

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

Laboratoire de Matériaux, Technologie des Systèmes Énergétiques et Environnement



Université de Ghardaïa

Faculté des Sciences et Technologies
Département de génie des procédés



Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Domaine : *Sciences et Technologies*

Filière : *Génie des procédés*

Spécialité : *Génie chimique*

Par : *BEN SAIFIA Halima.*

DERBALI Fatima.

Thème

L'évaluation de l'activité antioxydante des Extraits des noyaux de Quelques variétés de datte Locales (Sebseb).

Soutenu publiquement le : 25 /06/2019.

Devant le jury :

M^{lle}. Naima HELLALI	Maitre Conférence B	Univ. Ghardaïa	Président
Mr. Khaled MANSOURI	Maitre Conférence B	Univ. Ghardaïa	Examineur
Mr. Ilyas BABA ARBI	Maitre Assistant A	Univ. Ghardaïa	Examineur
M^{lle}. Oum Kelthoum LAGHOUITER	Doctorante.	Univ. Ghardaïa	Encadreur

Année universitaire: 2018 / 2019.

N° d'ordre :
N° de série :

Dédicaces

Je rends grâce à DIEU le tout puissant de m'avoir donné la santé, la volanté, le courage et la force de mener ce travail à bout.

Je voudrais en toute modestie dédier ce travail à :

La lumière de ma vie, mes très chers parents qui ont toujours été à mes cotés, qui m'ont soutenue et encouragée et qui, sans leur amour, leur compréhension, leurs conseils, leur prière et leur tolérance je n'aurais jamais pu atteindre mes objectifs.

En particulier mon père qui a été toujours la source d'inspiration.

A mon cher époux.

A ma petite fille : Tasnim.

A mes frères.

A tous mes chers amis et mes collègues de l'université de Ghardaia ; spécialement DERBALI FATIMA ; et à tous ceux qui m'ont enseigné le long de ma vie scolaire.

A tous ceux qui m'aiment de près ou de loin.

Halima

Dédicaces

A l'aide de dieu le tout puissant, qui m'a tracé le chemin de ma vie, j'ai pu réaliser ce travail que je dédie à :

Mon cher père, et ma chère mère en témoignage de ma reconnaissance envers, le soutien, les sacrifices et tous les efforts qu'ils m'ont prodigué durant mes études et ma formation.

A Ma grand-mère et grand père.

*A Mes frères qui m'ont toujours soutenue et encouragée pendant les périodes difficiles, en particulier **Abd el Hafid**.*

*A Ma petite sœur **Bessmalah**.*

A Mes oncles, mes tantes, cousins et cousines pour leur amour, soutien et encouragements.

*A Tous mes amis en particulier **Nour el Houda**.*

A Toutes personnes que j'ai connus et j'ai aimé.

Fatima

Remerciements

Lorsqu'un mémoire s'achève, un désir s'empare de nous afin de remercier chacune des personnes dont la contribution a permis à ce travail de voir le jour.

En premier lieu, nous tenons à remercier DIEU le tout puissant qui nous a donné la force, la volonté et le savoir pour poursuivre nos études et réaliser ce travail.

Ce travail que nous avons l'honneur de présenter a été exécuté et mené à bien grâce au dévouement exceptionnel de notre encadreuse Melle Laghouiter Oum Kelthoum qui nous a dirigées au sens ce travail également pour leur incroyable soutien scientifique et humain dans la rédaction.

Nous exprimons notre profonde reconnaissance à Monsieur le chef de département de sciences techniques et de Génie des procédés à l'université de Ghardaïa. Nos vifs remerciements à Mr Krimat M et Mr Kemassi A pour l'aide qu'ils nous ont apporté.

A tous nos enseignants qui nous ont suivi tout au long de notre cursus universitaire, notamment ceux qui ont bien voulu nous honorer et faire partie du jury afin d'évaluer ce modeste travail : à Mm Hellali N comme président du jury, Mr Baba arbi I et Mr Mansouri K pour l'intérêt qu'ils ont porté à ce travail en acceptant d'être examinateurs.

Mes remerciements s'adressent également au responsable des laboratoires du Département de Technologie et de sciences de la nature et de la vie de l'université de Ghardaïa notamment à Ben Hamouda H, Al-Haj Qouidder K, Moulay Ammar A, Messitfa A, Aouf D et Derbali I pour nous avoir confiées un travail aussi intéressant, pour leurs soutiens, leurs orientations et pour mis à notre disposition tout le matériel nécessaire et disponible pour mener à bien ce travail.

Nous tenons également à remercier tous les étudiants de 2^{ème} année master Génie chimie.

Bien que toutes les personnes qui ont contribués de près ou de loin à la réalisation de ce travail trouvent ici mes sincères remerciements.

#قال ابن دريد: سألت اعرابيا ما أموالكم قال النخيل. فقلت: اين اتم من غيره؟ فقال النخل سعتها

صلاة وجذعها غمأة وليفها وشاء وفروها اناء ورطبها غذاء

L'eau et les dattes sont source de vie, les dattes sont fruit du paradis : selon la tradition de l'Islam, Adam aurait apporté du paradis trois choses : le myrte, l'épi et « la datte Ajwa, qui est le seigneur des fruits de ce bas monde »

Ibn Arabi (1203 – 1233)



نوى التمر هو أحد مخلفات تمر النخيل يستعمل محليًا لنجاعته الدوائية في علاج بعض الأمراض الالتهابية، مرض السكري، في مستحضرات التجميل، كعلف للحيوانات أو كبديل للقهوة بدون كافيين رغم ثرائه بمواد فعالة مضادة للأكسدة. في هذه الدراسة تم تمييز نوى أربع أنواع تمر محلية من منطقة سبب (غارداية) و ذلك من خلال تقدير مكوناتها الفيتو كيميائية .

أظهرت النتائج أن نوى التمر يحتوي على كمية ضعيفة من الزيت تراوحت بين 1.73 و 3.23٪، لكنها غنية بالسكريات (1.78 إلى 10.24 ملغ/100 غ كسب) وكذلك البروتينات (10.38-25.97٪ كسب) حيث يمثل كل من الاليومين و البرولامين الجزء الأكثر تواجدًا في نوى التمر. في حين بلغ محتوى البولي فينول و الفلافونويدات الكلية (10.65-14.59 ملغ مكافئ غرام حمض الغاليك) و (1,87-5,67 ملغ مكافئ روتين لكل غرام كسب) على التوالي. أثبت تقييم الفعالية المضادة للأكسدة لمستخلصات أنوية التمور المدروسة التي تم تقييمها بطريقة (DPPH) أنها تملك فعالية مضادة للأكسدة تضاهي مضادات الاكسدة الصناعية.

من خلال النتائج المتحصل عليها يمكن اعتبار نوى التمر المدروس بالأخص نوع أززرزة كمضادات أكسدة طبيعية تمنع تغير بعض الأطعمة، و مصدر غذائي غني بالمركبات الفعالة بيولوجيا يمكن استعماله في تطبيقات غذائية، طبية و صناعية مختلفة.

الكلمات المفتاحية: نوى التمر ، بروتينات، المركبات الفينولية، سكريات، الفعالية المضادة للأكسدة.

Abstract

Date seeds are another major byproduct of palm's date, used locally for their pharmacological effects to treat certain inflammatory diseases, in the management of diabetes, in cosmetics, as animal feed ingredient or turned into non-caffeinated coffee although it's richness with valuable bioactive and antioxidant compounds. In this study, four local date seeds from the region of SEBSEB (Ghardaïa) were investigated for their phytochemical compositions. The results show that date seeds contain a low amount of oil ranging from 4.86 to 6.7%, but rich in sugar (1.78-10.24 mg/100g DW) and proteins (10.38-25.97%) with the predominance of Albumin and Prolamin fractions. The phenolic and the flavonoid contents of date seeds found varied between 11.58-14.59 mg GAE/ g and 1.78-5.67 mg RE/ g respectively. The antioxidant activity of date seeds extracts assessed by (DPPH) method proved their important activity comparable to those synthetics. Furthermore, the four date seeds, in particular AZ, can be considered as natural antioxidants preventing the alteration of certain foods, a dietary source rich in bioactive compounds for nutritional and industrial applications.

Key words: Date seeds, proteins, polyphenols, sugar, antioxidant activity.

Résumé

Les noyaux de datte sont l'un des déchets de palmier dattier à plusieurs atouts, ils sont utilisés pour leur effets pharmacologiques pour traiter certaines maladies inflammatoires, diabète, en cosmétique, substitue de café ou aliment de bétail malgré leur richesse en précieux antioxydants. Dans cette étude, les noyaux de quatre cultivars de dattes locales de la région SEBSEB (Ghardaïa) sont investigués pour leur composition phytochimique. Les résultats montrent que ces noyaux contiennent une faible quantité d'huile de l'ordre de (1,73- 3,237%). Ces noyaux sont riches en sucre (1,78-10,24mg/100g tourteaux) aussi qu'en protéines (10,38-25,97% tourteaux) avec la prédominance des fractions de l'albumine et la prolamine. Les teneurs en polyphénols et flavonoïdes totaux de noyaux testés s'échelonnent entre (11,58-14,59 mg GAE/g tourteaux) et (1,78-5,67 mg RE/g tourteaux) respectivement. Le test d'activité antioxydante des extraits de noyaux par la méthode (DPPH) montre leur potentiel oxydatif important comparable aux antioxydants synthétiques. De plus, les quatre variétés en particulier AZ peuvent être considérées comme des bons antioxydants naturels contre l'altération de certains aliments et une source alimentaire riche en composés bioactifs à utilisation dans des applications alimentaires, médicinales et/ou industrielles.

Mots clés: Noyaux de datte, protéines, polyphénols, sucre, activité antioxydante.

Liste des figures

N°	Titre	Page
Figure I.1	Les cinq différents stades d'évolution du fruit de datte (Djerbi, 1994).	05
Figure I.2	Noyau et fruit d'une datte (Gasmi, 2012).	08
Figure I.3	Structure des protéines (Bauer, 2010).	10
Figure I.4	Structure de base des flavonoïdes (Sarni-Manchado et cheynier 2006).	13
Figure I.5	Principe de réduction de radicale DPPH° par un antioxydant (Internet).	21
Figure III.1	Courbes d'étalonnage de l'albumine selon la méthode du Biuret et Lowry.	22
Figure III.2	Variabilité de la composition en protéines des noyaux de datte (méthode du Biuret).	23
Figure III.3	Variabilité de la composition en protéines des noyaux de datte (méthode du Lowry).	24
Figure III.4	Rendements des extraits phénoliques des noyaux examinés.	25
Figure III.5	Courbes d'étalonnage de l'acide gallique et la rutine.	26
Figure III.6	Comparaison entre la quantité des polyphénols et des flavonoïdes extraits des noyaux.	27
Figure III.7	Courbe d'étalonnage de Glucose.	29
Figure III.8	Teneurs en sucres selon les variétés de datte.	30
Figure III.9	Courbe d'étalonnage de vitamine C par le test de DPPH.	31
Figure III.10	Variation des valeurs VCEAC des extraits protéiques des noyaux par le test DPPH.	32
Figure III.11	Variation des valeurs VCEAC des extraits glucidiques des noyaux par le test DPPH.	33
Figure .		

Liste des Tableaux

Tableau	Titre	Page
Tableau III.1	Les teneurs en protéines dans les trois fractions protéiques des noyaux de datte (%).	24
Tableau III.2	Teneurs en polyphénols et flavonoïdes totaux dans les extraits des noyaux testés (mg/g MS).	27

Liste des Abréviations

Abs	Absorbance
ABTS	Acide 2,2'-azinobis-(3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique)
CPG	Chromatographie phase gazeuse
DPPH	1,1-diphényl-2-picrylhydrazyl
GAE	Acid Galique Equivalent.
EC₅₀	Efficient concentration
FAO	Food and Agriculture Organization
FID	Détecteur à ionisation de flamme
FRAP	antioxydant power Réduction du Fer
HDL	Lipoprotéine de haute densité
RE	Rutine équivalent.
LDL	Lipoprotéine de basse densité.
PI	Pouvoir inhibiteur en %.
Q.ha	quintaux par hectare.
TC/HDL-C	rapport cholestérol HDL /cholestérol LDL.
TEAC	Trolox Equivalent Antioxidant Capacity.
VCEAC	Vitamine C Equivalent Antioxydant Capacité.
MS :	Matière Sèche.
ERO :	Espèces Réactives de l'Oxygène

Table des Matières

Liste des Abréviations	
Liste des Figures	
Liste des Tableaux	
Introduction Générale	1
Chapitre -I- Synthèse bibliographique	
I.1. Généralités sur les palmiers Dattier	4
I.1.1. origine de palmier dattier	4
I.1.2. Répartition géographique	5
I.1.3. Production de la datte en Algérie	6
I.1.4. Utilisation de datte et sous produits de palmiers dattiers	6
I.1.5. Composition biochimique de Datte	7
I.1.6. Composition chimique et valeur nutritive de Noyau	8
I.1.7. Utilisation des noyaux de dattes et ses extraits	9
Généralité sur les protéines, les sucres et les composés phénoliques	
I.3. Les protéines	10
I.3.1. Définition et Structure chimique	10
I.3.2. Classification des protéines	11
I.3.4. Rôle des protéines	11
I.4. Composés Phénoliques	12
I.4.1. Définition et Structure chimique	12
I.4.2. Les flavonoïdes	12
I.4.3. Rôle de polyphénols	13
I.5. Les Glucides (sucres)	13
I.5.1. Structure et classification	14
I.5.2. Rôle des glucides	15
I.6. Activité antioxydante	15

Table des Matières

I.6.1. Les antioxydants	15
I.6.2. Les méthodes d'évaluation de l'activité antioxydante	16
Chapitre -II- Matériel et méthodes	
II. Matériel et méthodes	17
II.1. Matériels	17
II.2. Méthodes	17
II.2.1. Extraction des lipides	17
II.2.2. Extraction et dosage des Fractions protéiques	17
II.2.2.1. Extraction des protéines	17
II.2.2.2. Dosage des composés protéiques	18
II.2.3. Extraction et dosage des composés phénoliques	19
II.2.3.1. Extraction des polyphénols	19
II.2.3.2. Dosage des phénols totaux	19
II.2.3.3. Dosage des flavonoïdes	20
II.2.4. Extraction et dosage des sucres totaux	20
II.2.5. Evaluation de l'activité antioxydante	20
II.2.5.1. Méthode de réduction du radical libre DPPH	21
Chapitre -III- Résultats et Discussion	
III.1. Teneur en Huile	22
III.2. Quantification des composés protéiques	22
III.3. Quantification des composés phénoliques	25
III.3.1. Rendements des extraits bruts	25
III.3.2. Teneurs en phénols totaux, flavonoïdes	26
III.4. Teneur en sucres totaux	29
III.5. Evaluation de l'activité antioxydante	30
III.5.1. Test de DPPH	30
III.5.1.1. Fractions lipidiques	31
III.5.1.2. Fractions protéiques	32
III.6. Analyse de corrélation	33
Conclusion générale	34
Références bibliographiques	35
Annexe	46

Introduction Générale

Les fruits représentent une source essentielle et inépuisable de nutriments pour une alimentation équilibrée et sont connus pour leur rôle dans l'entretien des fonctions vitales de l'organisme humain. Leur valeur alimentaire, diététique et thérapeutique est unanimement acceptée. Ils sont souvent considérés comme des aliments fonctionnels grâce au contenu riche en divers micro et macronutriments tels que les composés phénoliques, les lipides, etc.

L'Algérie est l'un des pays du bassin méditerranéen, les plus riches en ressources phylogénétiques grâce à sa position géographique et bioclimatique lui font un gisement relativement important de ressources diététiques tel que les dattes, le fige et l'huile d'olive. La palmeraie algérienne héberge un matériel génétique très riche et diversifié. Le patrimoine phoenicicole Algérien est estimé à plus de 19 millions de palmier dattier avec une superficie près de 167279 ha en 2016. En plus mille variétés sont recensées par **Hannachi (1998)**, plaçant ainsi l'Algérie au 3^{ème} rang des pays producteurs de dattes 12% (1029596 tonnes) après l'Égypte et l'Iran dont 25% présente des rebuts et déchets (**FAO, 2016**).

Le palmier dattier est le trésor des régions sahariennes. Non pas seulement pour son fruit dont des milliers de variétés mais aussi pour ses services écosystémiques et pour les divers usages de ses sous-produits au profit des oasiens et de leurs cheptels. Le rejet de ces sous-produits constitue une véritable perte économique grâce à leur richesse par précieux éléments qui peuvent être valorisés.

Dans la majorité des pays producteurs de dattes, les noyaux sont jetés ou partiellement incorporés dans l'alimentation animale ou utilisés en médecine traditionnelle (traitement de diabète, anesthésiant et antidiurétique), cosmétique ou artisanat. En dehors de cette utilisation marginale, les noyaux sont toujours été considérés comme des déchets, malgré l'existence des études qui montrent leur richesse en composants nutritives à grande valeur: charbon actif, supplément alimentaire de bétail, préparation de l'acide citrique et de protéines (**Hussein et Alhadrami, 2003 ; AbdulAfiq, 2013; Golshan et al.,2017**) et pour ses propriétés : antioxydantes, antimicrobienne, antivirale, antidiabétique, anti inflammatoire et enzymatique (**AbdulAfiq et al., 2013; Allouche et al., 2016; Sirisena et al., 2016**). Les noyaux de dattes sont aussi riches en diverses substances biochimiques et minérales à savoir les fibres diététiques, les protéines, les vitamines, les lipides, les carbohydrates, les acides gras, les polyphénols et d'autres métabolites lui permet un précieux sous produit susceptible à des applications médicales, agroalimentaires bénéfiques à la santé humaine, un biomasse, agent dépolluant, un substitut de café, antioxydant naturel et antibiotique capable de prévenir contre certaines maladies cardiovasculaires (**Abdul-Afiq, 2013; Golshan et al.,2017**), ils peuvent être préconisés comme concentré énergétique identique aux céréales, une source peu couteuse pour l'amélioration de

la valeur nutritionnelle, au lieu de leur stockage qui engendre des problèmes environnementaux. La transformation de ces déchets, serait un atout important pour le secteur de phoeniculture en Algérie. L'huile extraite de noyau de datte est déjà couramment utilisée en cosmétique, savonnerie et en médecine grâce à leur propriétés antioxydantes et régénératrices reconnues (Nehdi, 2018; Ardekani *et al.*, 2010). Il s'ensuit que des formulations aussi bien alimentaires que non alimentaires intégrant le noyau de datte sous des multiples formes peuvent apporter à celui-ci une valeur ajoutée conséquente (pain, mayonnaise, margarine, biodiésel, biopolymère...) (Platat *et al.*, 2013, Golshan *et al.*, 2017).

D'après la littérature, une alimentation riche en fruits peut diminuer le risque d'apparition et améliorer les effets de maladies telles que celles cardiovasculaires, le diabète l'ostéoporose, la cataracte, la dégénérescence musculaire et les différents types de cancers (Bauer, 2010) etc. En effet, l'isolement et la caractérisation des antioxydants dont les fruits, les légumes, les graines, les pépins et même les noyaux de certaines fruits sont considérés comme leur source principale, constituent un sujet de recherche très actuel et une nouvelle haleine vers l'exploitation de ces métabolites, particulièrement les polyphénols et les glucides tant dans la santé et vis-à-vis des maladies pernicieuses que dans l'industrie agroalimentaire, le temps où les hommes ont commencé à se réorienter vers les produits naturels au détriment de ceux issus de la synthèse chimique. Voir l'efficacité puissante de ces substances à stopper les réactions radicalaires en neutralisant les radicaux libres grâce à leurs structures phénoliques avec la présence des groupements hydroxyles.

La commune de Sebseb (Daïra de Metlili, wilaya de Ghardaïa) est située à 663 km au sud d'Alger. Elle a été implantée sur une vallée riche en eaux souterraines peu profondes, il s'agit du lit d'oued Sebseb. La vallée de Sebseb est la plus large entre les oueds de la Chebka du M'Zab, un milieu favorable pour la production d'une délicieux dattes à valeurs commerciales non négligeables autres que Deglet Nour sur une superficie de 467 ha, 40917 palmiers productifs et un production de 17420,19 quintaux (DAS 2017), elle est reconnue aussi par leur production d'arachide et pomme de haute qualité.

La valorisation de sous-produits dattiers et des autres cultures, représente un gisement important à exploiter dans plusieurs secteurs, elle permet également d'éviter les effets négatifs de leur stockage en les transformant à des produits utiles dans divers domaines. Ce travail, s'inscrit alors dans le cadre de la valorisation phytochimique et l'évaluation de l'activité antioxydante de noyaux de quatre cultivars de dattes provenant de la région de Metlili (Sebseb) à savoir : Azerza, Adala, Binqbala et Timjouhert, connues par leur abondance très réputés par leurs différentes utilisations locales, mais dont les potentialités sont très peu

Introduction Générale

valorisées en vue de les utiliser comme antioxydants naturels à une valeur ajoutée élevée. Dans un premier temps, nous avons commencé par quelques connaissances bibliographiques concernant le palmier dattier, la description botanique et systématique, composition, valeur nutritive et intérêt biologique de noyaux de dattes suivie par des généralités (structures et propriétés) sur les composés protéiques, glucidiques et phénoliques ainsi un aperçu sur l'activité antioxydante. Par la suite, notre étude a été consacrée à l'extraction et la quantification des composés protéiques en (Albumine, Prolamine et Globuline), phénoliques et glucidiques des extraits préparés. Enfin, nous avons évalué la capacité de ces extraits à balayer le radical stable DPPH. En terminant par la présentation des principaux résultats obtenus avec la discussion suivie d'une conclusion. Cette étude pourrait justifier l'utilisation des noyaux de datte et leurs extraits à des fins thérapeutiques.

Chapitre -I-

Synthèse Bibliographique

I.1. Généralité sur le palmier dattier

Le palmier dattier la plante symbolique, bien connu de tous, compagnon de l'homme depuis la nuit des temps, il garde encore une grande part de mystère et véhicule une importante charge symbolique. L'importance de cette plante ressort de l'affection spéciale que lui vouent les phoeniciculteurs. L'arbre est mentionné plus de 21 fois dans le Coran et la Sunna, et le prophète ﷺ a enjoint aux musulmans de le traiter avec respect, de plus il a rassemblé le musulman par lui dont les feuilles ne tombent pas. Dieu a ordonné à la vierge Marie de manger des dattes pour récupérer ce qu'elle avait perdu durant son accouchement ce que mentionne les énormes bienfaits de ce fruit qui est un aliment diététique et énergétique complet, riche en saccharose, en oligoéléments, et d'autres composés ayant des propriétés nutritionnelles et biologiques nécessaires aux nouveaux nés, aux femmes enceintes aux diète pour l'anémie et la nourriture de corps humaine. Écrivains, poètes et artistes n'ont cessé de décrire la fascinante splendeur du dattier et sa prestigieuse beauté (Gasmi, 2012). Le dattier était considéré comme un arbre sacré et était souvent représenté dans l'architecture des temples. La palme était le symbole de fertilité, de fécondité, de longévité et la victoire chez les Grecs anciens et les Romains, il était décerné aux guerriers victorieux comme aux vainqueurs des épreuves sportives. C'est avec des palmes, les musulmans ont accueilli le prophète ﷺ lors de son entrée au Madina et avec leur troncs et palmes que le prophète ﷺ construit la première mosquée (Gasmi, 2012).

I.1.1 Origine du palmier dattier

Ses origines se perdent dans l'espace et le temps, et son polymorphisme dérouté parfois les meilleurs connaisseurs. Il est cultivé depuis presque six millénaires.

L'origine génétique du palmier dattiers est donc problématique selon certains botanistes, la souche originale, sauvage, a complètement disparu pour laisser la place aux formes domestiquées. L'origine géographique exacte du palmier dattier est généralement fort imprécise, même si l'on s'accorde de plus en plus à la situer quelque part au Moyen-Orient. Selon Ibn Alwan, la culture de palmier dattier remonte au début du néolithique les zones chaudes arides et semi arides et que Seth fils d'Adem sur eux soit le salut-fut le premier homme à le cultiver et après Al Bakri, quatre mille ans av. JC, les babyloniens le cultivaient dans la vallée de Tigre et de l'Euphrate (Olivier, 2005; Gasmi, 2012).

I.1.2. Systématique de *Phoenix dactylifera*

Le Palmier Dattier est une espèce dioïque appartenant à l'Embranchement Angiospermes, Classe des Monocotylédones, Famille des Arecaceae (Palmaceae), Tribu des Phonicea, Genre Phoenix. Il existe donc un pied mâle (Dhokkar) et un pied femelle (Nakhla) (Munier, 1973, Gasmî, 2012).

Phoenix dactylifera L, c'est le nom scientifique du dattier qui lui a été attribué par Linné en 1734. Sur le plan étymologique, il dérive soit du phœnix (L'arbre des phéniciens selon les grecs de l'antiquité) soit «Phénix » par analogie avec l'oiseau mythique égyptien, qui était résistant, et même de renaître de ses cendres et le palmier dattier capable de reprendre sa végétation après avoir été partiellement brûlé (Peyron, 2000); dactylos, dont le sens est « doigt », par allusion à la forme des dattes. Le dattier est nommé Nakhla ou Tamar en arabe, Date palm en anglais, Dattel palme en allemand, Palmera datilera en espagnole, Dattero en Italien, Tamara en portugais et afar en Somalie (Munier, 1973; Gasmî, 2012).

- Formation et maturation de la datte

Le fruit se développe en passant par plusieurs stades durant lesquelles il change de couleur et d'aspect. Selon Belguedj (2002), cinq stades d'évolution du fruit de datte sont connus et prennent plusieurs appellations locales différentes en fonction des pays. La majorité des auteurs ont adopté la terminologie utilisée en Irak : **Hababouk** (Barir), **Kimiri** (Ghiwane), **Khalal** (Bser), **Routab** (Bleh) et **Tamr** (Munier, 1973; Djerbi, 1994).



Figure I.1 : Les cinq différents stades d'évolution du fruit de datte (Gasmî, 2012).

I.1.3. Répartition géographique

- **Dans le monde**

La culture de palmier dattier couvre les cinq continents mais il est étai cultivé dans les zones arides et semi-arides du continent africain. Il fut propagé par la suite en dehors de ces aires, comme arbre fruitier ou d'ornement, fut introduit avant le 15^{ème} siècle sur les côtes de l'Afrique orientale, au 16^{ème} siècle dans le continent américain, au 17^{ème} et 18^{ème} siècle aux îles Comores, Mascareignes et à Madagascar, au 19^{ème} siècle en Australie, et enfin en Afrique du Sud (Gasmi, 2012). Selon Munier (1973) et Olivier, (2005), la culture du palmier s'étale dans le monde dans l'hémisphère nord entre les 9° et 33° parallèles (Cameroun et Elche en Espagne). Son extension a témoigné de l'Islam dans plusieurs régions surtout en Afrique saharienne et en Andalousie (Espagne). Il faut noter aussi, que la culture est très intensifiée dans le bassin méditerranéen et surtout en Afrique du Nord et dans les pays arabes du golfe. Le palmier dattier est également cultivé à plus faible échelle dans d'autres régions du monde au Mexique, en Argentine, Thaïlande, Namibie, Afrique du Sud, et en Australie. Les principaux pays producteurs sont le Maroc, l'Algérie, la Tunisie, l'Egypte, l'Arabie Saoudite, l'Iraq et l'Iran (Gasmi, 2012).

- **En Algérie**

L'origine du palmier dattier en Algérie, vient de la « Péninsule arabique»; à travers les commerçants qui ont propagé du palmier autour de la Méditerranée, il était introduit spécialement dans les lieux disposant d'eau dans le Sahara (Toutain, 1967). C'est ainsi que sont apparues les premières palmeraies de Oued Righ et des Ziban par le biais des bédouins nomades arabes, venus d'Orient, pour la commerce. Le patrimoine phoenicicole national est concentré dans toutes les régions situées sous l'Atlas saharien depuis la frontière Marocaine à l'Ouest jusqu'à la frontière Est Tuniso-libyenne. Du Nord au Sud du pays, elle s'étend depuis la limite Sud de l'Atlas saharien jusqu'à Reggane à l'Ouest, Tamanrasset au centre et Djanet à l'Est. Les principaux de ces zones potentielles, à savoir: El Ouad, Ziban, Cuvette de Ouargla, Ghardaïa, Adrar, Illizi et Tindouf.

I.1.4. Production de la datte en Algérie

L'Algérie est l'un des plus importants pays producteurs de dattes en 3^{ème} classe, mais la 8^{ème} exportateur (3%) avec une production totale à presque un millions de tonnes de dattes en

2015 dont la variété Deglet Nour représente plus de 50%, elle est très appréciée par les consommateurs (Onfa 2017). Plusieurs variétés, font la fierté de nos palmeraies, Deglet Nour pour sa haute qualité et son appréciation à travers le monde, BentQbala une datte de qualité exceptionnelle à Ghardaia, Taqerboucht pour sa résistance au Bayoud, Deglet Jdir pour sa productivité élevée et la grosseur de ses fruits, Ferrana, Chikh Mhammed, Warglia et Ammari pour leur précocité (Hannachi et al, 1998).

I.1.5. Utilisation de datte et sous produits de palmier dattier

Les peuples du Sahara notamment les habitats de Metlili notamment de Sebseb, dont la datte constitue une réserve alimentaire essentielle, certains cultivars sont consommés frais (Adala) ou congelés (Bintqbal), d'autres (Deglet Nour) sont commercialisés sous forme des régimes, des branchettes emballés et conservés. Plusieurs produits de terroir à base de datte traditionnellement sont préparés: Boissons pour Ramadan « Adefi et Takroayt », Roub, vinaigre, confiture, Rfis, Rouina et une patte pour certains gâteaux ou repas. Grâce aux modernes techniques de transformation on peut obtenir d'autres produits à base de datte, de plus on est arrivé à transformer même les déchets de dattier en produits utiles (Bioalcool, levure boulangère, sucre liquide, acide citrique, vitamine B12, biomasse ...) permet ces déchets de produits d'une grande valeur pour divers domaines.

Le palmier, dont la végétation est à la fois si pittoresque et si majestueuse, nous offre aussi l'ombrage, du bois pour les charpentes et les conduites d'eau, les feuilles et les branchettes des régimes pour toitures, cordages, nattes, corbeilles et paniers, une sève sucrée susceptible d'une saveur agréable, rafraichissante (lagmi), des fruits abondants et nourrissants. Les rachis des palmes servant de toit pour les étables, fabrication de chapeaux, éventails, tapis de prière, mise en place de brise-vents, des haies de terrain. Les folioles sont utilisées en vanneries et en sparterie. Les hampes pour les balais. Le Kornaf comme outil dans le tissage du burnous et des vêtements en laine. Le lif sert à confectionner des cordages et pour laver la vaisselle. Le pollen est utilisé comme coagulant du sang, dans le traitement de la stérilité masculine, comme aromatisant de l'eau et pour augmenter la quantité de lait chez la femme. Les racines sont employées contre le mal de dents. Le noyau qui sert comme aliment de bétail est utilisé comme gravier dans la construction, dans la décoration, comme unité de mesure dans certains jeux ou dans la confection de chapelet... (Gasmi, 2012). Ce sont donc là autant des produits et sous produits de terroir, culturellement et socialement reconnus et géographiquement caractérisés, qu'il faudrait valoriser.

I.1.6. Composition chimique et valeur nutritive des noyaux de dattes

Le noyau «Âlfa » est un organe de reproduction. Il est entouré d'un endocarpe membraneux. Il est de forme allongée, oblongue ou arrondie, ovoïde, parfois sphérique. Plus ou moins volumineux, lisse ou pourvu de protubérances latérales. Sa couleur va du gris au brun. Il présente un sillon central et un embryon diamétralement opposé et avec un endosperme dur fait d'un gisement de cellulose sur l'intérieur des murs de la cellule.

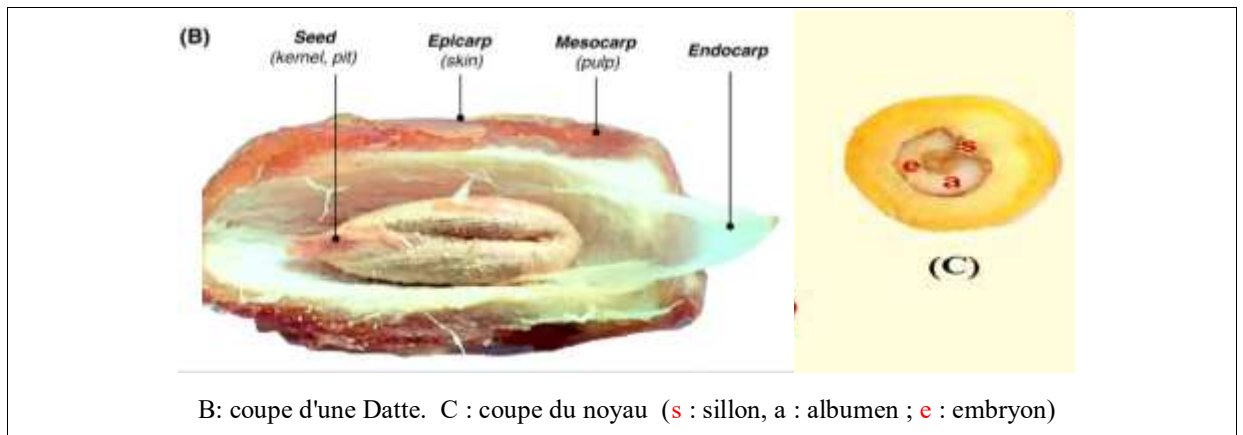


Figure I.2. Noyau et fruit d'une Datte.

La datte offre encore dans sa graine une ressource précieuse pour l'alimentation humaine. L'analyse phytochimique de cette biomasse montre qu'il est une bonne source nutritionnelle. De par son richesse en fibres alimentaires (22,5 à 94%), en huile à haute valeur ajoutée, glucose, gomme, matières protéiques solubles et insolubles, tannins, anthocynides, résine, pectose insoluble, matières colorantes, cellulose et sels fixes. Une caractérisation complète de l'huile de noyau de datte a montré qu'elle peut considéré comme un bon agent antioxydant due à sa richesse en composés phénoliques, tocophérols, stérols, vitamines (B3, B5, B6 et B12), caroténoïdes et des acides gras; elle contient 14 types d'acides gras alors que seulement 8 sont présents dans la chair à des teneurs très faibles dont l'acide oléique (38-55%), laurique (25%) suivi des acides: myristique, palmitique et linoléique (19.33%, 17.59% et 10%) (Laghouiter.,2018). Une huile appropriée pour la fabrication du savon et des produits cosmétiques, leur richesse en antioxydants lui permet une comestible huile à des intérêts culinaire et médical efficace contre certain maladies chroniques. Le noyau contient aussi des glucides plus de 60%, des polysaccharides solubles en milieu alcalin, des cendres et des taux élevés en polyphénols peut atteint à 3102-4439 mg GAE/100g MF (Al-Farsi et al., 2011; Chaira et al., 2007; Shokrollahi et al., 2016). Les fibres insolubles jouent un rôle important dans la

régularité intestinale et la prévention de la constipation. Par ailleurs, les fibres solubles jouent un rôle dans la réduction du taux de cholestérol et par conséquent, elles peuvent contribuer à diminuer le risque de maladies cardiovasculaires. Les noyaux sont composés de galactomannane et d'hétéroxylane pour les polysaccharides hydrosolubles et alcalisolubles, ils contiennent de mannose, glucose, allose, galactose, arabinose, xylose, rhamnose et fructose (Aldhaferi *et al.*, 2004, Ishrud *et al.*, 2001, 2003). Le noyau de datte est riche en minéraux dont le potassium et le phosphore sont les plus abondants. Alors que parmi les micros éléments, le fer à la teneur la plus élevée suivie par le zinc (Omotayo *et al.*, 2015).

I.1.7. Utilisation des noyaux de datte et ses extraits

Les noyaux sont employées comme combustibles dans les fours traditionnels, dans l'alimentation des animaux (Golshan *et al.*, 2017; Al-Farsi *et Lee*, 2011). Dans la médecine arabe, les noyaux (en particulier de Ghars) sont recommandés pour le traitement des maladies rénales, les infections biliaires, les maladies de la peau, pour soulager le rhumatisme et céphalée, guérir la lèpre, traitement de diabète et pour traiter de manière curative et/ou préventive les manifestations cutanées du vieillissement; diminuer les rides et antitumorale et protecteur de certains types de cancer (khalid *et al.*, 2019). Il a un bon effet sur l'utérus après l'accouchement. Sert à renouveler le sang et diminuer la fièvre.

Les noyaux réduits en poudres sont consommés comme café en raison de leur saveur styptique et odeur agréable, ils sont apaisants pour le cardiovasculaire (Gasmi, 2012).

L'huile extraite des noyaux est utilisée en pharmacologie, cosmétique, savonnerie mais aussi peut être une source potentielle d'huile de table. Ce produit thérapeutique est aussi susceptible de réduire le taux de cholestérol dans le sang. Il l'emploie dans les tumeurs des parties génitales et leur induration, sous forme de cataplasme (Abdul-Afiq *et al.*, 2013).

Les noyaux carbonisés ajoutés à l'encre solide utilisée comme dentifrice par les Chinois, également comme fard pour les yeux en raison de ses propriétés de nettoyage reconnu, mélanger avec du « Khôl » ; active la croissance des cils et améliore l'ophtalmie pour les cheveux. Actuellement la poudre des noyaux de dattes est utilisée en environnement comme un agent de détoxification et de dépollution (Gasmi, 2012).

Le charbon actif des noyaux de dattes possède une capacité d'absorption élevée du chrome (Cr) (El-Nemer *et al.* 2007). Il est employé pour l'adsorption de gaz (Abdul-Afiq *et al.*, 2013).

Généralité sur les protéines, les sucres et les composés phénoliques

I.2. Les protéines

I.2.1. Définition et structure chimique

Avec les glucides et les lipides, les protides, qui comprennent les protéines, les peptides et les acides aminés, représentent l'un des principaux constituants des aliments. Ils présentent la classe la plus importante puisqu'elles sont impliquées dans tous les processus biologiques essentiels à la vie. D'autre les protéines contient les quatre éléments: C, H, O, N et parfois S, P, Zn, Cu et les α -aminoacides. Ils sont des grandes molécules ou des macromolécules de masses molaires supérieures a 10^4 formé par la condensation d'un grande nombre d'unité cent enivrent à plusieurs millier appelle des aminoacides. Les huit acides indispensables au maintien de la santé de l'homme sont : la leucine, l'isoleucine, la lysine, la méthionine, la phénylalanine, la tyrosine, le tryptophane et la valine. Ils sont tous présents dans les graines des plantes, appart la lysine et le tryptophane qui sont souvent déficients (Bauer, 2010).

Le squelette des protéines est constitué d'un assemblage d'acides aminés qui se suivent dans une séquence déterminée. Ce molécule qui est formée d'une ou plusieurs chaîne polypeptidiques dont la quelles les acides aminés sont unis les uns aux autres par des liaisons peptique impliquant des α aminoacides de la série L dans les règnes végétales et animales (Figure I.3). On distingue alors les structures : primaire, secondaire, tertiaire et quaternaire.

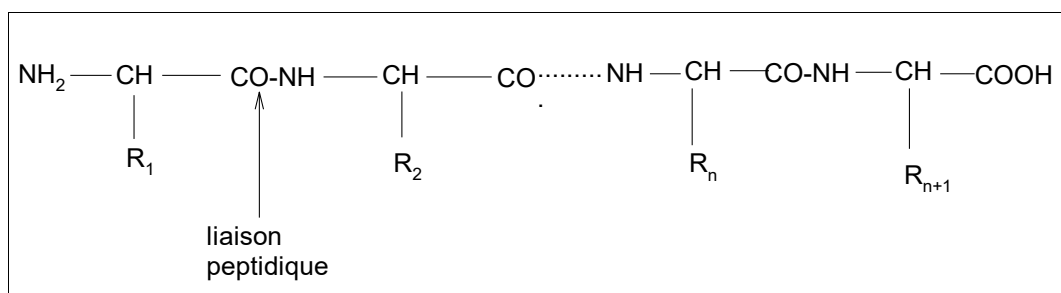


Figure I.3. Structure des protéines (Bauet, 2010).

L'ordre dans lequel les acides aminés s'enchaînent est codé par le génome et constitue la structure primaire de la protéine. Toutefois, une protéine ne garde jamais une forme strictement linéaire. L'énergie contenue dans les liaisons hydrogène, les ponts disulfures, l'attraction entre les charges positives et négatives, et les radicaux hydrophobes ou hydrophiles, imposent à la protéine une structure secondaire en hélice alpha ou en feuillet bêta. Les molécules deviennent encore plus compactes en adoptant une structure tertiaire.

Chapitre -I- Synthèse bibliographique

Lorsqu'une protéine est constituée de plus d'une chaîne polypeptidique, comme l'hémoglobine et certaines enzymes, on dit qu'elle a une structure quaternaire (Bauer, 2010).

I.2.2. Classification des protéines

Différents types de classification ont été proposés (Bauer, 2010)

a- Suivant leur **composition**, les protéines se distinguent en : **Holoprotéines, Hétéroprotéines.**

b- Suivant leur **forme**, les protéines se distinguent en :

- **Scléroprotéines (fibreuses) et Sphéroprotéines (globulaires).**

c- Suivant leur **solubilité**, les protéines se distinguent en :

- **Globuline:** insoluble dans l'eau pure, soluble dans les solutions salines diluées.

- **Albumine:** soluble même dans l'eau distillée, elle se précipite par addition de sulfate d'ammonium elle à un caractère acide.

- **Prolamine et glutéline:** solubles dans les acides et les bases diluées (Nizar Nasri, 2007).

I.2.3. Rôle des protéines

Du point de vue qualitatif les protéines participent à tout événement physiologique.

- Elles jouent un rôle primordial dans très nombreux produits alimentaires en leur conférant différents propriétés structurale, organoleptique, fonctionnelle (pouvoir gélifiant, moussant) et de réserve. Elles ont un rôle catalytique; de régulation de la compaction de l'ADN ou d'expression des gènes (Bauer, 2010).
- Rôle structural : Les protéines sont les molécules de construction et de réparation des tissus du corps humain. Elles participent à l'immunité, la digestion, le transport de l'oxygène, la transmission de l'influx nerveux (Bauer, 2010).
- Rôle énergétique : En cas d'épuisement des glucides et des lipides, les protéines servent de source d'énergie. Elles permettent de récupérer 4 kcal/g de protéines (Bauer, 2010).

Les protéines jouent aussi un rôle de défense contre l'agression extérieure. Les protéines membranaires en association avec des lipides contrôlent l'échange de matière de la cellule avec le milieu extérieure. Certaines protéines existant dans les graines de nombreux végétaux jouent un rôle de stockage. En fait, l'immense majorité des fonctions cellulaires est assurée par des protéines (Calet et vedronne, 1996; Henry, 2001; Bauer, 2010).

I.3. Les composés phénoliques

Tous les végétaux contiennent des composés phénoliques mais, leur répartition qualitative et quantitative est inégale selon les espèces, les organes, les tissus et les stades physiologiques. Ils correspondent à une très large gamme de structures chimiques douées à une capacité qui permet à l'homme de les utiliser dans des domaines aussi variés que l'agroalimentaire ou la pharmacologie. Ils participent aux réactions de défense face à différents stress biotiques (Agents pathogènes, blessures, symbiose) ou abiotiques (Lumière, rayonnements UV, faible température, carences) (Sarni-Manchado et cheynier 2006).

I.3.1. Définition et Structure chimique

Les polyphénols sont des phytomicronutriments synthétisés par les végétaux et qui appartiennent à leur métabolisme secondaire caractérisés par la présence d'un ou de plusieurs cycle aromatique portant des groupements hydroxyles libres ou engagés avec un glucide. Ils sont présents dans toutes les parties des végétaux supérieurs et sont impliqués dans de nombreux processus physiologiques comme la croissance cellulaire, la germination des graines ou la maturation des fruits (Boizot et Charpentier, 2006). Les polyphénols, qui forment une immense famille de plus de 8000 composés naturels, dont 5000 pour la sous classe des flavonoïdes. Ils sont communément subdivisés en acides phénoliques, coumarines, stilbènes, flavonoïdes, lignanes, lignines, tanins (Sarni-Manchado et cheynier 2006).

I.3.2. Les flavonoïdes

Le terme flavonoïdes désigne une très large gamme de composés naturels appartenant à la famille des polyphénols. Ils sont des dérivés du noyau flavone ou 2-phenyl chromone portant des fonctions phénols libres, éthers ou glycosides. Le noyau flavone est lui même un dérivé du noyau flavane de base (Pitchaon Maisuthisakul, 2007; Rocha-Guzman, 2006). Ils constituent des pigments responsables des colorations jaune, orange, et rouge de différents organes végétaux (Ghedira 2005). Structuralement, les flavonoïdes ont un squelette de base commun constitué de 15 atomes de carbone assemblés en trois cycles nommés A, C et B. Selon la structure du cycle intermédiaire (cycle C) (Figure I.4), les flavonoïdes se répartissent en plusieurs classes de molécules dont les principaux sont: les flavones, flavanones, flavonols, isoflavonones, anthocyanines, proanthocyanidines et flavanols (Vihakas, 2014).

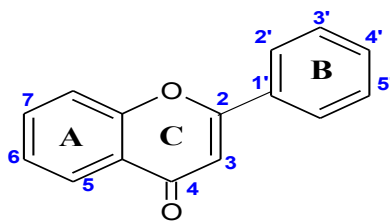


Figure I.4. Structure de base des flavonoïdes.

1.3.3. Rôle des polyphénols

Les composés phénoliques sont en effet des éléments importants des qualités sensorielles et nutritionnelles des végétaux que consomme l'homme et leur intervention dans la santé est maintenant reconnue dans des domaines variés : lutte contre l'athérosclérose, inhibent la peroxydation des lipides, l'agrégation plaquettaire et possèdent un effet antibactérien, antioxydant, antiviral, anticancérogène, anti-inflammatoire, antiallergique et vasodilatateur (Packer, 2001; Hurst, 2008). Ils jouent un rôle important dans l'écologie de la plupart des plantes. Leurs effets sur les tissus végétaux peuvent être classés dans les catégories suivantes :

- ❖ Libération et suppression des hormones de croissance telles que l'auxine.
- ❖ Écrans UV pour la protection contre les rayonnements ionisants et la coloration (pigments végétaux).
- ❖ Dissuasion des herbivores (propriétés sensorielles).
- ❖ Prévention des infections microbiennes (phytoalexines).
- ❖ Les molécules de signalisation dans la maturation et autres processus de croissance.

I.4. Les Glucides (sucre)

Les glucides, encore appelés sucres ou hydrates de carbone, représentent, avec les protéines, les lipides et les acides nucléiques, l'une des quatre grandes classes de constituants de la matière vivante. De tout temps, ils ont fait l'objet de recherches actives, principalement en raison de leur importance économique et biologique et, à cet égard, l'industrie des hauts glycopolymères comme l'amidon, la cellulose, les gommages et les pectines s'est développée dès le XIXe siècle. Plus récemment, il est découvert que certains glucides complexes sont porteurs de messages et jouent un rôle essentiel dans la vie sociale des cellules, a introduit les glucides dans le domaine de la biologie moléculaire. Les glucides sont formés par les plantes vertes lors de la photosynthèse à partir du gaz carbonique, de l'eau et de l'énergie solaire (Bauer, 2010).

I.4.1. Structure et classification

Les glucides, de formule générique de base $C_n(H_2O)_n$, sont des molécules organiques caractérisées par la présence de chaînons carbonés porteurs de groupements hydroxyles, et de fonctions aldéhydes ou cétoniques, et éventuellement de fonctions carboxyle ou aminé (Bauer, 2010). Plusieurs types de classifications des glucides, qui sont peuvent être adoptés selon l'usage que l'on souhaite en faire :

- Si l'on vise les critères sensoriels liés au goût sucré, on les classera en fonction de leur pouvoir sucrant (édulcorant massique);
- Si l'on se préoccupe de leurs effets physiologiques et de leurs qualités nutritionnelles, on les classera en fonction de leur capacité à être digérés (glucides assimilables ou non) ;
- De leur capacité à élever la glycémie et l'insulinémie après ingestion en fonction de leur index glycémique (glucides simples et complexes de préférence à rapides et lents).
- De leur éventuel effet prébiotique ou de leur effet fibre ;
- Enfin, selon leur structure chimique, poids moléculaire, degré de polymérisation (DP), liaison osidique, nature des oses résiduels après digestion.

On distingue alors plusieurs classes :

Les monosaccharides (ose): des glucides simples (ex: glucose, fructose et galactose).

- C'est un polyol qui porte au moins 2 fonctions alcools (l'une est une fonction alcool primaire, l'autre réductrice carbonylée, soit: aldose ou cétose).

Solubles dans l'eau, présents sous forme cristallin ou anhydre.

Les oligosaccharides : sont des hydrates de carbone (carbohydrates) et compris :

- Disaccharides : saccharose, maltose et lactose.
 - Trisaccharides : raffinose.
 - Tirtasaccharides stachyose.
- Ils ont hydrolysable par acides et porte la plupart du temps, de 3 à 7 atomes de carbone.
 - Ils ont un degré de polymérisation DP compris entre 2 et 10.

Les polysaccharides : Ils ont un $DP > 10$, peu solubles dans l'eau, ils n'ont pas un goût sucré, moins réactifs que les autres types (l'amidon, la cellulose et la pectine).

Les différents sucres se distinguent par leur composition en oses, leur pouvoir sucrant et leurs effets métaboliques.

I.4.2. Rôle des glucides

De par leurs propriétés physicochimiques, les glucides jouent un rôle central dans les métabolismes de vie, ils occupent de nombreuses fonctions (structural, intermédiaire métabolique, de réserve d'énergie) dans l'industrie alimentaire comme édulcorants, gélifiants, épaississants, stabilisants ainsi que comme précurseurs d'arômes et source de colorants. Ils jouent aussi un rôle économique.

Les glucides interviennent comme (**Bauer, 2010**):

- Eléments de soutien (cellulose), de protection et de reconnaissance dans la cellule.
- Constituants de molécules fondamentales : acides nucléiques, coenzymes, vitamines,
- Ils représentent un fort pourcentage de la biomasse car la plus grande partie de la matière organique sur la Terre est glucidique.
- Liant l'eau ou hydrocolloïdes (agar, pectine...).

I.5. Activité Antioxydante

La formation de radicaux libres dans le corps humain peut causer des dommages aux cellules et engendrer des pathologies, telles le cancer et les maladies chroniques, neurodégénératives comme la maladie d'Alzheimer ou la maladie de Parkinson, le diabète, et certaines maladies inflammatoires. Pour une meilleure compréhension de la formation de ces radicaux, deux échelles ont été associées: l'échelle cellulaire et l'échelle moléculaire. Par la suite, il a été abordé l'étude des systèmes de défense de notre organisme contre les radicaux libres: les antioxydants.

I.5.1. Les antioxydants

Un antioxydant est une substance naturelle ou synthétique, naturellement présente ou ajoutée à un produit en faible concentration pour ralentir, inhiber ou prévenir les dommages causés par l'action de l'oxygène. Grâce aux systèmes de défense, l'organisme a la capacité de maintenir un équilibre entre les systèmes de production et de dégradation des radicaux libres. Le déséquilibre va entraîner une agression «stress oxydatif» induisant certains dommages au niveau de la structure des protéines, des lipides, des acides nucléiques ADN et des glucides (**Rahman, 2002 ; Aourousseau, 2002 ; Valko et al., 2004**).

a- Antioxydants synthétiques : Ce sont des produits synthétisés, utilisés dans l'industrie alimentaire pour la conservation des aliments: Butylhydroxytoluène (BHT), Propyle gallates

Butylhydroxyanisole (BHA), hydroquinone de butyle tertiaire (TBHQ). Cependant, ces antioxydants sont mal acceptés par la plupart des consommateurs à cause de leurs effets secondaires, et leur toxicité (BHA et BHT) (Soong et Barlow, 2004), ce qui oblige l'industrie et les chercheurs à travers le monde à orienter vers la nature afin d'identifier de nouvelles antioxydantes naturels et de valoriser leurs applications.

b- Antioxydants naturels : Ce sont des substances alimentaires issues de plantes qui contiennent des inhibiteurs naturels de l'oxydation. Les plus connus parmi celles-ci on trouve : les protéines, les acides aminés, les phospholipides, le β -carotène (provitamine A), l'acide ascorbique (vitamine C), le tocophérol (vitamine E), les huiles essentielles, lignine ainsi que les composés phénoliques en particulier les flavonoïdes dont la présence des groupes hydroxyphénoliques dans leurs structures leur confère un pouvoir réducteur les rendent capable à piéger les radicaux libres.

I.5.2. Les méthodes d'évaluation de l'activité antioxydante

Vu la complexité des processus d'oxydation et la nature diversifiée des antioxydants, avec des composants à la fois hydrophiles et hydrophobes, il n'y a pas une méthode universelle par laquelle l'activité antioxydante peut être mesurée quantitativement d'une façon bien précise (Tabart et al., 2009; Hua et al., 2008). On peut les classés selon les mécanismes réactionnels en mécanismes de transfert de protons (ORAC, Phosphomolybdate et TRAP), mécanismes de transfert d'électrons (FRAP, TEAC) et ceux qui ne suivent aucun des deux mécanismes ou enzymatique. Les tests basés sur le mécanisme de transfert d'électron tel que : Phénols totaux par Folin Ciocalteu, DPPH seront exploités dans notre étude.

Chapitre -II-

Matériel et méthodes

II. Matériel et Méthodes

Ce travail est réalisé au sien du laboratoire pédagogique de l'université de Ghardaïa.

II.1.. Matériel végétale (Noyaux de dattes)

Les noyaux de quatre variétés de dattes sont collectés des palmerais de SEBSEB (Wilaya de Ghardaïa, 640 km du Sud de l'Algérie) en 2018/2019 au stade Tamar. Les cultivars connus localement par les noms: Azerza (AZ), Addala (AD), BintQbala (BQ) et Timjhourt (Tim) (**Annexe**). Les noyaux de quatre variétés sont séparés des chairs, lavées, séchées à l'air libre puis broyés en poudre fine à l'aide d'un broyeur électrique, et conservées pour leurs analyses.

II.2. Méthodes

II.2.1. Délipidation de poudre de noyaux

Afin d'obtenir les tourteaux de noyaux, les lipides sont extraits par macération à froid d'une masse de 22g de poudre des noyaux de chaque variété de datte en utilisant l'hexane comme solvant pendant 24 heures avec agitation. Après filtration et évaporation de l'hexane sous pression réduite à 40°C. Les lipides obtenus représentent un aspect huileux de couleur jaune sont ensuite conservées dans des flacons à 4°C. La teneur en huile a été calculée par la relation suivante :

$$\text{Teneur en huile} = \frac{\text{Poids de l'huile extraite} \times 100}{\text{Poids de prise d'essais}} (\%)$$

II.2.2.Extraction et dosage des fractions protéiques

II.2.2.1. Extraction des protéines

Dans le but de doser les protéines individuelles (Albumine, globuline, prolamine), nous avons procédé à une extraction par élimination dans l'ordre selon **Osborne 1924**. L'albumine est extraite en traitant 1g de tourteaux délipidés, avec 10 ml d'eau distillée sous agitation pendant 15min, le mélange est centrifugé pendant 20 min. L'opération est refaite 2 fois, à la fin on obtient les filtras qui contiennent l'Albumine (Alb). Le résidu est retraité 2 fois par une

Chapitre II- Matériel et méthodes

solution aqueuse de NaCl (0.5M) de la même manière que l'albumine pour obtenir la globuline (Glob). En fin, la prolamine (Prol) est obtenue par l'extraction du résidu avec de l'éthanol aqueux 70% (v/v). Chaque échantillon a subi rigoureusement le même traitement d'extraction par macération.

II.2.2.2. Dosage des protéines

Le dosage des protéines peut se faire selon plusieurs méthodes. Ce sont généralement des méthodes spectrophotométriques basées sur diverses caractéristiques spectrales ou réactionnelles des acides aminés constituant ces protéines. Afin de déterminer les teneurs des protéines dans les noyaux testés, deux méthodes de dosage ont été choisies: Lowry et Biuret.

- Méthode de Lowry

Les fractions protéiques sont dosées tout d'abord par la méthode de **Lowry (1951)**, basée sur deux réactions chimiques. La première réaction est la réduction des ions de cuivre sous conditions alcalines, qui forment un complexe avec les peptides ou les protéines (réaction du Biuret) et la seconde est la réduction du réactif de Folin-Ciocalteu (acide phosphomolybdique et phosphotungstique) par le complexe cuivre-peptide qui, par la suite, induit un changement de couleur de la solution en bleu avec une absorbance entre 650 et 750 nm. Cette réaction est due aux groupements oxydés des acides aminés constitutifs, principalement des groupements phénoliques du tryptophane et de la tyrosine. Pour ce faire, 0,5 ml d'extrait sont mélangés à 2,5 ml de réactif de Lowry (48 mL de solution A, 1 ml de la solution B et 1ml de la solution C). Après incubation de 10 min à l'obscurité, on ajoute 0,25 ml d'une solution de réactif de Folin-Ciocalteu à 50 % (v/v). Les tubes sont agités puis incubés 30 minutes à température ambiante à l'obscurité. La lecture est faite spectrophotométriquement à 750 nm.

- Méthode de Biuret

Les protéines sont dosées encore selon la méthode de **Gornall et al., (1949)**. Les liaisons peptidiques forment avec le réactif de Gornall un complexe stable de coloration violette. Ce réactif est composé de sulfate de cuivre (Coloration bleu du réactif dû aux ions Cu^{2+}), hydroxyde de sodium et le tartrate double de sodium et potassium qui chélate les ions de (Cu^{2+}) pour éviter leur précipitation en milieu très alcalin d'hydroxyde de cuivre insoluble et en présence de l'iodure de potassium (**Gravilliere et al., 1996**). A partir d'une solution mère d'albumine de concentration 10 g/l préparée dans une solution de NaCl (0.5M), On a préparé des solutions filles à des concentrations bien connues. A une quantité 1ml de chaque solution

Chapitre II- Matériel et méthodes

on ajoute 3 ml de réactif de Gornall après incubation de 30 min à l'obscurité. La lecture est faite à une longueur d'onde 540 nm. Une courbe d'étalonnage a été obtenue en traçant la variation de l'absorbance en fonction de la concentration.

II.2.3. Extraction et dosage des composés phénoliques

II.2.3.1. Extraction des Polyphénols

Pour extraire les composés phénoliques, nous avons utilisé un système hydroéthanolique suivant le protocole décrit par Amiot *et al* (1986). Pour ce faire, 5g de poudre délipidés de noyaux sont macérées par 100 ml de mélange hydro-alcoolique (**Ethanol/eau**) (8/2:v/v) pendant 48 heures à température ambiante. Après filtration, l'éthanol est évaporé sous pression réduite à 40°C pour obtenir la phase aqueuse qui soumise à un lavage plusieurs fois avec un même volume d'acétate d'éthyle suivie d'un séchage par le sulfate de sodium anhydride (Na_2SO_4) puis une filtration. Le solvant est évaporé et l'extrait phénolique brut présente généralement un aspect visqueux de couleur rouge brique est repris dans 5ml de méthanol et conservé à 4°C dans des flacons en verre jusqu'à leur analyse.

II.2.3.2. Dosage des polyphénols totaux

La détermination de la teneur en phénols totaux de nos extraits est une analyse d'extrême importance. C'est pour cette raison que leur taux est considéré comme un critère de qualité. La teneur en composés phénoliques est déterminée selon la méthode décrite par Singleton (1999) avec le réactif de Folin Denis. Ce réactif est formé d'acide phosphotungestique $\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}$ et d'acide phosphomolybdique $\text{H}_3\text{PMo}_{12}\text{O}_4$ qui est réduits lors d'une oxydation des phénols en milieu alcalin en oxydes bleus de tungstène (W_8O_{23}), et de molybdène (Mo_8O_3) donnant une couleur bleu détectable à 760 nm. Un volume de 100 μl d'extrait est additionné avec 500 μl du réactif de Folin- Denis (10 fois dilué), 2 ml d'une solution de carbonate de sodium (Na_2CO_3) à 5% sont ajoutés au mélange. Après incubation pendant 30 minutes à l'obscurité, l'absorbance est mesurée à 760 nm. Les concentrations en composés phénoliques sont déterminées en se référant à la courbe d'étalonnage et les résultats sont exprimés en milligramme équivalent d'acide gallique par 100g d'échantillon (mg GAE/100g).

II.2.3.3. Dosage des flavonoïdes

La teneur en flavonoïdes de nos extraits est déterminée par la méthode décrite par Lamaison et carnet (**Djéridane et al., 2006**). Cette méthode est basée sur la formation d'un complexe jaunâtre suite à la chélation de métaux Al^{3+} , utilisés sous forme de chlorure d'aluminium ($AlCl_3$), par les groupements OH. Un volume de 500 μ l d'une solution méthanolique de chlorure d'aluminium ($AlCl_3$) à 2%. Après 30 min d'incubation, l'absorbance est mesurée à une longueur d'onde de 439 nm. Les résultats sont exprimés en mg équivalents rutine/100g (mg RE/100g MS), en utilisant la courbe standard de rutine.

II.2.4. Extraction et dosage des sucres totaux

Les sucres totaux hydrosolubles sont extraits à partir d'une fraction aliquote de 2 g des tourteaux délipidés de noyaux de datte sont portées à ébullition pendant 30 min, en présence de carbonate de calcium et 50 ml d'eau distillée. L'extrait est clarifié par des petites quantités d'acétate de plomb qui par agitation forme un complexe qui se précipite les protéines. Le volume est complété avec de l'eau distillé à 100 ml puis filtré. L'acétate de plomb est éliminé par filtration de la solution après addition d'une petite quantité d'oxalate de potassium. Les fractions glucidiques sont dosées ensuite par la méthode de **Dubois, (1956)**. En présence de phénol et de l'acide sulfurique concentré, les sucres forment un complexe jaune-orange détectable à 490 nm. La courbe d'étalonnage est réalisée en mélangeant 500 μ l de la solution de glucose avec 500 μ l de la solution phénolique (5%) et 2,5 ml d'acide sulfurique concentré H_2SO_4 (96%). Le mélange est placé dans un bain marie à 60°C pendant 10 min. Après refroidissement, le mélange est incubé à l'obscurité pendant 30min et la lecture se fait à 490 nm. De même manière la quantification des sucres totaux de nos extraits est faite.

II.2.5. Evaluation de l'activité antioxydante de différents extraits

De nombreuses méthodes sont utilisées pour l'évaluation de l'activité antioxydante des extraits. La plupart de ces méthodes sont basées sur la coloration ou la décoloration d'un réactif dans le milieu réactionnel (**Williams et al., 1995**). Dans notre étude nous avons utilisé le teste à balayage des radicaux libre DPPH.

- Méthode de réduction du radical libre DPPH :

La capacité des antioxydants des extraits protéiques et glucidiques de noyaux à réduire le radical DPPH est évaluée par la méthode décrite par **Molyneux, 2004**. Le DPPH[•] est un radical libre stable de couleur violet foncé lorsqu'il est piégé par un antioxydant, il apparaît sous sa forme réduite de couleur jaune pâle qui peut être suivie spectrophotométrique par UV-visible à 517 nm (**Figure II.1**).

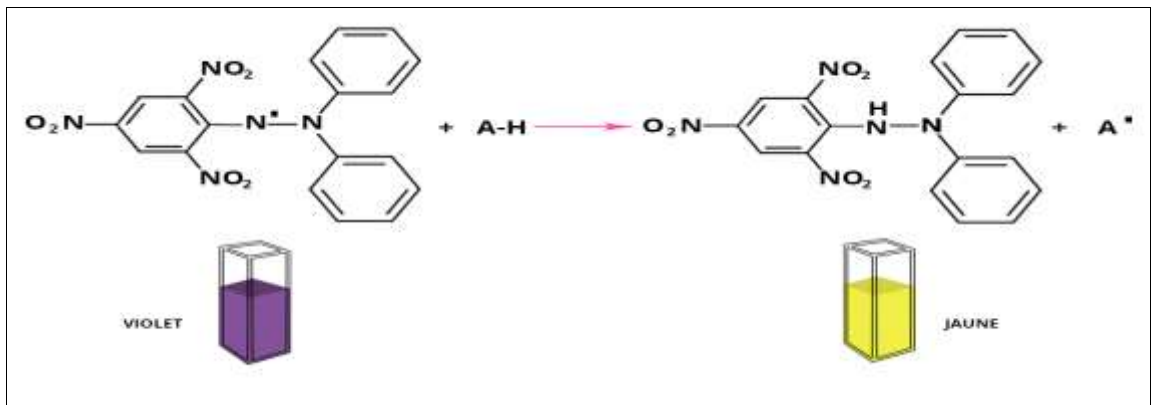


Figure II.1. Principe de réduction de radicaux DPPH[•] par un antioxydant.

Pour réaliser ce test, 0,5 ml de chaque extrait dilué dans l'éthanol est additionné à 1ml d'une solution éthanolique de DPPH (250 µM). Après 30 min d'incubation à température ambiante, l'absorbance est mesurée à 517 nm. Un contrôle est réalisé en parallèle en mélangeant 1 ml du solvant d'extraction avec 1ml de DPPH. Les résultats sont exprimés en mg en vitamine C équivalents activité antioxydante VCEAC.

Chapitre -III-

Résultats et discussion

III.1. Teneur en Huile dans les noyaux de datte

Les huiles obtenues à partir de noyaux de quatre variétés de dattes présentent généralement un couleur jaune claire avec une odeur agréable. La coloration jaune des huiles est peut être due à la présence des quantités importantes en caroténoïdes qui sont responsables à la forte absorbance de ces huiles à des longueurs d'onde allant de 418 à 470 nm (Besbes et al 2004a ; Habib et al., 2013). Les teneurs en huiles dans les noyaux étudiés varient de 1,73 à 3,23% pour. Nos résultats sont relativement faibles par rapport aux autres trouvées par (Laghouiter, 2018), Bouhlali et al. (2017) et AL-Juhaimi et al., (2018) où les teneurs en huiles s'échelonnent entre 4,68 et 7,96% pour les noyaux d'autres régions dans le monde. Ces différences sont due peut être à l'origine de l'espèce, le climat, le sol, les méthodes d'extraction et les solvants utilisés. Alors, on ne peut pas considérer les noyaux de dattes comme une source importante en huiles végétales alimentaires telles que le tournesol, le soja et l'olive (20-35%) (Hadbaoui et al., 2010), à cause de leur faible teneur en huiles mais elles peuvent être considérer comme des huiles nutritionnelles à des fins pharmaceutique, cosmétique et agroalimentaire ou l'utiliser pour des applications industrielles.

III.2. Quantification des composés protéiques

La quantité des protéines dans nos extraits a été déterminée à partir de courbe d'étalonnage de l'albumine suivant la méthode de Biuret et celle de Lowry (Figure III.1).

L'ensemble des résultats obtenus par les deux méthodes est regroupé dans le (Tableau III.1) qui représente les teneurs des protéines en % de tourteaux.

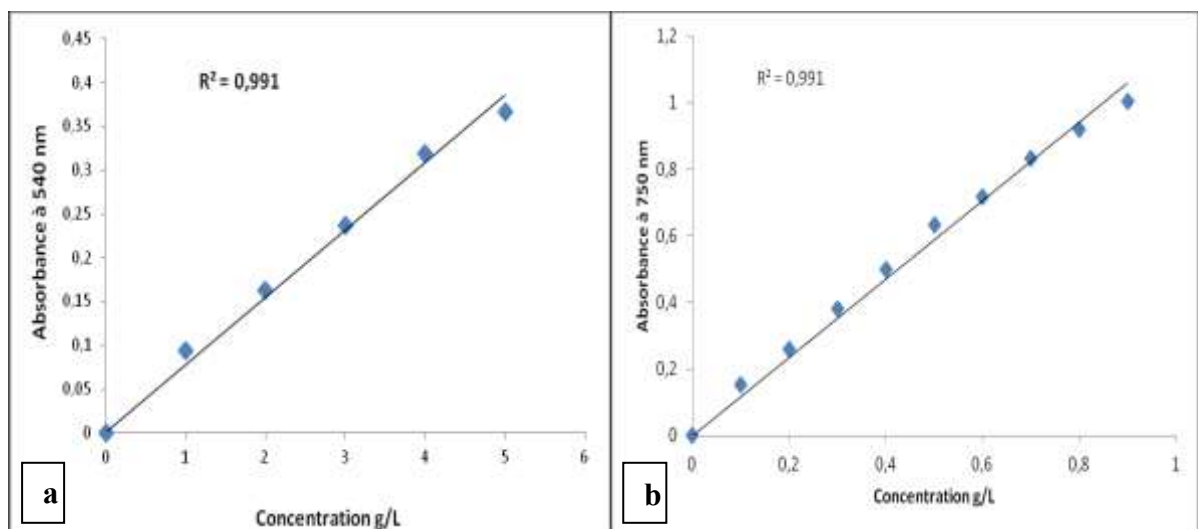


Figure III. 1. Courbes d'étalonnage de l'albumine selon deux méthodes : a)- Biuret.

b)- Lowry.

Chapitre III- Résultats et discussions

Le dosage colorimétrique par la méthode de Biuret nous a permis d'estimer les quantités de différentes classes de protéines de réserve dans les noyaux étudiés. La teneur en protéines varie de 10,3% à 25,97% avec la prédominance des fractions : Albumine et prolamine avec des teneurs variant entre (2,62- 10,44%) et (6,08- 10,33%) de tourteaux respectivement, dont TIM et AD sont les variétés pauvres en protéines par contre AZ est la plus riche, la globuline en troisième classe présente des pourcentages qui varient de 0,68 à 5,19% des tourteaux respectivement (**Figure III.2, Tableau III.1**).

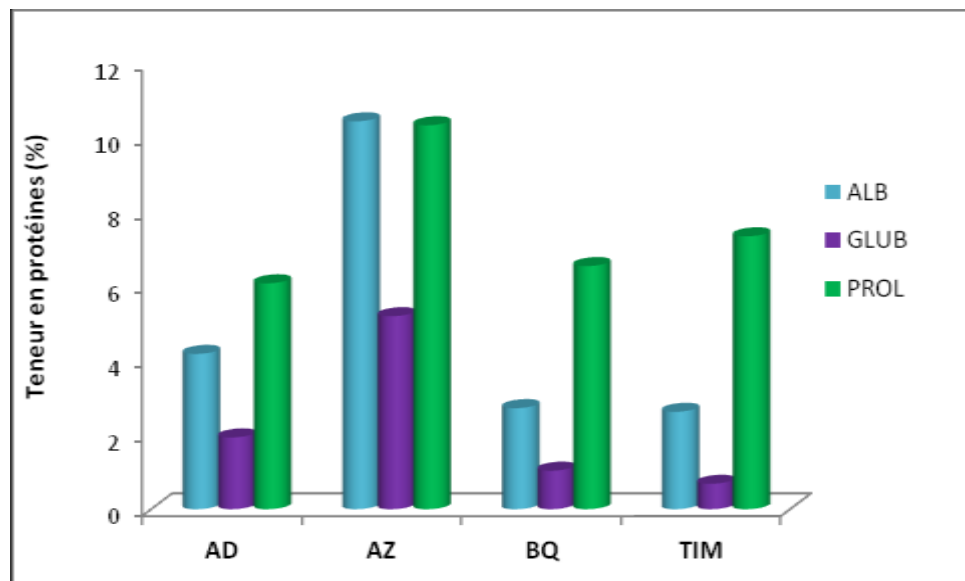


Figure III.2. Variabilité de la composition en protéines des noyaux de datte (méthode du Biuret).

Les trois fractions présentent des teneurs plus au moins variables avec des différences significatives. AZ se manifeste avec la teneur la plus élevée en protéine suivie du BQ tandis que AD et TIM enregistrent la teneur la plus faible (**Figure III.3, Tableau III.1**). Pour les quatre variétés de datte, l'albumine et la prolamine sont les fractions major déterminées par la méthode de Lowry avec des teneurs qui varient entre (2,35-13,55%) et (4,31-5,39%). La fraction la moins abondante est la globuline avec un taux de (1,39-2,69% de tourteaux) avec un pourcentage total en protéine de (8,86-21,64%).

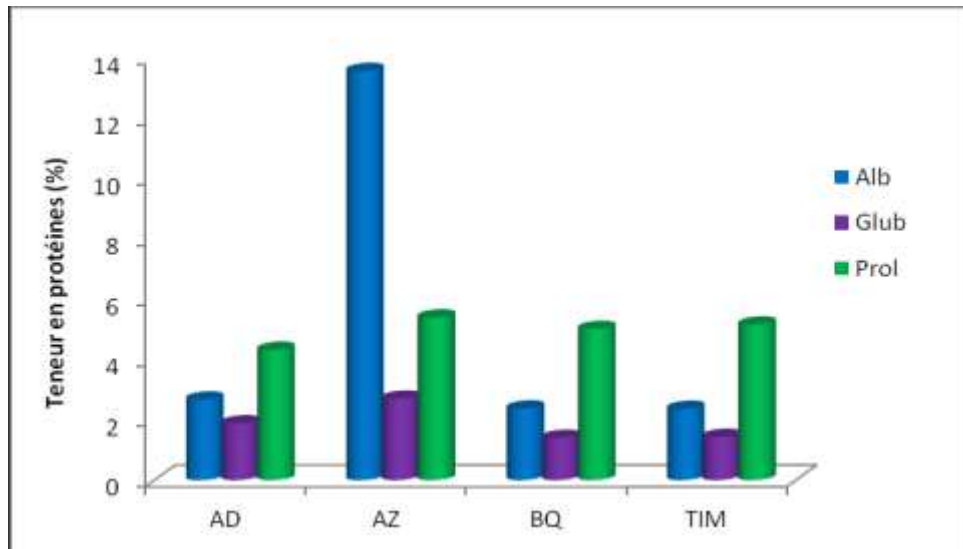


Figure III.3. Variabilité de la composition en protéines des noyaux de datte (méthode du Lowry).

Tableau III.1. Les teneurs en protéines dans les trois fractions protéiques des noyaux de datte (%).

Var	Méthode de Biuret			Méthode de Lowry		
	Alb	Glo	Pro	Alb	Glo	Pro
AD	4,18	1,93	6,08	2,66	1,87	4,32
AZ	10,44	5,19	10,34	13,56	2,69	5,38
BQ	2,72	1,04	6,55	2,37	1,39	5,01
TIM	2,62	0,68	7,35	2,36	1,43	5,15

Ces résultats sont en accord avec ceux trouvés par **Herchi et al., 2014** qui déclarent dans leur étude que l'albumine, la prolamine, le gluten et la globuline dans cet ordre sont les protéines dominantes dans les noyaux des dattes par contre (**Hamada et al., 2012** **Bouaziz et al., 2008**; **Sahi et al., 2006**, **Akasha et al., 2012 ;2016**, **Laghouiter, 2018** et **Boukouada, 2018**) ont prouvé que l'albumine, le globuline et le glutine sont les protéines de réserve major pour les noyaux de datte, les graines et les pépins des autre fruits. Les noyaux de datte généralement contiennent 17 acides aminés dont l'acide glutamique, aspartique et arginine présentent la moitié de la teneur total (**Bouaziz et al., 2013**). Toute fois nos résultats sont comparables avec ceux de la littérature, les différences observations peuvent être attribuées à plusieurs facteurs tels que; l'origine géographique, la variété étudiée, les méthodes d'extractions et de dosages de protéines qui peuvent influencer par d'autres macromolécules. En général, les noyaux testés sont relativement riches en protéines qui peut suggère leur utilisation comme émulsifiants, agents moussants épaississants et gélifiants et dans les formulaires nutritionnels.

Il est noté que, les teneurs en protéines totaux par la méthode de Lowry, sont faibles par rapport aux ceux trouvés par Biuret et que les valeurs de la prolamine sont plus élevées par Biuret.

III.3. Dosage des composés phénoliques

D'après la littérature, les composés phénoliques des graines et noyaux de fruits, comme les acides phénoliques et les flavonoïdes, possèdent de nombreux effets bénéfiques, notamment des activités antioxydantes, anticancérigènes, antimicrobiennes, antimutagènes et anti-inflammatoires, ainsi que la réduction des maladies cardiovasculaires (Shahidi et Naczki, 2004). Soong et Barlow., (2004) ont rapporté que la teneur en composés phénoliques totaux des graines de plusieurs fruits est plus élevée que celle de leurs chairs comestibles.

Les extraits phénoliques obtenus sont des couleurs différents : marron à marron clair pour AD et BQ, rouge brique pour AZ et beige pour TIM.

III.3.1. Rendements des extraits bruts

Les extraits phénoliques de couleur jaune limpide (TIM), marron clair (AD) à rouge brique pour BQ et AZ. Les rendements des extraits bruts sont présentés dans l'histogramme ci-dessous (Figure III.4).

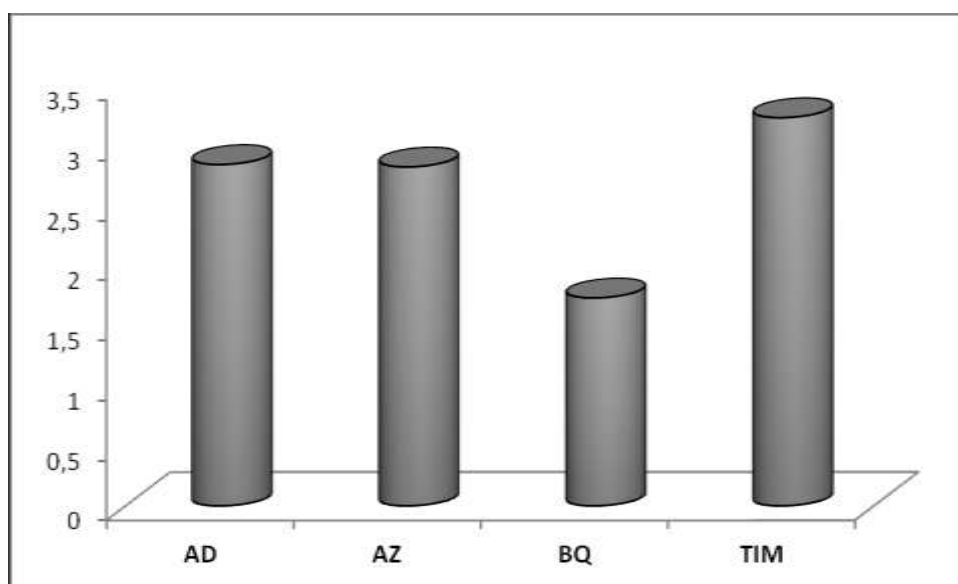


Figure III.4. Rendements des extraits phénoliques des noyaux examinés.

L'analyse de l'ensemble de résultats montre que le rendement d'extraction des composés phénoliques par l'éthanol (80%) est très faible de l'ordre de 1,73 à 3,23%. On outre, les extraits de Tim, AD, AZ présentent les taux les plus élevés. Des résultats similaires ont trouvés

Chapitre III- Résultats et discussions

lorsqu'on utilise le méthanol (80%) ou l'acétone (70%) comme solvant d'extraction (Laghouiter, 2018). En générale, les trois systèmes sont les plus utilisés pour l'extraction des composés phénoliques de plantes. Le rendement en composés phénoliques dépend de variété, de nature des composés contenus et des conditions d'extraction.

III.3.2. Teneurs en phénols totaux, flavonoïdes

Les extraits phénoliques bruts obtenus par extraction solide-liquide des tourteaux délipidés des noyaux de dattes, ont été analysés quantitativement pour leur contenu en phénols et en flavonoïdes totaux. Les résultats sont exprimés successivement en mg par g de tourteaux équivalent en acide gallique pour les phénols et en équivalent en rutine pour les flavonoïdes (Figure III.5). L'ensemble des résultats obtenus sont illustrés dans le Tableau III.2).

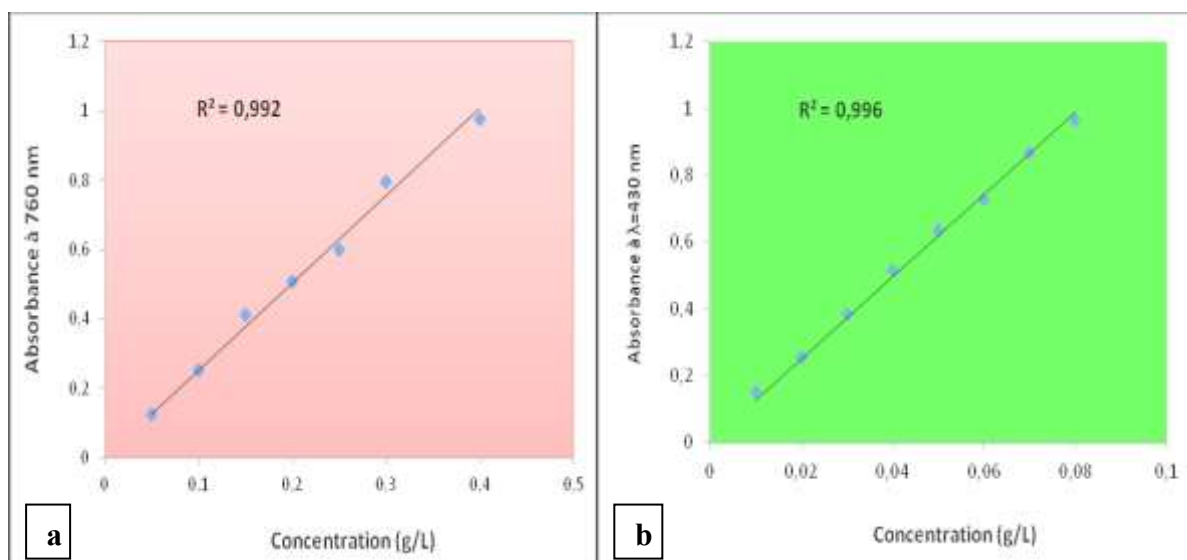


Figure III.5. Courbes d'étalonnage de : a)- l'acide gallique et b)- la rutine.

La synthèse de l'ensemble des résultats de la quantification des phénols totaux des extraits hydroéthanolique nous a permis de constater que les teneurs de ces composés varient entre 10,65 et 14,59 mg GAE/ g de tourteaux. Le taux le plus élevé est détecté dans l'extrait d'AZ. On ce qui concerne les flavonoïdes, d'après les résultats présentés dans (Figure III.6 et Tableau III.2), on remarque que les teneurs en flavonoïdes dans les extraits sont plus faibles que celles des phénols totaux avec des valeurs variant entre 1,87 et 5,67 mg RE/g de tourteaux. Comparativement aux autres études réalisées sur les noyaux de mêmes variétés d'autre région (Laghouiter, 2018 et Boukouada, 2018), on peut constater que nos extraits possèdent des teneurs en flavonoïdes totaux relativement importantes.

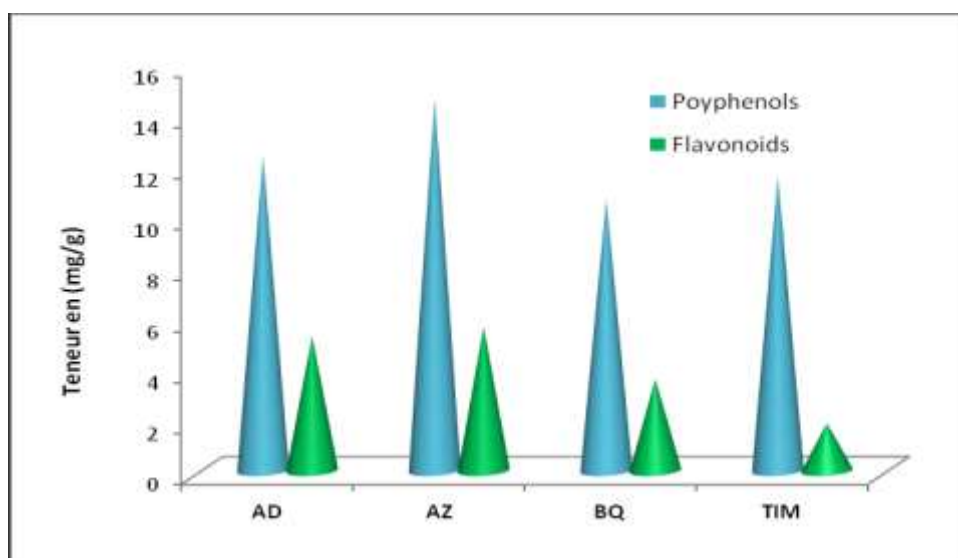


Figure III.6. Comparaison entre la quantité des polyphénols et des flavonoïdes extraits des noyaux.

Par conséquent, ces noyaux sont riches en composés phénoliques avec des teneurs en phénols et flavonoïdes dans la gamme ou inférieurs à ceux trouvés par **Laghouiter, 2018** pour les extraits hydrométhanoliques (0,92-20,17 mg AGE/g) et hydroacétoniques (1,14-14,72 mg AGE/g) des noyaux de dattes collectés de la région de Metlili de même pour des noyaux de datte d'autre région de monde (**Adeosun et al., 2015; Misterello et al. 2014; Habib et al., 2014**). Cependant, ils sont supérieurs à ceux trouvés par **Boukouada, 2010, Bouhlali et al., (2017) et Messaoudi et al., (2013)** pour des extraits hydroacétonique des noyaux de datte d'origine de Ouargla, Maroc et Ghardaïa. De plus, ces résultats sont presque similaires ou inférieurs à ceux trouvés pour d'autres parties de palmier d'origine de Metlili (pédicelle, périanthe, palmes et datte) de variété AD, AZ et BQ avec des teneurs allant de (10,65-48,04 mgGAE/g) et (1,75-9,09 mg RE/g) pour les polyphénols et les flavonoïdes respectivement mais supérieurs à ceux de dattes (**Cheriet et Toumi, 2017**).

Tableau III.2. Teneurs en polyphénols et flavonoïdes totaux dans les extraits des noyaux testés (mg/g MS)*.

Var	Polyphénols	Flavonoïdes
AD	12,37 ± 0,06	5,29 ± 0,03
AZ	14,59 ± 0,03	5,66 ± 0,01
BQ	10,65± 0,02	3,60 ± 0,01
TIM	11,57± 0,08	1,87 ± 0,01

*GAE pour les polyphénols et RE pour les flavonoïdes.

Laghouiter, 2018 et Boukouada, 2018 ont déclaré dans leurs études que les extraits méthanoliques de noyaux de certaines variétés tel que AZ et AD présentent des teneurs plus élevées que ceux de leurs extraits acétoniques, alors que les extraits acétoniques de BQ et Tim ont des teneurs significativement plus élevées que leurs extraits méthanoliques. Ces différences montrent que la teneur en polyphénols peut influencer par la variété testée, la région, la nature et la polarité de solvant utilisé pour l'extraction et les composés contenus dans les extraits. La richesse des noyaux par ces antioxydants (polyphénols et flavonoïdes) les attribuent des activités biologiques très intéressantes lui permet une source potentielle d'antioxydants naturels efficace contre certaines maladies chroniques ou utilisé comme additifs alimentaires. Les flavonoïdes dont ces noyaux sont riches sont des modificateurs de la réponse biologique de la nature en raison de leur capacité à modifier la réaction du corps à l'allergie, aux virus et aux cancérigènes. Ils sont réputés pour leur puissance à piéger les radicaux libres, qui soulignent leurs activités antibactériennes, anti-inflammatoires, anti-thrombotiques et vasodilatatrices.

Le solvant d'extraction est un paramètre important dans l'étude des composés phénoliques. Maqsood *et al.*, 2015 et AL-Farisi *et al.*, 2011, ont attribué le grand rendement en phénol totaux et en flavonoïdes et même l'activité antioxydante des noyaux de dattes à l'utilisation de système : Ethanol, méthanol (80%) et l'acétone (70%). Cependant, une telle extraction par l'éthanol ne donne pas que les polyphénols mais probablement d'autres substances non phénoliques telles que les sucres, les protéines, les pigments et d'autres composés réducteurs qui peuvent interférer pendant le dosage par le réactif du Folin-Ciocalteu. Or, l'augmentation du métabolisme phénolique dans certaines variétés étudiées peut être liée aux conditions climatiques (la température élevée, l'exposition au soleil, la sécheresse...) et aux paramètres d'extraction. Concernant la composition des extraits phénoliques des noyaux, peu des études ont été prises en considération l'étude de ces composants bioactifs. L'analyse qualitative de ces composés a révélée la présence des dérivés d'acide cinnamique, les dérivés hydroxylates d'acide benzoïque. Al-Farsi *et Lee*, (2011) et Khalid *et al.*, (2019) ont rapporté que neuf acides phénoliques ont été détectés dans les noyaux de dattes d'Oman et l'Iraq.

III.4. Teneur en sucres totaux

Les plantes produisent des hydrates de carbone à travers le processus de la photosynthèse. Les noyaux de dattes comportent des sucres réducteurs et non réducteurs. De nombreuses études ont mis en valeur le contenu glucidique des coproduits de dattes (**Rahman et al., 2007; Chaira, 2007, Mrabet et al., 2015, Ghania, 2017**). Cependant, les fractions de ces composants sont très peu. Seuls deux travaux réalisés par **Ishurd et al. (2001)** et **Ishurd et al. (2003)** ont mis en évidence la présence d'un galactomannane hydrosoluble et un hétéroxylane alcalisoluble dans les noyaux des dattes. D'après **Alwhaibi et al. (1985)** et **Al-Hooti et al. (1995)**, les principaux sucres contenus dans le noyau de dattes sont le fructose, le glucose, le saccharose, le mannose et le maltose. Les résultats sont obtenus en utilisant la courbe d'étalonnage de glucose (**Figure III.7**).

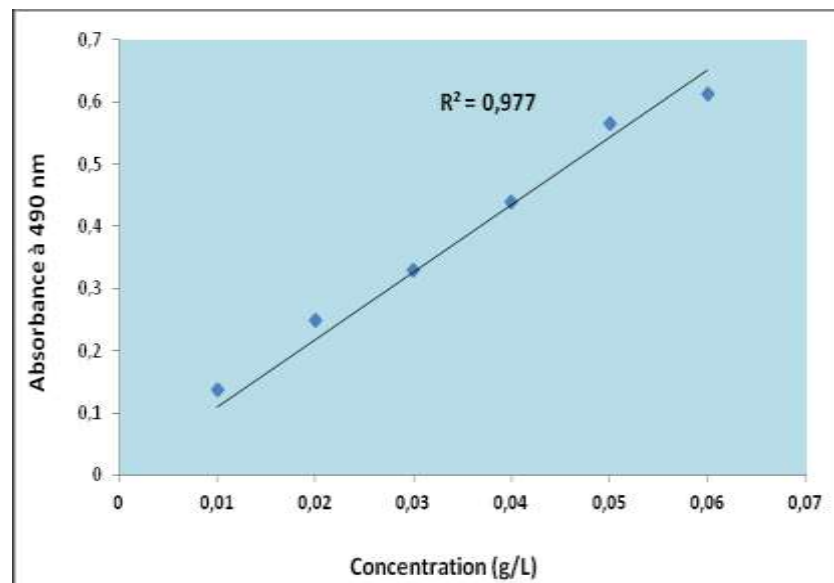


Figure III.7. Courbe d'étalonnage de Glucose.

La teneur en sucres totaux présentée par les extraits de noyaux étudiés varie de 1,78 à 10,94 g/100 g de tourteaux dont TIM présente le plus bas niveau alors que AD est la plus riche en sucres (**Figure III.8**), des résultats similaires ont trouvés par **Bouhlali et al., (2017)** pour des noyaux de dattes d'origine de Maroc aussi ceux trouvées par **Laghouiter, 2018** pour des noyaux de mêmes variétés d'origine de Metlili avec des teneurs variant de 8,7 à 9,54 g/100 g, où AD présent la teneur la plus faible en sucres

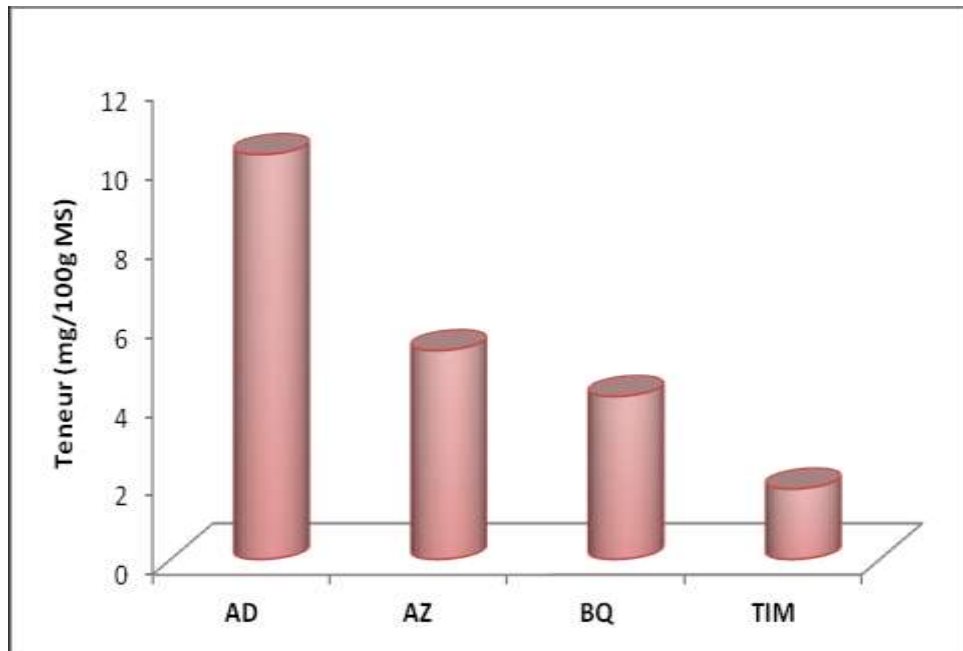


Figure III.8. Teneurs en sucres selon les variétés de datte.

III.5. Evaluation de l'activité antioxydante

Les propriétés antioxydantes d'un composé dépendent non seulement de sa structure chimique mais aussi selon le type du radical généré qu'il peut neutraliser. La mesure du potentiel oxydatif est réalisée en déterminant les produits résultants de l'oxydation ou en évaluant la capacité à piéger les radicaux libres. Nous avons choisi parmi de nombreux méthodes ceux qui utilisent le pourcentage d'inhibition (PI%) et/ou l'équivalence en antioxydants standards obtenus par spectroscopie UV-Visible. Dans cette étude, la mise en évidence de l'activité antioxydante *in vitro* de nos extraits protéiques et glucidiques a été réalisée par le test de piégeage du radical libre DPPH° exprimés en mg Vitamine C Equivalent Antioxydante Capacité (VCEAC) (**Figure III.9**).

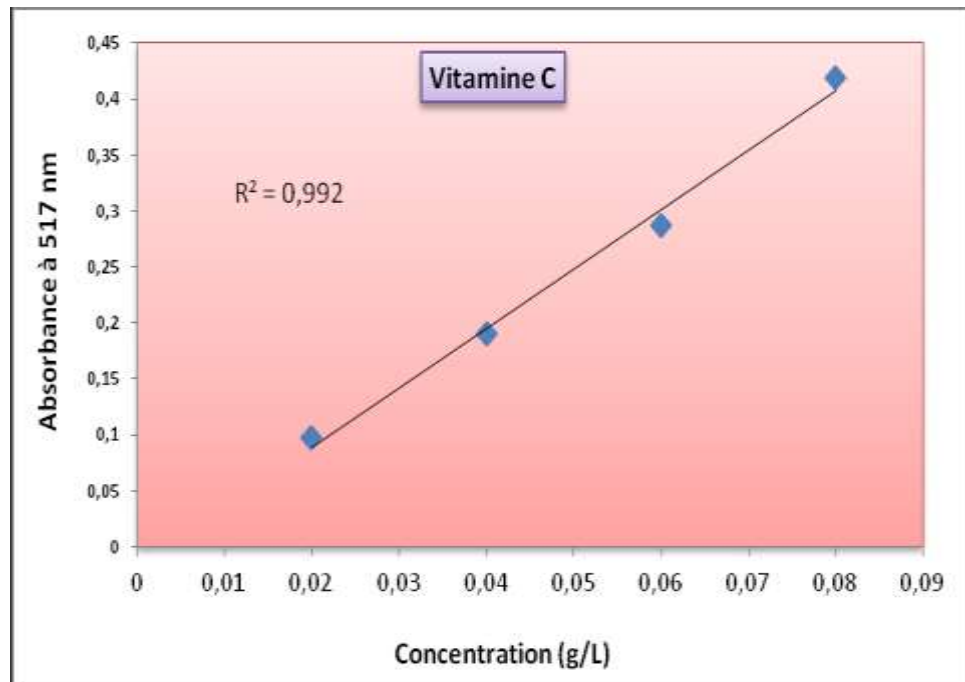


Figure III.9. Courbe d'étalonnage de vitamine C par le test de DPPH.

a- Fractions protéiques

L'évaluation de l'activité antioxydante des fractions protéiques par le test de DPPH a révélé une importante capacité antioxydante exercée par ces extraits avec des valeurs allant de 0,67 à 1,58 mg VCEAC pour la fraction d'albumine, 0,83-1,44 mg VCEAC pour la fraction de globuline. Concernant la prolamine, les valeurs varient de 0,38 à 3,01 (**Figure III.10**). L'extrait d'AZ et TIM présentent le statut antiradicalaire le plus élevée par ce test. Ces résultats sont en accord avec ceux rapportées par **Laghouiter, 2018**, qui a étudié l'activité antiradicalaire des mêmes variétés de la région de Metlili par le même test exprimé en EC_{50} , l'étude montre que les trois fractions enregistrent un bon pouvoir antiradicalaire avec des valeurs d' EC_{50} varient entre 0,17- 6,38 g/L, 0,26 et 8,07 g/L pour les fractions d'albumine et globuline respectivement, concernant la prolamine les valeurs d' EC_{50} varient entre 0,24 et 5,27 g/L dont AZ est la plus active contre AD. L'activité antioxydante de ces extraits est comparable à celle de l'antioxydant synthétique (Vitamine C) ce qui suggèrent les trois fractions protéiques des noyaux examinés en particulier de AZ comme agent antioxydant naturel utile pour l'alimentation humaine et animale. De plus, cette activité peut attribuer à la richesse de ces extraits par l'albumine et la prolamine qui sont les fractions majeurs.

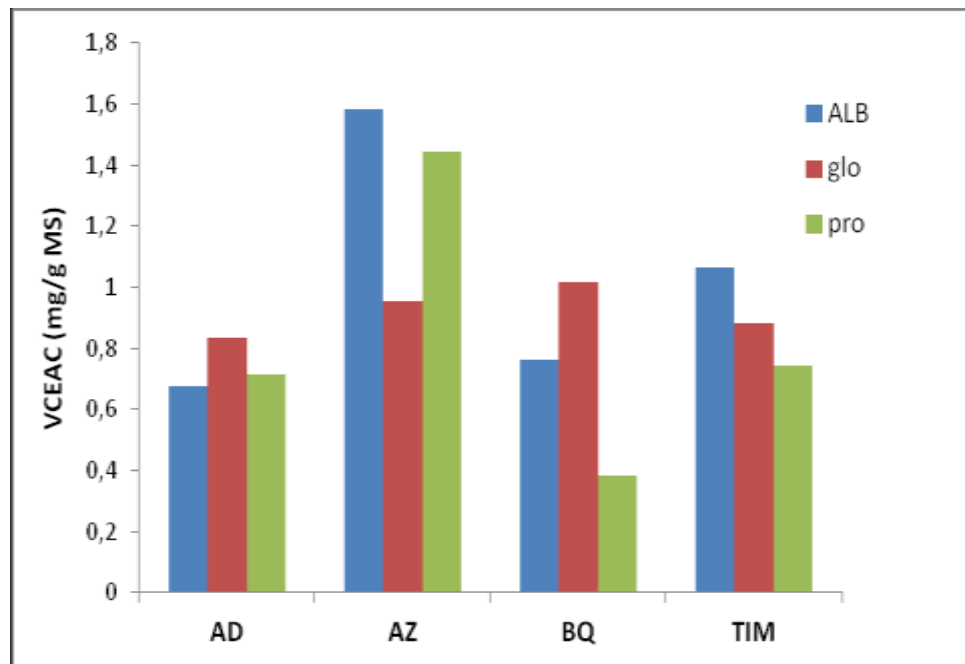


Figure III.10. Variation des valeurs VCEAC des extraits protéiques des noyaux par le test DPPH.

b- Fractions glucidiques :

En ce qui concerne l'activité antioxydante des fractions glucidiques, selon la littérature, il a été établi que parmi les propriétés biopharmacologiques des polysaccharides, il est cité les propriétés immunomodulatrices, anti tumorales, antioxydantes, antibactérienne, antivirales, anticoagulantes, anti-complément et anti-inflammatoires (Ghania et al., 2017).

L'activité antioxydante des extraits glucidiques des noyaux examinés exprimée en VCEAC est représentée dans la (Figure III.11). Les résultats obtenus montrent que ces extraits ont un bon statut oxydatif avec des valeurs de l'ordre de 1,04 à 3,01 mg VCEAC. Par rapport à la vitamine C, les extraits de AZ et AD présentent un taux de 3, 2 fois plus actifs que celui. Cette activité est attribuée à la présence des teneurs élevées en composés glucidiques doués de capacité à donner un hydrogène ou un électron.

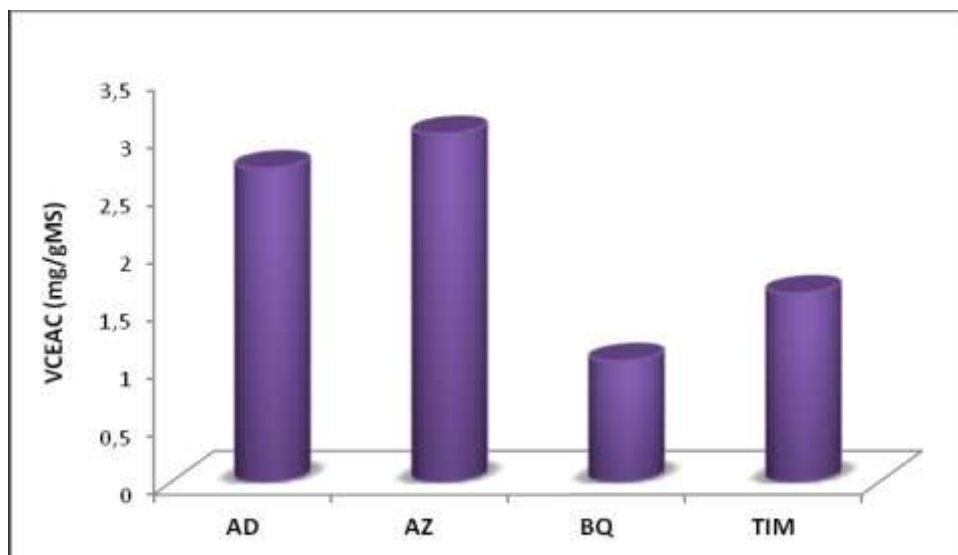


Figure III.11. Variation des valeurs VCEAC des extraits glucidiques des noyaux par le test DPPH.

III.6. Analyse de corrélation

Nous avons essayé de trouver des corrélations entre les valeurs de l'activité antioxydante de chaque extrait avec leur contenu en protéines ou glucides par une analyse de données.

Les résultats trouvés dans le présent travail indiquent l'existence d'une corrélation significative entre l'activité antioxydante des fractions protéiques et leurs teneurs en albumine et en prolamine ($R^2=0,84$, $R^2=0,92$), ce qui permet d'attribuer l'efficacité antioxydante de ces fractions à leur richesse en composés antioxydants (Protéines).

De même, une corrélation forte significative a été observée entre l'activité des extraits glucidiques et leur contenu en sucre totaux ($R^2=0,598$), ce qui permet d'attribuer l'activité antiradicalaire de ces extraits à leur richesse en composés glucidiques renfermant des molécules ayant un potentiel réducteur des protons et donneur des électrons plus important. Une forte corrélation entre la teneur en phénols totaux et flavonoïdes extraites par l'éthanol ($R^2=0,69$). Globalement, ces résultats sont encourageants et mériteraient d'être confirmés par d'autres tests *in vitro* et *in vivo*. Mais pour faire la distinction entre les extraits doués d'un effet Scavenger du radical DPPH proprement dit de ceux ayant un d'autres effets, nous devons utiliser d'autres techniques complémentaires.

Conclusion Générale

Conclusion

Dans le cadre de la valorisation des patrimoine phoeniciculture locale algérienne et la recherche des nouvelles molécules ayant des activités biologiques via la quantification et le dosage de quelques constituants chimiques de noyaux de quatre variétés de dattes locales (Région de SEBSEB), et l'évaluation de leur pouvoir antioxydant, ce travail vise à l'étude phytochimique de noyaux de certains cultivars de dattes locales à fin de les transformer en produits utiles à grande valeur ajouté.

Nous avons déterminé la teneur en huile dans les noyaux des dattes. Les valeurs de ces teneurs sont faibles par rapport à celles rencontrées dans les graines et les fruits oléagineux. Les valeurs des teneurs sont comprises entre 1.73 et 3.23% (m/m). Ce qui nous permis de dire que ces noyaux ne peuvent pas être considérées comme des sources en huiles végétales alimentaires.

Le dosage colorimétrique des protéines totales par deux méthodes Biuret et Lowry ont montré des différences remarquables en teneurs, les valeurs s'échelonnent de 10,38 à 25,97% et de 8,86 à 21,64% de tourteaux respectivement avec une prédominance de l'albumine et la prolamine.

Les tourteaux de noyaux de dattes contiennent des quantités importantes en sucres totaux (1,78 à 10,24 g/100 g de tourteaux).

La quantité en phénols totaux dépend du système de solvants utilisés pour l'extraction et le cultivar. Les résultats obtenus montrent que les tourteaux sont riches en composés phénoliques ce qui prouve que les noyaux des variétés étudiés sont une source prometteuse en composés phénoliques.

L'activité antioxydante des différents extraits a montré que les extraits glucidiques sont les plus puissants à neutraliser les radicaux libres. De plus, les protéines de ces noyaux possèdent une importante capacité antioxydante comparable à celle de vitamine C.

L'ensemble de ce travail contribue à une meilleure connaissance phytochimique des différents extraits des métabolites primaires et secondaires de noyaux des dattes locales. Ces résultats restent préliminaires, il serait donc intéressant de poursuivre les investigations sur cette biomasse par l'analyse qualitative et quantitative de différents métabolites et l'évaluation de leurs activités biologiques en utilisant des différentes méthodes afin de bien valoriser et réutiliser cette biomasse en chimie verte, cosmétique, agroalimentaire et médecine.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Abdul Afiq, M. J. A., Rahman, R. A., Man, Y. B. C., Al-Kahtani, H. A., and Mansor, T. S. T.**, 2013. Date seed and date seed oil. *International Food Research Journal*, 20(5), 2035.
- Adeosun, A.M., S., O. Oni, Osasenaga, M., Ighodaro, Okikiola H., Durosinlorun, and Omotayo M. Oyedele**, 2015. Phytochemical, minerals and free radical scavenging profiles of *Phoenix dactylifera* L. seed extract. *Journal of Taibah University Medical Sciences*(-), 1e6.
- Akasha, I. A., Campbell, L., Lonchamp, J., and Euston, S. R.** 2016. The major proteins of the seed of the fruit of the date palm (*Phoenix dactylifera* L.): Characterisation and emulsifying properties. *Food Chemistry* 197; 799–806.
- Akasha, I.A., Campbell, L., and Euston, S.R.** 2012. Extraction and characterisation of protein fraction from date palm fruit seeds. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 6, 10–25.
- Aldaheri A., Alhadrami G., Aboalnaga N., Wasfi I., Elridi M.**, 2004. Chemical composition of date pits and reproductive hormonal status of rate fed date pits. *Food chemistry* 86, 93-97.
- Al-Farsi, M. A. and Lee, C. Y.** 2011. Usage of date (*Phoenix Dactylifera* L.) seeds in human health and animal feed. In Preedy, V.R., Watson, R.R.; Patel, V.B. (eds). *Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention*. p 447- 452. USA: Elsevier.
- Al-Hooti, S., Jiuan, S., Quabazard, H.**, 1995. Studies on the physico-chemical characteristics of date fruits of five UAE cultivars at different stages of maturity. *Arab Gulf J.*, 13: 553-569.
- Al-Juhaimi F, Ozcan M.M, Ghafoor K, Adiamo O.Q, Alsawmahi O.N., Babiker E.E.** 2018. Effect of date varieties on physico-chemical properties, fatty acid composition, tocopherol contents, and phenolic compounds of some date seed and oils. *J Food Process Preserv.* e13584.
- Alobaidi K.H., Mohammad F. I., Hassan M.F. and Hamad M. A. (2019).** Antitumor activity of *Phoenix dactylifera* L. pit extracts against Hela and L20B cell lines. *Research Journal of Biotechnology*. Vol. 14 (Special Issue I), 196-199.
- Al-Showiman, S.S., and Baosman, A.A.** 1992. Protein and amino acid contents of some Saudi Arabian date palm seeds (*Phoenix dactylifera* L.) *Arab Gulf J. Scient. Res.*, 10(2), 1-9.
- Al-Whaibi M.H., Basalah M.O. and Al-Ackhal I.E.** 1985. Chemical Composition of Some Date Palm Seeds, *J. Coll Sci, King Saud Univ*, 16.123-29.
- Amiot, M - J., Fleuriet, A., et Macheix, J - J.**, 1986. Importance and evolution of phenolic compound in olive during growth and maturation. *Journal of of Agricultural and Food Chemistry*. Vol 34 (5), p 823-826.

Références bibliographiques

- Ardekani, M.R.S., Khanavi, M., Hajimahmoodi, M., Jahangiri, M., Hadjiakhoondi, A.** 2010. Comparison of antioxidant activity and total phenol contents of some date seed varieties from Iran. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 9 (2), pp. 141–146.
- Aurousseau. B.** 2002. Les radicaux libres dans l'organisme des animaux d'élevage: conséquences sur la reproduction, la physiologie et la qualité de leurs produits, INRA. *Prod. Anim.*, Vol 15, p 67-82.
- Basuny, A.M.M, AL-Marzooq, M.A.** 2011. Production of mayonnaise from date pit oil *Food Nutr. Sci.*, 2 (9), p. 938–943.
- Bauer WJ, Badoud R, Lólinger J, Etournaud A.** *Science et technologie des aliments*. 1^{er} Ed presses polytechniques et universitaires romandes, 2010, Italie.
- Belguedj M., Tirichine A., Guerradi M., Bousdira K., Labгаа L., Bayoud B.** 2011. Ressources génétiques du palmier dattier. Caractéristique des cultivars de Ghardaïa. Dossier N°2, INRAA, Alger: 48-68p.
- Besbes S., Blecker C., Deroanne C., Drira N.E and Attia H.** 2004a. Date seeds: chemical composition and characteristic profiles of the lipid fraction. *Food Chem.* Vol. 84: N°. 4, pp. 577-584.
- Boizot N, Charpentier J.P,** 2006. Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier, INRA - Amélioration, Génétique et Physiologie Forestières, Laboratoire d'Analyses Biochimiques. *Le Cahier des Techniques de l'Inra*, p 79-82.
- Bouaziz M. A., Besbes S., Blecker C., H Wathelet B., Deroanne C. and Attia H.** 2008. Protein and amino acid profiles of Tunisian Deglet Nour and Allig date palm fruit seeds" *Fruits*, Vol. 63, Issue. 01, pp 37-43.
- Bouhlali E.T.C., Alem J., Ennassir M., Benlyas A., Mbark N., Zegzouti Y.F.,** 2017. Phytochemical compositions and antioxidant capacity of three date (*Phoenix dactylifera* L.) Seeds varieties grown in the South East Morocco, *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 16, 350–357.
- Boukouada M (2018)** Etude de la fraction lipidique des noyaux de quelques variétés de Palmier dattiers locales. Thèse Doctorat en sciences université d'Ouargla.
- Chaira N., Ferchichi A., Mrabet A., Sghairoun M.,** 2007. Chemical composition of the flesh and pit of date palm fruit and radical scavenging activity of their extracts, *Pakistan Journal of Biological Sciences*, vol 10(13), p: 2202-2207.

Références bibliographiques

- Cheriet B et Toumi R.** Evaluation du pouvoir antioxydant de l'extrait méthanolique de trois variétés de phoenix dactylifera L. mémoire master biochimie appliquée, université de Ghar-daïa, 2017.
- Djerbi M.**, 1994. Précis de phoeniciculture. FAO, Rome: 192p.
- Djeridane A., Yousfi M., Nadjemi B., Boutassouna D., Stocker P., Vidal N.**2006. Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. Food Chemistry 97:654–660.
- Dubois MK., Gilles A, Hamilton JK., Rebers PA., ve Smith F.** 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Anal Chem 28:350–356.
- FAO.** Statistical Databases 2016. <http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QC>. Accessed 16.03.2018.
- Gasmi Abdelkrim.** Le palmier dattier, 2012, Edition Elaourassia, Algérie.
- Ghania A, Boual Z et Ould El Hadj-Khelil A.** 2017. Extraction, caractérisation partielle et L'activités antioxydantes des polysaccharides hydrosolubles des noyaux des dattes: variété Ghars. Séminaire International Polysaccharides de plantes de milieux arides (POLYSAC 2017), Ouargla, les 21 et 22 Novembre.
- Ghedira K.** 2005. Les flavonoïdes: structure, propriétés biologiques, rôle prophylactique et emplois en thérapeutique. *Phytotherapie* 3(4), 162-169.
- Gilles Peyron** « cultiver le palmier dattier », 2000, Edition Gridao, France. p 15-22.
- Golshan Tafti, A., Solaimani Dahdivan, N. et Yasini Ardakani, S.A.** 2017. Physicochemical properties and applications of date seed and its oil. International Food Research Journal 24(4): 1399-1406.
- Gornall AG., Bardawill C. J., et David M. M.** 1949. Determination of serum proteins by means of the Biuret reaction. Journal of Biological Chemistry, 177, 751–766.
- Gravriliare M., Schwartz C., Gravriolovic J., Wallach M., Maginat J.** 1996. Manipulation D'analyse Biochimique, PP 157-168 Collection Dirigé Par J. Figurella, F. Zonszain.
- Habib H.M, Kamal H., Ibrahim W.H., Dhaheri A.S.A.** 2013. Carotenoids, fat-soluble vitamins and fatty acid profiles of 18 varieties of date seed oil. Industrial Crops Products 42:567–572.
- Habib HM, Platat C, Meudec E, Cheynier V, Ibrahim WH.** 2014. Polyphenolic compounds in date fruit seed (*Phoenix dactylifera*): characterisation and quantification by using UPLC-DAD-ESI-MS. J Sci Food Agric 94:1084–89.

Références bibliographiques

- Hadbaoui, Z., Djeridane, A., Yousfi, M., Saidi, M., Nadjemi B.** 2010. Fatty acid, tocopherol composition and the antioxidant activity of the lipid extract from the sorghum grains growing in Algeria. *Med J Nutrition Metab* 3: 215–220.
- Hamada J. S., Hashim I. B. and Sharif F. A.** 2002. Preliminary analysis and potential uses of date pits in foods. *Food Chemistry* 76: 135-137.
- Hannachi S., Benkhalifa A., Khitri D., Brac de la Perrière R.A.** 1998. Inventaire variétal de la palmeraie algérienne. CDARS, URZA, Algérie, 225p.
- Herchi W., Kallell H. and Boukhchina S.** 2014. Physicochemical properties and antioxidant activity of Tunisien date palm (*Phoenix dactylifera* L.) oil as affected by different extraction methods. *Food Sci. Technol, Campinas*, 34(3): 464-470.
- Hua Li, Xiaoyu Wang, Peihong Li, Yong Li, Hua Wang.** 2008. Comparative Study of Antioxidant Activity of Grape (*Vitis vinifera*) Seed Powder Assessed by Different Methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, 16 (6), 67-73.
- Hussein A.S., Alhadrami G.A.,** 2003. Effect of enzyme supplementation and diets containing date palm pits on growth and feed utilization of broiler chicks. *Agricultural and Marine science*, 8(2): 67-71.
- Ishrud O., Zahid M., Ahmad V. U., and Pan Y.** 2001. Isolation and structure analysis of a glucomannan from the seeds of Lybian dates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 3772e3774.
- Ishurd O., Ali Y., Wei W., Bashir. F., Ali A., Ashour A., Pan Y.,** 2003. An alkalisoluble heteroxylan from seeds of *Phoenix dactylifera* L. *Carbohydrate Research*, Volume 338, Issue 15, Pages 1609-1612.
- Laghouiter O.K (2018)** Valorisation phytochimique des noyaux de quelques variétés du Palmier dattier de l'Algérie (Metlili). Thèse Doctorat en sciences université de Laghouat.
- Lowry O.H., Rosebrough N.J., Farr, A.L., and Randall R.J.** 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry*, 193, 265–275.
- Maqsood S., Kittiphattanabawon P., Benjakul S., Sumpavapol P. and Abushelaibi A.** 2015. Antioxidant activity of date (*Phoenix dactylifera* var. Khalas) seed and its preventive effect on lipid oxidation in model systems. *IFRJ* 22(3):1180-1188.
- Masmoudi-Allouche F., Touati S., Mnafgui K., Gharsallah N., El Feki A., Allouche N.** 2016. Phytochemical profile, antioxidant, antibacterial, antidiabetic and anti-obesity activities of fruits and pits from date palm (*Phoenix dactylifera* L.) grown in south of Tunisia. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*; 5(3): 15-22.

Références bibliographiques

- Messaoudi R, Messaoudi S, Abbeddou A, Mansouri A, Calokerinos PAC, Kefalas P.** 2013. Phenolic profile and antioxidant activity of date-pits of seven Algerian date palm fruit varieties. *Intl J Food Prop* 16:1037–47.
- Misterello J., Sirisena S.D., Ghavami A., Marshall R.J., Krishnamoorthy S.,** 2014. Determination of the antioxidant capacity, total phenolic and flavonoid contents of seeds from three commercial varieties of culinary dates. *Int. J. Food Stud.* 3, 34–44.
- Molyneux P.** 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *J Sci Technol* 26(2):211–219.
- Mrabet A., Rodríguez-Gutierrez G., Guillen-Bejarano R., Rodríguez-Arcos R., Ferchichi A., Sindic M., Jimenez-Araujo A.** 2015. Valorization of Tunisian secondary date varieties (*Phoenix dactylifera* L.) by hydrothermal treatments: New fiber concentrates with antioxidant properties. *LWT - Food Science and Technology.* 60, 518-524.
- Munier P.,** 1973. Le palmier dattier. *Techniques agricoles et productions tropicales* Ed. Maisonneuve & Larousse, Paris: 221p.
- Nacz M., Shahidi F.,** 2004. Extraction and analysis of phenolics in food. *J. chromatogr. A,* **1054** : 95-111.
- Nasri Nizar; Triki Saïda.** 2007. Biologie et pathologie végétales / plant biology and pathology les protéines de réserve du pin pignon (*pinus pinea* l.). *c. r. biologies* 330 402–409.
- Nehdi I., Omri S., Sbihi H.M., Tan C.P, Rachid, U and Al-Resayes S.I.** 2018. Chemical Composition of Date Palm (*Phoenix dactylifera* L.) Seed Oil from Six Saudi Arabian Cultivars *Journal of Food Science. d Products;* 83 (3): 624-630.32, 360-365.
- Olson B, Markwell J.** Assays for determination of protein concentration. *Curr Protoc Protein Sci.* 2007;0:Unit 3.4.
- Osborne, T.B.** (1907). The proteins of the wheat kernel. Publ. 84. Carnegie Inst.: Washington, DC.
- Pitchaon Maisuthisakul A, Maitree Suttajit B, Rungnaphar Pongsawatmanit.** 2007. Assessment of Phenolic Content and Free Radical-Scavenging Capacity of Some Thai Indigenous Plants *Food Chemistry* 100 1409–1418.
- Platat C., Habib H.M., Ibrahim W. H., Isameldin Bashir Hashim I. and Kamal Eldin A.** 2013. Date seed powder-containing bread exhibits higher levels of flavonoids and antioxidant capacity compared to regular and whole wheat bread. *The Journal of the Federation of American Societies for Experimental Biology.* 27: 371-376.

Références bibliographiques

- Rahman M. S., Kasapis S., Al-Kharusi N. S. Z., AlMarhubi I. M. and Khan A. J.** 2007. Composition characterisation and thermal transition of date pits powders. *Journal of Food Engineering* 80: 1-10.
- Rahman I.** 2002. Oxidative stress and gene transcription in asthma and chronic obstructive pulmonary disease: antioxidant therapeutic target. *Curr Drug Targets Inflamm Allergy*, 1(3), p 291-315.
- Rocha-Guzma'n N.E; Herzog A, Gonza'lez-Laredo R.F; Ibarra-Pérez F.J; Zambrano-Galvan G; Gallegos-Infante J.A.** 2007. Antioxidant and antimutagenic activity of phenolic compounds in three different color groups of common bean cultivars (*Phaseolus Vulgaris*). *Food chemistry*. Vol 103, N°2, p 521-527.
- Sahi A.A and Al-Anber L.J.** 2006. Functional properties of protein concentrate produced from date seed of some local date varieties. *Basrah journal for Date palm reaserch*, 5(1-2): 56-70.
- Sanchez-Moreno C.** 2002. Review: methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems. *Food Science and Technology International*, 8(3), 121-137.
- Sari Pihlasalo.** (2011). Quantification of Proteins and Cells. SARJA - SER. D OSA - TOM. 952 (MEDICA – ODONTOLOGICA). Turun Yliopiston Julkaisuja -Annales Universitatis Turkuensis.
- sarni- manchado P et cheynier V.** 2006. Les polyphénols en agroalimentaire. Ed Tec et Doc Lavoisier.
- Sekhar K. N., and Demason D. A.** 1988. Quantitative ultrastructure and protein composition of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) seeds: a comparative study of endosperm vs. embryo. *American Journal of Botany*, 75, 323–329.
- Shahidi F., and Naczk M.** 2004. Phenolics in food and nutraceuticals. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Shanmugavelan P., Kim S.Y., Kim J.B., Kim H.W., Cho S.M., Kim S. N., Kim S .Y., Cho Y.S., Kim H. R.** 2013. Evaluation of sugar content and composition in commonly consumed Korean vegetables, fruits, cereals, seed plants, and leaves by HPLC-ELSD. *Carbohydrate Research* 380, 112–117.
- Shokrollahi F. and Taghizadeh M.** 2016. Date seed as a new source of dietary fiber: physicochemical and baking properties. *International Food Research Journal* 23(6): 2419-2425.
- Singleton V.L. and Rossi Jr., J.A.** 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.* 16:144-158.

Références bibliographiques

- Sirisena S., Ng K., and Ajlouni S. 2015.** The emerging Australian date palm industry: date fruit nutritional and bioactive compounds and valuable processing byproducts.
- Sirisena S., Ng K and Ajlouni S. 2016.** Antioxidant activities and inhibitory effects of free and bound polyphenols from date *Phoenix dactylifera* L.) Seeds on starch digestive enzymes”, International Journal of Food Studies, Vol 5 p. 212-223.
- Soong Y. Y. and Barlow P. J. 2004.** Antioxidant activity and phenolic content of selected fruit seeds. Food Chemistry 88 (3): 411-417.
- Tabart J., Kevers C., Pincemail J., Defraigne J., Dommès J. 2009.** Comparative antioxidant capacities of phenolic compounds measured by various tests. Food Chemistry, 113, 1226-1233.
- Toutain G.1967.** Le Palmier dattier. Culture et production. Al Awamia Rabat.25: 83-151.
- Valko M., Izakovic M., Mazur M., Rhodes C. J., Telser J. 2004.** Role of oxygen radicals in DNA damage and cancer incidence. Mol. Cell. Biochem, 266, p 37.
- Vihakas M. 2014.** Flavonoids and other phenolic compounds: characterization and interactions with lepidopteran and sawfly larvae. Department of Chemistry. Annales Universitatis Turkuensis-sarja, university of Turku.
- Williams W.B, Cuvelier M.E. 1995.** Berset C Food Science and Technology, 28, 25-30.
- Yong, Y. and Salimon, J. 2006.** Characteristics of Elateriospermum tapos Seed Oil as a New Source of Oil Seed. Ind. Crops Prod., 24: 146-151.

Annexe

Annexe

Cultivars	Datte	Noyau	Poudre de noyau
ADDALA			
AZIRZA			
BINT QBALA			
TIMJHOURT			

