
Soumis le: 22/02/2020

Forme révisée acceptée le: 31/05/2020

Auteur correspondant : fatmatajini@yahoo.fr



**Revue
Nature et Technologie**

<http://www.univ-chlef.dz/revuenatec>

ISSN : 1112-9778 – EISSN : 2437-0312

Etude de la qualité nutritionnelle de fruit de *Phoenix dactylifera* L. : mesure des paramètres biochimiques

Fatma TAJINI¹, Yosra BOUALI¹, Abid OUERGHUI^{1,2}

¹Unité de Physiologie Fonctionnelle et Valorisation des Bio-ressources : UR17ES27(ISBB), Beja- 9000, Université de Jendouba, Tunisie.

²Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Paris, Chimie Paristech – PSL Research University, 11 rue Pierre et Marie Curie, 75005 Paris, France

Résumé

Les dattes sont des fruits riches en substances biologiquement actives, ce qui leur confère un grand intérêt en termes de validation. Dans cette étude nous avons visé les caractéristiques des fruits de deux variétés de *Phoenix dactylifera* L., l'une Tunisienne (Deglet Nour), a été sélectionnée pour sa qualité nutritionnelle et son appréciation à travers le monde et l'autre d'origine Saoudienne (Madjoul), qui est très populaire en raison de sa grande taille, de sa texture et de goût particulier. Les analyses des paramètres biochimiques tels que les polyphénols totaux, les flavonoïdes, les tanins condensés, les sucres totaux, les protéines ainsi que les oligoéléments (fer et sodium), indiquent une différence significative chez les deux variétés étudiées. L'analyse globale des résultats de la présente étude montrent que les flavonoïdes représentent les constituants majeurs des composés phénoliques chez la variété Deglet Nour Tunisienne et les tanins condensés chez la variété Madjoul Saoudienne ($43,17 \pm 4,76 \mu\text{g EQ/g MS}$ et $160,92 \pm 39,22 \mu\text{g EC/g MS}$, respectivement). De même, les résultats indiquent une richesse en sucres totaux de la datte Madjoul qui est de : $214,79 \pm 15,25 \text{ mg/g MS}$ par rapport à la datte Deglet Nour, par contre cette dernière présente la teneur la plus élevée en protéine : $15,13 \pm 3,18 \mu\text{g/g MS}$. Cette variation pourrait être liée à divers facteurs, plus particulièrement l'origine géographique, l'effet variétal, la maturité et la période de la récolte. Cette étude comparative pourra conduire à valoriser les dattes, rappelons que les composés phénoliques sont connus pour leurs vertus biologiques et suscitent un intérêt important dans l'activité antioxydante.

Mots-clés : Caractéristiques biochimiques ; Deglet Nour ; Madjoul ; molécules bioactives ; *Phoenix dactylifera* L.

Study of the Nutritional Quality of *Phoenix dactylifera* L. fruit: Measurement of Biochemical Parameters

Abstract

Dates are fruits rich in biologically active substances, which gives them great interest in terms of validation. In this study we aimed at the characteristics of the fruits of two varieties of *Phoenix dactylifera* L., one Tunisian (Deglet Nour), was selected for its nutritional quality and its appreciation throughout the world and the other of Saudi origin. (Madjoul), which is very popular due to its large size, texture and special taste. Analyzes of biochemical parameters such as total polyphenols, flavonoids, condensed tannins, total sugars, proteins as well as trace elements (iron and sodium) indicate a significant difference in the two varieties studied. The global examination of the results of the present study show that the flavonoids represent the major constituents of phenolic compounds in the Deglet Nour Tunisian variety and the condensed tannins in the Madjoul Saudi variety ($43.17 \pm 4.76 \mu\text{g EQ/g DW}$ and $160.92 \pm 39.22 \mu\text{g EC/g DW}$, respectively). Similarly, the results indicate a richness in total sugars of the Madjoul date which is: $214.79 \pm 15.25 \text{ mg/g DW}$ compared to the Deglet Nour date, on the other hand the latter has the highest protein content: $15.13 \pm 3.18 \mu\text{g/g DW}$. This variation could be linked to various factors, more particularly the geographical origin, the varietal effect, the maturity and the harvest period. This comparative study could lead to valuing dates, remember that phenolic compounds are known for their biological virtues and arouse significant interest in antioxidant activity.

Keywords : Biochemical characteristics; Deglet Nour; Madjoul; bioactive molecules; *Phoenix dactylifera* L.



Ceci est un document en libre accès selon les termes de [Creative Commons Attribution License CC-BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), ce qui permet de le partager, copier, reproduire, distribuer, communiquer, réutiliser ou de l'adapter avec l'obligation de créditer son auteur.

Nomenclature

EAG :	Equivalent en Acide gallique
EQ :	Equivalent en Quercétine
EC :	Equivalent en Catéchine
MS :	Matière Sèche
MF :	Matière Fraîche
DO :	Densité Optique
C :	Concentration
PPT :	Polyphénols Totaux
ASB :	Albumine de sérum bovin

1. Introduction

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) est l'arbre antique et mythique, symbole de l'agriculture oasienne, il est créateur de centre de vie et la source de valeurs inestimables : valeurs religieuses, économiques, morales et écologiques [1, 2]. La datte, fruit du palmier dattier, a été depuis des long temps un élément très important dans l'alimentation, tant pour les humains (les dattes molles) que pour les animaux (les dattes sèches). En effet, ces dernières années ont connu une exploitation appréciable des palmiers, les fruits notamment. Ces derniers suscitent un intérêt de plus en plus croissant aussi bien chez les consommateurs que chez les diététiciens et les nutritionnistes. Ils servent en outre à l'élaboration de produits alimentaires de grandes valeurs énergétiques : miel ; confiture ; sirop, marmelade...etc. D'un autre côté, l'industrie alimentaire a connu une grande évolution, favorable aux consommateurs et qui cherche depuis toujours un produit de qualité adapté aux besoins fondamentaux de l'organisme, à la santé, à la sécurité et à la protection de la vie du citoyen [3]. Les dattes sont également une bonne source de fibres et de sels minéraux [4]. Elles contiennent peu de protéines mais des acides aminés essentiels, des lipides sous forme de trace et de nombreux métabolites issus du métabolisme secondaire tels que les composés phénoliques qui peuvent contribuer à la régulation physiologique et par conséquent entrainer un effet bénéfique pour la santé [5, 6]. Ces précieuses molécules possèdent des propriétés biologiques très intéressantes, qui trouvent des applications dans divers domaines à savoir en médecine, pharmacie, nutrition...etc. Divers travaux ont été menés pour déterminer la composition chimique de la datte en : sucres, protéines, lipides, fibres et minéraux tandis que les études sur les composés phénoliques restent peu nombreuses [7].

L'objectif de notre étude est de quantifier par des méthodes spectrophotométriques les polyphénols totaux, les flavonoïdes, les tanins condensés, les teneurs en sucres totaux et les protéines, ainsi que les oligoéléments (fer et le sodium) présents dans les extraits organiques de deux variétés de *Phoenix dactylifera* L.

2. Matériel végétal

Deux variétés de datte (Figure 1) "Deglet Nour" d'origine Tunisienne et "Madjoul" d'origine Saoudienne ont été utilisées dans notre étude. Le choix de ces variétés a été motivé par l'importance des effectifs de palmier (*Phoenix dactylifera* L.), leur importance économique, leur bonne appréciation par le consommateur ou encore par leur résistance à la maladie (particulièrement la fusariose).



Figure 1 : (A) variété « Madjoul » ; (B) variété « Deglet Nour »

2.1. Préparations des échantillons

Les dattes des deux variétés ont été nettoyées avec l'eau distillée afin d'éliminer toutes impuretés, puis découpées manuellement en morceaux, 20 g de pulpe de chaque variété ont été pesés, puis mis pour séchage dans une étuve ventilée et programmable à la température T= 45 °C à air chaud. La vitesse de l'air chaud est maintenue constante durant toute la durée du séchage. Le matériel séché a été réduit en poudre à l'aide d'un broyeur.

2.2. Préparations des extraits

15 g des échantillons ont été pesé et macérés avec 30 mL de 80 % de solution aqueuse d'éthanol dans un bécher et maintenu sous agitation en un chiquer pendant 72 h, pour l'analyse des polyphénols totaux, des flavonoïdes des tanins condensés, des sucres et des protéines.

2.3. Dosage des polyphénols totaux

La concentration des extraits en polyphénols totaux est estimée par la spectrophotométrie d'absorption UV-Visible, le réactif de Folin-ciocalteu qui est une solution d'acide contenant des ions complexes polymériques issus d'un mélange de phosphotungstate et de phosphomolybdate [8]. En effet le caractère réducteur des composés phénoliques et leur complexation possible avec les métaux lourds contenus dans l'agent oxydant et qui conduisent à la formation d'un complexe bleu qui absorbe dans le visible à la longueur d'onde $\lambda = 760$ nm.

Ce dosage est une estimation rapide de la teneur en polyphénols totaux [9]. En effet, 25 μ L de l'extrait éthanolique sont mélangés à 125 μ L de réactif de Folin-ciocalteu, 2 mL d'eau distillée et finalement 375 μ L de carbonate de calcium (Na_2CO_3) à 10 % sont additionnés. Le mélange est incubé pendant 2 h à une température de 37 °C à l'obscurité.

La mesure de la densité optique est réalisée contre un blanc constitué de {25 μ L d'éthanol, 125 μ L de réactif de Folin-ciocalteu, de 2 mL d'eau distillée et 375 μ L de carbonate de sodium (10 %)}.

Cette méthode permet d'avoir une approximation de la teneur de l'extrait en phénols qui sera exprimé par rapport à un composé de référence (acide gallique). Une gamme étalon a été préparée avec l'acide gallique comme suit :

1) A partir des solutions d'acide gallique ($S_1 = 0,1$ g/L, $S_2 = 0,05$ g/L, $S_3 = 0,025$ g/L et $S_4 = 0,0125$ g/L, préparées dans un mélange (50/50) d'eau et d'éthanol. On prélève 25 μ L de chaque solution et on l'introduit dans des tubes numérotés respectivement (T_1 , T_2 , T_3 , et T_4), puis on ajoute à chaque tube et dans l'ordre 125 μ L de réactif de Folin, 2 mL d'eau distillée, après 5 minutes de repos, on additionne 375 μ L de carbonate de sodium (10 %) et on maintient le système à 37 °C pour une incubation durant 2heures.

2) On mesure la densité optique de chaque étalon contre le même blanc : {25 μ L d'éthanol, 125 μ L de réactif de Folin-ciocalteu, de 2 mL d'eau distillée et 375 μ L de carbonate de sodium (10 %)} à la longueur d'onde $\lambda = 760$ nm.

La courbe d'étalonnage du spectrophotomètre est présentée dans la figure 2. La densité optique (D.O) est une droite affine d'équation : $D.O = 0,099C - 0,024$ avec un facteur de réhabilité $R^2 = 0,993$.

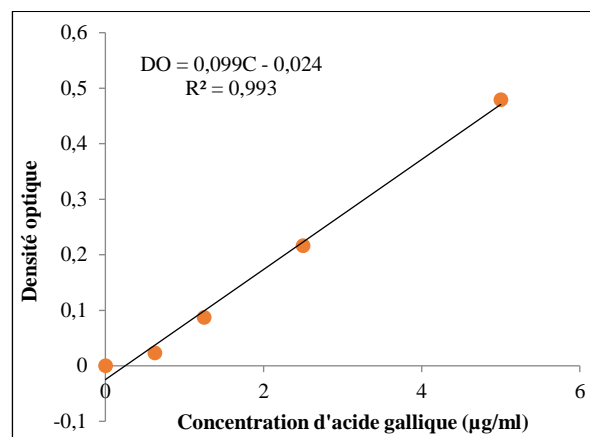


Figure 2 : Courbe d'étalonnage des polyphénols totaux

Les concentrations des polyphénols contenus dans les extraits de dattes sont calculées en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant l'acide gallique comme standard, les résultats sont exprimés en μ g équivalent en acide gallique (EAG) /g de matière sèche (MS).

2.4. Dosage des flavonoïdes

2.4.1. Principe

Un dosage colorimétrique est basé sur la formation d'un complexe de couleur jaune, entre les flavonoïdes et le trichlorure d'aluminium (AlCl_3). La soude forme de son côté un autre complexe qui rend la couleur rose dont l'intensité nous indique l'importance du contenu de l'extrait en flavonoïdes [10].

2.4.2. Mode opératoire

Un volume de 250 μ L de l'extrait méthanolique est mélangé avec 75 μ L d'une solution de NaNO_2 (5 %). Après une incubation à la température ambiante, on ajoute 150 μ L d'une solution de trichlorure d'aluminium à 10 % ($\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) fraîchement préparée. Après cinq minutes de repos on ajoute 500 μ L de soude (NaOH , 1M) et on ajuste avec l'eau distillée jusqu'à 2,5 mL [11]. L'absorbance est mesurée à 510 nm en se référant à un témoin dépourvu de l'extrait.

Les teneurs en flavonoïdes sont calculées en utilisant une gamme étalon de quercétine à des concentrations allant de 100 à 1,5 μ g/mL. Ces teneurs en flavonoïdes

sont exprimées en μg d'équivalent en quercétine par gramme de matière sèche ($\mu\text{g EQ/g MS}$).

La courbe d'étalonnage du spectrophotomètre est présentée dans la figure 3. La densité optique (D.O) est une droite affine d'équation : $D.O = 0,086C - 0,159$ avec un facteur de réhabilité $R^2 = 0,992$.

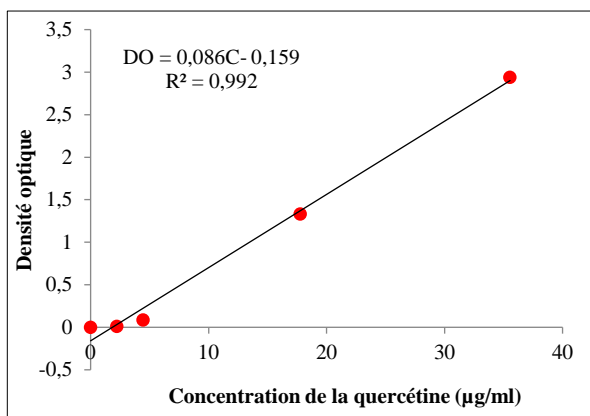


Figure 3 : Courbe d'étalonnage des flavonoïdes

2.5. Dosage des tanins

2.5.1. Principe

Nous avons adopté la méthode à la vanilline avec HCL, cette méthode dépend de la réaction de la vanilline avec le groupement flavonoïde terminal et la formation d'un complexe rouge dont l'intensité est mesurée à 760 nm [12].

2.5.2. Mode opératoire

Un volume de 50 μL de chaque extrait a été ajouté à 1500 μL de la solution vanilline à 4% puis mélanger vigoureusement, ensuite un volume de 750 μL de l'acide chlorhydrique concentré (HCL) a été additionné. Le mélange obtenu est laissé réagir à température ambiante pendant 20 minutes. L'absorbance a été mesurée à 760 nm contre un blanc. Différentes concentrations entre 0 et 1000 $\mu\text{g/mL}$ ont été préparées à partir d'une solution mère de la catéchine pour tracer la courbe d'étalonnage.

La courbe d'étalonnage du spectrophotomètre est présentée dans la figure 4. La densité optique (D.O) est une droite affine d'équation : $D.O = 0,0026C - 0,1107$ avec un facteur de réhabilité $R^2 = 0,9211$.

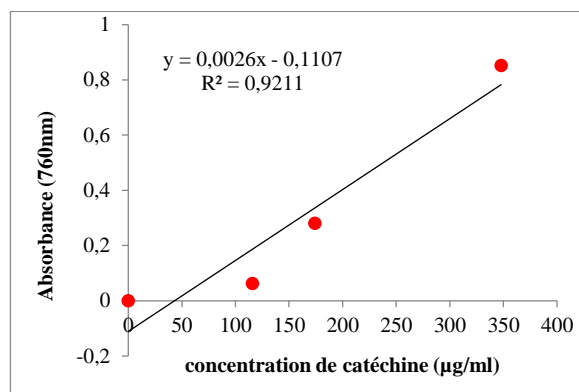


Figure 4 : Courbe d'étalonnage des tanins condensés

Les concentrations des tanins condensés dans les extraits de dattes sont calculées en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant la catéchine comme standard, les résultats sont exprimés en μg équivalent en catéchine/g de MS.

2.6. Dosage des sucres totaux

2.6.1. Principe

Les oses totaux sont dosés selon Dubois et al. (1956) [13], en utilisant le phénol et l'acide sulfurique, à ce moment-là, se forment des chromophores de couleur jaune-orangé. Leur apparition est suivie en mesurant l'augmentation de la densité optique à 485 nm.

2.6.2. Mode opératoire

1 mL de la solution à doser est mis dans un tube à essai avec 50 μL de phénol (à 75 % dans l'eau) ; 2,5 mL de H_2SO_4 sont ajoutés rapidement sans les faire couler le long des parois et le mélange a été agité immédiatement par le vortex sous la hotte. La réaction étant exothermique donc une importante chaleur se forme au sein du tube, il est donc nécessaire de refroidir le mélange dans la glace avant l'incubation à 30 °C pendant 10min. L'absorbance a été mesurée à 485 nm.

Les teneurs des sucres totaux sont déterminées en référence à une gamme de concentration de 0 à 100 $\mu\text{g/mL}$ à partir d'une solution mère de glucose selon la formule suivante :

$$S T = \frac{[X. V. D]}{P} \times 100$$

ST : Taux de sucres totaux (%) ;
 X : Quantité de sucres calculée à partir de la courbe d'étalonnage (mg/ mL) ;
 D : Facteur de dilution ;
 V : Volume de la solution analysée (mL) ;
 P : Poids de la prise d'essai (mg).

La courbe d'étalonnage du spectrophotomètre est présentée dans la figure 5. La densité optique (D.O) est une droite affine d'équation : $D.O = 0,0008C - 0,0653$ avec un facteur de réhabilité $R^2 = 0,995$.

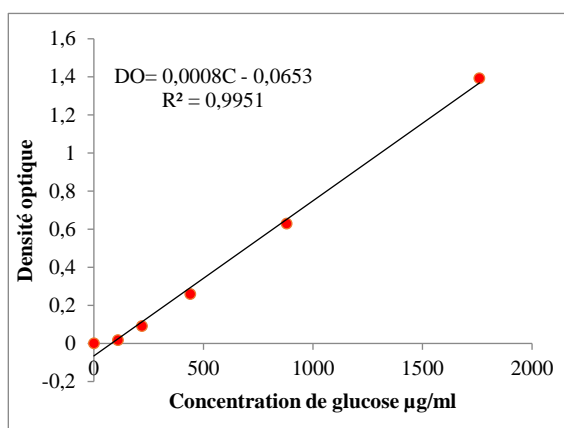


Figure 5 : Courbe d'étalonnage des sucres totaux

2.7. Dosage des protéines

La méthode de Bradford est un dosage colorimétrique qui se manifeste par le changement de la couleur du bleu de Coomassie G-250 après liaison avec les protéines à la longueur d'onde : $\lambda = 595 \text{ nm}$ [14].

Dans un tube à hémolyse, on introduit 790 μL d'eau distillée, 200 μL de bleu de Coomassie G-250 et finalement 20 μL de l'extrait étudié. Après agitation par vortex, on mesure l'absorbance du mélange contre un blanc dépourvu de l'extrait à la longueur d'onde $\lambda = 595 \text{ nm}$.

On prépare dans les mêmes conditions un blanc contenant tous les réactifs sauf l'extrait. La gamme-étalon a été établie en utilisant une protéine (Albumine de sérum bovin ou ASB) de concentrations variant de 0 et 1000 $\mu\text{g/mL}$. La densité optique (D.O) est une droite affine d'équation : $D.O = 0,023C + 0,005$ avec un facteur de réhabilité $R^2 = 0,938$ (Figure 6).

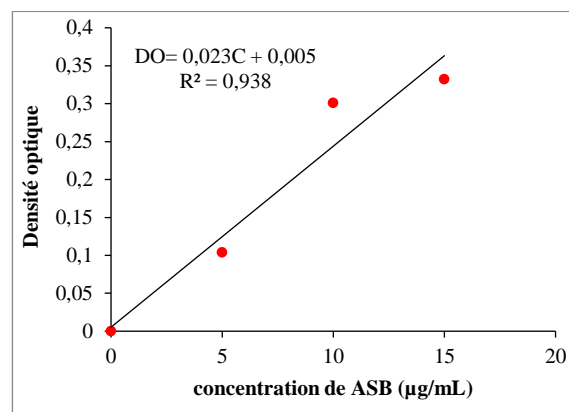


Figure 6 : Courbe d'étalonnage des protéines.

2.8. Dosage des oligoéléments dans les dattes

L'extraction des oligoéléments accumulés dans les dattes étudiées dans ce travail, consiste à doser la quantité de fer et de sodium par le spectrophotomètre d'absorption atomique à flamme air-acétylène de marque Analytik Jena [15].

Dans un ballon muni d'un réfrigérant, on introduit 10 g de la poudre de datte séchée, puis on ajoute 50 mL de l'acide chlorhydrique (37 %). Le mélange est agité doucement durant 1 heure à 60 °C. Après refroidissement, le mélange est filtré sous hotte avec précaution, la phase liquide est récupérée dans un flacon en verre et conservée à une température de 4 °C pour la détermination des teneurs en oligoéléments. Avant chaque analyse, l'appareil est calibré par des solutions étalons certifiées pour tracer la courbe d'étalonnage.

2.8.1. Dosage du Fer

Le spectrophotomètre d'absorption atomique a été étalonné à l'aide des solutions : (S_0 , 0 mg/L) (S_1 , 2 mg/L), (S_2 , 5 mg/L), (S_3 , 10 mg/L), (S_4 , 15 mg/L) et (S_5 , 20 mg/L) préparées au départ d'une solution mère de Fer (1000 mg/L), en utilisant une lampe à cathode creuse au fer de longueur d'onde $\lambda = 248,3 \text{ nm}$ et d'intensité = 5 mA avec une fente de largeur égale 0,5 nm.

La courbe d'étalonnage est présentée dans la figure 7.

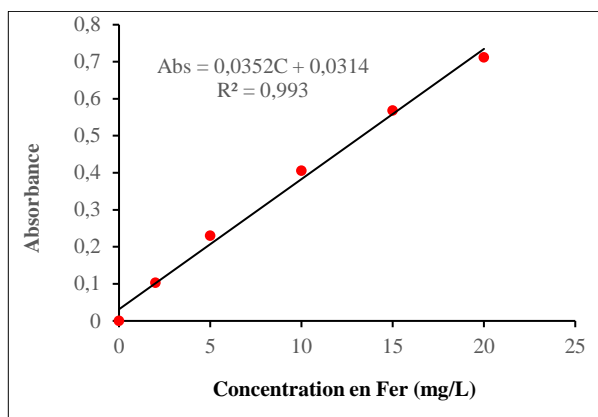


Figure 7 : Courbe d'étalonnage du spectrophotomètre d'absorption atomique pour le dosage de l'élément Fer.

2.8.2. Dosage du Sodium

Le spectrophotomètre d'absorption atomique a été étalonné à l'aide des solutions : (S₀, 0 mg/L) (S₁, 2 mg/L), (S₂, 5 mg/L) et (S₃, 10 mg/L) préparées au départ d'une solution mère de Sodium (1000 mg/L) en utilisant une lampe à cathode creuse au sodium de longueur d'onde $\lambda = 589$ nm et d'intensité = 5 mA, avec une fente de largeur égale à 0,2 nm. La courbe d'étalonnage est présentée dans la figure 8.

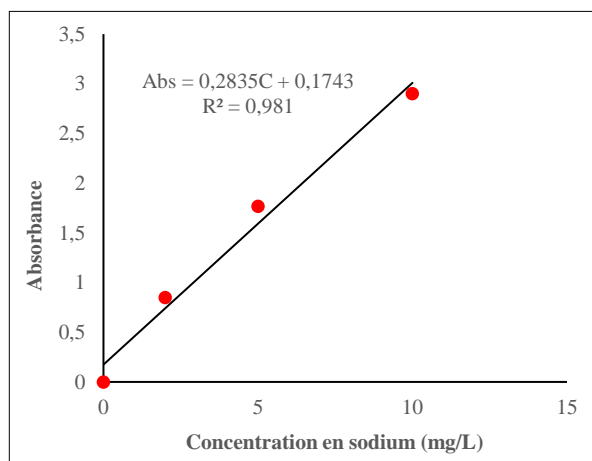


Figure 8 : Courbe d'étalonnage du spectrophotomètre d'absorption atomique pour le dosage de l'élément Sodium.

Les concentrations des oligoéléments (Fer et Sodium) dans les extraits de dattes sont calculées en se référant aux courbes d'étalonnages obtenues, en utilisant les solutions mères comme standard. Les résultats sont exprimés en $\mu\text{g/g}$ de MS.

2.9. Analyses statistiques

Pour tous les paramètres mesurés, les analyses statistiques sont faites par un programme SAS (SAS Inst, 2004, version 9.0). Les résultats ont été soumis à l'analyse ANOVA, une comparaison de moyennes a été réalisée par l'essai de gamme multiple de Duncan ($p \leq 0,05$). Les données sont des moyennes \pm écart type de 3 répétitions.

3. Résultats et Discussion

3.1. Teneur en polyphénols totaux

La figure 9 présente la quantité des polyphénols totaux dans les pulpes des deux dattes étudiées en équivalent d'acide gallique/g de matière sèche de datte. Les résultats montrent une différence significative entre les deux variétés ($p \leq 0,01$). En effet, la variété Tunisienne (Deglet Nour) présente la teneur la plus élevée avec une valeur de $4,52 \pm 0,31$ mg.EAG/g MS par contre chez la variété Saoudienne (Madjoul), la teneur a été estimée de $3,62 \pm 0,23$ mg.EAG/g MS.

Par comparaison avec la datte fraîche, nos résultats sont nettement supérieurs au résultat trouvé par Lekbir et al. (2013) [16], qui ont rapporté que la teneur en composés phénoliques, pour un extrait méthanolique, est de 0,09g EAG/100 g de Matière fraîche (MF) de la variété Deglet Nour (*Phoenix dactylifera* L) d'origine Algérienne.

Dans une autre étude réalisée par Dhaouadi et al. (2011) [17], la teneur en polyphénols est de 548 mg EAG/100 g de sirop de datte (*robb*) pour l'extrait méthanolique de la variété Deglet Nour d'origine Tunisienne.

Les teneurs en polyphénols trouvées dans ce travail, sont supérieures à celles trouvées dans d'autres fruits secs les plus consommés, abricot (0,63 mg EAG/100 g MS), figue (0,52 mg EAG/100 g MS), raisin (1,03 mg EAG/100 g MS) [18]. Ces résultats indiquent que les dattes représentent une bonne source d'antioxydants naturels d'où leur utilisation traditionnelle.

Les différentes teneurs en polyphénols totaux (PPT) des variétés de dattes résultent de l'effet d'un certain nombre de facteurs dont les principaux sont :

- Les facteurs climatiques et environnementaux : la lumière, les précipitations, la topographie, la saison et le type de sols [19] ;
- Le patrimoine génétique : la concentration des polyphénols est très variable d'une espèce à une autre et d'une variété à autre et diminue régulièrement durant la maturation ainsi que la période de récolte et le stockage par différentes voies du brunissement [20] ;
- La méthode d'extraction et la méthode de quantification. En effet, des études menées par Lekbir *et al.* (2013) [16], sur l'optimisation de l'extraction des polyphénols et l'activité antioxydant de la variété Deglet Nour (*Phoenix dactylifera* L.), montrent que le meilleur solvant d'extraction est le méthanol.

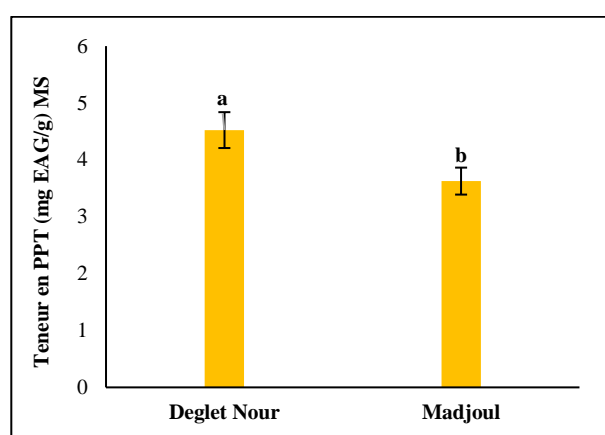


Figure 9 : Teneurs en polyphénols totaux de la variété Tunisienne (Deglet Nour) et la variété Saoudienne (Madjoul)
(Les moyennes suivies des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5 %)

3.2. Teneur en flavonoïdes

La figure 10 présente les teneurs en flavonoïdes déterminées dans les deux variétés de datte étudiées. En fait, l'analyse montre une différence significative entre ces deux variétés ($p < 0,001$). Ainsi, la teneur en flavonoïdes la plus élevée a été obtenue chez la variété Tunisienne avec une valeur de $43,17 \pm 4,76 \mu\text{g EQ/g MS}$, par contre, la variété Saoudienne (Madjoul) ne présente que $11,54 \pm 1,73 \mu\text{g EQ/g MS}$. Cette variation a été estimée de 3,75 fois plus élevée chez la variété Deglet Nour par rapport à la variété Madjoul.

L'étude réalisée par Chabir *et al.* (2014) [21], présente des teneurs en flavonoïdes dans les dattes marocaine inférieures à celles rapportées dans ce travail,

dont les teneurs varient de manière significative ($p \leq 0,05$) de 0,01 à 0,38 mg EQ/100 g MF, soit 0,01 mg EQ/100 g MF pour Deglet Nour.

Chaira *et al.* (2009) [22] ont trouvé une valeur supérieure de notre résultat avec une teneur en flavonoïde de 54,46 mg EQ/100 g de matières fraîche (MF) pour l'extrait méthanolique de datte Deglet Nour Tunisienne. De même, ces valeurs sont inférieures à celle trouvée par Ait Mouhoub & Oubouid, (2017) [23], qui est de 0,31 g EQ/100 g de matière sèche (MS), en utilisant le méthanol pour l'extraction, et à celles de Lekbir *et al.* (2013) [16], qui ont trouvé des teneurs en flavonoïdes de 0,02 g EQ/100 g de matière fraîche (MF) de pulpe de Deglet Nour d'origine Algérienne.

D'un autre côté, la teneur en flavonoïdes de la variété Tunisienne (Deglet Nour) étudiée pour ce travail est supérieure à celles de quelques fruits donnés par Haddadi (2005) [24] : 1,98 ; 3,22 et 2,10 mg/100 g du poids frais pour la tomate, la mandarine et la pomme, respectivement. Cependant, la variété Madjoul présente une valeur inférieure à ces teneurs.

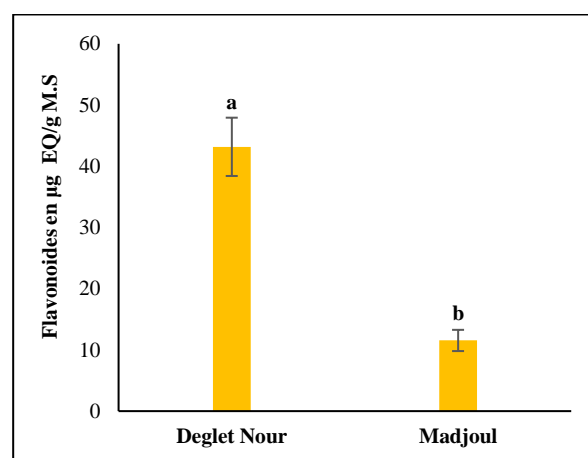


Figure 10 : Teneurs en flavonoïdes de la variété Tunisienne (Deglet Nour) et la variété Saoudienne (Madjoul)
(Les moyennes suivies des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5 %)

3.3. Teneur en Tanins condensés

Les résultats de la figure 11 présente les teneurs en tanins condensés déterminées dans les deux variétés de datte étudiées. En effet, les analyses indiquent une différence nettement significative entre les deux dattes ($p \leq 0,0001$). Ainsi, la teneur la plus élevée a été obtenue chez la variété Saoudienne (Madjoul) avec une valeur de

160,92±39,22 µg EC/g MS contre 11,13 ±0,31µg EC/g MS chez la variété Tunisienne (Deglet Nour). Cette différence a été estimée de 14,5 fois plus élevée chez Madjoul par rapport à Deglet Nour Tunisienne.

Les résultats de cette étude ont été comparés à d'autres résultats de la littérature, en fait, Ait Mouhoub & Oubouzi, (2017) [23], ont rapporté des teneurs supérieures à celles trouvées dans ce travail en tanins condensés, dans les noyaux (2,04g EC/100 g MS), suivie par la pulpe (1,42 g EC/100 g MS) de *Phoenix dactylifera* L. Algérienne, en utilisant l'extraction méthanolique.

De même, El Arem et al. (2013) [25], ont rapporté des teneurs en tanins condensés supérieures dans d'autres variétés de dattes Tunisiennes au stade Tamer, avec des taux allant de 0,055 à 0,102 g EC/100 g de matière fraîche (MF).

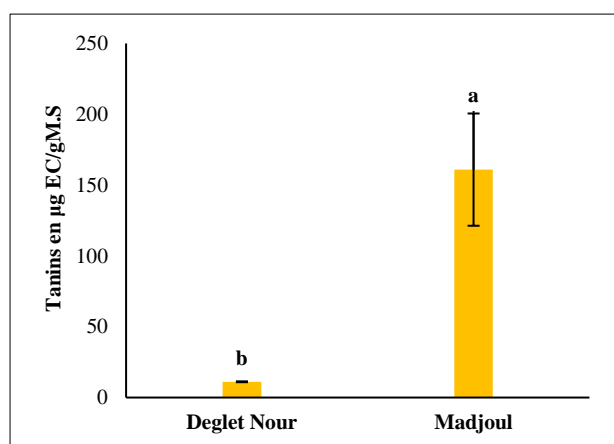


Figure 11 : Teneurs en tanins condensés de la variété Tunisienne (Deglet Nour) et la variété Saoudienne (Madjoul) (Les moyennes suivies des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5 %)

3.4. Teneur en sucres totaux

Les sucres sont les constituants majeurs de la dattes, ils sont également responsables de la douceur de l'aliment. Les valeurs des sucres totaux exprimées par rapport à la matière sèche.

La figure 12 présente les teneurs en sucres totaux déterminées dans les deux variétés de *Phoenix dactylifera* L. étudiées. Les résultats montrent une différence significative entre les deux types de dattes ($p \leq 0,0001$) et la teneur en sucres totaux la plus élevée est attribuée à la variété Saoudienne (Madjoul) avec une

valeur de : 214,8 ± 15,25 mg/gMS, contre 58,22 ± 7,51 mg/gMS pour la variété Tunisienne (Deglet Nour). Cette différence a été estimée de 3,7 fois plus élevée chez les variétés Madjoul par rapport à la variété Deglet Nour.

Cette variation dans les concentrations des sucres totaux peut être attribuée à des différences entre les cultivars, au stade de maturation, au stockage et à la dispersion géographique (climat et type de sol) [26].

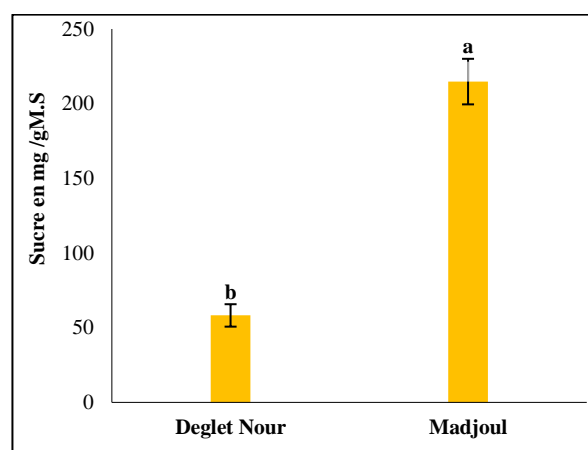


Figure 12 : Teneurs en sucres totaux de la variété Tunisienne (Deglet Nour) et la variété Saoudienne (Madjoul) (Les moyennes suivies des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5 %)

3.5. Teneur en protéines

La figure 13 présente les teneurs en protéines dans les deux variétés de *Phoenix dactylifera* L. étudiées. Une différence significative entre les deux types de dattes ($p \leq 0,05$) et les résultats montrent que la variété Deglet Nour présente la teneur la plus élevée : 15,13 ± 3,18 µg/g MS, contre 9,67 ± 1,08 µg/g MS pour la variété Madjoul. Ceci est expliqué par le stade de maturation et la variété [27].

D'un autre côté, de nombreuses analyses faites par différents auteurs ont montré que la pulpe de dattes ne renferme qu'une faible quantité de protéines et les matières protéiques représentent moins de 3 % (MS), Il est en général de l'ordre de 1,75 % du poids de la pulpe [28, 6]. Aussi, le pourcentage de protéines présent dans les noyaux des dattes est plus important que celui de la pulpe, selon Al-Shahib et Marshall (2003) [5].

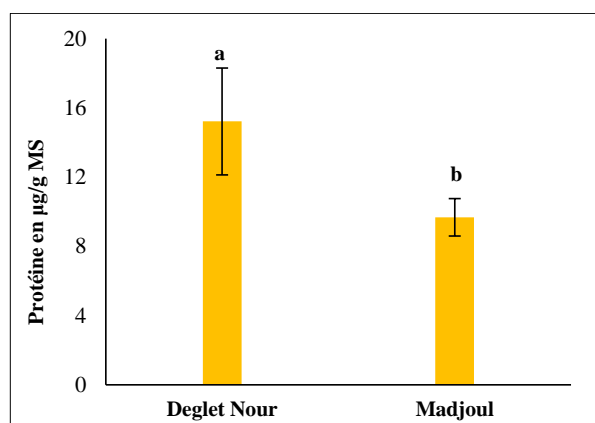


Figure 13 : Teneurs en protéines de la variété Tunisienne (Deglet Nour) et la variété Saoudienne (Madjoul)
(Les moyennes suivies des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5 %)

3.6. Teneur en Fer

La caractéristique la plus remarquable des dattes réside dans la présence de minéraux et d'oligoéléments particulièrement abondants dépassant nettement les autres fruits secs [29].

Les teneurs en Fer montrent une différence significative ($p \leq 0,01$) entre les deux dattes étudiées (figure 14). Les résultats montrent que la variété Tunisienne (Deglet Nour) présente la valeur la plus faible en Fer ($3,89 \pm 0,26 \mu\text{g/g MS}$) par rapport à la variété Saoudienne (Madjoul : $6,1 \pm 0,13 \mu\text{g/g MS}$). En fait, la teneur en Fer chez Madjoul a été estimée de 1,57 fois plus élevée que chez Deglet Nour.

Nos résultats sont plus ou moins similaires à ceux trouvés par Alkaabi et al. (2011) [4] qui indiquent que la teneur en Fer de la pulpe est de $0,39 \text{ mg}/100 \text{ g}$ de datte.

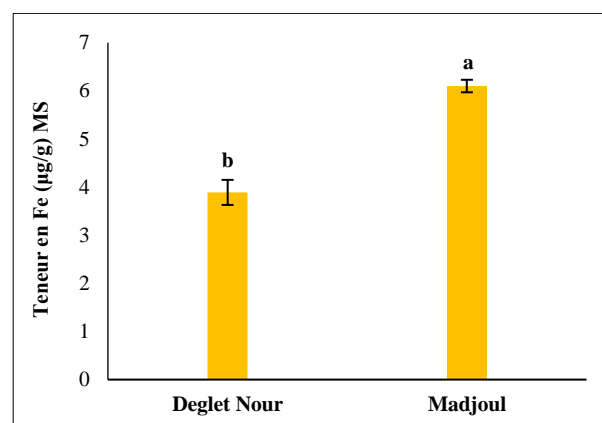


Figure 14 : Teneurs en Fer de la variété Tunisienne (Deglet Nour) et la variété Saoudienne (Madjoul)
(Les moyennes suivies des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5 %)

3.7. Teneur en Sodium

La figure 15 présente la quantité de Sodium dans les deux dattes étudiées, une différence significative a été enregistrée entre les deux variétés ($p \leq 0,05$). Ainsi, les résultats indiquent que la teneur la plus élevée a été observée chez la variété Madjoul avec une valeur de $19,41 \pm 0,16 \mu\text{g/g MS}$, par contre la variété Deglet Nour montre la quantité la plus faible, estimée de $16,58 \pm 0,17 \mu\text{g/g MS}$. Ces teneurs sont inférieures à celles obtenues par Alkaabi et al. (2011) [4] qui montrent que la quantité de sodium au niveau de la pulpe est au-delà de $13 \text{ mg}/100 \text{ g}$ de datte.

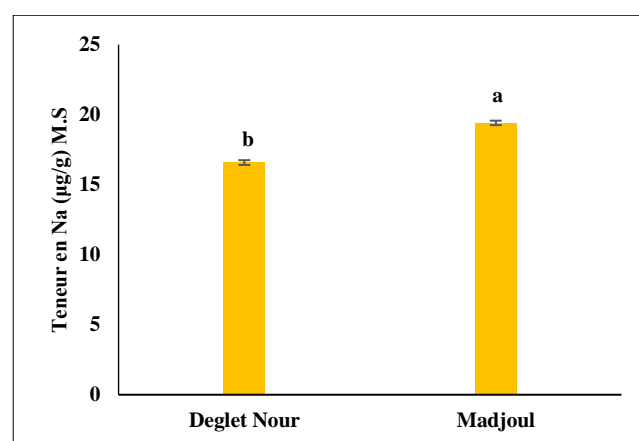


Figure 15 : Teneurs en Sodium de la variété Tunisienne (Deglet Nour) et la variété Saoudienne (Madjoul)
(Les moyennes suivies des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5 %)

4. Conclusion

Malgré un échantillon aussi restreint, l'étude comparative entre deux variétés de dattes l'une d'origine Tunisienne (Deglet Nour) et l'autre d'origine Saoudienne (Madjoul), consiste à l'évaluation des fruits en tant qu'aliments naturels particulièrement riches en glucides et en métabolites secondaires biologiquement actifs.

Les analyses montrent une différence significative pour tous les paramètres mesurés chez les deux variétés étudiées. En fait, Cette variation peut être attribuée à des différences entre les cultivars, au stade de maturation et à la dispersion géographique (climat et type de sol). Ces propriétés peuvent être exploitées pour éventuellement valoriser les dattes, rappelons que les composés phénoliques sont connus pour leurs vertus biologiques (pouvoir antioxydant...). Ainsi, utiliser les dattes comme ingrédient d'origine naturel pour enrichir les aliments. Dans le même contexte, il serait intéressant d'élargir l'éventail des variétés locales et de conduire l'optimisation en utilisant la partie non comestible de la datte (noyaux) pour l'usage et l'application dans des activités biologiques à savoir : anti-inflammatoire, antibactérien et anti-tumorale.

Remerciements

Ce projet est financé par l'Unité de Physiologie Fonctionnelle et Valorisation des Bio-ressources : UR17ES27(ISBB), Université de Jendouba (Tunisie).

Références

- [1] Aberlenc-Bertossi F., Daher A. and Nathalie C., La détermination du sexe chez le palmier dattier. In biotechnologies du palmier dattier. Marseille : IRD Editions, (2010)227-234). <https://doi.org/10.4000/books.irdeditions.10788>
- [2] Toutain G., Rapport de synthèse de l'atelier "Techniques culturelles du palmier dattier". In : Options méditerranéennes, série, N° 28. Le palmier dattier dans l'agriculture d'oasis des pays méditerranéens. Ed. IAM, Zaragoza, Spain. (1996) 201-205. <http://om.ciheam.org/om/pdf/a28/96605890.pdf>
- [3] Messaid H., « Optimisation du processus d'immersion réhydratation du système datte sèche -jus d'orange », Mémoire de magister en technologie alimentaire. Université M'Hamed Bougera, Boumerdes, Algérie. (2008). [http://dlibrary.univ-boumerdes.dz:8080/bitstream/123456789/817/1/Messaid %20Ha biba.pdf](http://dlibrary.univ-boumerdes.dz:8080/bitstream/123456789/817/1/Messaid%20Ha%20bibapdf)
- [4] Alkaabi J. M., AL-Dabbagh B., Ahmad S., Saadi H. F., Gariballa S. and Al-Ghazali M., Glycemic indices of five varieties of dates in healthy and diabetic subjects. J. Nutr. 59 (2011) 1-10. [https://dx.doi.org/10.1186 %2F1475-2891-10-59](https://dx.doi.org/10.1186%2F1475-2891-10-59)
- [5] Al-Shahib W. and Marshall R. J., The fruit of the date palm: its possible use as the best food for the future. Food Sci. Nutr. 54 (2003) 247-259. <http://dx.doi.org/10.1080/09637480120091982>
- [6] Besbes S., Drira L., Blecker K., Deroanne K. and Hamadi A., Adding value to hard date (*Phoenix dactylifera L.*): compositional, functional and sensory characteristics of date jam. J. Food. Chem. 112 (2009) 406-411. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.05.093>
- [7] Foutey Mint M. L., Mohamed Vall O-M. A., Maoulainine L.B.M., Zine El Abidine O-B, Samb A. and Ali O-Salem O-B., Antioxidant activity of various Mauritanian date palm (*Phoenix dactylifera L.*) fruits at two edible ripening stages. Food Sci. Nutr. 2(2014) 700-705. Disponible sur URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/fsn3.167> (Consulté le 15/03/2020)
- [8] Mau J.L., Lin H.C. and Song S.F., Antioxidant properties of several specialty mushrooms. J. Food Res. Inter. 35 (2001) 519-526. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(01\)00150-8](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(01)00150-8)
- [9] Skerget M., Kotnik P., Hadolin M., Rizner A. Hras, Simoni M. and Knez K., Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. Food Chem. 89 (2005) 191-198. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.02.025>
- [10] Zhishen J., Mengcheng T. and W. Jianming, The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. Food Chem. 64 (1999) 555-559. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00102-2](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00102-2)
- [11] Dewanto V., Wu X., Adom K.K. and Liu R.H., Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. J. Agric. Food Chem. 50 (2002) 3010-3014. <https://dx.doi.org/10.1021/jf0115589>
- [12] Price M.L., Scoyoc S.V. and Butler L.G., A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. J. Agric. Food Chem. 26 (1978) 1214-1218. <https://doi.org/10.1021/jf60219a031>
- [13] Dubois M., Gilles K.A., Hamilton J.K., Rebers P.T. and Smith F., Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Anal. Chem. 28 (1956) 350-356. <https://doi.org/10.1038/168167a0>
- [14] Bradford M.M., A Rapid and Sensitive Method for the Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding. Anal. Biochem. 72 (1976) 248 - 256. [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(76\)90527-3](https://doi.org/10.1016/0003-2697(76)90527-3)
- [15] Kouassi J.B., Cisse-Camara M., Sess D.E., Tiahou G.G., Monde A.A. et F.Y. Djohan, Détermination des teneurs en fer, en calcium, en cuivre et en zinc de deux variétés de gombo. Bull. Soc. R. Sci. Liège. 82(2013) 22 - 32. <https://popups.uliege.be/0037-9565/index.php?id=3990>
- [16] Lekbir A., Alloui-Lombarkia O., Mekentichi S., Noui Y. et Baissise S., Optimization of Deglet-Nour date (*Phoenix dactylifera*) phenol extraction condition. J. Biol. Veter. Agric. Food Eng. 7(2013) 693-696. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1088696>
- [17] Dhaouadi K., Raboudi F., Estevan C., Barrajon E., Eugenio Vilanova E., Hamdaoui M. and Fattouch S., Cell Viability Effects and Antioxidant and Antimicrobial Activities of Tunisian Date Syrup (Rub El Tamer) Polyphenolic Extracts. J. Agric. Food Chem. 59, (2011) 402-406. <https://doi.org/10.1021/jf103388m>
- [18] Ouchemouk S., Hachoud S., Boudraham H., Mokrani A. et al., Antioxidant activities of some dried fruits consumed in Algeria. LWT- Food Sci. Tech. 49 (2012) 329-332. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.07.022>
- [19] Harris R.S. and Karmas E., Nutritional evaluation of food processing, 3rd Ed. The Avi Publishing Company Inc., New York. (1977) 612. <https://doi.org/10.1007/978-94-011-7030-7>
- [20] Macheix J., Fleuriet A. and Jay-Allemand C., Les composés phénoliques des végétaux : un exemple de métabolites

- secondaires d'importance économique. Ed Presses polytechnologiques et universitaires romandes. 1 (2005) : 4-5.
- [21] Taouda H., Chabir R., Errachidi F. and Aarab L., Comparison of antioxidant activities and phenolic content of Moroccan Date fruits, *Inter. J. Inn. Res. Sci. Eng. Tech.* 3 (9) (2014) : 141–146. Disponible sur URL : http://www.ijirset.com/upload/2014/september/47_Comparison.pdf (consulté le 09/01/2020)
- [22] Chaira N., Smaali M. I., Martinez-Tomé M., Mrabet A., Murcia M. A. and Ferchichi A., Simple phenolic composition, flavonoid contents and antioxidant capacities in water–methanol extracts of Tunisian common date cultivars (*Phoenix dactylifera* L.). *Inter. J. Food Sci. Nutr.* 60 (2009) 316–329. <https://doi.org/10.1080/09637480903124333>
- [23] Ait Mouhoub H. and Oubouid T., « *L'étude de l'activité antioxydante des extraits phénoliques d'un mélange de Matricaria pubescens et une variété de datte Phoenix dactylifera L.* ». Mémoire de Master En technologie alimentaire, (2017) 17-18, Université de Bejaïa, Algérie. Disponible sur URL : <http://univ-bejaia.dz/dspace/123456789/4876> (consulté le 16/04/2020)
- [24] Haddadi H., « *Détermination de l'activité antioxydante de quelques fruits* ». Mémoire de magister. (FSNV), (2005) 76. Université de Béjaïa, Algérie
- [25] El Arem A., Saafi E. B., Ben Slama R., Zayen N., Hammami M. and Achour L., Phytochemical composition, antibacterial and antioxidant activities of common date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruit during three maturation stages. *Tunis. J. Med. Plants Nat. Prod.* 10 (2013) 33–48.
- [26] Noui Y., « *Caractérisation physico-chimique comparative des deux tissus constitutifs de la pulpe de datte Mech-Degla* ». Mémoire de Magister en génie alimentaire, Université de Boumerdès, Algérie. (2007) 33. [http://dlibrary.univ-boumerdes.dz:8080/jspui/bitstream/123456789/785/1/Noui %20 Yassine.pdf](http://dlibrary.univ-boumerdes.dz:8080/jspui/bitstream/123456789/785/1/Noui%20Yassine.pdf).
- [27] Djouab A., « *Préparation et incorporation dans la margarine d'un extrait de dattes des variétés sèches* ». Mémoire de Magister. Option génie alimentaire, Université de Boumerdès. Algérie. (2007) 24. [http://dlibrary.univ-boumerdes.dz:8080/jspui/bitstream/123456789/819/1/Djouab %20 Amrane.pdf](http://dlibrary.univ-boumerdes.dz:8080/jspui/bitstream/123456789/819/1/Djouab%20Amrane.pdf)
- [28] Khalil K.E., Abd-El-Bari M.S., Hafiz N.E. and Ahmed E. Y., Production, evaluation and utilization of date syrup Concentrate (Dibis). *Egypt. J. Food Sci.* 30 (2002) 179-203.
- [29] Benchelah A.C. et Maka M., Les Dattes, intérêt et nutrition. *Phytothérapie.* 6 (2008) : 117 -121. <https://doi.org/10.1007/s10298-008-0296-0>