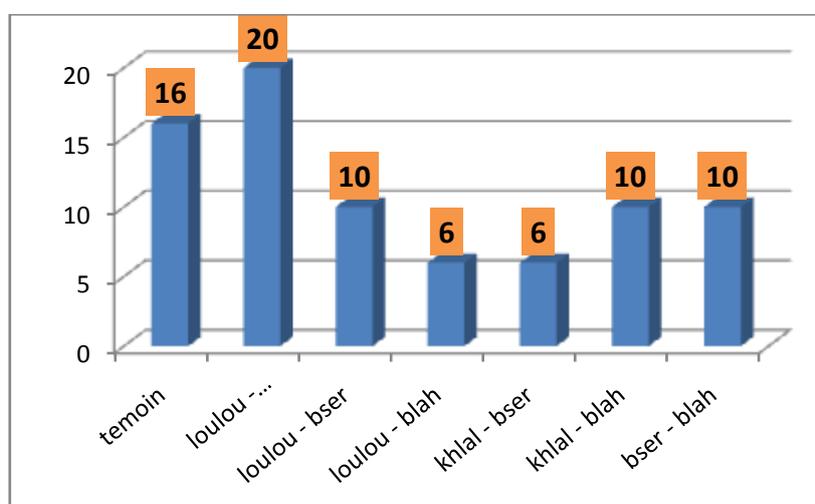


Figure 25 : Teneur en magnésium (mg/100gMS)

II.1.2.5 : Teneur en phosphore

L'analyse de données de la (figure 26) révèle que la fertilisation potassique a un effet positif sur l'absorption du phosphore par le palmier. On note que les dattes témoins ont des taux de 6.34mg en revanche l'apport potassique fractionnée conduit à l'augmentation des teneurs du phosphore au-delà de 10mg pour les dattes récoltées après ajout du potassium.

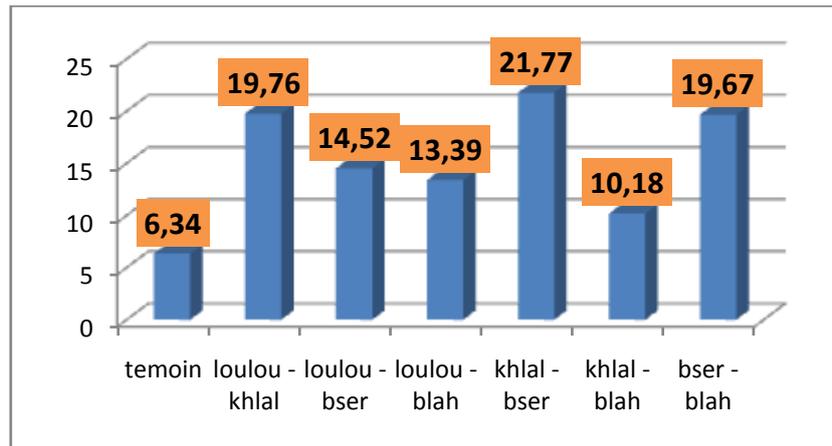


Figure 26 : Teneur en phosphore (mg/100gMS)

II.1.2.6 : Teneur en azote

Les données de la (Figure 27) montrent que l'ajout du potassium réduit les teneurs des dattes analysées en azote. Les dattes témoins ont des teneurs en azote à l'ordre de 0.235% tandis que les dattes récoltées après l'application fractionnée du potassium présentent des teneurs inférieures à 0.2%.

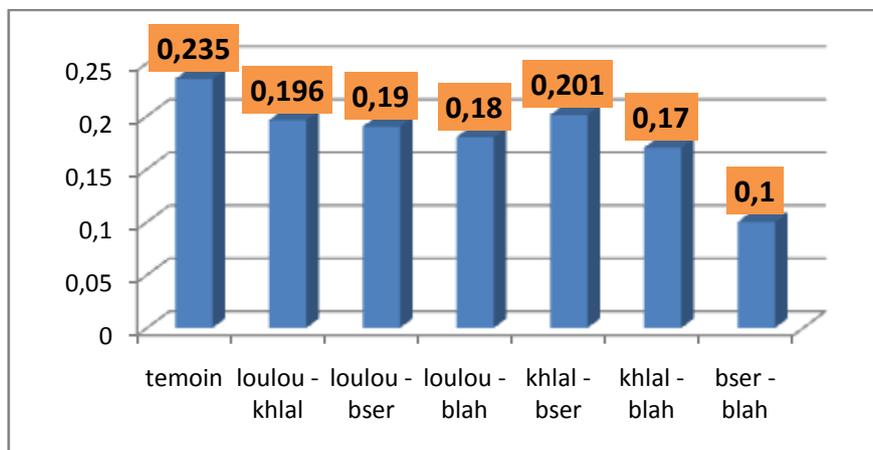


Figure 27 : Teneur en azote (%)

II.2 : Composition minérale des palmes

II.2.1 : Teneur en potassium

L'analyse des données de la (figure 28) révèle que la fertilisation potassique augmente le taux des Palme en potassium pas rapport aux palme témoin .On note, également que la fertilisation fractionnée aux différents stades de maturité de la datte fait augmenté le taux de potassium au delà de 1000 mg

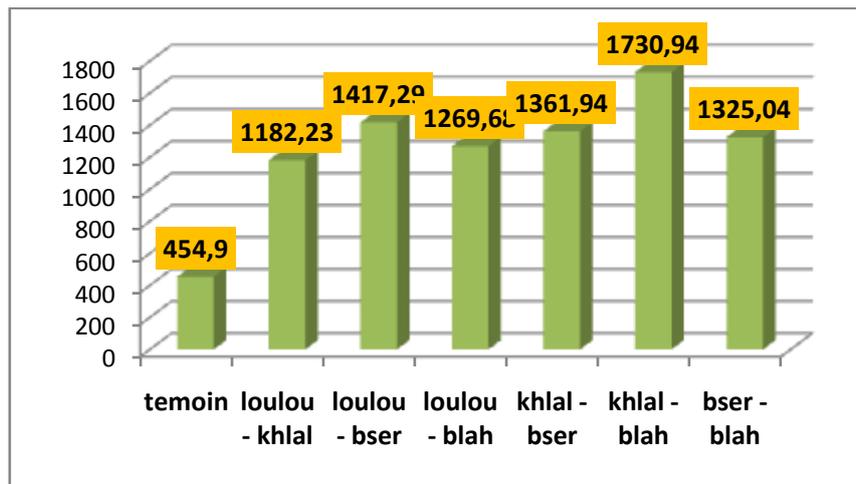


Figure 28 : Teneur en potassium (mg/100gMS)

II.2.2 : Teneur en sodium

L'examen de la (figure 29) montre que l'apport potassique fractionné aux différents stades de maturité de la datte réduit les taux de sodium de palme. Ainsi, on note que les palmes témoins présentent une teneur supérieur à 30 mg alors que les autres palmes récoltées après l'apport des potassiums ont des taux en sodium inferieur à 20 mg

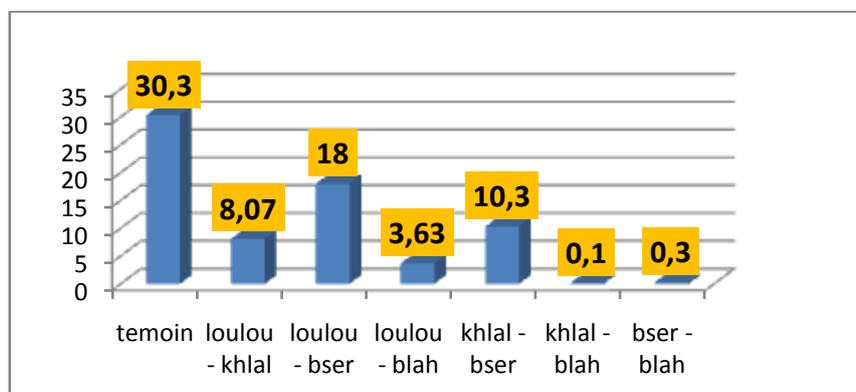


Figure 29 : Teneur en sodium (mg/100gMS)

II.2.3 : Teneur en calcium

Selon de résultats de la figure 30, on note que la fertilisation potassique fait augmenter la teneur du calcium du palme après l’application fractionnée du potassium.

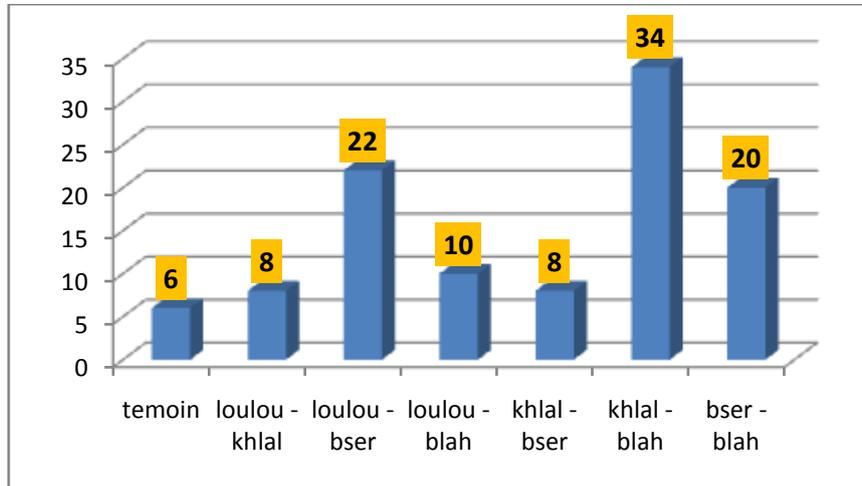


Figure 30 : Teneur en calcium (mg/100gMS)

II.2.4 : Teneur en magnésium

La (figure 31), révèle que l’application du potassium dans le sol induit la diminution du la teneur du magnésium par rapport Aux palme témoins

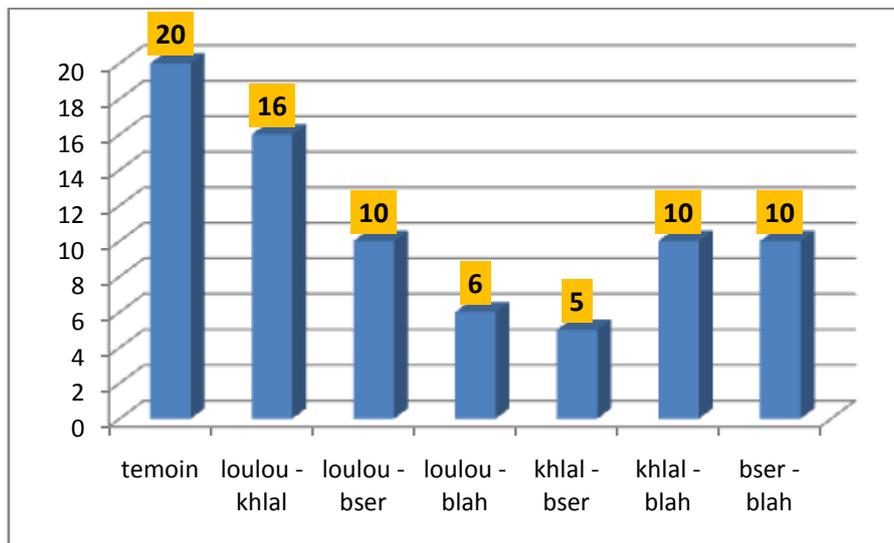


Figure 31 : Teneur en magnésium (mg/100gMS)

II.2.5 : Teneur en phosphore

Les résultats figurant dans le (figure 32) ci-dessous illustre que l'application du potassium réduit l'absorption du phosphore par le palmier et par conséquent, il diminue les teneurs en phosphore des palme récoltées après l'apport potassique comparativement aux palme témoins.

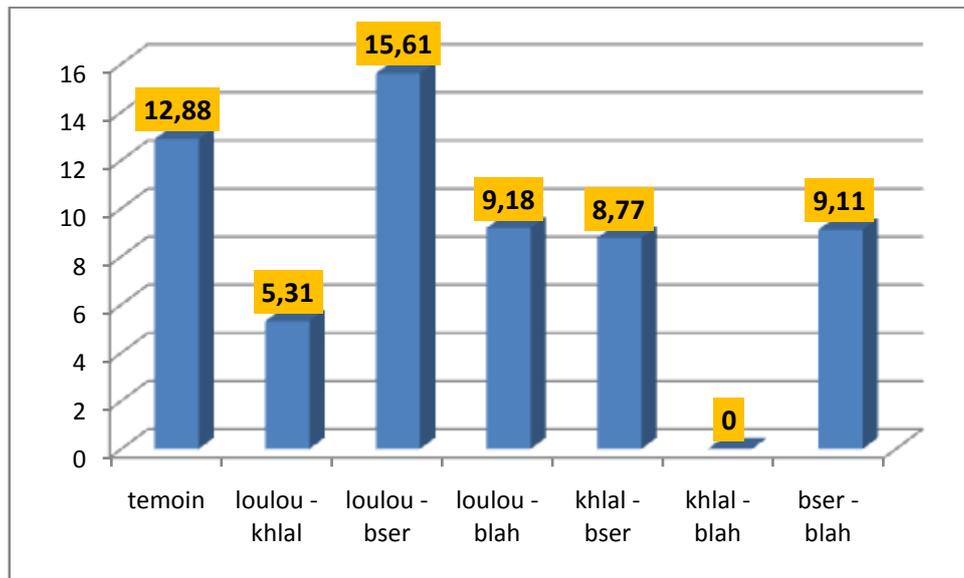


Figure 32 : Teneur en phosphore (mg/100gMS)

Conclusion générale

Conclusion générale

La présente étude a pour objet de mettre en évidence l'effet de la fertilisation sur la qualité de cette datte Deglet-Nour dans un sol gypseux des oasis des Ziban. Une dose couramment vulgarisée de 3 kg de sulfate de potasse est fractionnée selon les différentes stades de maturité (Loulou, Khelel, Bser et Bleh) de la datte Deglet-Nour.

Les principaux résultats montrent que la fertilisation potassique fractionnée aux premiers stades de maturité de la datte est en faveur de l'augmentation des teneurs en eau, des sucres totaux, sucres réducteurs suivi par la diminution du saccharose ; l'acidité, du pH, des sels des dattes analysées. Cependant il résulte de l'application fractionnée du potassium une réduction des protéines des dattes étudiées.

L'apport fractionnée du potassium induit une augmentation des teneurs en potassium, du calcium et du phosphore des dattes analysées accompagné par une réduction une régression notable des taux sodium des dattes après l'application fractionnée du potassium au stade de maturité (Loulou-Khelel), (Loulou-Bser) et (Loulou –Bleh).

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

Référence bibliographique

- 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.
- Albert. L ; (1998). La santé par les fruits .Ed. VEECHI,44-74.
Alger 60 p.
- 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
- Amer et chine ;(2010) .Caractérisation d'eau d'irrigation dans la région de M'ghaier,cas (sidi khelil) .Thèse ing. Université Biskra. 16-23 p.
- 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 .Mohamed , M.R .Shafeek , Aisha H. Ali and Magada M. Hafez, 2015 .Growth , Yield and Bulb . Quality of onion plants (*Allium cepa L.*) as affected by foliair and soil application of potassium , *middele east journal of agriculture research* : 60- 66.
- Baliga . M-S. Baliga . B-R-V. Kandathil . S-M; (2011).
- 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
- 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.
- 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.* » .
- 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

- 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.
- 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.
- 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.
- Datte « D-N » au cours de la maturation. Mémoire de Magister. I.N.A. El-Harrach. Alger.66p.
- 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 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
- Espiard. E ; (2002). Introduction à la transformation industrielle des fruits.
- 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.
- 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.
- Hiouani. F, (2016). Etude expérimentale de l'influence du gypse sur la dynamique des amendements organiques et la cinétique d'absorption par une graminée fourragère (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.
- Javad Roussta M, 2010. Effect of application of potassium sulfate and calcium chloride on date bunch fading disorder in Iran. 19th World Congress of soil Science, *Soil Solutions for a Changing World*, Brisbane , Australia ,2p.
- *Journal of the American oil chemists' society (JAOCS)*, 69.595-597.
- 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 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'Ingénieur. Département d'agronomie. Batna. 51 p.
- Khechai.S et Daoud, 2016. Qualité de la datté 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.
- 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.
- Masmoudi. N ; (2000). Essai de production de biomasse "*Saccharomyces cerevisiae*" à partir des dattes "Ghars". Mémoire d'Ingénieur. Département d'agronomie. Batna. 52p.
- Mhiri A, 2002, 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. 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*" 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.
- Rachid helali (2002) . role du potassium dans la physiologie de la plante , institut national agronomique de tunisie.p 06.
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 et 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.
variétale de divers cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) .*Journal of fruits* , vol. 47N°6, pp : 667-677.
- Vilkas. M ;(1993). Vitamines.Ed.Hermann, 158 p.
- Yahiaoui. K ; (1998). Caractérisation physico-chimique et évolution du brunissement
- Zidani. Sara ; (2009). Influence des techniques de sechage sur la solubilité des protéines de la levure (*saccharomyces cerevisiae*) produite dans un milieu à base de datte.

Résumé

La présente étude a pour but l'étude de l'effet de la fertilisation potassique 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 de la compositions minérale des palmes des fruits analysés. Elle améliore les teneurs en potassium, en calcium et en phosphore des dattes analysées accompagnée par la réduction de la teneur de l'azote. De même, il est noté que l'ajout du potassium engendre l'amélioration de la compositions biochimique des dattes

Mots clés. Ziban, Dattes Deglet-Nour, Fertilisation potassium fractionné Stades de maturité, Sucres , Consistance, calcium.

Abstract

The purpose of this study is to study the effect of fractional potassic fertilization applied at different stages of maturity on the quality of the Deglet-Nour date.

The main results show that the application of potassium fertilizers favors the improvement of the mineral compositions of the fruit palms analyzed. It improves the potassium, calcium and phosphorus contents of the analyzed dates accompanied by the reduction of the nitrogen content. Similarly, it is noted that the addition of potassium leads to the improvement of the biochemical composition of dates

Keywords. Ziban, Deglet-Nour Dates, Fractionated Potassium Fertilization Maturation stages, Sugars, Consistency, Calcium.

المخلص

الغرض من هذه الدراسة هو دراسة تأثير التسميد البوتاسي الجزئي المطبق في مراحل النضج المختلفة على جودة تمور دجلة نور. أظهرت النتائج أن استخدام سماد البوتاسيوم يساعد على تحسين التراكيب المعدنية للنخيل و التمور التي تم تحليلها، فهو يحسن محتويات البوتاسيوم والكالسيوم والفسفور في التمور التي تم تحليلها مصحوبة بتقليل محتوى الأزوت، وتجدر الإشارة بالمثل إلى أن إضافة البوتاسيوم يؤدي إلى تحسين التركيب الكيميائي و الحيوي للتمور.

الكلمات المفتاحية: مراحل النمو , التسميد الجزئي , التسميد البوتاسي , تمور الدقلة نور , الواحات , السكريات