
Université Moulay Ismail

Faculté des Sciences et Techniques N° d'ordre : DN. 01/18

Errachidia

Centre d'Etudes Doctorales Sciences et Techniques

Formation Doctorale : Sciences de la vie et de l'Environnement

THESE DE DOCTORAT

Présentée par :

Eimad dine Tariq BOUHLALI

Pour obtenir le grade de :

Docteur en Biologie

**Etude nutritionnelle, caractérisation biochimique et évaluation
des activités biologiques de quelques variétés de dattes (*Phoenix
dactylifera L.*) de la région de Draa-Tafilalet**

Soutenue publiquement le jeudi 08 Mars 2018

Devant le jury composé de :

Pr. Lhoussaine EL-RHAFFARI	Faculté des Sciences Meknès	Président
Pr. Mohamed BENLYAS	Faculté des Sciences et Techniques Errachidia	Rapporteur
Pr. Lahsen EL GHADRAOUI	Faculté des Sciences et Techniques Fès	Rapporteur
Pr. Abdelaziz SOUKRI	Faculté des Sciences Aïn Chock Casablanca	Rapporteur
Pr. Fatima JAÏTI	Faculté des Sciences et Techniques Errachidia	Examineur
Pr. Laila NASSIRI	Faculté des Sciences Meknès	Examineur
Pr. Chakib ALEM	Faculté des Sciences et Techniques Errachidia	Co-directeur de thèse
Pr. Younes FILALI ZEGZOUTI	Faculté des Sciences et Techniques Errachidia	Directeur de thèse

REMERCIEMENT

Je tiens à remercier et à exprimer ma profonde gratitude au Professeur Younes FILALI-ZEGZOUTI, directeur de cette thèse. Merci pour votre aide et votre regard critique qui m'ont été grandement utiles au cours de ma thèse. Je ne peux remercier mon directeur de thèse sans y associer Professeur Chakib ALEM qui a également été un encadrant précieux tout au long de ces travaux. Merci pour votre gentillesse, votre patience, vos précieux conseils et la totale confiance que vous m'avez accordée, soyez assurées de ma profonde amitié.

Je suis sensible à l'honneur que me font, Professeur Mohamed BENLYAS, Professeur Lahsen EL GHADRAOUI et Professeur Abdelaziz SOUKRI en acceptant d'être les rapporteurs de ce travail. Je suis très heureux de bénéficier de leurs recommandations et je tiens à leur exprimer ma sincère reconnaissance pour cette marque d'intérêt.

J'adresse mes remerciements à Professeur Lhoussaine EL RHAFARI, Professeur Fatima JAITI et Professeur Laila NASSIRI, qui m'ont fait l'honneur d'accepter d'être examinateurs de ce travail et de participer à ce jury. Je présente ici le témoignage de ma sincère gratitude pour leurs disponibilités et l'intérêt qu'ils ont porté à ce travail.

Je suis particulièrement reconnaissant au Dr ENNACER et Mr BOULANOUAR pour l'accueil au sein de leur laboratoire et l'ensemble des analyses physicochimiques réalisées au cours de cette thèse.

Je remercie énormément Pr AMAROUCH, Pr BENLYAS, Pr ELMOUALIJ, Pr JAITI, Pr NAIT M'BARK, Pr RAADA et tous les professeurs de département biologie pour leurs précieux conseils de tout ordre, leurs encouragements et leur gentillesse durant ces quatre années.

Je tiens à remercier mes camarades Pr RAMCHOUN, Dr SELLAM, Dr BAMMOU, Dr KHOUYA, Mr H MIDANI, Mr CHIBANE, Mme BOUMEZZOURH, Mme FATTAHI, Mr AJEBLI, Mr HEBI et Mr MERZOUGUI pour leur sympathie et leur soutien amical. Qu'ils trouvent ici l'assurance de mon amitié et de ma disponibilité à leur égard. Les travaux intenses et les fous rires partagés ont toujours été pour moi des moments inoubliables.

Que vous direz, ma mère Rabha, mon père Mustapha, vous étiez toujours là pour m'écouter, me soutenir, me réconforter et m'encourager dans les moments de doute.... Tous les mots ne suffiraient pas... Sans vous, rien n'aurait été possible, merci pour votre soutien et votre amour. Merci à mes proches notamment mes deux sœurs Fatima-Zahra, Saliha, mes deux frères Abdeljalil et Mly Abderrahmen pour leur soutien et leur présence à mes côtés.

Je ne saurais terminer sans remercier l'ensemble de ma famille, pour leur patience, leurs encouragements, et leurs soutiens multiformes. En témoignage de ma profonde affection, ce travail est en partie le fruit de leur soutien ; je leur suis très reconnaissant. Leur fierté à mon égard aujourd'hui est pour moi la meilleure des récompenses.

Enfin, Je remercie très chaleureusement toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin dans la réalisation de ce travail.

Résumé :

La présente thèse comprend trois parties essentielles. La première, concerne la caractérisation de la consommation des dattes dans la province d'Errachidia à travers une étude nutritionnelle, tandis que la deuxième est réservée à la caractérisation morphologique et biochimique de six des variétés de dattes les plus connues dans la zone d'étude. La dernière partie, est consacrée à l'évaluation de leurs activités antioxydante, anti-inflammatoire et antibactérienne.

Les résultats de notre étude transversale ont montré une mauvaise valorisation du secteur phoenicicole, ainsi qu'un maintien constant de la consommation des dattes dans la zone d'étude pour les différentes classes socio-économiques. Néanmoins une différence en termes du degré de consommation, d'achat et de connaissance des variétés a été détectée entre la zone urbaine et rurale. En outre, selon cette étude, l'utilisation des dattes en médecine traditionnelle est menacée de délaissement.

Les propriétés organoleptiques de ce fruit notamment la taille, la couleur et la fermeté constituent les raisons principales qui influencent l'appréciation et la préférence des consommateurs pour certaines variétés comme Majhoul et Boufegouss.

Sur le plan biochimique les variétés de dattes analysées montrent une variabilité significative de la teneur en eau, en glucides, en protéines, en lipides, en minéraux et en vitamines. Elles se sont révélées faibles en lipides, en protéines et en vitamines B mais riches en sucres et en minéraux, en particulier le potassium, le calcium et le magnésium.

Par ailleurs, les dattes constituent une bonne source d'antioxydants et présentent des composés phénoliques quantitativement et qualitativement différents d'une variété à une autre, parmi lesquels la rutine, les acides gallique et férulique étaient prédominants.

Les dattes présentent une forte activité anti-inflammatoire évaluée en utilisant l'effet stabilisant des membranes érythrocytaires, l'effet anti-dénaturant des protéines, l'effet piègeur du NO (oxyde nitrique) et l'inhibition de l'œdème d'oreille et de la patte du rat induits respectivement par l'huile de croton et la carragénine. Une activité antibactérienne faible à modérée a été observée pour toutes les variétés étudiées sauf Majhoul et Bouskri qui sont inactives. Ces activités thérapeutiques varient d'une façon notable entre les variétés étudiées.

En synthèse de l'ensemble de nos expérimentations nos résultats vont dans le sens que les dattes ne doivent pas être considérées comme un fruit homogène, mais comme un fruit dont chaque cultivar a ses caractéristiques organoleptiques nutritionnelles et thérapeutiques spécifiques.

Mots-clés: datte, enquête nutritionnelle, propriétés organoleptiques, composition biochimique, antioxydant, anti-inflammatoire et antibactérien

Abstract :

The present thesis comprises three main parts, the first was a nutritional survey that aims to describe the consumption of dates in Errachidia province, the second is about morphological and biochemical characterization of six of the most well-known date varieties in the study area and the last part is devoted to evaluate the antioxidant, anti-inflammatory and antibacterial activities of these varieties in order to verify their uses in local traditional medicine.

The results of the survey showed that the phoenicultural sector is not well valorised in the study area and that the consumption of dates is stable for the different socio-economic classes. Nevertheless, a differences in terms of consumption, purchase and knowledge of varieties has been detected between urban and rural areas. Furthermore this survey have shown that the use of dates in traditional medicine is being threatened by the neglect.

According to the results, the organoleptic properties especially the size, the color and the firmness of Majhoul and Boufegouss could be the reasons which influence their appreciation by the consumer. Biochemically, the analyzed date varieties showed a significant variability in the content of water, carbohydrates, proteins, lipids, minerals and vitamins. They were found to be low in fat, protein and B vitamins but rich in sugars and minerals, especially potassium, calcium and magnesium.

Date varieties were found to be a good source of antioxidants and presented different levels and patterns of phenolic compounds among which, Rutin, Gallic and Ferulic acids were the predominant. Dates have strong anti-inflammatory activity evaluated using the stabilizing effect of erythrocyte membranes, the anti-denaturing effect of proteins, the scavenging effect of NO (nitric oxide) and the inhibition of ear and paw edema induced respectively by croton oil and carrageenan. Low to moderate antibacterial activity was observed for all studied varieties except Majhoul and Bouskri which were inactive against studied bacterial strains. These activities varied significantly between the examined varieties.

According to these results the dates should not be considered as a homogeneous fruit, but a fruit in which each cultivar has its specific organoleptic, nutritional and therapeutic characteristics.

Keywords: date fruit, nutritional survey, organoleptic, biochemical composition, antioxidant, anti-inflammatory and antibacterial.

ملخص الدكتوراه :

شملت الأطروحة ثلاثة جوانب، الفصل الأول يهدف إلى وصف استهلاك التمور في عمالة الرشيدية عن طريق استطلاعات الرأي والفصل الثاني يتناول دراسة الخصائص المورفولوجية والبيوكيميائية لسته من أكثر أصناف التمور شهرة في منطقة الدراسة أما الفصل الأخير فيهم تقييم قدراتها المضادة للأكسدة، المضادة للالتهابات والمضادة للجراثيم.

أظهرت نتائج الاستطلاع أن قطاع التمور مهمش في منطقة الدراسة وأن استهلاك التمور مستقر بين مختلف الطبقات الاجتماعية ومع ذلك، فقد تم ملاحظة اختلاف بين المناطق الحضرية والقروية من حيث الاستهلاك والشراء ومعرفة الأصناف وبالإضافة إلى ذلك فقد لوحظ ان استخدام التمور في الطب التقليدي مهدد بالإهمال. وفقا للنتائج التي وصلنا إليها، فإن الخصائص الحسية، وخاصة الحجم اللون والصلابة لصنفي المجهول والبوقوس يمكن أن تكون الأسباب وراء تفضيلهما من قبل المستهلك.

من خلال التحاليل البيوكيميائية، تظهر أصناف التمور تباين كبير في محتوى الماء والكربوهيدرات والبروتينات والدهون والمعادن والفيتامينات وقد وجد أنها تحتوي على كميات منخفضة في الدهون والبروتينات والفيتامينات B ولكنها غنية بالسكريات والمعادن، وخاصة البوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم.

بينت الدراسة ان التمر مصدر مهم لمضادات الأكسدة ويحتوي على مركبات فينولية تختلف كما ونوعا من صنف التمور لأخر مع وجود كمية كبيرة من الروتين، وحمض الغاليك والفيروليك. أظهرت التمور نشاطا هاما مضادا للالتهابات والتي تم تقييمها باستخدام القدرة على منع مسخ البروتينات، القدرة على الحفاظ على ثبات الغشاء الخلوي، محاصرة الجذور الحرة لأكسيد النيتريك، تثبيط وذمة الأذن والرجل الناجمة على التوالي عن زيت كروتون وكارجينان.

لوحظ وجود نشاط معتدل مضاد للجراثيم لذي جميع أصناف التمور المدروسة باستثناء المجهول والبوسكري التي لم تظهر أي تأثير. بينت نتائج الأنشطة البيولوجية المدروسة تباينا كبيرا بين مختلف اصناف التمور التي تم تحليلها.

كخلاصة لنتائج التجارب التي قمنا بها، لا ينبغي اعتبار التمور فاكهة متجانسة، ولكن كثمار لكل صنف منها خصائصه الغذائية والحمية والعلاجية.

الكلمات الرئيسية: التمور، بحث غذائي، الخصائص الحسية، التركيب الكيميائي الحيوي، مضادات الأكسدة، المضادة للالتهابات ومضاد للبكتيريا

Cette étude réalisée au sein de l'équipe Biologie, Environnement et Santé et l'équipe de Biochimie des substances naturelles en collaboration avec le laboratoire officielle d'analyse de recherche chimique a fait l'objet de la production scientifique suivante:

I/ Publications à comité de lecture:

Bouhlali, E.D.T., El hilaly, J., Ennassir, J., Benlyas, M., Alem, C., Amarouch, M.Y., Filali-Zegzouti, Y. (2017). Anti-inflammatory properties and phenolic profile of six Moroccan date fruit (*Phoenix dactylifera L.*) varieties. *Journal of King Saud University-Science* (IF=2.77).

Bouhlali, E.D.T., Bammou, M., Sellam, K., Benlyas, M., Alem, C., & Filali-Zegzouti, Y. (2016). Evaluation of antioxidant, antihemolytic and antibacterial potential of six Moroccan date fruit (*Phoenix dactylifera L.*) varieties. *Journal of King Saud University-Science*, 28(2), 136-142. (IF=2.77)

Bouhlali, E.D.T., Ramchoun, M., Alem, C., Ghafoor, K., Ennassir, J., & Filali-Zegzouti, Y. (2015). Functional composition of eight Moroccan date fruit varieties (*Phoenix dactylifera L.*). *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 16 (3), 257-264.

II/ Communications orales et affichées:

Bouhlali, E.D.T., El hilaly, J., Ramchoun, Hmidani, A., El Midaoui, A., Alem, C., Amarouch, M.Y., Filali-Zegzouti, Y. (2017). Anti-inflammatory properties and phenolic profile of six Moroccan date fruit (*Phoenix dactylifera L.*) varieties. The First International Symposium "The beneficial effects of argan oil on human health" Int. J. Mol. Sci, 18, 1383. (**Poster**).

Bouhlali, E.D.T., Bammou, M., Sellam, K., Ramchoun, M., Amarouch, M. Y., Benlyas, M., Alem, C., & Filali Zegzouti, Y. Phenolic profile, antioxidant and anti-inflammatory properties of six Moroccan date fruit varieties. International Meetig "Natural Substances: Cellular Stress and Metabolism". Settat, (December, 2016). (**Orale**).

Bouhlali, E.D.T., Bammou, M., Sellam, K., Ramchoun, M., Benlyas, M., Alem, C., & Filali Zegzouti, Y. Phenolic composition and antioxidant activity of six Moroccan date fruit (*Phoenix dactylifera L.*) varieties. International Symposium "Date palm and Oasis: Strengths and constraints". Marrakech (November, 2016). (**Orale**).

Bouhlali, E.D.T., Ramchoun, M., Benlyas, M., Alem, C., & Filali Zegzouti, Y. Antioxidant and antibacterial activities of six Moroccan date fruit (*Phoenix dactylifera L.*) Varieties. The First Edition of the Doctoral Days on Sciences and Techniques. Errachidia (May2015). (**Orale**).

Bouhlali, E.D.T., Khouya, T., Ramchoun, M., Benlyas, M., Alem, C., & Filali Zegzouti, Y. Dietary and biochemical variability of eight Moroccan varieties of date (*Phoenix dactylifera L.*) Fruit. First international symposium "Health- Environment- Company". Mohammedia (November, 2014). (**Poster**).

Bouhlali, E.D.T., Alem, C., Fechtali, T., Filali Zegzouti, Y. Étude transversale sur la consommation des dattes a la région de Tafilalt. Journée Scientifique de Biologie, Santé et Environnement. Settat (Mai, 2014). (**Poster**)

Sommaire

Résumé	
Abstract	
ملخص الرسالة	
Publications et Communications	
Liste des Abréviations	
Liste des Tableaux	
Liste des Figures	
Sommaire	
Introduction	
Synthèse Bibliographique	
1. Palmier dattier (<i>Phoenix dactylifera</i> , L.)	2
1.1. Généralités sur le palmier dattier	2
1.2. La classification Botanique	2
1.3. Situation du secteur Phoenicicole	2
1.3.1. Dans le monde	2
1.3.2. Au Maroc	3
1.4. La production de dattes au Maroc	4
1.5. La Répartition géographique de la palmeraie Marocaine	4
1.6. Profil variétal de dattes au Maroc	5
2. La Datte	7
2.1. Évolution de la datte selon les différents stades de développement	7
2.2. Composition biochimique de la pulpe de dattes	9
2.2.1. L'eau	9
2.2.2. Les sucres	9
2.2.3. Les fibres	10
2.2.4. Les protéines	11
2.2.5. Les lipides	11
2.2.6. Les éléments minéraux	11
2.2.7. Les vitamines	13
2.2.8. Les Composés Bioactifs	14
2.3. Les bienfaits et vertus de la datte sur la santé	16
2.3.1. Les dattes en médecine traditionnelle	16
2.3.2. Les études pharmacologiques	17
2.4. La transformation de dattes	19
2.4.1. La transformation technologique	19
2.4.2. La transformation biotechnologique	20
Chapitre I : L'étude nutritionnelle transversale	
1. Introduction	24
2. Méthodes	25
2.1. Nature de l'étude	25
2.2. Zone d'étude	25
2.3. Population	26
2.4. Taille de l'échantillon	26
2.5. Plan d'échantillonnage	26
2.6. Collecte des données	27
2.7. Aspect légal et budget	28
2.8. Exploration et exploitation statistique des données	28
2.8.1. Traitement des données recueillies	28
2.8.2. Analyses des données	28
3. Résultats et discussion	29

3.1.	Description de l'échantillon de l'enquête	29
3.2.	Données sociodémographiques	29
3.3.	Consommation des dattes	32
3.4.	La quantité et la fréquence de consommation	33
3.5.	Période, Saison et Evénement de consommation	35
3.6.	L'achat de dattes	36
3.6.1.	Les habitudes d'achat	36
3.6.2.	Les Critères d'Achat	39
3.6.3.	Insatisfaction lors d'achats des dattes	39
3.7.	Exploitation agricole	39
3.8.	Les différentes utilisations des dattes	40
3.8.1.	L'utilisation des dattes en médecine traditionnelle	41
3.8.2.	L'utilisation des dattes en cosmétique	43
3.9.	Connaissance des variétés de dattes	45
3.10.	Variétés de dattes consommées	46
4.	Conclusion	47

Chapitre II : Caractérisation morphologique et biochimique

1.	Introduction	50
2.	Matériel et Méthodes	51
2.1.	Choix de la variété et Echantillonnage	51
2.2.	Caractéristiques morphologiques	52
2.3.	Détermination de la teneur en eau	52
2.4.	Détermination de la teneur en protéines	52
2.5.	Détermination de la teneur en lipides totaux	53
2.6.	Détermination de la teneur en sucre par CLHP	53
2.7.	Détermination de la teneur en cendres	54
2.8.	Détermination de la teneur en éléments minéraux	54
2.9.	Dosage des vitamines de la famille B par CLHP	55
2.10.	Analyse statistique	55
3.	Résultats et discussion	56
3.1.	Caractérisation morphologique	56
3.1.1.	Détermination de la largeur et de la longueur	56
3.1.2.	Détermination du poids de dattes et des noyaux	57
3.1.3.	Détermination de la consistance	58
3.1.4.	Détermination de la couleur	59
3.2.	Caractérisation Physico-chimique et Biochimique	60
3.2.1.	Détermination de l'humidité	60
3.2.2.	Détermination de la teneur en protéines	61
3.2.3.	Détermination de la teneur en lipides	62
3.2.4.	Analyse des sucres par CLHP	62
3.2.5.	Détermination de la teneur en cendres	65
3.2.6.	La composition minérale	66
3.2.7.	Les vitamines	74
4.	Conclusion	77

Chapitre III : Evaluation des Activités Biologiques Polyphénols et Activité Antioxydante

1.	Introduction	79
2.	Matériel et Méthodes	81
2.1.	Préparation d'extraits riches en polyphénols	81
2.2.	Détermination de la teneur en polyphénols totaux	81

2.3.	Détermination de la teneur en flavonoïdes totaux	82
2.4.	Détermination de la teneur en tanins condensés	82
2.5.	Analyse des polyphénols par chromatographie liquide à haute performance (CLHP)	83
2.6.	La détermination du pouvoir anti-radicalaire par le test DPPH	84
2.7.	La détermination du pouvoir anti-radicalaire par le test ABTS	85
2.8.	Détermination de pouvoir réducteur des ions ferriques (FRAP)	86
2.9	Protection des membranes érythrocytaires contre l'hémolyse induite par l'AAPH	87
3.	Résultats et discussion	89
3.1.	Détermination de la teneur en polyphénols totaux	89
3.2.	Détermination de la teneur en flavonoïdes totaux	90
3.3.	Détermination de la teneur en tanins condensés	91
3.4.	Analyse du profil chromatographique des composés phénoliques	92
3.5	Piégeage du radical libre DPPH (2,2-diphényle-1-picrylhydrazyl)	97
3.6	Réduction du fer : FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power)	98
3.7.	Piégeage du ABTS (2,2'-azynobis-[3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid])	100
3.8.	Inhibition de l'hémolyse induite par l'AAPH	101
4.	Conclusion	103

Chapitre III : Evaluation des Activités Biologiques

Activité Anti-inflammatoire

1.	Introduction	106
2.	Matériel et Méthodes	108
2.1.	Les animaux	108
2.2	Evaluation de piégeage des radicaux d'oxyde nitrique	108
2.3	Test d'inhibition de la dénaturation des protéines	109
2.4.	Protection des membranes érythrocytaires contre l'hémolyse induite par stress osmotique	109
2.5.	Œdème de l'oreille induit par l'huile de croton chez la souris	110
2.6.	Œdème de la patte induit par la carragénine chez le rat	111
3.	Resultats et discussion	112
3.1.	Evaluation de piégeage des radicaux d'oxyde nitrique	112
3.2.	L'effet inhibiteur de la dénaturation des protéines	113
3.3.	L'effet stabilisant des membranes érythrocytaires	115
3.4.	L'Œdème de la patte induit par la carragénine chez le rat	116
3.5.	L'œdème de l'oreille induit par l'huile de croton	121
4.	Conclusion	124

Chapitre III Evaluation des Activités Biologiques

Activité Antibactérienne

1.	Introduction	126
2.	Matériel et Méthodes	127
2.1.	Les souches bactériennes	127
2.2.	Méthode de diffusion de disques	127
2.3	Technique de microdilution en milieu liquide	127
3.	Résultats et discussion	128
3.1.	Evaluation de la sensibilité des souches aux extraits (la méthode de diffusion en gélose)	128
3.2.	Détermination de la concentration minimale inhibitrice	131
4.1	Conclusion	133
	Conclusion générale	134
	Perspectives	136

Références Bibliographiques	137
Références Web-bibliographiques	161
Annexes	162

Liste des abréviations

°C	degré celsius
µmol	Micromole
AAPH	2,2'-Azobis(2-amidinopropane) dihydrochloride
ABTS	L'Acide 2,2'-azino-bis(3-éthylbenzothiazoline-6-sulphonique)
ADN	Acide DésoxyriboNucléique
AINS	Anti-Inflammatoires Non Stéroïdienne
ANOVA	Analysis of Variance
ANR	Apport Nutritionnel journalier Recommandé
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
ARN	Acide RiboNucléique
ATCC	American Type Culture Collection
ATP	Adénosine Triphosphate
a _w	L'activité de l'eau
BSA	Bovine Serum Albumin
CE	Équivalent du Catéchine
CLHP	Chromatographie Liquide à Haute Performance
Cm ²	Centimètre carré
CMI	Concentration Minimale Inhibitrice
COX	Cyclooxygenase
CRP	Protéine C-réactive
DPPH	1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl
EAG	Équivalent d'Acide Gallique
ERO	Espèces Réactives de l'Oxygène
FAD	Flavine Adénine Dinucléotide
FAOSTAT	Base de données de L'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture
FMN	Flavine MonoNucléotide
FRAP	Ferric Reducing <i>Antioxidant</i> Power
FSH	Follicle Stimulating Hormone
HDL	High Density Lipoprotein
HT ₅₀	Temps de demi-hémolyse
IC ₅₀	Concentration Inhibitrice Médiane
IDP	Inhibition de la Dénaturation des Protéines
IL	InterLeukine
IOO	Inhibition d'œdème de l'Oreille
IOP	Inhibition d'œdème de la Patte
ISO	Organisation internationale de normalisation
Kcal	Kilocalories
kg	Kilogramme
LDL	Low Density Lipoprotein
LH	Luteinizing hormone
LPS	Lipopolysaccharide
MAPM	Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime
MDA	Malondialdehyde
MF	Matière Fraîche
mg	Milligramme
MS	Matière Sèche
NAD	Nicotinamide Adénine Dinucléotide
NADP	Nicotinamide Adénine Dinucléotide Phosphate
NCCLS	National Committee for Clinical Laboratory Standards

NCTC	National Collection of Type Cultures
NO	Nitric oxide
NOS	Nitric oxide synthase
PBS	Phosphate-buffered saline
PGE2	Prostaglandine E2
PKC	Protéine Kinase C
PLA2	Phospholipase A2
PRON	Piégeage des radicaux d'oxydes nitrique
PTK	Protéine tyrosine kinase
QE	Quercetin Equivalent
RE	Rutin <i>equivalent</i>
RGPH	Recensement général de la population et de l'habitat
SME	Stabilisation des Membranes Erythrocytaires
SOD	Superoxyde dismutase
TC	Tanins condensés
TE	Trolox équivalent
TFT	Teneur en Flavonoïdes Totaux
TNF	Tumor Necrosis Factor
TPA	12-O-Tetradecanoyl Phorbols Acétate
TPT	Teneur en Polyphénols Totaux
TPTZ	2,4,6-Tri(2-pyridyl)-s-triazine
UFC	Unité Formant Colonie
USDA	Département de l'Agriculture des États-Unis
VLDL	Lipoprotéine de très faible densité
µg	microgramme

Liste des tableaux

Synthèse bibliographique

Tableau 1. Production de dattes dans les principal pays producteurs	3
Tableau 2. Composition en fibres des dattes	10
Tableau 3. Composition en acides aminées des dattes	12
Tableau 4. Composition en acides gras de la pulpe de dattes en pourcentage	12
Tableau 5. Composition de la pulpe de datte en sels minéraux	13
Tableau 6. Composition en vitamines en ($\mu\text{g}/100\text{ g}$) de la pulpe des dattes	13

Chapitre I : L'Etude Nutritionnelle Transversale

Tableau 1. Nombre d'habitants et des participants des communes	27
Tableau 2. Taux de participation à d'étude en fonction du milieu et du sexe	29
Tableau 3. Répartition de l'échantillon en fonction du statut matrimonial	30
Tableau 4. Répartition des participants en fonction des tranches d'âge	30
Tableau 5. Répartition de l'échantillon en fonction du niveau d'instruction	31
Tableau 6. Répartition de l'échantillon en fonction de la profession	32
Tableau 7. Raisons de consommation des dattes selon les participants	33
Tableau 8. Répartition de l'échantillon en fonction de la fréquence de consommation et de nombre de dattes par prise	34
Tableau 9. Répartition de l'échantillon en fonction la période, l'environnement et la saison	36
Tableau 10. Répartition de l'échantillon en fonction de lieu de la quantité de type d'emballage et de l'état préféré d'achat	38
Tableau 11: Les raisons d'insatisfaction lors d'achat des dattes	39

Chapitre II : Caractérisation Organoleptique et Biochimique

Tableau 1. Gradient d'élution CLHP pour l'analyse des vitamines	55
Tableau 2. Les valeurs CIE Lab (L^* , a^* , b^*) des variétés de dattes étudiées	59

Chapitre III : Evaluation des Activités Biologiques

Tableau 1. Gradient d'élution CLHP pour l'analyse des polyphénols	84
Tableau 2. Composition en acides phénoliques et flavonoïdes des variétés de dattes étudiées	95
Tableau 3. Corrélation entre les teneurs en composées phénoliques et les activités anti-oxydantes	101
Tableau 4. Corrélation entre les tests anti-inflammatoires utilisés et les composées phénoliques	123
Tableau 5. Activité antibactérienne de six variétés des dattes exprimée en diamètre d'inhibition	130
Tableau 6. Concentration minimale inhibitrice (MIC) d'extraits des variétés de dattes étudiées	132

Liste des Figures

Synthèse bibliographique

Figure 1. Répartition géographique du palmier dattier au Maroc	6
Figure 2: Changement durant la maturation des dattes	8
Figure 3. Les opérations de transformation de dattes	22

Chapitre I : L'Etude Nutritionnelle Transversale

Figure 1. Les communes de la province d'Errachidia	25
Figure 2. Répartition des participants selon la consommation des dattes	32
Figure 3. les variétés de dattes exploitées	40
Figure 4. Les différentes utilisations des dattes	41
Figure 5. L'utilisation des dattes en médecine traditionnelle	42
Figure 6. Les modes de préparations des dattes utilisées en médecine traditionnelle	43
Figure 7. Les parties de dattes utilisées en cosmétique	44
Figure 8. Les buts d'utilisation des dattes en cosmétique	44
Figure 9. La répartition des dattes selon leur connaissance auprès des consommateurs	46
Figure 10. La répartition des dattes selon la consommation	47

Chapitre II : Caractérisation Organoleptique et Biochimique

Figure 1. Les variétés de dattes étudiées	51
Figure 2. Longueur et largeur des six variétés de dattes	56
Figure 3. Poids du fruit et de la graine des six variétés	57
Figure 4. Rapports noyau /datte des six variétés	58
Figure 5. Fermeté des variétés de dattes étudiées	58
Figure 6. La teneur en eau des six variétés	60
Figure 7. La teneur en protéines des six variétés	61
Figure 8. La teneur en lipides des six variétés	62
Figure 9. La teneur en glucose, fructose, saccharose des variétés de dattes étudiées	63
Figure 10. La teneur en sucres totaux des variétés de dattes étudiées	64
Figure 11. Chromatogrammes des sucres des dattes	64
Figure 12. Les teneurs en cendre des variétés de dattes étudiées	65
Figure 13. Les teneurs en Potassium des variétés de dattes étudiées	66
Figure 14. Les teneurs en Calcium des variétés de dattes étudiées	67
Figure 15. Les teneurs en Magnésium des variétés de dattes étudiées	68
Figure 16. Les teneurs en Sodium des variétés de dattes étudiées	69
Figure 17. Les teneurs en Fer des variétés de dattes étudiées	70
Figure 18. Les teneurs en Cuivre des variétés de dattes étudiées	71
Figure 19. Les teneurs en Zinc des variétés de dattes étudiées	72
Figure 20. Les teneurs en Manganèse des variétés de dattes étudiées	73
Figure 21. Les teneurs en riboflavine des variétés de dattes étudiées.	74
Figure 22. Les teneurs en Niacine des variétés de dattes étudiées	75
Figure 23. Les teneurs en Pyridoxine des variétés de dattes étudiées	76

Chapitre III : Evaluation des Activités Biologiques

Figure 1. Courbe d'étalonnage de l'acide gallique	81
Figure 2. Courbes d'étalonnage de la rutine	82
Figure 3. Courbe d'étalonnage de la catéchine	83
Figure 4. Mécanisme réactionnel intervenant lors du test DPPH entre l'espèce radicalaire DPPH et un antioxydant.	84
Figure 5. Oxydation de l'ABTS par le persulfate de potassium pour générer le radical cationique ABTS ^{•+} et sa réaction avec un composé anti-radicalaire	85
Figure 6. Courbe d'étalonnage de Trolox sur la méthode ABTS	86
Figure 7. Mécanisme réactionnel intervenant lors du test FRAP entre le complexe tripyridyltriazine ferrique Fe(III)- TPTZ et un antioxydant (AH)	86
Figure 8. Courbe d'étalonnage de Trolox sur la méthode FRAP	87
Figure 9. Décomposition d'AAPH et génération des radicaux libres	88
Figure 10. La teneur en polyphénols totaux des six variétés	89
Figure 11. La teneur en flavonoïdes totaux des six variétés	90
Figure 12. La teneur en tanins condensés totaux des six variétés	91
Figure 13. Les chromatogrammes des composés phénoliques des différentes variétés	96
Figure 14. Evaluation de l'activité antioxydante par le test DPPH des six variétés.	97
Figure 15. Evaluation de l'activité antioxydante par le test FRAP des six variétés	98
Figure 16. Evaluation de l'activité antioxydante par le test ABTS des six variétés	100
Figure 17. Protection des membranes érythrocytaires contre l'hémolyse induit par AAPH	101
Figure 18. Evaluation de l'effet des extraits de dattes sur les membranes érythrocytaire	102
Figure 19. Détection des NO ₂ ⁻ par les réactifs de Griess	108
Figure 20. L'évaluation de piégeage des radicaux d'oxyde nitrique	112
Figure 21. L'effet inhibiteur de la dénaturation des protéines par des six variétés	113
Figure 22. L'effet stabilisant des membranes érythrocytaires par des six variétés	115
Figure 23. Le pourcentage d'inhibition d'œdème par les extraits et le contrôle à la quatrième heure	116
Figure 24. Evolution de la formation d'œdème de la patte chez les rats traités par les extraits et par les contrôles	119
Figure 25. Pourcentage d'inhibition de l'œdème de l'oreille (IOO) induit par l'huile de croton.	121

Introduction

Le palmier dattier est une plante d'intérêt écologique, économique et social majeur dans les régions désertiques de nombreux pays. Le palmier dattier est le pilier des écosystèmes oasiens ou il permet de créer un microclimat favorable au développement de cultures sous-jacentes (arbres fruitiers, cultures maraîchères et céréales). La production des dattes contribue incontestablement à la création d'emplois et constitue 60% des revenus agricoles de plus d'un million des populations oasiennes. Ainsi le développement de la filière phœnicicole permet d'une part de lutter durablement contre l'insécurité alimentaire dans les régions où la désertification est accélérée par les changements climatiques et d'autre part de contribuer la stabilisation des populations dans les zones présahariennes.

Le Maroc est un pays phœnicicole classé au douzième rang mondial et au neuvième rang arabe avec une production annuelle moyenne de dattes qui s'élève à plus de 107 mille tonnes (FAOSTAT., 2013). La palmeraie marocaine recèle un patrimoine phœnicicole diversifié représenté par environ 55,6% de "Khalts" qui sont des clones issus de semis naturel spontané et plus de 223 variétés (Sedra, 2003).

La demande croissante en dattes de qualité supérieure à l'instar des cultivars Majhoul et Boufegouss a incité les palmeraies à se réorganiser. Cette réorganisation a conduit la phœniciculture d'un système de culture traditionnelle riche et diversifiée vers un système industriel axé sur une oligoculture monovariétale. Cette situation constitue un risque potentiel d'érosion génétique du patrimoine phœnicicole local.

La datte a été depuis des temps immémoriaux un élément très important dans l'alimentation, tant pour les humains (les dattes molles) que pour les animaux (les dattes sèches et les noyaux). Divers travaux ont été menés, sur les variétés de dattes de différents pays producteurs, pour déterminer leur composition chimique en sucres, protéines, lipides, fibres et minéraux. Cependant jusqu'à présent aucune étude approfondie de la composition des variétés de dattes marocaines n'a été faite. Les dattes constituent une bonne source des polyphénols (Mansouri et al., 2005 ; Al-Farsi et al., 2005b ; Benmeddour et al., 2013). Ces composés suscitent un grand intérêt par leurs nombreux effets bénéfiques pour la santé : prévention et traitement de certains cancers, traitement des maladies inflammatoire, cardiovasculaire, neurodégénératives et leurs effets antibactérien, antioxydant et antiviral (Al Farsi and Lee, 2008 ; Nasir et al., 2015 ; Baliga et al., 2011).

De nombreuses études ont été conduites sur les effets pharmaceutiques et physiologiques des dattes sur des modèles animaux et in vitro dont les résultats étaient très prometteurs (Vayalil, 2002).

Dans l'oasis de Tafilalet, les dattes sont très utilisées en médecine traditionnelle pour atténuer diverses pathologies à savoir l'hypertension, le diabète (Tahraoui et al., 2007), l'asthme, le rhumatisme, les règles douloureuses et les infections bactériennes.

Les différences observées, en composition chimique et effet thérapeutique, entre les variétés de dattes étudiées par une dizaine d'auteurs de différents pays montrent que la datte ne doit pas être considérée comme un fruit standard, ainsi chaque variété à sa composition chimique et ces potentialités pharmacologiques qui la caractérisent.

Compte tenu de ces considérations l'objectif général de ce travail consiste à la valorisation des variétés de dattes méconnues des consommateurs au sens large à travers une meilleure connaissance de leur composition physico-chimique ainsi que leurs potentialités biochimiques, thérapeutiques qui pourraient être un moyen de leur préservation et de la promotion d'un produit de terroir au niveau de la province d'Errachidia.

Les objectifs spécifiques de ce travail de thèse sont :

- ✓ Caractériser la consommation des dattes dans la province d'Errachidia, identifier les différents usages thérapeutiques et les variétés les plus consommées et les plus connues dans la zone d'étude.
- ✓ Évaluer la qualité nutritionnelle des dattes par une caractérisation morphologique, biochimique des variétés de dattes communément consommées et appréciées par la population de la province d'Errachidia.
- ✓ Évaluer les activités antioxydante, anti-inflammatoire et antibactérienne afin de confirmer ou d'infirmer leurs usages traditionnels.

Dans la première partie de ce manuscrit, nous nous sommes intéressés à dresser un bilan approfondi des connaissances bibliographiques sur les dattes concernant la composition biochimique, les utilisations en médecine traditionnelle, les propriétés biologiques testées et les voies de transformation de dattes. Cette revue bibliographique permettra aussi d'interpréter les résultats obtenus.

La deuxième partie, a été consacrée à la description des différentes méthodes analytiques et les démarches expérimentales utilisées pour mener l'étude transversale nutritionnelle, déterminer la composition biochimique et évaluer l'activité antioxydante, anti-inflammatoires et antibactériennes des variétés de dattes étudiées.

La troisième partie consiste en une analyse des résultats obtenus et une discussion qui mettra l'emphase sur leur signification par rapport aux données de la littérature et l'interprétation des résultats obtenus. Enfin, une conclusion générale qui permettra de tirer quelques perspectives et de proposer des pistes de réflexions pour poursuivre ce travail.

Synthèse Bibliographique

1- Palmier dattier (*Phoenix dactylifera*, L.)

1.1 Généralités sur le palmier dattier

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.), est une plante essentielle pour les populations oasiennes, grâce à sa remarquable adaptation aux conditions climatiques, la haute valeur nutritive de ces fruits, les multiples utilisations de ces produits et sa morphologie favorisant d'autres cultures sous-jacentes.

1.2. La classification Botanique

Le palmier dattier a été dénommé *Phoenix dactylifera* par Linné en 1734 (Munier, 1973). Cette nomination provient du mot « Phoenix » qui signifie dattier chez les phéniciens, et *dactylifera* dérive du terme grec « *dactulos* » signifiant doigt en raison de la forme des fruits (Djerbi, 1994).

Dans les langues vernaculaires, cet arbre est connu sous le nom de « *tafruyt* » en Tamazight, « *Nakhl* » en Arabe et « *Sugar Palm* » en anglais (Al-Shahib et Marshall, 2003).

Le palmier dattier est une monocotylédone, pérenne et dioïque dont la classification selon Djerbi, 1994 est :

Groupe :	<i>Spadiciflores</i>
Ordre :	<i>Palmales</i>
Famille :	<i>Palmacées</i>
Sous-famille :	<i>Coryphoïdées</i>
Tribu :	<i>Phoenicées</i>
Genre :	<i>Phoenix</i>
Espèce :	<i>Phoenix dactylifera</i> L.

1.3. Situation du secteur phoenicicole

1.3.1 Dans le monde

La culture du palmier s'étale dans le monde dans l'hémisphère nord entre les 9° et 33° parallèles (Sedra, 2003). Sa culture est très intensifiée dans le bassin méditerranéen et surtout en Afrique du Nord et dans les pays arabes du golfe (Sedra, 2003). Aux Etats-Unis d'Amérique, le palmier dattier fût introduit au XVIII^{ème} siècle (Musset, 1937). Le palmier dattier est également cultivé en Espagne dans la célèbre palmeraie d'Elche (Toutain, 1996) et à plus faible échelle au Mexique, en Argentine et en Australie (Matallah, 2004). Quant à la production mondiale de dattes, elle s'est élevée à environ 8.06 millions de tonnes selon les statistiques de 2013 (FAOSTAT, 2013). Les principaux producteurs de dattes dans le monde sont situés dans le Moyen-Orient et l'Afrique du Nord (Tableau 1).

Tableau 1. Production de dattes dans les principaux pays producteurs.

Pays	Production en mille tonnes
Egypte	1501.80
Iran	1083.72
Arabie Saudi	1065.03
Algérie	848.20
Iraq	676.11
Pakistan	526.75
Soudan	437.83
Soudan du Sud	423.10
Oman	269.00
Emirats Arabes Unis	245.00
Tunisie	195.00
Libye	174.04
Chine	150.00
Maroc	107.61
Kuwait	36.98
Turquie	33.23
Niger	22.15
U.S.A	21.77
Tchad	20.00

1.3.2. Au Maroc

Le Maroc a été placé, il y a plus d'un siècle, au troisième rang mondial parmi les pays producteurs de dattes. Ce classement a été dû à l'importance accordée au palmier dattier et à sa culture par les agriculteurs et l'état avec plus de 15 millions de pieds (Abouraïcha et al., 2010). Actuellement la palmeraie marocaine compte un effectif de 4 450 000 pieds installés autour des points d'eau d'où la répartition des principales palmeraies marocaines sous forme de longs cordons qui longent l'oued Drâa et l'oued Ziz (El Hadrami et al., 1998). Cette régression est à l'origine de plusieurs causes à savoir la pression élective exercée par diverses maladies notamment la maladie du bayoud, la sécheresse et la mauvaise gestion des ressources en eau, l'avancée de la désertification, le morcellement des terres, l'hétérogénéité des cultivars, l'absence de rajeunissement des palmeraies, la non-modernisation du secteur phœnicicole et son délaissement au profit d'autres cultures et activités plus rémunératrices ainsi que la non-maîtrise des bonnes pratiques de production et des techniques de valorisation, tant à la récolte qu'en post-récolte (Sedra, 2003; Abouraïcha et al., 2010).

Par ailleurs, le rendement moyen par pied de palmier dattier varie significativement selon les années, les variétés, l'âge des plantations, etc. oscillant de 30 kg/arbre pour les variétés nobles (e.g. Bouzekri) à 46 kg/arbre pour les variétés les plus productives (Bouslikhane) (Anonyme, 2011). Cette production reste très faible en comparaison avec la production annuelle par pied (200 kg) des

pays où la phœniciculture moderne est pratiquée (pollinisation mécanisée ainsi qu'une irrigation localisée et fumigation intensive) (El Hadrami et al., 1998). Ces faibles rendements sont attribués au manque d'entretien des palmeraies et à la gestion traditionnelle des plantations de palmiers (Abouraicha et al., 2010).

Par conséquent, le Maroc qui était exportateur de dattes est devenu un pays importateur. Ses importations moyennes des dattes sont estimées à 30.000T/an, en provenance principalement de l'Irak (40%), de la Tunisie (35%), de l'EAU (7,5%) et de l'Égypte (5%) (MAPM, 2016).

Devant la situation alarmante du secteur phœnicicole, le Maroc a lancé le plan Maroc vert qui vise à améliorer les performances de la filière phœnicicole. Ce programme national ambitionne à l'horizon 2020, la réalisation d'une production de 160 000 tonnes, la plantation de 3 millions de plants, la reconstitution et la densification des palmeraies existantes (48 000 ha), la création de nouvelles plantations modernes dans les zones où l'eau est disponible (17 000 ha) et la mise à niveau de l'ensemble de la filière phœnicicole, notamment l'aspect commercialisation-valorisation (MAPM, 2016). Ce programme prévoit un accroissement des investissements sur des grands projets intégrés, de la production à la commercialisation, en passant par le conditionnement et le stockage réfrigéré. Il anticipe aussi d'accompagner les petits producteurs par l'incitation des projets d'agrégation et de programmes de mise à niveau de plantations.

1.4. La production de dattes au Maroc

Le niveau des productions présente une grande variabilité interannuelle et interrégionale. Le Maroc a réalisé en 2015 une production record de dattes qui a atteint les 117.000 tonnes, soit une progression de 30% par rapport à l'année 2014 (MAPM1, 2016). Cette performance trouve son origine dans les conditions climatiques favorables ainsi que dans les efforts considérables déployés par les producteurs, la profession et l'Etat. Compte tenu de ce rythme de développement, la filière connaîtra un essor dans les années à venir.

1.5. La Répartition géographique de la palmeraie marocaine

La palmeraie marocaine est installée dans les zones sahariennes présentant une nappe phréatique affleurant ou semi-affleurant ou prospère au voisinage des cours d'eau (El Hadrami et al., 1998). Elle s'étale sur trois grandes zones regroupant environ les 3/4 de l'effectif total des palmiers: le Drâa sur les rives de l'oued Drâa (région de Ouarzazate - Zagora - M'hamid), la vallée de l'oued Ziz et la plaine du Tafilalet (région d'Errachidia-Erfoud - Rissani) et enfin la palmeraie du Bani (région de Tata). Les autres palmeraies considérées comme petites à moyennes taille sont situées dans les régions de Figuig, Ghris, Alnif, Tinghir et Marrakech (Sedra, 2003) (Figure 1).

1.6. Profil variétal de dattes au Maroc

Le patrimoine phœnicicole est composé d'environ 223 variétés représentées par environ 1,96 million pieds, inventoriées et listées par Toutain et al. (1971). Les variétés sont les clones qui ont été sélectionnés au hasard par les agriculteurs et multipliés par voie végétative au fil des temps et qui ont reçu des noms locaux (Abouraïcha et al., 2010). Les variétés de qualités moyennes à faible sont les prédominantes ; les variétés de faibles qualités (Bousthrammi, Iklane, Bouslikhène...) représentent 40%, ceux de moyenne qualité (Jihel, Bourar, Bouittob...) représentent 35% alors que les variétés de bonne qualité (Mejhoul, Boufeggous, Aziza Bouzid,) ne représentent que 25% (Hasnaoui et al., 2012). Les clones issus de semis naturels spontanés, appelés localement « *Lkhalt* ou *Sair* » constituent 55.6% de la palmeraie (Sedra, 2003). La qualité du fruit de ces hybrides ou « *Lkhalt* » est très diversifiée et peut parfois dépasser celle de certaines variétés commerciales. Ainsi « *Lkhalt* » représente une source potentielle importante pour de nouvelles sélections de cultivars appréciables pour leurs dattes et pour leur résistance au bayoud (Bouguedoura et al., 2010).

La maladie de Bayoud a fait disparaître des milliers d'individus de "Khalts" et des populations importantes des variétés largement cultivées comme Mejhoul, Boufeggous et Jihel. D'ailleurs les variétés Idrar et Berni de Sijilmassa qui ont marqué, à côté de Mejhoul, la brillante réputation des dattes marocaines avant le début du 20ème ont disparu à cause de cette maladie (Haddouch, 1996). Ce patrimoine très riche est menacé d'érosion en raison de l'adoption de la culture monovariétale due à la forte demande en dattes de qualité supérieure à l'instar du cultivar « élite » Majhoul. Ce qui a conduit la phœniciculture d'un système de culture traditionnelle riche et diversifiée vers un système industriel axé sur une oligo-culture monovariétale (Rhouma, 1994).

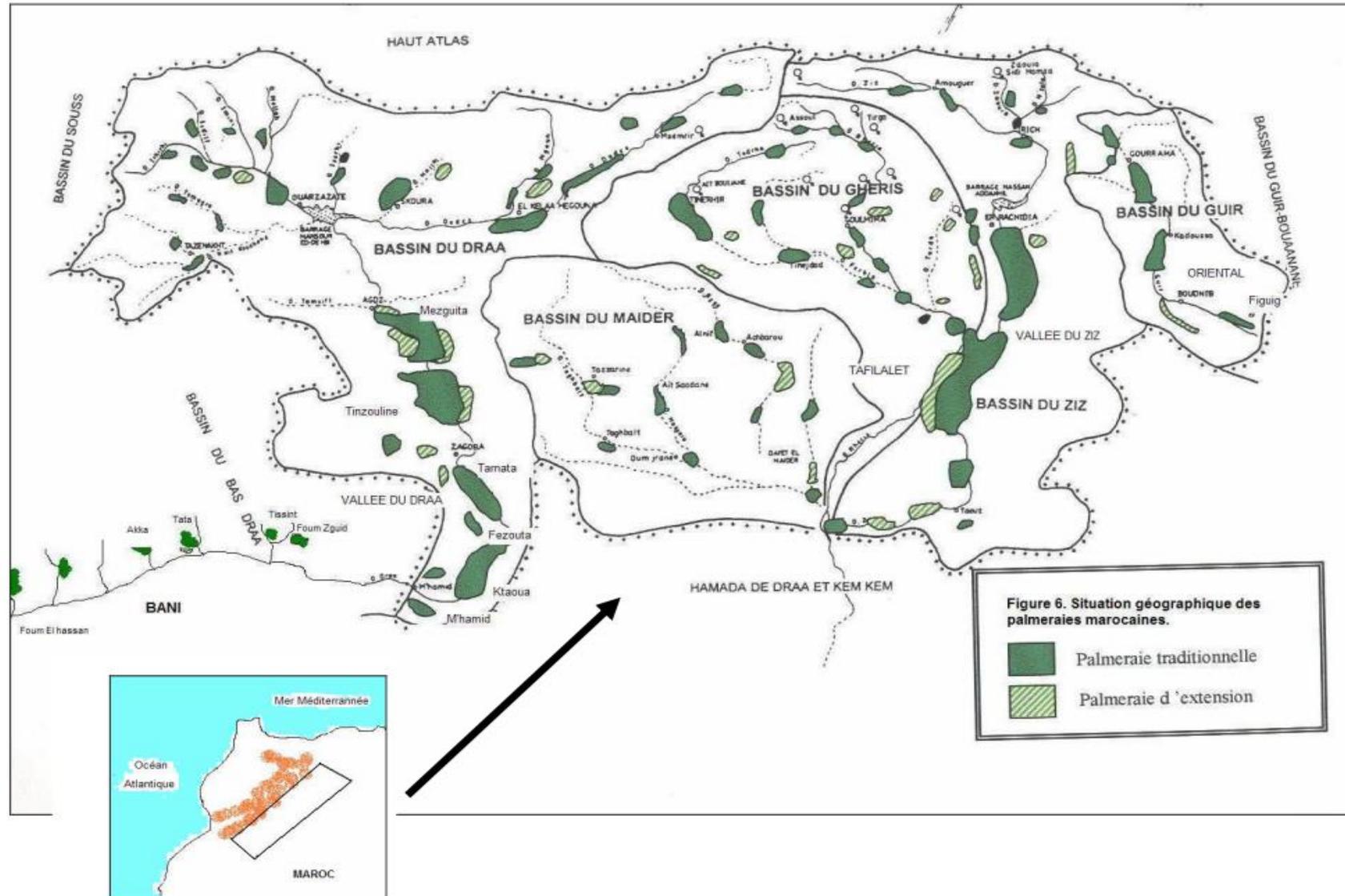


Figure 1. Répartition géographique du palmier dattier au Maroc (Sedra, 2003)

2. La Datte

2.1. Évolution de la datte selon les différents stades de développement

La maturité de la datte est un processus complexe, elle se caractérise par la dégradation de la chlorophylle, la synthèse des caroténoïdes et la conversion de l'amidon en sucre (Eltayeb et al., 1999) qui influencent sa couleur, sa texture, sa flaveur, son goût et ces caractères physicochimiques (Figure 2).

Au cours de sa maturation, la datte passe par cinq stades d'évolution et selon les pays, chaque stade porte une dénomination particulière. Cependant, les appellations utilisées en Irak (*Hababouk*, *Kimri*, *Khalal*, *Rutab* et *Tamar*) sont les plus adoptées par les auteurs (Al-Shahib et Marshall, 2003 ; Baliga et al., 2011).

Stade *Hababouk* : ce stade suit la pollinisation et dure environ cinq semaines. À ce stade, les fruits sont verts, globuleux, entièrement recouvertes par le périanthe et se caractérisent par une croissance lente. Il se termine à la chute des deux carpelles non fécondés (Amellal, 2008).

Stade *Kimri* : c'est le stade de maturation botanique ou le fruit prend sa forme. Ce stade se caractérise par augmentation rapide du poids et de la taille du fruit en raison de l'accumulation des hydrates de carbone et de l'humidité. La fin de ce stade, la couleur commence à devenir jaune ou rouge, selon les cultivars. Ce stade dure de neuf à quatorze semaines (Nasir et al., 2015).

Stade *Khalal* : ce stade qui dure de trois à cinq semaines se caractérise par une légère diminution de la vitesse de l'accroissement du poids et de la taille du fruit. À ce stade on assiste à une diminution de la teneur en eau et au début de l'inversion de saccharose en glucose et fructose ainsi qu'à la précipitation des tanins. La couleur de la datte vire au jaune, au rose ou au rouge selon les variétés (Nasir et al., 2015 ; Baliga et al., 2011).

Stade *Rutab* : ce stade dure de deux à quatre semaines. Il se caractérise par l'augmentation de l'activité invertasique, une perte d'astringence et un début de ramollissement du fruit en raison d'une augmentation des activités enzymatiques des polygalacturonases, des pectinases et une perte en eau. À ce stade le fruit commence à acquérir la couleur brune ou noire. Les cultivars à dattes demi-molles ou demi-sèches et sèches ne passent pas obligatoirement par ce stade (Baliga et al., 2011 ; Gourchala, 2015).

Stade *Tamar* : c'est le stade final de la maturation du fruit au cours duquel ce dernier perd une quantité importante d'eau, la concentration des sucres augmente et il n'est plus astringent. à ce stade le fruit atteint son ramollissement total et la couleur devient de plus en plus foncée (Baliga et al., 2011). C'est l'étape la mieux appréciée par le consommateur et s'apprête mieux à la conservation. (Gourchala, 2015). La Figure 2 représente l'évolution de la datte selon les différents stades de développement

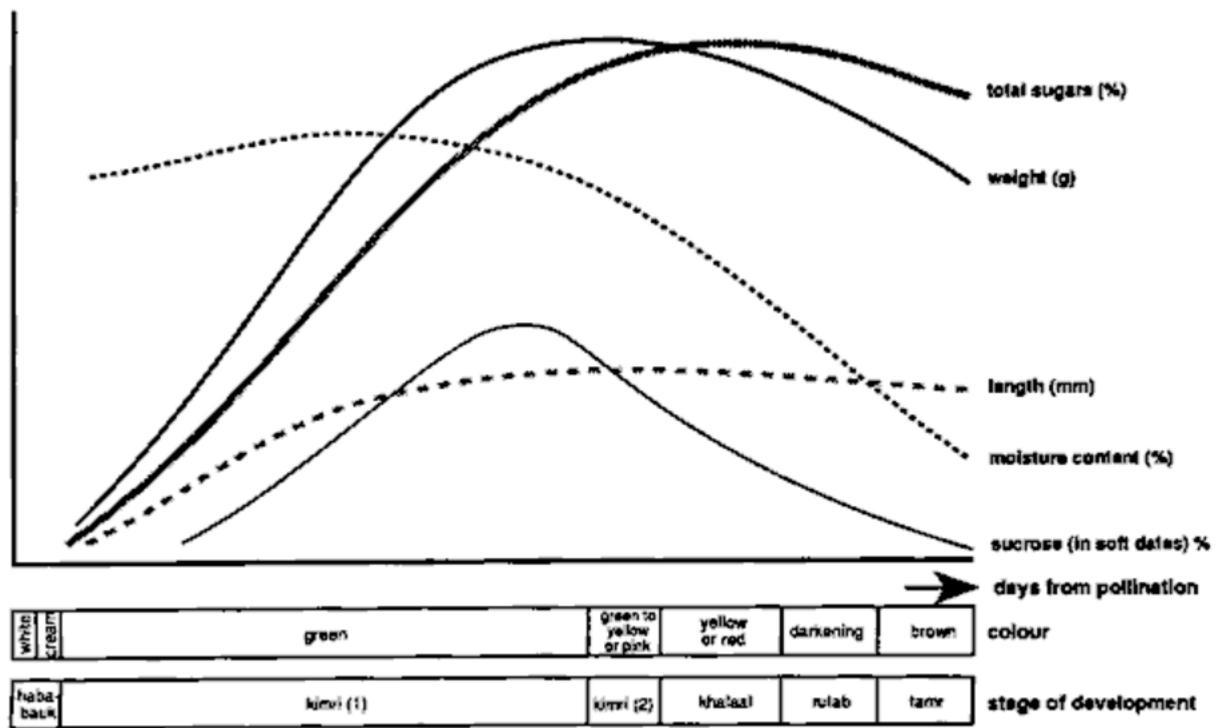


Figure 2. Changement durant la maturation des dattes (Barreveld, 1993)

2.2. Composition biochimique de la pulpe de dattes

2.2.1. L'eau

L'eau est l'un des constituants majoritaires de la datte. Sa teneur évolue en fonction du stade de maturation, des variétés et du climat (Sahari et al., 2007 ; El Arem et al., 2011). Elle varie entre 7.2 et 50.4 % du poids de la chair fraîche avec une moyenne d'environ 15.2% (Al-Farsi and Lee, 2008 ; Baliga et al., 2011). La consistance du mésocarpe au stade mûr, permet de classer les dattes en trois catégories selon la texture du fruit (Mustafa et al., 1986):

Les dattes molles : à pulpe aqueuse à l'état frais avec une teneur en eau supérieure à 30 %, cas des variétés marocaines Boufegouss, Aziza Manzou et Najda (Hasnaoui et al., 2012 ; Bouhlali et al., 2016).

Les dattes demi-molles : à pulpe semi-molle dont la teneur en eau varie entre 20 et 30 % ; cas des variétés *Majboul*, *Mab-Elabid* et *Bouittob*, *Taâbdount*, *Tadmamt* (Hasnaoui et al., 2010 ; Harrak et al., 2005).

Les dattes sèches : à chair naturellement sèche dont la teneur en eau est inférieure à 20 % ; cas des variétés *Bousthrammi*, *Bouskri* et *Jibel*, *Bouslikhène*, *Bouijjo* et *Assiane* et *Aziza Bouzid* (Harrak et Boujnah., 2012, Hasnaoui et al., 2012).

Les expériences d'adsorption menées avec différentes variétés de dattes ont montré qu'une datte non périssable ne devrait pas dépasser la moyenne de 25% d'eau, ce qui nécessite un traitement de déshydratation pour diminuer des processus biochimiques tels que le brunissement, le ramollissement et l'apparition de goût acide qui sont à l'origine de leur dégradation (Boubekri, 2010). Aux environs de 20%, la grande quantité de dattes est commercialisée ; à ce taux, le fruit se conserve bien et garde une texture onctueuse et attrayante. Cette teneur en eau est étroitement liée à la teneur en sucre.

2.2.2. Les sucres

Les sucres sont les constituants majeurs du poids sec de la pulpe. La teneur en sucre varie généralement en fonction de la variété, de la consistance et des stades de maturation. Ces sucres sont rencontrés essentiellement sous forme de saccharose (dattes sèches) ou fructose et glucose (dattes molles) bien que la présence d'autres sucres, en de faibles proportions, ne soit pas à exclure (Elleuch et al., 2008 ; Al Jasser, 2010 ; Benchabane, 2007).

En général, les teneurs en sucres totaux varient dans les limites de 47.8 à 88.6 % de la pulpe sèche (Al Farsi and Lee, 2008) avec des proportions de saccharose qui varie entre 0.5 et 52.7 % du poids de la pulpe sèche et 17 à 80% pour les sucres réducteurs (Baliga et al., 2011; Elleuch et al., 2008). Les dattes contiennent d'autres sucres en faible quantité telle que : mannose, maltose, l'arabinose, la xylose, le galactose (Al-Shahib et Marshall, 2003 ; Benchabane, 2007). En effet, la forte teneur

en sucre de la pulpe de datte confère à ce fruit une grande valeur énergétique qui varie entre 213 et 314 Kcal/100g pour les dattes fraîches et sèches respectivement (Al-Farsi et Lee, 2008). La composition en sucres réducteurs et en saccharose dépende de la variété et est en relation avec la texture du fruit. Elles varient au cours de la maturation : dans le cas des dattes molles, à humidité importante, les derniers stades de développement du fruit sont caractérisés par l'inversion du saccharose en glucose et fructose ; alors que dans les autres catégories de dattes, demi-molles et sèches, le saccharose s'accumule jusqu'au stade mûr bien que ce phénomène soit plus marqué dans le cas des dattes sèches (Chandrasekaran et Bahkali., 2013 ; Benchabane, 2007).

2.2.3. Les fibres

Les dattes constituent une des meilleures sources de fibres alimentaires. La teneur en fibres dans la datte mûre est comprise entre 3.57-10.9% du poids de la chair dont les fibres alimentaires insoluble sont le majoritaire variant entre 3.03 - 7.4% et les faibles solubles varient entre 0.4 -1.3% (Baliga et al., 2011 ; Al-Farsi and Lee, 2008) (Tableau 2). Au cours de la maturation des enzymes décomposent progressivement ces substances en composés plus solubles ainsi la composition en fibres des dattes dépend de stade de maturation (Al-Farsi et al., 2005a). La consommation de 100 g de dattes fournit une moyenne de 29% des apports quotidiens recommandés de fibres alimentaires qui est 25 g/jour (Marlett et al., 2002). La teneur élevée en fibres insolubles joue un rôle physiologique très important dans notre corps. Il induit la satiété et il peut protéger notre corps de diverses maladies comme diverticulose, des appendicites et les cancers colorectaux grâce à son effet laxatif (Marlett et al., 2002). Selon l'association américaine de diététique AAD (2008) les fibres solubles peuvent diminuer le risque de maladies cardiovasculaires et de diabète à travers la réduction du taux de cholestérol sanguin, de LDL et de la glycémie postprandiale.

Les dattes sèches constituent une meilleure source de fibres alimentaires que les raisins secs, les abricots secs et les pruneaux, mais elles sont moins riches en fibres que les figues sèches (Al-Farsi and Lee, 2008).

Tableau 2. Composition en fibres des dattes (Al-Farsi and Lee, 2008)

	Minimum reporté	Maximum reporté
fibres totaux	3.57	10.9
fibres insolubles	3.03	7.4
fibres solubles	0.4	1.3

2.2.4. Les protéines

La pulpe de datte contient de faibles quantités de protéines variant entre 0.38 et 2.6% (Baliga et al, 2011 ; Al-Shahib et Marshall, 2003). La quantité de protéines varie en fonction des variétés et du stade de maturation et atteint sa concentration maximale au stade *Tamr* (El Arem et al., 2011). Elles jouent un rôle dans le brunissement non enzymatique des dattes (réaction de Maillard). Bien que ces teneurs sont faibles, leur profil en acides aminés est équilibré qualitativement et favorable aux besoins humains car elles contiennent des acides aminés essentiels (Al-Farsi and Lee, 2008). Selon Nasir et al, (2015) la glycine, la leucine, la lysine, l'acide aspartique et l'acide glutamique sont les acides aminés prédominants dans les dattes fraîches alors que la proline, la leucine, la glycine, l'acide aspartique et l'acide glutamique sont dans les dattes sèches. Le tableau 3 donne les intervalles de variation des acides aminés des dattes selon Hamad et al. (2015) et Baliga et al, (2011).

2.2.5. Les lipides

La datte mûre ne contient que peu de lipides, quelle que soit la variété considérée. Ces lipides sont concentrés dans l'épicarpe. La teneur en lipides de la pulpe varie entre 0.43 et 1.9% du poids frais. Cette teneur varie en fonction de la variété et du stade de maturation (El Arem et al., 2011 ; Saafi et al., 2008). L'acide oléique, l'acide linoléique, l'acide palmitique, l'acide stéarique, l'acide laurique et l'acide myristique ont été identifiés comme étant les principaux acides gras libres de la pulpe bien que les concentrations de ces acides gras varient d'une variété à une autre et selon le stade de maturation (Al- Shahib et Marshall, 2003). Le tableau 4 illustre la composition en acide gras selon des études menées par Saafi et al., 2008 ; El Arem et al., 2011 sur les variétés de dattes Tunisiennes.

2.2.6. Les éléments minéraux

La datte est une source très appréciable d'éléments minéraux. La teneur en cendres totales est comprise entre 1.10 et 4.20% du poids sec (Chandrasekaran et Bahkali., 2013; Baliga et al., 2011) dont le potassium, le calcium, le magnésium et le phosphore constituent la majeure partie (Acourene et al., 2001). La teneur en minéraux est maximale au stade vert (Kimri) pour toutes les variétés de dattes, mais décroît graduellement jusqu'au stade mûr (Tamar) tout en restant constante au début du stade Khalal pour les unes et décroissante jusqu'au stade Routab pour les autres (Sawaya et al., 1982). Cette composition en minérale varie en fonction de la variété, du sol, de l'eau d'irrigation et d'usage des engrais (Borchani et al., 2010). Ainsi la composition en éléments minéraux peut contribuer à la caractérisation d'une origine géographique (Jamil et al., 2010 ; Reynes, 1997). Le tableau 5 illustre la composition en éléments minéraux des dattes.

Tableau 3. Composition en acides aminés des dattes

L'acide Aminé	Minimum reporté	Maximum reporté
Alanine	30	171
Arginine	3.65	148
Asparagine	0.92	58.13
Acide aspartique	0.93	309
Cystéine	0.012	67
Acide glutamique	0.88	382
Glycine	42	584.40
Glutamine	2.04	51.15
Histidine	0.1	46
Isoleucine	1.05	55
Leucine	0.18	242
Lysine	14.62	154
Méthionine	0.18	62
Phénylalanine	1.82	67
Proline	36	1450.64
Serine	1.05	128
Thréonine	0.09	95
Tryptophane	7	92
Tyrosine	1.09	156
Valine	5.51	13.82

Tableau 4. Composition en acides gras de la pulpe de dattes en pourcentage

Acide gras	Minimum reporté	Maximum reporté
L'acide laurique	16.91	17.87
L'acide myristique	1.29	4.12
L'acide <i>myristoléique</i>	0.20	1.48
L'acide pentadécyclique	1.10	1.99
L'acide <i>palmitique</i>	20.37	25.90
L'acide <i>palmitoléique</i>	0.81	4.46
L'acide stéarique	7.04	25.85
L'acide oléique	19.17	30.49
L'acide vaccénique	0.63	5.35
L'acide <i>linoléique</i>	1.82	32.77
L'acide linoléinique	1.05	9.19
L'acide arachidique	1.19	9.96
L'acide eicosénoïque	1.12	2.26
L'acide eicosadiénoïque	1.68	9.79
L'acide hénicosanoïque	0.67	4.34
L'acide tricosanoïque	0.67	2.36
les acides gras saturés	32.45	58.23
les acides gras monoinsaturés	25.55	40.43
les acides gras polyinsaturés	6.86	41.96

Tableau 5. Composition de la pulpe de datte en sels minéraux.

Composition (mg/100 g)	Minimum reporté	Maximum reporté	Apport nutritionnel recommandé
Potassium (K)	345	1287	3500
Calcium (Ca)	5	206	1000
Magnésium (Mg)	25	150	420
Phosphore (P)	35	74	700
Sodium (Na)	1.00	261	-----
Fer (Fe)	0.10	1.5	8.0
Cuivre (Cu)	0.01	0.8	0.9
Zinc (Zn)	0.02	0.6	11
Manganèse (Mn)	0.01	0.5	2.3
Sélénium (Se)	0.24	0.4	0.055

2.2.7. Les vitamines

Les dattes renferment des quantités modérées en vitamines B2, B3, B6 et B9 (Tableau 6). La consommation de 100g de la pulpe de la datte fournit 9% l'apport nutritionnel journalier recommandé (ANR) d'un adulte en ces vitamines (Nasir et al., 2015). Elle renferme de faibles quantités de vitamine B1, C, et A et la consommation de 100g de la chair de dattes apporte moins de 7% de l'apport nutritionnel journalier recommandé en ces vitamines (Al-Farsi and Lee, 2008; El-Sohaimy et Hafez, 2010). Ces vitamines agissent comme coenzymes pour contribuer au bon fonctionnement de chaque cellule de notre corps. Le complexe vitaminique B participe à la synthèse de L'ADN et au métabolisme des glucides, des lipides et des protéines (Baliga et al., 2011). La vitamine C, agit comme un antioxydant, protège contre le stress oxydatif des tissus, et peut donc jouer un rôle important dans la prévention des maladies (Whitney et Rolfes, 2007).

La teneur en vitamines du complexe B est fonction du stade de maturation, les vitamines B2, B9, B12 se trouvent en quantités plus élevées au stade immature et les vitamines B1, B3, B5, B6 se sont révélées être abondantes dans les fruits mûrs (Aslam et al., 2013).

Tableau 6. Composition en vitamines en ($\mu\text{g}/100\text{ g}$) de la pulpe des dattes

	Minimum reporté	Maximum reporté	Apport nutritionnel recommandé
Vitamine (A) rétinol	3.0	44.7	900
Vitamine B 1 (Thiamine)	50	120	1200
Vitamine B 2 (Riboflavine)	60	160	1300
Vitamine B 3 (Niacine)	1274	2200	16000
Vitamine B 6 (pyridoxine)	165	249	1300
Vitamine B 9 (l'acide folique)	39	65	400
Vitamine C (l'acide ascorbique)	400	16000	90000

2.2.8. Les Composés Bioactifs

L'étude qualitative des dattes a révélé la présence de nombreuses classes de composés bioactifs à savoir les acides phénoliques, les stérols, les caroténoïdes, les anthocyanines, les procyanidines et les flavonoïdes (Al-Farsi et Lee, 2008). Ces composés sont des métabolites secondaires qui n'exercent pas de fonctions directes au niveau des activités fondamentales de l'organisme végétal, comme la croissance ou la production (Goli et al., 2004, Yilmaz, 2006).

2.2.8.1. Les acides phénoliques

Les études menées sur le profil phénolique des dattes ont révélé la présence de cinq acides hydroxybenzoïques (Acide gallique, Acide protocatéchique, Acide syringique, Acide vanillique et l'acide métagydroxybenzoïque) et six acides hydroxycinnamiques (Acide férulique, acide p-coumarique, acide caféïque, acide chlorogénique, l'acide cinnamique, et acide sinapique) (Mansouri et al., 2005 ; El Arem et al., 2012 ; Benmeddour et al., 2013 ; Al-Farsi et al., 2005b). La composition des dattes en acides phénoliques varie en fonction du stade de maturation, de la variété, des conditions géographiques, des conditions de stockage et d'autres facteurs environnementaux (Al Harthi et al., 2015 ; El Arem et al., 2012).

2.2.8.2. Les flavonoïdes

Les flavonoïdes présentent la plus grande classe de polyphénols. L'analyse qualitative des flavonoïdes de la datte a permis d'identifier dix-neuf flavonoïdes glycosylés de lutéoline, de quercétine et d'apigénine et leurs isomères. Ces flavonoïdes glycosylés ont été identifiés sous forme méthylée et sulfatée (Hong et al., 2006). La forme sulfatée des flavonoïdes glycosylés est un caractère spécifique des dattes puisqu'il n'a pas été identifié auparavant chez des fruits ou légumes (Hong et al., 2006). Ces flavonoïdes ont des fonctions biologiques diverses, notamment la protection contre le rayonnement ultraviolet (UV) et les phytopathogènes, la signalisation pendant la nodulation, la fertilité masculine, le transport d'auxine, ainsi que la coloration des fleurs comme signal visuel qui attire le pollinisateur (Ferreira et al., 2012). Plusieurs études récentes ont porté sur les bienfaits des flavonoïdes chez l'homme et ont montré que ces molécules ont une activité antioxydante, activités hépatoprotectrices, anti athérosclérotique, anti-inflammatoires, anti-thrombogénique, anti-ostéoporotique, anti-tumorale, antivirales, antibactériennes, antifongique mais aussi une prévention des maladies coronariennes (Agrawal, 2011).

2.2.8.3. Les anthocyanes

Les anthocyanes sont des pigments vacuolaires, hydrosolubles, ayant tous les couleurs du rouge au bleu. Ils sont largement distribués dans de nombreux fruits, légumes, céréales et fleurs et présentent des avantages potentiels pour la santé (Wang et al., 1997). Ces anthocyanes protègent la plante des

radiations ultraviolettes. Selon Al Farsi et al. (2005b) la quantité des anthocyanes, qui est corrélée avec la coloration du fruit, varie entre 0.24 et 1.52 mg de cyanidin 3-glucoside équivalent / 100g des dattes. Ces anthocyanines ont été détectées seulement dans les dattes fraîches, indiquant qu'elles peuvent être détruites lors du séchage au soleil (Al Farsi et al., 2005b). Cependant la datte peut ne pas être considérée comme une bonne source d'anthocyanines par rapport à d'autres fruits et légumes (Vayalil, 2012).

2.2.8.4. Les procyanidines

Les procyanidines ou les tanins condensés sont des polymères formés de deux ou plusieurs molécules de flavane-3-ols dits catéchiques ou de flavane-3,4-diols dit leucoanthocyaniques. Elles peuvent également résulter de l'union de ces deux types de molécules (Romani et al., 2006). Ils ont la propriété de libérer des anthocyanes en milieu acide, à chaud, par rupture de la liaison intermonomérique (Benchabane, 2007) constituent ainsi les principaux précurseurs des pigments bleu-violet et rouge dans les fruits (Baliga et al., 2011). Selon Benmeddour et al. (2013) les tanins condensés constituent la majeure partie des polyphénols des variétés de dattes algériennes avec un rapport en tanins condensés/ polyphénols totaux qui varient entre 0.44–0.82 et des taux de l'ordre de 82.81 à 525.06 de catéchine équivalente/100g de matière sèche.

2.2.8.5. Les caroténoïdes

Les caroténoïdes sont des molécules lipidiques appartenant à la famille des terpènes. Ils interviennent au niveau de l'antenne photo-collectrice qui permet le transfert de l'énergie lumineuse à la chlorophylle (Morin-Savy, 2005). Les caroténoïdes sont une source importante de Vitamine A et protègent la cellule contre les effets délétères des radicaux en agissant comme antioxydants (Di Mascio et al., 1991). Les dattes contiennent des teneurs très importantes en caroténoïdes allant de 913 µg/100g pour les dattes fraîches à 973 µg/100g pour les dattes sèches (Al-Farsi and Lee, 2008). Les caroténoïdes des dattes sont essentiellement, la lutéine, β-carotène et la neoxanthine, violaxanthine, and antheraxanthine (Al-Alawi et al., 2017). Les teneurs en β-carotène et en lutéine des dattes algériennes sont comprises entre 2.5 à 6.4 µg/100g et 28 à 156 µg/ 100g respectivement (Boudries et al., 2007 ; Al Farsi et al., 2005b). Le taux des caroténoïdes varie en fonction du stade maturation, de la couleur de variété et du temps de séchage au soleil (Baliga et al., 2011). Les dates peuvent être considérées comme une source modérée de caroténoïdes par rapport aux autres fruits secs. Bien que tous les caroténoïdes ne jouent pas le rôle de provitamine A, les dattes sont susceptibles de contribuer à la satisfaction des besoins humains en vitamine A (Al-Farsi and Lee, 2008).

1.3.8.6. Les stérols

La pulpe des dattes contient de nombreux phytostérols qui sont des molécules qui ressemblent structurellement au cholestérol. Kikuchi et Miki (1978) ont analysé les stérols des fruits de la datte et ont observé qu'ils contiennent du cholestérol, du campestérol, du stigmastérol, du β -sitostérol et de l'isofucostérol.

2.3. Les bienfaits et vertus de la datte sur la santé

2.3.1. Les dattes en médecine traditionnelle

L'utilisation des dattes en médecine traditionnelle remonte à la plus haute antiquité. Les dattes et leurs noyaux font une partie intégrante de la phytothérapie au Moyen-Orient et en Inde et surtout chez les populations oasiennes des régions phœnicicoles.

En médecine ayurvédique la datte est utilisée comme un remède pour les dents et les problèmes de gencives, les infections des voies urinaires, des voies respiratoires, les troubles cardio-vasculaires, hépatiques, rénaux et nerveux. La datte est utilisée pour traiter la tuberculose, l'asthme, le hoquet, la cystite, la lèpre, la gonorrhée, l'anémie, la sciatique, des problèmes de peau, l'œdème, la septicémie, le dysfonctionnement cognitif, l'anxiété, la psychose, paralysie musculaire, la fatigue, la déshydratation excessive, les douleurs abdominales, les vomissements, la dysenterie, les troubles psychotiques et d'autres affections du système nerveux. Elle augmente le nombre de spermatozoïdes et le désir sexuel. Elle est diurétique, engraisseante et elle lutte contre l'intoxication alcoolique (Shanmugapriya et Patwardhan., 2012 ; Vyawahare et al., 2009 ; Ateeq et al., 2013 ; Khare, 2007).

Les noyaux des dattes sont utilisés pour traiter l'opacité cornéenne et pour soulager les maux de tête et la migraine. Ils sont appliqués sur les plaies pour réduire l'inflammation et ramollir les tissus enflammés. Ils sont également utilisés comme un expectorant, laxatif et pour traiter l'asthme, la gonorrhée (Ateeq et al., 2013).

La fleur de la plante est utilisée comme purgatif, expectorant, tonique pour le foie et pour traiter les troubles de la crase sanguine. Les grains de pollen du palmier dattier ont été utilisés dans la pratique locale égyptienne pour améliorer la fertilité chez les femmes et pour traiter la stérilité des hommes (Vyawahare et al., 2009 ; El-Neweshy et al., 2013).

Au Maroc les dattes sont traditionnellement utilisées pour traiter l'hypertension et le diabète selon une enquête ethnopharmacologique menée par Tahraoui et al. (2007) à la province d'Errachidia. Selon une autre enquête menée par El Rhaffari et Zaid et al. (2002) au Sud-Est du Maroc les dattes sont utilisées pour traiter la fatigue, la diarrhée, les maladies de la gencive, la pharyngite, l'amygdalite, l'inflammation, la métrorragie, arythmie, énurésie infantile et la rhume.

2.3.2. Les études pharmacologiques

De nombreuses études pharmacologiques ont été effectuées pour vérifier les indications thérapeutiques rapportées par les tradipraticiens. Ci-après quelques travaux de recherche qui ont été fait pour étudier les effets biologiques et physiologiques des dattes.

2.3.2.1. L'activité Neuroprotectrice

Al Qarawi et al. (2008) ont montré que le traitement des rats, atteints de néphrotoxicité induite par la gentamicine, par des extraits de pulpe et du noyau des dattes réduit significativement les concentrations plasmatiques de créatinine et de l'urée marqueurs de nécrose des tubules rénaux proximaux.

2.3.2.2. L'activité anti-inflammatoire

L'administration orale de l'extrait méthanolique et aqueux de la pulpe des dattes et de l'extrait méthanolique des noyaux des dattes a montré une réduction significative du gonflement du pied induit par l'arthrite à adjuvant chez le rat de 67,8, 61,3% et 35,5% respectivement. L'extrait méthanolique de la pulpe, qui est le plus puissant, a réduit la vitesse de sédimentation érythrocytaire et le taux fibrinogène plasmatique et il a maintenu la concentration plasmatique d'antioxydants (vitamin C, E et A et β -carotène) (Mohamed et Al-Okbi., 2004).

2.3.2.3. L'activité hépatoprotecteur

L'étude de Saafi et al. (2011) a montré que l'extrait de pulpe a un effet protecteur sur le foie de rats exposés au diméthoate. Le traitement de ces derniers par cet extrait induit une diminution du taux plasmatique des enzymes hépatiques (transaminases, des phosphatases alcalines, gamma glutamyl-transférase et le lactate déshydrogénase) et du taux de malondialdéhyde hépatique et améliore les dommages histologiques en diminuant le niveau de vacuolisation, la nécrose, la congestion, l'inflammation et l'élargissement de sinusoides. Le même résultat a été observé par Al Qarawi et al, (2004) en utilisant le tétrachlorure de carbone (CCl_4).

2.3.2.4. L'activité antimutagène

L'étude de Vayalil (2002) menée en utilisant le test de mutagénicité (Ames) a montré que l'extrait de la datte a un effet antimutagène. L'extrait provoque une inhibition dose-dépendante de l'effet mutagène induit par benzo[a]pyrene chez souches TA-98 et TA-100 de Salmonella. Cet effet est probablement dû à la présence des proanthocyanidines, des anthocyanes, de β -Carotène, des acides phénoliques et de sélénium signalés comme possédant des effets antimutagènes (Baliga et al., 2011).

2.3.2.5. L'activité hypolipémiante et anti-athérogène

L'étude de Pushpa et Jayachitra (2015) a montré que l'administration orale de l'extrait éthanolique de dattes, à des rats traités par le triton WR-1339, a diminué significativement la concentration plasmatique du cholestérol total, de triglycérides, de VLDL et LDL. Toutefois il a augmenté le taux de HDL et de SOD. Le même résultat a été trouvé par Hasan et al. (2010) en utilisant des lapines exposées à un régime riche en cholestérol.

Dans une autre étude Borochoy-Neori et al. (2013) ont montré que l'extrait éthanolique et acétonique des dattes sont capables d'inhiber l'oxydation de LDL par Cu^{2+} et par l'AAPH. Ces extraits stimulent la libération du cholestérol à partir des macrophages. Sachant que l'accumulation du cholestérol dans les macrophages spumeux initiés l'athérogénèse et l'oxydation des LDL améliore le développement et la progression de la maladie. Les extraits de dattes possèdent une activité anti-athérogène.

2.3.2.6. L'activité immunostimulatrice

Karasawa et al. (2011) ont démontré que l'extrait de dattes renforce le système immunitaire cellulaire. En particulier, il stimule les lymphocytes T auxiliaires (Th1). Dans une autre étude, Karasawa et Otani. (2014) ont montré que l'extrait des dattes peut réduire significativement les symptômes allergiques chez les souris par une diminution du nombre des lymphocytes T auxiliaires de type 2 (Th2) et une suppression de l'expression de kinases impliquée dans la dégranulation des mastocytes et la différenciation des cellules (Th2).

2.3.2.7. L'activité gonadotrope

L'étude d'El-Mougy et al. (1991) a prouvé que l'extrait de dattes augmente le nombre de spermatozoïdes chez les porcs. L'extrait améliore aussi la spermatogénèse et augmente la concentration de la testostérone, d'hormone folliculostimulante (FSH) et d'hormone lutéinisante (LH) chez le rat.

2.3.2.8. L'activité anticancéreuse

L'étude menée par Ishurda et John (2005) a montré que les glucanes extraits de dattes présentent une activité anticancéreuse dose dépendante avec une activité optimale à une dose de 1 mg / kg. Ces résultats ont été observés chez des souris porteuses des tumeurs solides causées par le sarcome 180.

2.3.2.9. L'activité anti-ulcère

Le prétraitement par l'extrait aqueux et éthanolique pendant 14 jours améliore nettement la sévérité de l'ulcération gastrique induite par l'éthanol chez le rat. En particulier ils réduisent la concentration de mucine et de l'histamine dans la muqueuse gastrique et de la gastrine dans le plasma et améliore les indices histologiques tels que la nécrose, l'hémorragie, la congestion, l'œdème et l'indice d'ulcère dans les sections de l'estomac (Al-Qarawi et al., 2005).

2.4. La transformation des dattes

Une quantité très importante de la production annuelle en dattes correspondant aux dattes dites secondaires ou de faible valeur marchande provenant d'un système de production inadéquat ou marginal, de reliquat des opérations de conditionnement, des rebuts des variétés nobles et aux fruits qui tombent des palmiers est généralement incorporées dans l'alimentation animale ou délaissées. Ceci représente un manque économique à gagner et une perte de gisement de biomasse. Les populations oasiennes ont développé un savoir-faire local dans la transformation de cette quantité de dattes qui ne sont pas consommés, ou consommables en divers produit brut ou finis, destinés à la consommation humaine ou animale et à l'industrie (Estanove, 1990) ce qui permet de prolonger la durée de consommation de ces aliments au-delà de sa saison et de profiter ainsi toute l'année de ses qualités nutritionnelles.

On distingue deux types de transformations de dattes la transformation technologique basée sur des procédés industriels et la transformation biotechnologique basée sur la bioconversion et la transformation des substances organiques de la datte. La figure 3 illustre les différentes opérations de transformation technologique et biotechnologique de dattes et leurs noyaux.

4.1. La transformation technologique

4.1.1. Les farines de dattes

La farine de dattes peut être fabriquée à partir de dattes sèches ou susceptibles de le devenir après dessiccation. Le séchage de dattes a pour objectif de diminuer l'activité de l'eau et d'augmenter la concentration de sucre pour assurer une bonne conservation (Al-Shahib et Marshall, 2003). Cette farine est utilisée comme ingrédient en biscuiterie, pâtisserie, yaourt et dans les aliments pour enfants et ceci grâce à sa richesse en sucre (Benamara et al. 2008 ; Harrak et Boujnah, 2012).

4.1.2. La pâte de datte

Les dattes molles, demi-molles ou ramollies par humidification sont utilisées dans la fabrication, par broyage, de pâte de datte. La consistance de la pâte peut être ajustée soit en ajoutant le sirop de dattes s'elle est sèche ou la farine de dattes (Harrak et Boujnah, 2012).

La pâte de dattes est utilisée en biscuiteries et en pâtisserie dans la préparation des gâteaux, des glaces, des crèmes (Espaird 2002).

D'autres produits, peuvent être mélangés avec la pâte pour améliorer sa valeur nutritive des tourteaux de sésame, d'arachide et de la poudre de lait. La pâte peut être mélangée aussi avec des fruits confits, des écorces d'agrumes, de la pulpe de noix de coco la farine d'amande douce ou des noix pour constituer des friandises (Harrak et Boujnah, 2012).

4.1.3. Le jus et sirop de dattes

Le sirop de la datte appelé localement « Tahlaout » est un produit obtenu par épuisement à l'eau des dattes de qualité secondaire, trop molles ou susceptible de le devenir après trempage, des écarts de tri et des déchets de dattes de bonne qualité. Le processus de fabrication consiste à découper ces dattes, ajouter de l'eau, chauffer pour faciliter la diffusion des sucres et des composantes solubles de la datte et filtrer le mélange à travers un tissu de mailles étroites. Le jus de couleur brune dorée obtenu est ensuite concentré jusqu'à l'obtention d'un sirop titrant environ 50% d'extraits secs solubles au réfractomètre (Episard, 2002 ; Harrak et Boujnah, 2012). La concentration du sirop sous vide à basse température peut améliorer la qualité des sirops en diminuant la production des hydroxy méthyl furfural (HMF) de saveur amère et astringente.

4.1.4. Confiture de dattes

La confiture est préparée en faisant cuire le broyat de dattes dénoyautées et découpées en petits morceaux dans de l'eau pendant 2 heures pour obtenir une purée ayant un Brix de 30 degrés. Ensuite le mélange subi une concentration dans des bassines ouvertes sous agitation et dans de faibles températures ($\geq 65^{\circ}\text{C}$) pour éviter la caramélisation et réduire la dégradation de pectine. La pectine et l'acide citrique sont ajoutés à la fin de cuisson quand le mélange atteint environ 58% d'extraits secs solubles au réfractomètre (Harrak et Boujnah, 2012).

4.2. La transformation biotechnologique

4.2.1. Vinaigre de dattes

Les dattes sont utilisées dans la fabrication du vinaigre par le biais d'une double fermentation combinée: anaérobie et aérobie. Cette bioconversion fait intervenir la levure, *Saccharomyces cerevisiae*, naturellement présente sur les dattes et qui assure une fermentation alcoolique des sucres et l'acetobacter qui transforme l'alcool éthylique en acétique par oxydation. Selon Episard, (2002), la fermentation de 100 kg de dattes non dénoyautées contenant 55% de sucre sur poids total peut produire 600 L de vinaigre à 7°

4.2.2. Alcool et vin de dattes

La production d'alcool à partir des dattes est connue depuis la plus haute antiquité. Il repose principalement sur l'utilisation de la culture de *Saccharomyces cerevisiae* et/ou *Saccharomyces uvarum* (Kaidi et Touzi ; 2001). La production d'éthanol pur n'est pas assez rentable car la production de 25L d'éthanol pur nécessite 200kg de dattes (Munier, 1973) mais selon Episard, (2002) cette quantité peut produire 34 à 60 L d'éthanol pur. Ainsi la production de vin avec un pourcentage d'alcool modéré est plus rentable. Cependant la fabrication de l'alcool de dattes est soumise à une réglementation sévère, lorsqu'elle n'est pas prohibée. De plus, elle est soumise à des taxations qui rendent ce produit onéreux.

4.2.3. La production de levure

Le jus de dattes, par sa richesse en sucre, peut servir comme matière première de base à la fabrication de levures alimentaires pour subvenir aux besoins des populations présentant des carences protéiques. Les dattes peuvent servir aussi à la production de la levure boulangère (*Saccharomyces cerevisiae*). Des travaux de Nancib et al. (1997) ont montré que le jus de dattes enrichi en hydrolysats et en cendres de noyaux de dattes constitue un bon milieu de culture pour la production de *Saccharomyces cerevisiae*. Les travaux menés par Alemzadeh et Vosoughi, 2002 ont montré que l'utilisation d'un jus de dattes à 20% de sucres fournit 32.62% de levures.

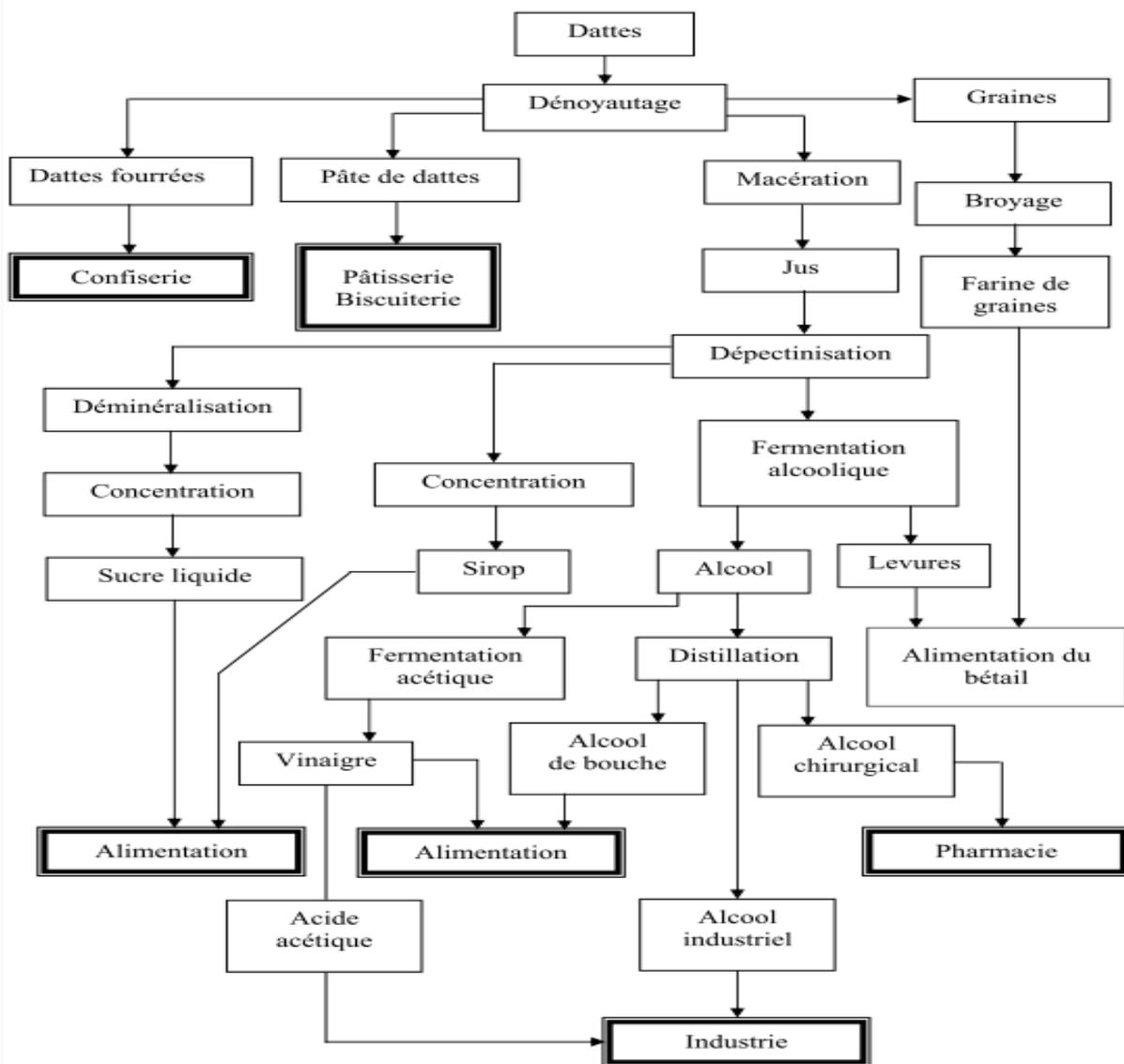


Figure 3. Les opérations de transformation de dattes (Estanove, 1990)

Chapitre I :

L'étude nutritionnelle transversale

1. Introduction

La région de Tafilalet est connue par tous les Marocains depuis des lustres comme une zone à vocation phoenicicole. Ce secteur permet la subsistance de nombreuses familles dont les moyens d'existence reposent sur l'exploitation du palmier dattier, des cultures sous-jacentes et des sous-produits que cet arbre prodigue dans un milieu aux ressources particulièrement limitées.

L'objectif de ce chapitre est de mettre le point sur :

- La consommation des dattes en déterminant à la fois, la quantité, les raisons et la période de consommation.
- L'utilisation des dattes et ses produits en médecine traditionnelle et en cosmétique et les modes de préparation et les variétés utilisées pour ces objectifs.
- La commercialisation des dattes et surtout l'état préféré d'achat, le lieu d'achat, la quantité achetée et les critères pris en charge lors de l'achat.
- L'exploitation agricole qui comporte sur la quantité produite, variétés exploitées et la destination de la production.
- Et enfin la détermination des variétés les plus connues et les plus consommées.

2. Méthodes

2.1. Nature de l'étude

Nous avons réalisé une étude nutritionnelle de type transversale visant à décrire la consommation des dattes et ses différentes utilisations dans un échantillon représentatif de la province d'Errachidia par le biais d'une enquête d'opinion. Cette étude s'est déroulée entre février et juin de l'année 2014.

La conception de cette étude repose sur le modèle des croyances relatives à la santé (Health Belief Model) (Champion et Skinner, 2008)

2.2. La zone d'étude

L'enquête s'est déroulée sur l'ensemble des communes rurales et urbaines de la province d'Errachidia (figure 1). La population de cette région est estimée à 415963 dont 53.86% vit en milieu rurale (RGPH, 2014).

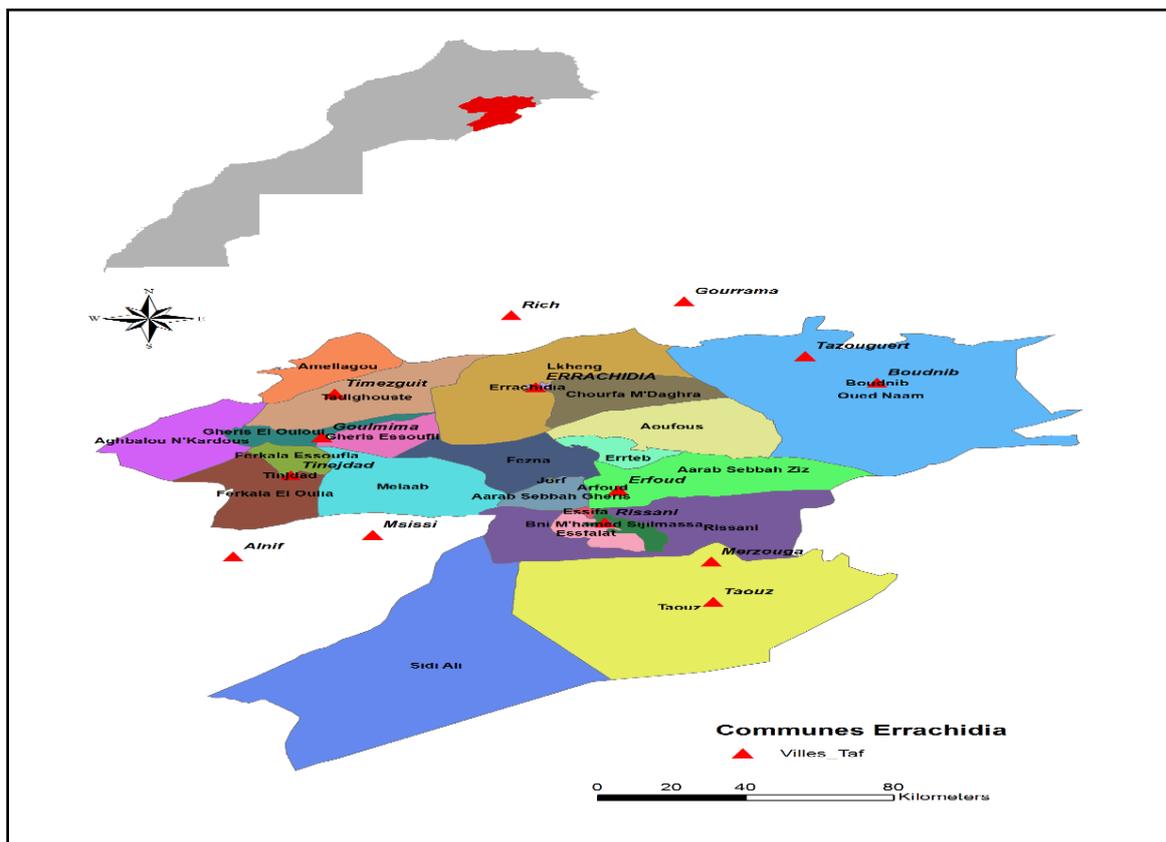


Figure 1. Les communes de la province d'Errachidia

2.3. Population

Les critères d'inclusion : l'étude a concerné la population adulte, hommes et femmes âgés de 18 ans et plus, vivant en milieu urbain ou rural résidant dans la province d'Errachidia.

Pour une plus grande accessibilité à la population cible, nous avons choisi de réaliser notre enquête le jour du souk pour la population rurale et les jours des marchés pour la population urbaine.

Les critères d'exclusion : les personnes âgées de moins de 18 ans et les personnes atteintes de maladies mentales étaient considérées comme inéligibles.

2.4. Taille de l'échantillon

La taille de l'échantillon aléatoire simple est déterminée en utilisant la formule statistique suivante :

$$n = \frac{Z^2 \times P (1 - p)}{m^2}$$

n = taille de l'échantillon

z = niveau de confiance selon la loi normale centrée réduite (pour un niveau de confiance de 95%, $z = 1.96$)

p = proportion estimée de la population qui présente la caractéristique (lorsque inconnue, on utilise $p = 0.5$ ce qui correspond au cas le plus défavorable c'est-à-dire la dispersion la plus grande)

m = marge d'erreur tolérée. Dans notre cas, on a adopté cette marge à 5%

Pour calculer une proportion avec un niveau de confiance de 95% et une marge d'erreur à 5% :

$$\Rightarrow n = (1.96)^2 \times (0,5) (1-0,5) / (0.05)^2 = 384.16$$

Donc pour effectuer une étude nutritionnelle suffisamment fiable, à une marge d'erreur de 5% nous avons besoin d'**environ 400 répondants**.

2.5. Plan d'échantillonnage

Il s'agit d'un échantillonnage aléatoire en grappes stratifié à deux degrés. L'unité d'observation était la commune dans laquelle la personne enquêtée a été sollicitée à la sortie du souk ou du marché en recrutant alternativement un homme puis une femme dans chaque commune sélectionnée.

Un minimum de 400 personnes a été sollicité dans chacune des deux grappes urbaine et rurale. Les communes représentatives de chaque grappe ont été tirées au sort et le nombre des personnes interrogées est proportionnel au nombre démographique de la commune. Le détail de la taille de l'échantillon des communes qui ont été tirés au sort est donné dans le tableau 1.

Tableau 1. Nombre d'habitants et des participants des communes

	Communes	Taille de la population N	Taille de l'échantillon n
Urbain	Errachidia	92374	288
	Moulay Ali Cherif	22239	69
	Boudnib	11373	43
	Goulmima	16419	74
	Tinjdad	8942	36
Rural	Ferkla El Oulia	22722	112
	Gheris El Oului	12343	59
	Tadighoust	6243	31
	Melaab	17363	86
	Lkheng	14177	57
	Chorfa M'Daghra	14312	66

2.6. La collecte des données

L'enquête sur terrain a été réalisée par des étudiants de la Licence Biologie et Santé de la Faculté des Sciences et Techniques d'Errachidia. Ces derniers ont été formés afin de standardiser la collecte des données. Pour minimiser les biais d'information d'ordre culturel et linguistique, des binômes d'enquêteurs (Homme / Femme) maîtrisant les langues Amazigh et Arabe ont été constitués. Cinq binômes d'enquêteurs ont été mobilisés pour la réalisation de cette étude.

Le questionnaire utilisé lors de cette enquête a été élaboré selon la méthode de focus groupe qui est efficace pour aborder en groupe des questions qui sont liées aux attentes, aux opinions, aux représentations, aux valeurs, ou aux niveaux de satisfaction des individus (Kitzinger et al., 2004). Une enquête pilote a été conduite sur un échantillon réduit de participants (n=20 personnes) pour dégager les items qui posent un problème de compréhension ou d'enchaînement logique des questions et donner des alternatives en cas de difficulté technique. Ensuite, certains items du formulaire ont été rectifiés avant le démarrage de l'enquête.

Le questionnaire comprend plusieurs items avec des modalités variées de réponse (**voir annexe**).

- ✓ **Les informations démographiques et socio-économiques :** cette partie du questionnaire a été dédiée à la collecte des informations personnelles relatives à la personne enquêtée (sexe, âge, statut matrimonial, habitat, niveau d'instruction, la profession et la taille de ménage).

- ✓ **La consommation des dattes** : cette partie comprend un panel de questions en lien avec les raisons, les habitudes (fréquence, quantité, forme) et la période préférée de consommation des dattes (moments de la journée, saison, événement).
- ✓ **Les informations sur l'achat** : cette partie comprend des questions sur l'état préféré, le lieu d'achat, la quantité achetée, l'emballage préféré, les critères pris en charge et les causes d'insatisfaction lors de l'achat.
- ✓ **L'exploitation agricole** : cette partie comporte des questions sur le nombre de pieds, les variétés exploitées et la destination de la production.
- ✓ **L'utilisation médicinale** : les questions de cette partie couvrent les variétés de dattes utilisées, le mode de préparation et les maladies traitées.
- ✓ **L'utilisation cosmétique** : les personnes enquêtées ont été interrogées sur les variétés de dattes utilisées, la partie utilisée, le mode de préparation, le mode et le but d'utilisation.
- ✓ **Les variétés les plus connues et les plus consommées** : deux questions ouvertes dans lesquelles le sujet interrogé cite les cinq variétés les plus consommées et les plus connues.

3. Aspect éthique et budget

Les répondants à cette enquête d'opinion sont informés que le questionnaire est complètement anonyme. L'exploitation des données est réalisée dans un cadre strict de la recherche universitaire. Tous les frais de la réalisation de cette étude ont été financés par l'équipe de recherche : Biologie Environnement et Santé, FST-UMI.

2.7. Exploration et exploitation statistique des données

2.7.1. Traitement des données recueillies

Les données recueillies ont été codifiées et saisies au fur et à mesure. Un processus de double contrôle qualité a été mis en place pour la saisie des questionnaires.

2.7.2. Analyses des données

L'analyse des données a été réalisée avec le logiciel STATVIEW 5.0 (open source). Les variables qualitatives ont été décrites par le nombre d'observations et le pourcentage de chaque catégorie. Les variables quantitatives ont été exprimées en termes de moyenne arithmétique \pm écart type. Le test du Khi-carré de Pearson a été utilisé pour tester les associations entre différentes variables qualitatives. Après la vérification de la normalité et de l'homoscédasticité dans le cas des distributions quantitatives, l'analyse de variance ANOVA a été appliquée en fonction des facteurs étudiés, suivi d'un test post hoc Bonferroni/Dunn. Le seuil de signification des tests statistiques a été fixé à 5%

3. Résultats et discussion

3.1. Description de l'échantillon de l'enquête

Un total de 960 personnes a été ciblé. Une proportion de 4.23% des enquêtés ont refusé de participer à l'étude pour de nombreuses raisons : manque de temps ou d'intérêt, crainte, ignorance par rapport à ce genre d'études. D'autres ne voulaient pas donner d'informations sur leur alimentation ou sur leur état de santé. 97.44% des refus étaient d'origine rurale et 82.05% étaient de sexe féminin.

Tableau 2. Taux de participation à l'étude en fonction du milieu et du sexe.

	Echantillon Total			Urbain			Rural		
	Total	M	F	Total	M	F	Total	M	F
Participants	921	486	436	510	250	260	411	236	175
Refus	39	7	32	1	1	0	38	6	32
Total	960	493	469	511	251	260	449	242	207
Taux de participation (%)	95.94	98.58	92.96	99.80	99.60	100	91.54	97.52	84.54

3.2. Données sociodémographiques

3.2.1. Origine et sexe

Dans l'ensemble 921 sujets ont répondu au questionnaire, parmi eux 52,77% étaient de sexe masculin, soit un sexe-ratio H/F de 1,12. En ce qui concerne le lieu d'habitat, 55,37% des personnes interrogées résidaient dans des communes urbaines et 44,63% dans des communes rurales. Les hommes représentaient 49,02% et 57,42% dans les communes urbaines et rurales, respectivement. Les traditions, la pudeur et la timidité sont probablement derrière le taux élevé des femmes qui ont refusé à participer à l'enquête (Tableau 2).

Le rapport proportionnel des personnes de sexe masculin était supérieur à celui rapporté par le dernier RGHP 2014 qui était de 49,11% alors que le taux d'urbanisation était légèrement différent et se situait à 46,14% en 2014.

3.2.2. Statut matrimonial

La répartition proportionnelle des participants à l'étude selon le statut matrimonial, était: 15,42% de célibataires, 72,10% mariés, 3,47% divorcés et 9,02% veufs. La proportion des mariés était plus élevée en milieu rural qu'en milieu urbain et ceci peut être dû au mariage précoce en milieu rural qu'en milieu urbain (Tableau 3).

Les résultats concernant les divorcés et les veufs étaient supérieurs à ceux du recensement 2014 où les proportions étaient de 1,8% et 3,9% respectivement. Les pourcentages des participants

célibataires et des maries étaient largement différents de ceux du recensement 2014 qui étaient de 53.1% et 41.5% respectivement.

Tableau 3. Répartition de l'échantillon en fonction du statut matrimonial

Les tranches d'Age	Echantillon			Habitat	
	Male	Femelle	Total	Urbain	Rural
Célibataire	21.16	10.11	15.42	14.51	16.54
Marié (e)	79.22	64.14	72.10	68.23	76.88
Divorcé (e)	0.62	6.67	3.47	4.70	1.95
Veuf (vé)	0	19.08	9.02	12.55	4.62

3.2.3. Taille de ménage

La taille moyenne des ménages dans la population étudiée oscillait entre 1 et 17 personnes avec une moyenne de 5.24 ± 1.83 . La taille moyenne des ménages en milieu rural (5.72 ± 1.59) était significativement ($p < 0.05$) comparable de celle du milieu urbain (4.85 ± 1.92). Les résultats concernant la taille moyenne des ménages étaient comparables à ceux du recensement 2014 qui variait entre 4.9 en milieu urbain et 6.1 en milieu rural.

3.2.4. L'âge

La moyenne d'âge était de 43.30 ± 13.73 ans avec une étendue qui varie entre 18 et 82 ans. La répartition des sujets par tranches d'âge de 10 ans est présentée dans le tableau 4.

Les personnes âgées de 20 à 59 ans représentaient 85,12% alors que les personnes âgées de 60 ans et plus représentaient 13.36 %. Ces résultats ne sont pas comparables à ceux du recensement de 2014 avec 50.4 % et 9.3 % respectivement pour les deux tranches d'âge.

Tableau 4. Répartition des participants en fonction des tranches d'âge

Les tranches d'Age	Echantillon			Habitat	
	Male	Femelle	Total	Urbain	Rural
< 20	2.26	0.66	1.52	2.16	0.73
20 – 29	19.55	13.25	16.83	12.16	22.63
30 – 39	18.52	26.27	22.69	21.96	23.60
40 – 49	25.93	25.17	26.06	30.78	20.19
50 – 59	21.60	16.56	19.54	19.80	19.22
60 – 69	10.29	8.83	9.77	9.02	10.71
>= 70	1.85	5.30	3.58	4.12	2.92

3.2.5. Niveau d'instruction

La répartition proportionnelle des personnes interrogées selon le niveau d'éducation (Tableau 5) était comme suit : 26.17% ont un niveau secondaire, 18.57% le niveau primaire, 18.57% sont des analphabètes, 15.96% ont suivi leur formation à l'école coranique, 13.14% le niveau universitaire et 2.50% ont suivi une formation agricole. La proportion d'analphabétisme en milieu rural (23.36%) est plus importante par rapport à celle du milieu urbain (14.71%). Dans la population étudiée, en milieu urbain, plus que 48% ont un niveau secondaire au minimum alors que 64.72% en milieu rural ont niveau primaire au maximum.

Tableau 5. Répartition de l'échantillon en fonction du niveau d'instruction

Niveau d'instruction	Echantillon			Habitat	
	Male	Femelle	Total	Rural	Urbain
Analphabète	9.88	28.28	18.57	23.36	14.71
Ecole coranique	13.99	18.16	15.96	18.49	13.92
Primaire	23.87	12.64	18.57	22.87	15.10
Secondaire	28.81	23.22	26.17	22.63	29.02
Universitaire	19.14	6.44	13.14	5.84	19.02
Agricole	2.26	2.76	2.50	5.60	0.00
Autre	2.06	8.51	5.10	1.22	8.24

3.2.6. Profession

La répartition proportionnelle des personnes interrogées selon la profession était comme suit: 24.48% de la population étudiée sont inactifs ou retraités, 17.05% de fonctionnaires, 16.17% des employés, 13.33% des commerçants et 10.16% des agriculteurs. Le milieu urbain est caractérisé par l'abondance des employés (20.59%) et des fonctionnaires (20.20%) alors que le milieu rural contient plus d'exploitants agricoles (17.28%) et de commerçants (16.54%). Les femmes constituent la grande partie de personnes inactives c'est-à-dire qu'elles n'exercent pas d'activité rémunératrice. Ce sont des femmes au foyer (Tableau 6).

La proportion de la population active dans notre échantillon était comparable à celle du RGHP, (2014) où une proportion de 38.7% était notée.

Tableau 6. Répartition de l'échantillon en fonction de la profession.

Les tranches d'Age	Echantillon			Habitat	
	Male	Femelle	Total	Rural	Urbain
Inactive	5.14	33.33	18.46	13.38	22.55
Etudiants	6.58	3.68	5.21	7.54	3.33
Employé	14.20	18.16	16.07	10.46	20.59
Cadre	4.94	4.14	4.56	4.14	4.90
Retraité	10.08	2.53	6.51	9.73	3.92
Commerçant	17.90	8.05	13.25	16.30	10.78
Artisan	0.62	2.07	1.30	1.70	0.98
Ouvrier	12.96	0.46	7.06	5.84	8.04
Agricole exploitant	11.93	8.05	10.10	17.03	4.51
Fonctionnaire	14.61	19.54	16.94	12.90	20.20
Autre	1.03	0	0.54	0.97	0.20

3.3. Consommation des dattes

La proportion de population étudiée ayant déclaré consommer des dattes est très forte (93, 92%). Ainsi, en se basant sur ces résultats on peut dire que la quasi-totalité de la population de la province d'Errachidia consomme des dattes à un moment ou un autre (Figure 2).

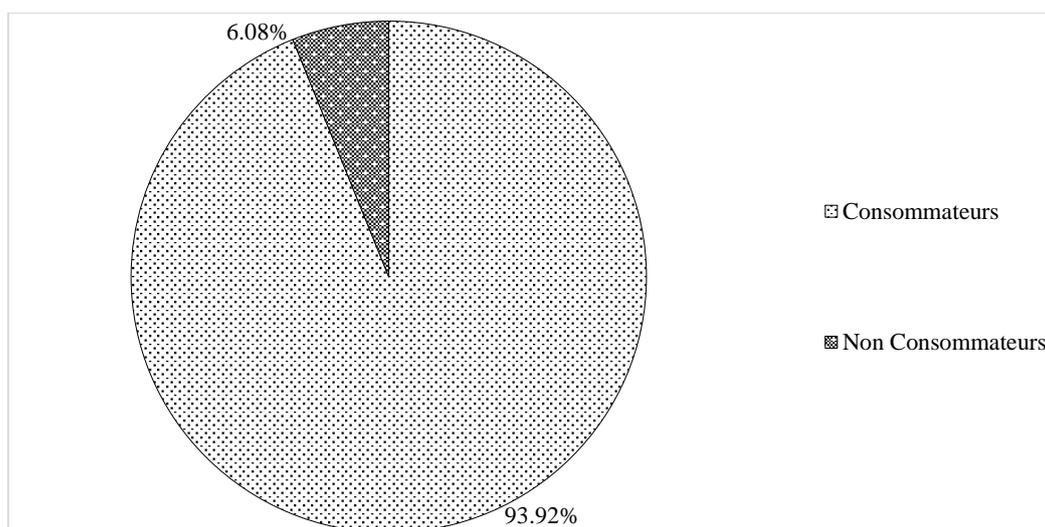


Figure 2. Répartition des participants selon la consommation des dattes.

Parmi les non-consommateurs, 83.93% ne le sont pas à cause de problèmes de santé et 16.07%, ne les consomment pas à cause du goût.

Concernant les raisons de consommation (Tableau 7), 21.42% consomment les dattes pour leur teneur en sucre, 25.20% déclarent que la consommation des dattes fait partie de leurs habitudes et de leurs traditions, 17.27% les considèrent comme un aliment de base, 14.92% pour les vitamines et 14.07% les consomment pour des raisons religieuses. Les raisons de consommation sont presque les mêmes entre les participants du milieu urbain et du milieu rural. Les résultats montrent que peu de participants consomment des dattes à cause d'autres composants autres que les sucres.

Tableau 7. Raisons de consommation des dattes selon les participants

	Echantillon Total%	Urbain %	Rural %
Religion	14.07	11.21	17.71
Tradition	8.41	5.18	12.53
Habitude	16.79	16.85	16.71
Nourriture de base	17.27	16.46	18.30
Sucre	21.42	22.56	19.97
Vitamines	14.92	18.10	10.86
Polyphénols	0.59	0.39	0.84
Minéraux	4.67	7.21	1.42
Fibres	1.62	1.57	1.67
Autre	0.26	0.46	0.00

3.4. La quantité et la fréquence de consommation

En ce qui concerne la fréquence de consommation des dattes (Tableau 8), presque 56% des personnes interrogées ont déclaré qu'elles consomment les dattes de manière quotidienne. Une corrélation très significative ($V \text{ cramer} = 0.736$; $p < 0.001$) a été observée entre l'habitat et la fréquence de consommation. La proportion de la population qui consomme les dattes au minimum deux fois par jour est de 87.78 % en milieu rural contre 16.87% en milieu urbain.

En milieu urbain, trois quarts (75%) de la population ont indiqué qu'elles consomment les dattes au minimum une fois par semaine.

L'analyse de corrélation montre, une faible relation entre le sexe et la fréquence de consommation ($V \text{ cramer} = 0.111$; $p > 0.05$).

Tableau 8. Répartition de l'échantillon en fonction de la fréquence de consommation et de nombre de dattes par prise.

		Echantillon			Habitat	
		Male (%)	Femelle (%)	Total (%)	Urbain (%)	Rural (%)
Fréquence de consommation	Une fois par jour	8.85%	5.75%	7.38%	8.82%	5.60%
	2 fois par jour	16.67%	17.24%	16.94%	9.22%	26.52%
	3 fois par jour	17.70%	15.40%	16.61%	4.71%	31.33%
	> Trois fois par jour	16.26%	13.56%	14.98%	2.94%	29.93%
	Une fois par semaine	17.70%	17.70%	17.70%	26.67%	6.57%
	Deux fois par semaine	11.52%	17.70%	14.44%	26.08%	0.00%
Nombre de dattes par prise	Trois fois par semaine	11.32%	12.64%	11.94%	21.57%	0.00%
	Une datte	0,82%	0,92%	0,87%	1,57%	0,00%
	Trois dattes	1,24%	1,84%	1,52%	2,75%	0,00%
	Cinq dattes	17,32%	20,00%	18,59%	29,80%	4,63%
	> Cinq dattes	48,45%	45,52%	47,07%	49,22%	44,39%
	> Dix dattes	27,42%	28,74%	28,04%	16,67%	42,20%
	Autre	4,74%	2,99%	3,91%	0,00%	8,78%

Concernant le nombre moyen de dattes consommées à chaque prise (Tableau 8), 93.70% des personnes interrogées consomment au minimum cinq dattes par prise.

Les résultats de cette étude montrent que le nombre de dattes consommées en chaque prise est moyennement corrélé avec l'habitat (V cramer =0.459 ; $p < 0.001$). En milieu rural 86.59% des participants à l'étude affirment qu'ils consomment plus de cinq dattes à chaque prise contre 65.89% seulement en milieu urbain.

Si on considère que le poids moyen des dattes consommées est de 10 g et en tenant compte de la fréquence et du nombre moyenne des dattes consommées à chaque prise, la quantité annuelle de datte consommée sera 73 Kg/personne en milieu rural contre 7.3 Kg/ personne seulement en milieu urbain.

La grande quantité de dattes consommée en milieu rural peut être expliquée par, la disponibilité des dattes en grande quantité et à petit prix dans la zone d'étude puisque la plupart des habitants cultivent des dattes et parce que les dattes constituent un aliment de base chez la population rurale. De plus, l'ouverture de la communauté oasisienne, qui habite en milieu urbain, sur le monde extérieur (mouvement de population, économie de marché, etc.) a provoqué un changement radical dans les

habitudes et le modèle alimentaire de ces populations qui est basé sur les céréales (couscous, pain, pâtes, etc.). Les protéines animales et les dattes ne sont consommées que rarement.

Les valeurs observées dans notre étude restent très supérieures à la moyenne nationale (2,82 kg/personne) établie sur 11 ans (1987-1997) mais comparables à la quantité consommée au sein des zones phoenicicoles (15 kg/personne) rapporté par Harrak et Chetto (2001). Cette quantité (7.3 -73Kg/personne) semble normale puisque la zone d'étude est une région oasienne caractérisée par l'abondance des dattes. De plus, la plupart des habitants du milieu urbain ont des familles au milieu rural qui leur en apportent.

À l'échelle internationale, la quantité rapportée dans cette étude est proche de celles des autres pays producteurs : Arabie Saoudite (28,9), Egypte (10,8) et Tunisie (6,8) (Chetto et al., 2005).

3.5. Période, Saison et Evénement de consommation

Les résultats de l'enquête présentés dans le tableau 9, montrent que plus 66% des participants du milieu urbain déclarent que les dattes font partie de leur petit déjeuner alors que 30% les consomment au goûter. Dans le milieu rural 38.44% consomment les dattes au petit déjeuner alors que presque 38% ont indiqué qu'ils n'ont pas de période précise pour consommer les dattes c'est-à-dire que cela dépend de la faim puisque les dattes constituent pour eux un aliment de base.

La consommation des dattes se fait en hiver et en automne chez les deux populations rurales et urbaines, ce qui paraît normal, puisque la période de récolte des dattes s'étale entre septembre et décembre. Durant cette période les dattes sont fraîches, abondantes et à petit prix. De plus, durant ces deux saisons, le froid aura tendance à diminuer la température du corps qui va alors brûler des calories pour produire de la chaleur et maintenir la température à 37°C. Ainsi, la consommation des dattes qui ont une valeur énergétique très importante peut assurer ces besoins en chaleur ce qui explique sa forte consommation en hiver et en automne. La richesse en minéraux des dattes, à savoir le cuivre, le zinc et le magnésium peut contribuer, entre autres, à combattre l'anxiété, les fatigues et les troubles de la nervosité hivernale (Nikseresht et al., 2012 ; Hansen et al., 1983).

Les résultats de l'enquête montrent que les participants consomment les dattes de préférence durant le mois de Ramadan (91.75%) dans le milieu rural et urbain. Ceci peut être dû d'une part à des raisons religieuses, et d'autre part à sa composition nutritionnelle, les dattes constituent une source immédiate d'énergie à cause des sucres facilement digérés et absorbés qu'elles contiennent (Al-Farsi et al., 2005a). Elles sont aussi riches en fibres qui permettent aux jeûneurs de redémarrer leurs systèmes digestifs après 15 heures d'abstinence alimentaire (Baliga et al., 2011). Ce qui facilite la digestion et empêche la constipation.

Tableau 9. Répartition de l'échantillon en fonction la période, l'événement et la saison.

		Echantillon			Habitat	
		Male (%)	Femelle (%)	Total (%)	Urbain (%)	Rural (%)
Période (24h)	Petit Déjeuner	54,12%	53,33%	53,75%	66,08%	38,44%
	Déjeuner	0,21%	0,00%	0,11%	0,20%	0,00%
	Goûter	22,84%	23,91%	23,34%	30,00%	15,09%
	Diner	4,73%	2,76%	3,80%	0,20%	8,27%
	Autre	18,11%	20,00%	19,00%	3,53%	38,20%
Événement	Ramadan	93,21%	90,11%	91,75%	90,39%	93,43%
	Fêtes	2,67%	1,61%	2,17%	3,14%	0,97%
	Mariage/Baptême	1,23%	4,14%	2,61%	4,71%	0,00%
	Autres	2,88%	4,14%	3,47%	1,76%	5,60%
Saison	Printemps	0,62%	0,46%	0,54%	0,20%	0,97%
	Hiver	52,06%	54,71%	53,31%	58,63%	46,72%
	Automne	44,44%	42,76%	43,65%	37,65%	51,09%
	Été	2,88%	2,07%	2,50%	3,53%	1,22%

3.6. L'achat de dattes

3.7.1. Les habitudes d'achat

L'état préféré d'achat des dattes chez plus de 72 % des personnes interrogées est l'état égrené, alors que 26.11 % des consommateurs préfèrent acheter les dattes en bouquets (régimes). L'analyse de corrélation montre l'existence d'une association faible ($V \text{ cramer} = 0.314$; $p < 0.001$) entre l'habitat et la forme préférée d'achat et ceci apparaît clairement des résultats de l'étude. Plus de 59% des participants à l'étude qui sont du milieu rural préfèrent les dattes en bouquets contre 14% seulement en milieu urbain. Les dattes sont achetées généralement à cet état en grande quantité ce qui justifie la corrélation qui existe entre l'état et la quantité achetée ($V \text{ cramer} = 0.411$; $p < 0.001$). Selon l'un des participants, les habitants du milieu rural achètent les dattes en régimes pour les conserver pour de longues durées. De plus la coutume veut que l'on présente aux convives des dattes en bouquet accompagnées du petit lait.

Concernant les lieux préférés pour l'achat des dattes, les résultats de l'étude ont montré que 43.14% des personnes interrogées préfèrent le marché alors que 35 % préfèrent les agriculteurs exploitants et presque 19 % préfèrent les ambulants. Une moyenne corrélation ($V \text{ cramer} = 0.569$; $p < 0.001$)

a été observé entre l'habitat et le lieu privilégié d'achat. Selon les résultats illustrés dans le Tableau 10, 59 % des personnes interrogées en milieu rural préfèrent les agriculteurs exploitants alors que 41% préfèrent le marché. En milieu urbain 44.94% achètent les dattes dans les marchés, 34.81% chez les ambulants et 14.77% chez les agriculteurs exploitants.

Les habitants du milieu rural préfèrent les agriculteurs exploitants pour minimiser les prix en évitant les intermédiaires qui empochent une marge qui peut atteindre 50% du prix de la marchandise. La qualité et la fraîcheur de la marchandise sont aussi des facteurs incitant le consommateur à choisir directement l'agriculteur. Pour les autres participants qui préfèrent les marchés, ils achètent les dattes généralement en vrac en grande quantité. Dans la zone d'étude les vendeurs dans les marchés sont des exploitants agricoles qui souhaitent liquider les dattes communes restant à petit prix et à grande quantité afin d'éviter les frais de conditionnement. Ainsi une corrélation même s'il est faible a été observé entre la quantité habituelle d'achat et le lieu d'achat ($V \text{ cramer} = 0.332$; $p < 0.001$). Il est intéressant de remarquer que presque 75% des participants achètent plus de cinq kilogrammes à chaque achat dont 33.94% achètent plus de dix kilogrammes. Une faible corrélation ($V \text{ cramer} = 0.322$; $p < 0.001$) a été observée entre l'habitat et les quantités de dattes achetées. En milieu rural 48% des personnes interrogées déclarent qu'elles achètent plus de dix kilogrammes tandis que 30.75% achètent plus de cinq kilogrammes contre 22.11% et 49.05% respectivement en milieu urbain. La quantité habituelle d'achat importante en milieu rural en comparaison avec le milieu urbain peut être due à plusieurs facteurs, à savoir : la fréquence et la quantité de dattes consommée au milieu rural qui sont plus importantes par rapport au milieu urbain, l'abondance des dattes à un prix raisonnable au milieu rural qui s'explique par la vente en vrac.

Tableau 10. Répartition de l'échantillon en fonction de lieu de la quantité de type d'emballage et de l'état préféré d'achat.

		Echantillon			Habitat	
		Male	Femelle	Total	Urbain	Rural
Etat préféré d'achat	En branche	1,96%	1,20%	1,60%	2,94%	0,00%
	En bouquets	26,30%	25,90%	26,11%	14,05%	40,50%
	Egrenées	71,74%	72,90%	72,29%	83,02%	59,50%
	Dénoyautés	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Autre	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Lieu d'achat	Le marché	42,79%	43,51%	43,14%	44,94%	41,00%
	Magasin spécialisé	2,84%	2,88%	2,86%	5,27%	0,00%
	Ambulants	17,47%	20,43%	18,88%	34,81%	0,00%
	Exploitants	36,68%	33,17%	35,01%	14,77%	59,00%
	Autre	0,22%	0,00%	0,11%	0,21%	0,00%
Quantité d'achat	Plus de 1 kilo	1,74%	2,88%	2,29%	0,63%	4,25%
	Plus de 3 kilos	20,92%	22,60%	21,71%	25,68%	17,00%
	Plus de 5 kilos	43,14%	37,98%	40,69%	49,05%	30,75%
	Plus de 10 kilos	32,90%	35,10%	33,94%	22,11%	48,00%
	Autre	1,31%	1,44%	1,37%	2,53%	0,00%
Type d'Emballage	Sachets	20,26%	19,76%	20,02%	28,14%	10,50%
	Boites	13,22%	10,36%	11,85%	18,98%	3,50%
	Cartons	53,30%	45,30%	49,48%	43,28%	56,75%
	Caisses	8,37%	22,17%	14,96%	8,96%	22,00%
	Autres	4,85%	2,41%	3,68%	0,64%	7,25%

Les préférences en matière de matériau d'emballage varient d'un consommateur à autre. Plus que 49% des personnes interrogées préfèrent le papier renforcé ou le carton alors que 20% et 14.96% préfèrent les sachets et les caissettes en bois respectivement. Au milieu rural plus de 56% des participants à l'enquête préfèrent les cartons contre 43,28 % au milieu urbain. Ces préférences peuvent être d'une part liée à la perception de ces matériaux comme étant "naturels" d'autre part parce que ce sont des emballages de référence utilisées depuis toujours. Le prix de l'emballage peut avoir aussi un impact sur le choix du consommateur.

3.7.2. Les Critères d'Achat

Les résultats de l'enquête montrent que la grande majorité des personnes interrogées pensent au goût, au prix et à la consistance des dattes lors de leurs achats avant de voir la variété et l'emballage. Ces résultats peuvent être dus au pouvoir d'achat très faible dans ces régions. Le grand nombre de personnes âgées interrogées préfèrent les dattes molles. De plus, la datte fait partie de la nourriture de base de la population oasienne ainsi la variété et l'emballage sont les derniers critères de l'achat.

3.7.3. Insatisfaction lors d'achats des dattes

Afin de cerner les véritables problèmes responsables de l'insatisfaction des consommateurs lors de l'achat des dattes, nous avons posé cette question aux personnes ayant participé à cette étude (Tableau 11). Plus de 23% des consommateurs ont reproché la mauvaise conservation, 17.53% ont reproché le mauvais goût, 17.28% ont reproché l'état avarié des dattes. Les mêmes raisons d'insatisfaction ont été trouvées chez les consommateurs des régions urbaines et rurales. Ces anomalies relatives à la conservation, peuvent être évitées en améliorant les conditions de stockage et d'entreposage qui va conserver les propriétés rhéologiques, organoleptiques et nutritionnelles des dattes, on pourrait remédier à ce problème.

Tableau 11. Les raisons d'insatisfaction lors d'achat des dattes

	Echantillon	Total%	Urbain %	Rural %
Chères		10.81	11.85	9.05
Non mures		11.01	13.50	6.80
Souillées		13.93	10.52	19.70
Avariées		17.28	17.74	16.51
Mal conservés		23.21	22.45	24.50
Mal emballés		3.56	2.75	4.93
Mauvais goût		17.53	17.90	16.91
Autres		2.67	3.30	1.59

3.8. Exploitation agricole

La province d'Errachidia (la zone d'étude) est parmi les grandes régions productrices des dattes au Maroc. Ainsi nous avons noté que presque 22% des enquêtés possèdent des exploitations agricoles. Ces exploitations sont concentrées au niveau de la zone rurale avec presque 65.50% contre 34.50% en milieu urbain. Ces chiffres montrent que la phoeniculture se perpétue dans ces zones pour assurer aussi bien à ces populations oasiennes qu'à leurs cheptels, une gamme très large de produits très utiles, voire même indispensables à leur vie et à leur sédentarisation surtout dans les zones

rurales. La moitié des enquêtés commercialisent une partie de leurs productions soit directement aux consommateurs soit à travers des coopératives. L'autre moitié des exploitants ne récolte pas assez de dattes ou n'a pas de variétés de grande valeur marchande et gardent toute la récolte pour l'autoconsommation.

La composition variétale du patrimoine phoenicicole de la zone d'étude est caractérisée par l'existence d'une multitude de variétés. Selon les résultats de l'enquête (Figure 3) la forte proportion est constituée de Lkhalt (26.67%) et Boufeggous (27.92%) suivie par Majhoul (9.38%), Lhafs (8.75%), Bouslikhen (6.04%), presque 3 % pour Tamaajount, Najda et Bouzegagh. La domination de Lkhalt peut être due à l'exploitation traditionnelle des oasis et qui ne reposent pas sur une sélection de variétés exploitées sachant que Lkhalt issus des semis pousse au hasard dans les oasis.

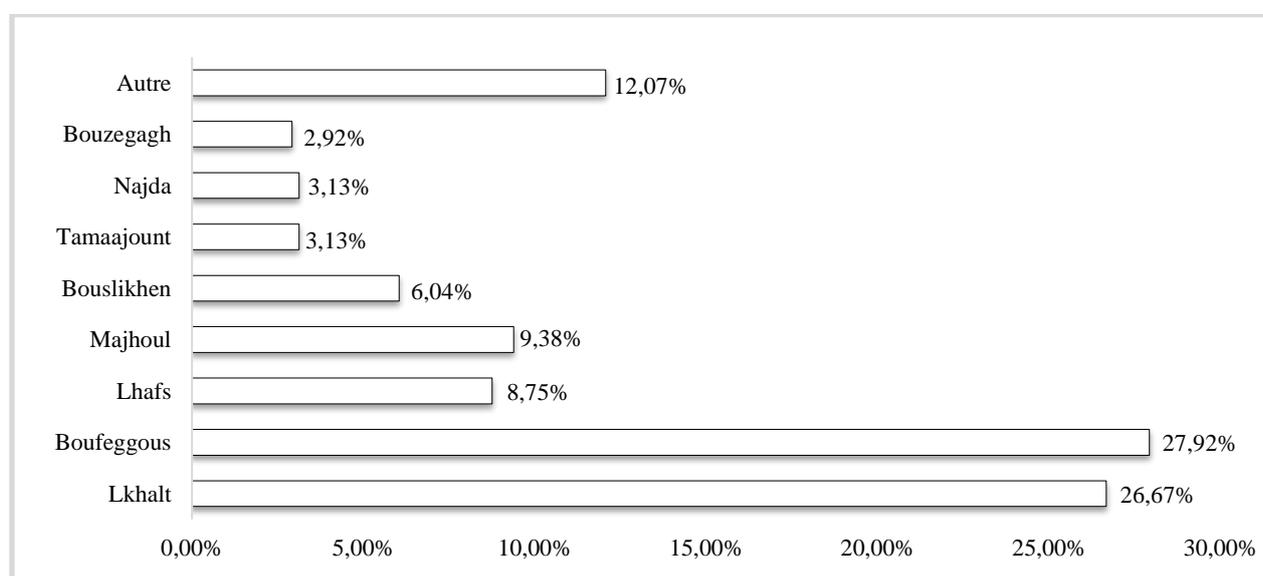


Figure 3. Les variétés de dattes exploitées

3.9. Les différentes utilisations des dattes

En plus de la consommation des dattes à l'état naturel, 32.28% des personnes interrogées utilisent les dattes comme aliment de bétail ce qui paraît normal puisque la majorité de la population rurale pratique l'élevage ovin. Généralement les dattes inconsommables et les noyaux de dattes broyées sont les plus utilisées. Selon les résultats de l'enquête, 29.20% et 20.52% des sujets enquêtés utilisent les dattes en médecine traditionnelles et comme ingrédients des préparations cosmétiques. Ce n'est que dans 18 % des cas que les dattes sont utilisées comme matière première pour préparer d'autre produit de grande valeur marchand (Figure 4).

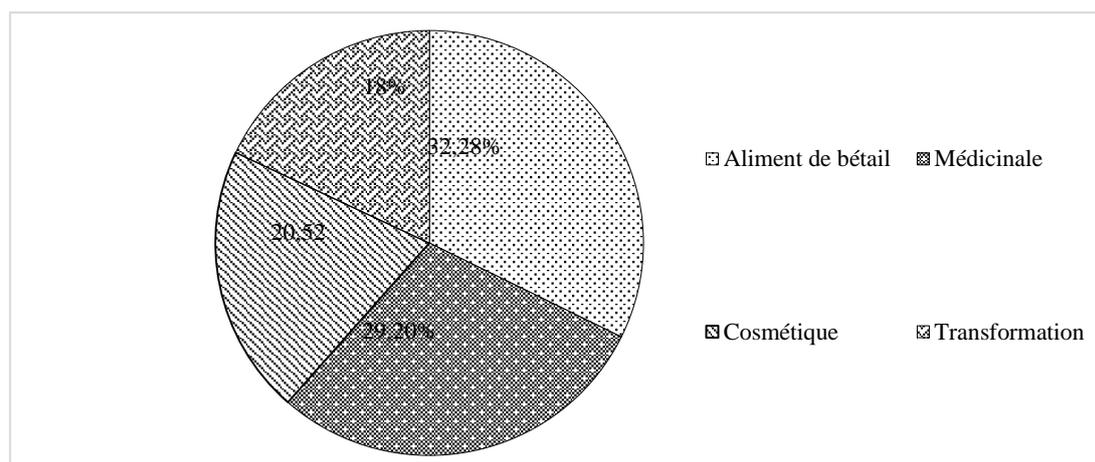


Figure 4. Les différentes utilisations des dattes

3.9.1. L'utilisation des dattes en médecine traditionnelle

Les dattes sont utilisées depuis longtemps en médecine traditionnelle pour traiter plusieurs pathologies. Sachant qu'un participant peut citer plus d'une utilisation, la somme des pourcentages est évidemment supérieure à 100%. Les résultats d'enquête montrent que plus de 29.20% des personnes enquêtées utilisent la datte pour traiter les différentes pathologies (Figure 5). Selon 72.22% des sujets enquêtés, les dattes sont utilisées par les femmes enceintes pour leur faciliter l'accouchement et par celles qui allaitent pour augmenter la lactation et ceci peut être due au fait qui il est mentionné dans le Coran dans la sourate de Meriem. Ceci va dans le même sens que les travaux de Kordi et al. (2014) qui ont montré que la consommation des dattes par les femmes enceintes facilite l'accouchement en augmentant la dilatation du col de l'utérus et réduit les saignements durant la période postnatale. Ces effets peuvent être dus à une substance que contiennent les dattes et qui a un effet semblable à celui de l'ocytocine (Khadem et al., 2007). Ce dernier augmente la production du lait chez les femmes allaitantes (Renfrew et al., 2000).

Chez 70% des personnes enquêtées les dattes sont utilisées pour traiter les troubles digestifs à savoir le soulagement de la constipation et de la diarrhée. Les études ethnobotaniques menées par Lahsissene et al (2009) à la région de Zaër (Maroc Occidental) et par El Rhaffari et Zaid. (2002) dans la région de Tafilatet, ont indiqué dans une étude ethnobotanique que les dattes sont utilisées conjointement pour traiter la constipation et la diarrhée. Ceci peut s'expliquer par sa richesse en fibres essentiellement insolubles qui jouent un rôle important dans la régulation du transit intestinal et la lutte contre la constipation ainsi que ces conséquences à savoir les hémorroïdes et le cancer colorectal (Talley, 2003).

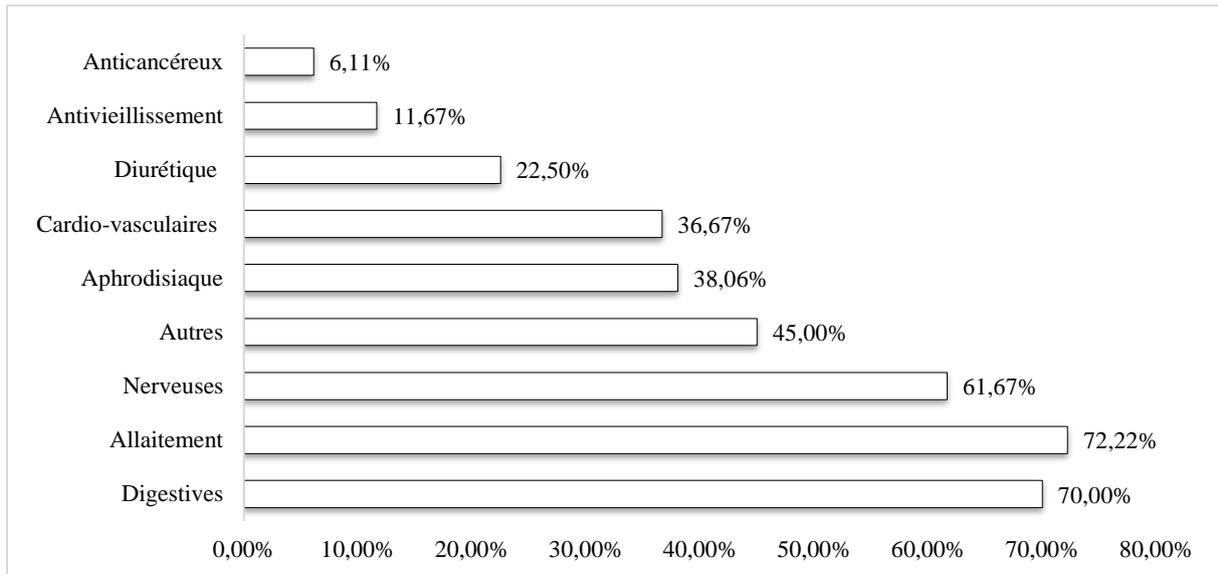


Figure 5. L'utilisation des dattes en médecine traditionnelle

Les dattes sont utilisées aussi pour renforcer la mémoire et améliorer la vitesse et la vivacité de l'activité cérébrale selon plus de 61% des personnes qui utilisent les dattes en médecine traditionnelle. Ceci peut être due sa richesse en sucre et surtout en glucose et fructose, réputées, pour améliorer la mémoire (Rodriguez et al., 1999 ; Messier, 2004). Les dattes sont très riches en flavonoïdes et selon la littérature, les aliments riches en trois sous-groupes spécifiques de flavonoïdes, les flavanols, les anthocyanines et / ou les flavanones possèdent le plus grand potentiel d'action sur les processus cognitifs (Spencer., 2010).

D'autre part 38% des personnes interrogées qui utilisent les dattes en médecine traditionnelle, le font pour stimuler le désir sexuel. Cet effet a été confirmé par plusieurs études. El-Mougy et al., (1991) ont montré que l'extrait des dattes, augmente la spermatogenèse et la concentration de testostérone, d'hormone folliculo-stimulante et d'hormone lutéinisante chez le rat.

Les dattes font partie de la médecine traditionnelle de la zone d'étude utilisée pour traiter les troubles cardio-vasculaires à savoir l'anémie et l'hypertension artérielle d'après 36% des sujets interrogés. Les mêmes résultats ont été rapportés par Khare (2007) et Lahsissene et al. (2009) sur la base des études ethnopharmacologiques menées en Inde et au Maroc. La forte teneur en potassium et la faible teneur en sodium peuvent justifier son effet hypotenseur. La datte est très riche aussi en fer ce qui justifie son utilisation pour traiter l'anémie.

Les résultats de l'enquête montrent que 22.50 % des sujets interrogés utilisent les dattes comme un diurétique et pour traiter les maladies rénales. L'étude d'Al Qarawi et al., (2008) a confirmé cet effet. Cette étude a montré que l'extrait de datte atténue les dommages rénaux induits par la gentamicine

et réduit la concentration de créatinine et de l'urée dans le sang. Cet effet est probablement dû à sa richesse en polyphénols (Bouhlali et al., 2016).

Les Oasiennes utilisent les dattes également comme un anti-âge et anticancéreux comme a été évoqué par 6.11% et 11.67 % des sujets interrogés. Selon 45% des enquêtés les dattes sont utilisées pour lutter contre les maladies inflammatoires à savoir les rhumatismes, l'asthme, les bronchites, le rhume et pour soulager les douleurs et la fièvre associée à ces maladies.

En ce qui concerne les modes de préparation, les résultats montrent que 73% des utilisateurs des dattes en médecine traditionnelle les mélangent avec d'autres ingrédients alors que presque 40 % des sujets interrogés utilisent le décocté des dattes (Figure 6). Selon 47.50% des utilisateurs les dattes ne nécessitent pas de faire une préparation pour les utiliser en médecine traditionnelle c'est-à-dire qu'elles peuvent être utilisées à l'état naturel ou sous forme de pâte. La somme des pourcentages est supérieure à 100% car un participant peut citer plus qu'un mode de préparation.

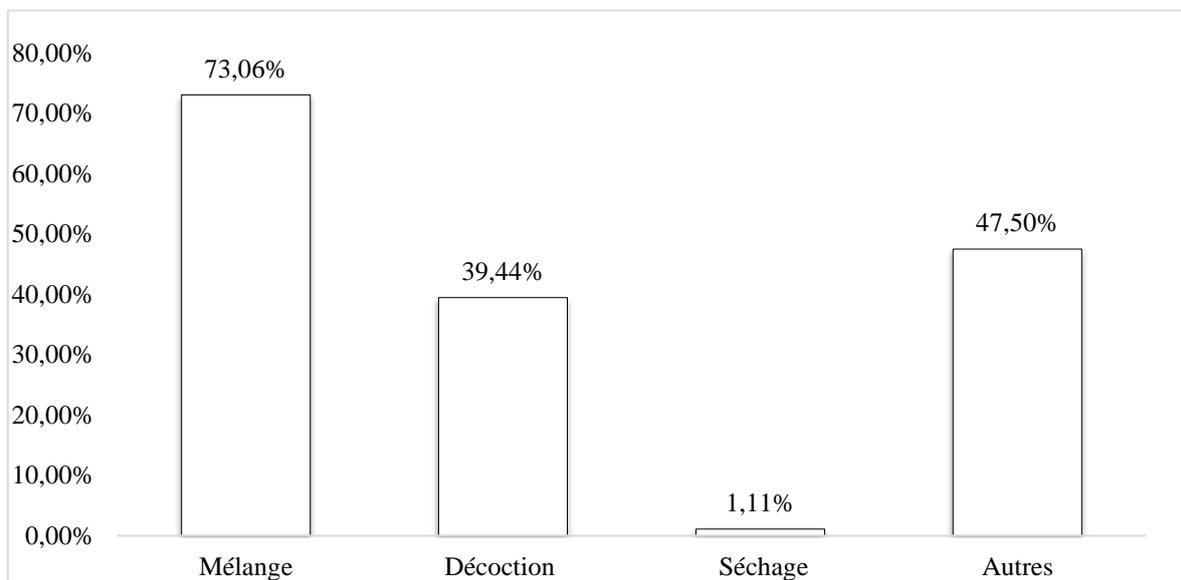


Figure 6. Les modes de préparations des dattes utilisées en médecine traditionnelle

Selon les résultats de l'enquête, les variétés de dattes les plus utilisées en médecine traditionnelle sont Boufegouss (14.44%), Lkhalt (18.97%), Bousrdoun (13.10%), Bouslikhène (5.75%), Bousthammi (9.67%), Jihel (7.10%), Bouskri (6.36%), Bouzegagh (3.06%), Lhafs (5.75%) et autre (15.79%).

3.9.2. L'utilisation des dattes en cosmétique

Les dattes et leurs noyaux sont utilisés depuis longtemps en cosmétique. Selon les résultats de l'enquête (Figure 7), 20,52% de la population enquêtée utilisent les dattes et leurs noyaux en

cosmétiques dont 55% utilisent la pulpe, 39% utilisent les noyaux alors que 6% les utilise comme des ingrédients dans des préparations cosmétiques.

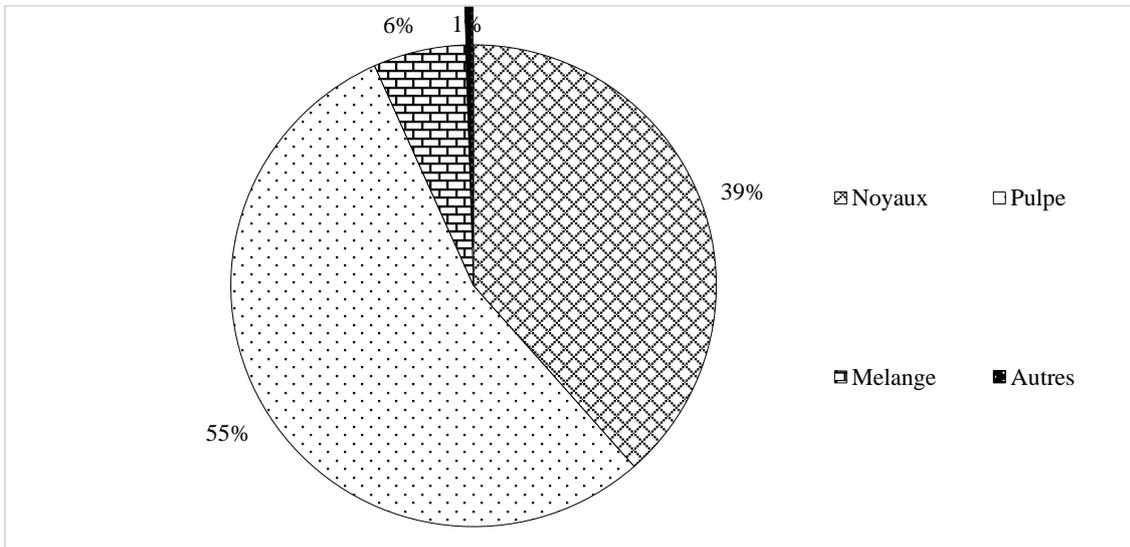


Figure 7. Les parties de dattes utilisées en cosmétique

Parmi les personnes interrogées qui utilisent la dattes et ces noyaux en cosmétique, presque 27% formulent des crèmes, 19% préparent des lotions et 11% les utilisent sous d'autres formulations et surtout le « Lkhôl » utilisée pour maquiller et/ou soigner les yeux.

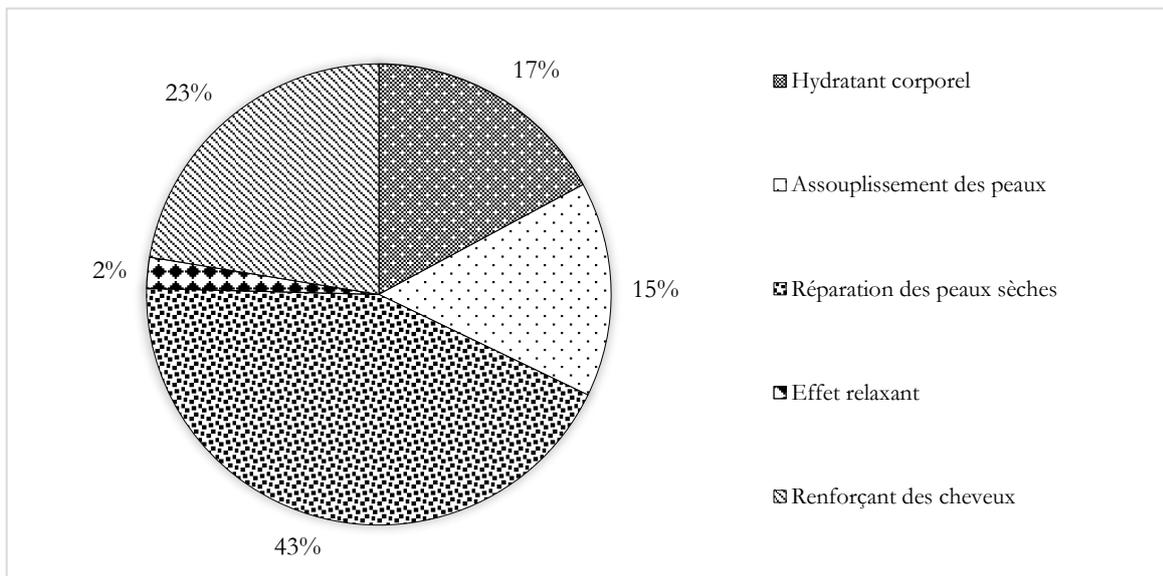


Figure 8. Les buts d'utilisation des dattes en cosmétique

Concernant le but d'utilisation (Figure 8), 43% des enquêtés qui utilisent les dattes en cosmétique croient qu'elles réparent des peaux sèches, 22% les utilisent pour renforcer les cheveux et les cils,

17 % utilisent les dattes comme un hydratant corporel alors que 15% les utilisent pour assouplir la peau.

Les noyaux des dattes contiennent des phytostérols, des phyto-stéroïdes, des isoflavones, l'acide ursolique, les policosonols, la provitamine A et la vitamine E qui réduisent le vieillissement cutané en augmentant les défenses naturelles de la peau contre le stress oxydatif et favorisent le renouvellement de collagène du type 1, collagène majoritaire du derme et responsable de la souplesse et la fermeté de la peau (Walters et Roberts., 2007). Les travaux de Dammak et al. (2009) et Ines et al. (2010) ont montré que l'huile de noyau des dattes est capable de prévenir les dommages oxydatifs des mélanocytes et des kératinocytes induits par l'exposition au peroxyde d'hydrogène. Ainsi, il peut s'agir d'un candidat potentiellement prometteur, en tant qu'agent chimioprophylaxique, dans le développement des pathologies liées aux kératinocytes et mélanocytes comme le vitiligo et le mélanome. Les pulpes des dattes sont très riches aussi en antioxydants qui peuvent lutter contre le vieillissement (Masaki, 2010). Une étude menée par Bauza et al. (2001) montre que les extraits des noyaux des dattes présentent un effet antirides important et présente donc un intérêt pour les produits de soins de la peau anti-âge.

Il existe même un brevet d'une formulation comprenant au moins des dattes, des graines de datte et employant des produits fermentés dans l'éthanol et extraits, dérivés de dattes et de graines de datte pour la prévention de la perte des cheveux, contre les pellicules et pour stimuler la croissance capillaire (Alhalami, 2015).

En ce qui concerne les variétés de dattes utilisées dans ces formulations, la variété Boufegouss (22.49%) et Lkhalt molle (37.19%) sont les plus utilisées, suivies par Tamaajount (8.69%), Bouslikhen (9.58%), Boushammi (5.12 %), Najda (4.68%) et autre (12.25%). Le choix des variétés molles peut être dû à la facilité d'extraction de leurs substances bioactives.

3.10. Connaissance des variétés de dattes

La zone d'étude fait partie des régions phoenicoles les plus importantes au Maroc. C'est ainsi que 98.04% des personnes qui ont participé à cette étude ont pu citer au minimum cinq des principales variétés produites dans la zone d'étude. Les résultats d'enquête (Figure 9) montrent que les variétés: Majhoul, Boufegouss, Najda, Bousrdoun, Lhafs, Boushammi, Bouslikhen, Bouzgagh, Bouskri et Jihel sont mieux connues que d'autres. Tous les participants à l'enquête ont cité Majhoul, Boufegouss et Lkhalt. Sachant qu'un participant peut citer plus qu'une variété, la somme des pourcentages est évidemment supérieure à 100%. En milieu rural la majeure partie des participants à l'enquête ont cité plus de cinq variétés de dattes qui ont été demandées dans le questionnaire ce qui montre que la connaissance des variétés de dattes en milieu rural est plus importante en

comparaison avec le milieu urbain dont peu de personnes ont pu citer les cinq variétés demandées. Ces résultats peuvent être dus à la dominance quantitative de ces variétés mais aussi à la célébrité et la réputation qu'elles ont dans la zone d'étude. De plus le savoir-faire agricole et plus particulièrement dans la culture du palmier dattier fait partie d'un héritage transmis de génération en génération, justifiant ainsi la bonne connaissance des variétés de dattes en milieu rural.

Il est à rappeler que le "Lkhalt", dit également "Saïer", n'est pas une variété de datte mais représente l'ensemble des hybrides issus de semis naturels (poussées aléatoires et spontanées des noyaux des dattes consommées).

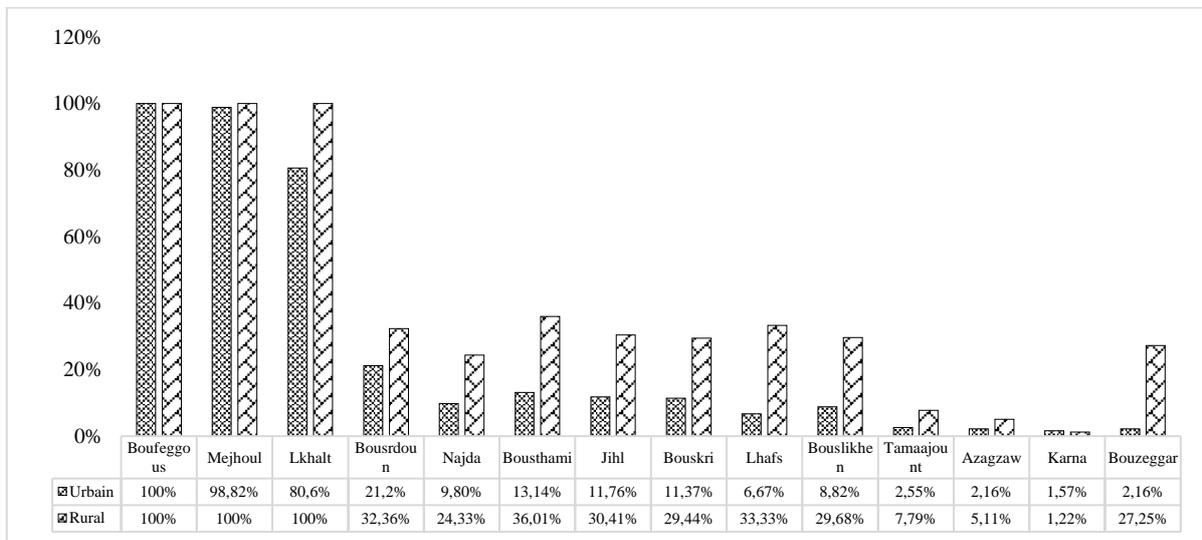


Figure 9. La répartition des dattes selon leur connaissance auprès des consommateurs.

3.11. Variétés de dattes consommées

L'analyse des résultats de l'enquête concernant les préférences des consommateurs en matière de variétés (Figure 10) a permis de classer les variétés consommées en trois groupes: le premier groupe constitue de Boufegouss et Lkhalt qui sont les plus consommées en milieu rural à ces variétés de dattes s'ajoute la variété Majhoul en milieu urbain, le deuxième groupe constitue des variétés moyennement consommées qui sont: Bousthammi et Lhafs en milieu rural et le troisième groupe contient des variétés faiblement consommées qui sont: Bousrdoun, Jihel, Bouskri et Najda ainsi que Majhoul en milieu rural. Les préférences des consommateurs du milieu rural et en milieu urbain ont presque la même tendance néanmoins les habitants du milieu urbain consomment plus le Majhoul.

Cet ordre de préférence peut être dû à plusieurs facteurs à savoir le prix des variétés, la dominance quantitative de ces variétés sur le marché, les goûts des consommateurs, et les effets thérapeutiques de ces variétés. De plus, les habitants du milieu urbain probablement préfèrent plus les variétés

qu'ils connaissent. Ces résultats concordent avec ceux rapporté par Chetto et al, (2005) qui ont trouvé lors d'une enquête menée dans les zones Rabat-Casablanca, Fès-Meknès, Tanger-Tétouan, Marrakech, Agadir et Oujda que les variétés les plus consommés sont: Boufeggous, Khalts, Mejhoul, Bouskri, Jihel et Boushammi et Bouslikhène.

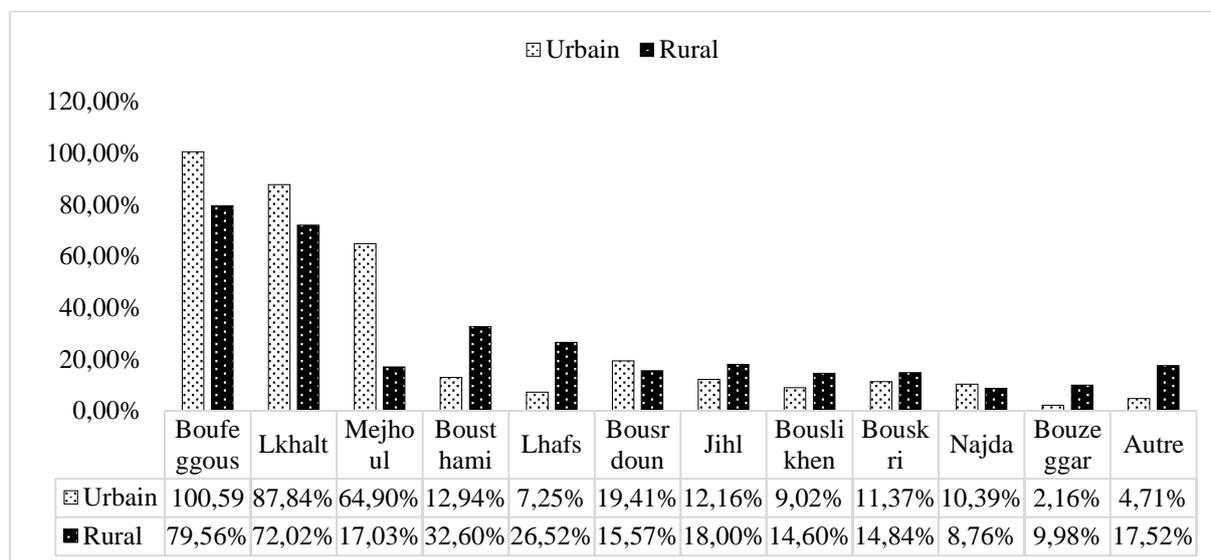


Figure 10. La répartition des dattes selon la consommation.

4. Conclusion

Notre étude a mis clairement en évidence que la consommation des dattes par les habitants de la province d'Errachidia reste essentiellement tributaire du mois de ramadan.

Nous avons aussi constaté aussi que la consommation est surtout prononcée pendant la période de cueillette de dattes qui s'étale d'août au novembre.

Dans notre zone d'étude qui est une zone productrice des dattes, la tradition de la consommation des dattes est maintenue au niveau de toutes les tranches de la société indépendamment de l'âge, de sexe et de niveau social.

En revanche on décèle d'une façon notoire des différences entre les milieux ruraux et urbains. Le monde rural est fortement distingué par une plus grande consommation des dattes qui sont considérées comme aliment de base.

De plus, la filière et les voies de commercialisation et d'acquisition de cet aliment sont différentes dans les deux milieux.

Au niveau des villes, les consommateurs achètent essentiellement les dattes conditionnées dans les emballages en petite et moyenne quantité au niveau des marchés spécialisés et chez les marchandes ambulantes et occasionnelles. La clientèle urbaine est plus exigeante sur les critères de qualité

notamment le goût et la consistance. Le prix est aussi un critère très important pour le choix de l'acheteur.

Dans le monde rural la majorité des habitants sont aussi des exploitants agricoles. Dans ce sens, la moitié de cette population commercialisent leur récolte. Il s'agit des dattes de bonne qualité (Majhoul et Boufegouss ...). Une grande partie de la production reste dans le milieu rural, ce qui constitue pour les ruraux un grand manque à gagner. La commercialisation des dattes se fait en vrac et en bouquets en grande quantité directement à partir de l'exploitant agricole et sans conditionnement. Il serait ainsi judicieux de trouver des moyens alternatifs pour mieux exploiter ces ressources.

La culture des dattes est mieux implantée dans le monde rural que dans le monde urbain ainsi la grande partie des participants issue de ce milieu a pu citer un grand nombre de variétés exploitées (Majhoul, Boufegouss, Najda, Bousrdoun, Lhafs, Bousthammi, Bouslikhen, Bouzgagh, Bouskri et Jihel) dans la zone d'étude. Les variétés Boufegouss, Majhoul et Lkhalt de bonne qualité sont les plus consommées néanmoins les habitants de milieu urbain consomment plus le Majhoul.

Le savoir-faire d'utilisation des dattes dans le domaine thérapeutique et cosmétique reste limité aux personnes âgées, ce qui fait peser la menace de la disparition de ce grand savoir traditionnel. Les variétés Boufegouss, Bousrdoun et l'Lkhat sont les plus utilisées en thérapeutique pour faciliter l'accouchement, stimuler la lactation, renforcer désir sexuel, améliorer la mémoire et traiter les troubles digestives et inflammatoires.

Dans le domaine cosmétique, nos données indiquent que les dattes molles (Lkhalt et Boufegouss) sont employées pour l'élaboration des crèmes, des lotions pour soigner les peaux sèches et abimées, hydrater le corps et aussi pour assouplir la peau.

Enfin, notre étude a montré que les noyaux des dattes sont aussi exploités après torréfaction, réduits en poudre et utilisé pour l'élaboration de « k-hol » ou bien mélangé avec le henné pour renforcer les cheveux et les cils.

Chapitre II :
Caractérisation organoleptique et
biochimique

1. Introduction

La datte a été depuis longtemps un élément très important dans l'alimentation humaine et animale. Ces dernières années, elle suscite un intérêt de plus en plus croissant aussi bien chez les consommateurs que chez les diététiciens et les nutritionnistes.

Divers travaux ont été menés, sur les variétés de dattes de différents pays producteurs, pour déterminer leur composition chimique en sucres, protéines, lipides, fibres, minéraux et vitamines. Cependant, jusqu'à présent, aucune étude approfondie de la composition des variétés de dattes marocaines n'a pas été faite.

La finalité de notre étude est de détecter d'éventuelles différences du point de vue composition qui peut exister entre les variétés de dattes les plus connues et les plus consommées à la province d'Errachidia qui pourrait être un moyen de leur préservation et de la promotion de ce produit de terroir.

Ainsi, la présente partie cible :

- ✓ La caractérisation morphologique de la datte (longueur du fruit, consistance, poids du fruit et de la pulpe) qui constitue le premier critère du choix de la variété.
- ✓ La détermination de la teneur en eau et en sucres totaux qui sont les composés majoritaires et qui sont essentiels pour la stabilité des dattes notamment sur le plan microbiologique.
- ✓ La détermination de la composition en sucre, en protéine et en lipides qui sont des substrats énergétiques pour évaluer la valeur énergétique des dattes.
- ✓ La détermination de la teneur en cendre et la composition minérale : en potassium, en sodium, en calcium, en magnésium, en fer, en cuivre, en zinc et en manganèse. Ces éléments jouent un rôle crucial dans de nombreuses fonctions vitales.
- ✓ La détermination de la composition en vitamine B₂ (riboflavine), B₃ (niacine) et B₆ (pyridoxine) qui sont des cofacteurs d'enzymes qui interviennent dans plusieurs processus biologiques.

2. Matériel et Méthodes

2.1. Choix de la variété et Echantillonnage

Les variétés de dattes retenues dans cette étude sont : *Boufegouss*, *Bousthammi*, *Bousrdoun* (*Taghazawa*), *Bouskri*, *Jihel* et *Majboul* (figure 1). Ces variétés sont les plus répandues et les plus demandées au marché dans les palmeraies de Tafilalet et Draa au Sud-Est du Maroc en se basant sur les résultats de l'enquête transversale menée à la province d'Errachidia. La récolte est réalisée à pleine maturité sur quatre à cinq palmiers pour chaque variété sous la supervision de l'institut national de la recherche agronomique d'Errachidia. Les dattes d'un même cultivar sont mélangées, acheminées au laboratoire et placées à 4°C.



Figure 1. Les variétés de dattes étudiées

2.2. Caractéristiques morphologiques

Une vingtaine de dattes prélevée au hasard, a servi à faire une étude des caractéristiques physiques et morphologiques. Les dimensions du fruit entier et son noyau (longueur et largeur) sont déterminées par le biais d'un pied à coulisse. Le poids de la datte entière, de la pulpe et de son noyau au moyen d'une balance analytique de précision. La fermeté a été déterminée à l'aide d'un pénétromètre. La couleur a été déterminée au moyen d'un colorimètre.

2.3. Détermination de la teneur en eau

Les teneurs en eau des variétés de dattes étudiées sont déterminées par la méthode AOAC (1997). Elle consiste à éliminer l'eau d'un échantillon de deux grammes par dessiccation à 105°C à l'étuve. Une capsule vide a été nettoyée et pesée (M_0). Dans cette capsule, 2 g d'échantillon ont été pesés et l'ensemble (M_1) a été placé dans une étuve à $105 \pm 0.5^\circ\text{C}$ pendant 6 heures. Les capsules sont retirées de l'étuve, puis refroidies dans un dessiccateur avant d'être pesée. L'opération est répétée jusqu'à l'obtention d'un poids constant (M_2) (en réduisant la durée de séchage à 30 min). La teneur en eau (%) est donnée par la formule suivante :

$$\%H = \frac{M_1 - M_2}{M_1 - M_0} \times 100$$

La matière sèche (MS) est obtenue selon la formule suivante :

$$\text{MS \%} = 100 - H\%$$

2.4. Détermination de la teneur en protéines

La détermination de la teneur en protéines est réalisée selon la méthode Kjeldhal comme a été décrit dans (AOAC, 1997).

Le principe de la méthode est basé sur la transformation de l'azote organique en sulfate d'ammonium sous l'action de l'acide sulfurique en présence d'un catalyseur (K_2SO_4 et $\text{CuSO}_4 : 5/2$). Le sulfate d'ammonium obtenu est distillé sous forme d'ammoniaque et titré après par dosage volumétrique acide/base (Lecoq, 1965).

Dans un matras de minéralisation 2g de la pâte de dattes sont mélangés avec une pincée de catalyseur et 20 mL d'acide sulfurique pur, ensuite le mélange est porté à une température de 420°C jusqu'à l'apparition d'une solution bleu verdâtre (1h à 1h 30min). Après minéralisation, les tubes en verre contenant les échantillons sont refroidis avant d'y ajouter 25 ml d'eau distillée. La distillation est réalisée pendant 5 min en présence de 50 mL d'une solution de 500 g/l de NaOH. Le distillat est recueilli dans 20 mL d'acide borique (H_3BO_3 , 2 %, w/w). L'ammoniac recueilli, est

titré par H₂SO₄ 0,01N en présence du mélange d'indicateurs colorés (rouge de méthyle à 0,02 % et de bleu de méthylène à 0,1 %).

L'excès de l'ammoniaque est titré par une solution d'acide hydro-chlorhydrique 1 M à l'équilibre la solution à titrer vire au vert.

$$\% \text{protéine} = \frac{MM \times C \times V \times 100}{m} \times 6.25$$

MM : La masse atomique de l'azote

C : La concentration d'HCl

V : Volume d'HCl

m : Masse de la prise d'essai

2.5. Détermination de la teneur en lipides totaux

Les lipides totaux ont été déterminés par extraction au Soxhlet selon la méthode AOAC (1997). Le principe de la méthode est basé sur l'extraction complète de tous les corps gras présents dans un échantillon par l'hexane au moyen de l'appareil de Soxhlet. Un ballon de 250 mL a été nettoyé, séché et pesé (M₀). Dix grammes de broyat des dattes (M₁) sont introduits dans la cartouche du Soxhlet et placés à l'intérieur de l'extracteur. 120 mL d'hexane sont versés dans le ballon et 30 mL dans le compartiment de cartouche. Le ballon est ensuite chauffé à 80°C jusqu'à l'épuisement de la matière grasse (presque 6 heures). Après l'élimination du solvant par distillation et séchage du résidu du ballon dans l'étuve à 80 °C. Le ballon contenant les lipides est refroidi dans le dessiccateur et pesé (M₂). La teneur en lipides (TL) est obtenue selon l'équation suivante :

$$TL \% = \frac{M_2 - M_0}{M_1} \times 100$$

2.6. Détermination de la teneur en sucre par CLHP

La détermination de la teneur en sucre des dattes est réalisée par chromatographie à haute performance (CLHP) selon la méthode d'Alasalvar et al. (2003).

Un gramme de broyat des dattes est introduit dans une fiole de 100 mL, ensuite 50 mL d'eau distillée sont ajoutés. Pour faciliter la solubilisation la fiole a été plongée pendant 15 min dans un bain-marie à 45°C et le volume a été ajusté jusqu'au trait de jauge par l'eau distillée puis filtré sur papier-filtre Whatman No. 541 puis sur une membrane millépore de 0.45 µm avant d'être analysés par CLHP. La CLHP est constitué d'un détecteur à indice de réfraction (HP 1047A), d'une pompe (LC-10AT Shimadzu), passeur automatique d'échantillons (Shimadzu SIL-10ADvp) et d'un intégrateur (Shimadzu C-R8A). La colonne utilisée était SUPELCOSIL LC-NH2 (25 cm x 4.6mm, 5µm). La boucle d'injection était de 20 µL et le débit d'éluant de 1 mL/min. L'éluant utilisé

consistait en un mélange 75-25 d'acétonitrile et d'eau. La quantification a été faite par comparaison des aires obtenues avec celles des standards (glucose, fructose et saccharose) qui ont été injectés à une concentration de 4 g/L. Les résultats sont exprimés en mg par 100g de la matière sèche (MS).

2.7. Détermination de la teneur en cendres

La teneur en cendres est déterminée selon la méthode AOAC (1997). La méthode est basée sur la calcination de l'échantillon à 550°C dans un four à moufle jusqu'à obtention de cendres blanchâtres de poids constant. Un creuset de minéralisation a été nettoyé, séché et pesé (M_0). Le creuset contenant 3 grammes d'échantillon de dattes a été de nouveau pesé (M_1) puis placé dans le four à 550 °C pendant environ 8 heures jusqu'à l'obtention d'une couleur grise claire ou blanchâtre. Le creuset est ensuite retiré du four, puis refroidi dans un dessiccateur avant d'être pesé (M_2). La teneur en cendres (C%) est déterminée par la formule suivante :

$$C\% = \frac{M_2 - M_0}{M_1 - M_0} \times 100$$

2.8. Détermination de la teneur en éléments minéraux

La quantification de potassium, sodium, calcium, magnésium, fer, cuivre et zinc a été effectuée selon la méthode AOAC (1997).

En absorption atomique, la concentration est déduite de la mesure de l'absorption de la lumière par les atomes de l'élément resté à l'état fondamental lorsqu'ils sont éclairés par une source lumineuse convenable. La mesure de l'intensité lumineuse est faite à une longueur d'onde spécifique de l'élément à doser (Amellal, 2008).

Les cendres, obtenues après calcination dans un four à moufle, ont été dissoutes dans 5 mL d'acide chlorhydrique concentré, quelques gouttes de H₂O₂ sont ajoutées et l'ensemble est chauffé sur une plaque jusqu'à obtention d'une solution limpide. Ensuite 20 mL d'eau distillée sont ajoutés, puis filtrés sur papier-filtre dans une fiole de 50 mL et le volume ajusté jusqu'au trait de jauge par l'eau distillée et l'absorbance est mesurée contre le blanc (l'eau distillée) à 213.8, 248.3, 279.5, 285.2, 324.75, 422.67, 589, 766,5 nm de longueur d'ondes respectivement pour le Zn, Fe, Mn, Mg, Cu, Ca, Na et K à l'aide d'un spectromètre d'absorption atomique (VARIAN AA 240) alimentée par une flamme d'air-acétylène. Les étalonnages ont été établis à partir des solutions standard des concentrations comprises entre 0,2 à 1 µg/ml pour le sodium et le potassium, 2 à 10 µg/ml pour le Calcium et Magnésium et entre 5 à 25 µg/ml pour le Fer, le zinc et le manganèse.

2.9. Dosage des vitamines de la famille B par CLHP

La composition en Nicotinamide (B3), en Riboflavine (B2) et en Pyridoxine (B6) des variétés de dattes a été déterminée par la méthode (Norme Marocaine 08.1.264). Dans une fiole, 10g des dattes ont été dissous dans 50 mL d'acide sulfurique 0.1N et homogénéisé à température ambiante pendant 15 min ensuite le mélange a été filtré dans un papier filtre Whatman n° 541 puis filtré de nouveau à travers un micro-filtre de 0.45 µm avant d'être injecté dans un système CLHP (Shimadzu-UFLC Prominence) équipé d'un four à colonne (modèle CTO-10ASVP), d'un passeur automatique d'échantillon (SIL-20 AC), d'une pompe (modèle LC-20AD), d'un détecteur spectrophotométrique à barrette de diodes (modèle SPD 20A), d'un détecteur fluorimétrique (modèle RF-20A) et d'un logiciel d'intégration LC solutions. La colonne utilisée (Hypersil HyPurity C18, 250 X 4.6 mm, granulométrie 5 µm). La phase mobile utilisée est diphasique, le premier solvant est constitué de 97% d'acide n-octane sulfonique (1.62 g d'acide n-octane sulfonique et 5.5 mL de triéthylamine dans 1 litre d'eau distillée, le pH a été ajusté à 3 par l'acide ortho-phosphorique) et le deuxième solvant est constitué de 3% d'acétonitrile. Le gradient utilisé est présenté dans le tableau 1. Le débit de la phase mobile a été de 1 ml min⁻¹ et le volume injecté est 20 µL. Les longueurs d'onde du détecteur fluorimétrique ont été fixées à 375 nm, 300 nm pour l'excitation et à 400, 525 nm pour l'émission pour la Riboflavine et la Pyridoxine respectivement alors que la Nicotinamide a été détecté à 261 nm. Les standards Riboflavine (0.2 µg/mL), Pyridoxine (0.2 µg/mL) et Nicotinamide (0.5 µg/mL) ont été préparés dans l'acide chlorhydrique 0.1N.

Tableau 1. Gradient d'éluion CLHP pour l'analyse des vitamines

Temps	Solvant 1	Mode d'éluion
0 - 9 min	100 %	Isocratique
9 – 20 min	89 %	Isocratique
22 – 35 min	100 %	Isocratique

2.10. Analyse statistique

L'analyse statistique a été réalisée par le logiciel STATVIEW5.0. Les résultats des analyses effectuées sont exprimés en moyenne ± l'écart-type. Les différences entre les variétés des dattes sont testées par le test (ANOVA) et l'analyse post-hoc de Bonferroni. Le seuil de signification retenu est $p < 0,05$. Pour vérifier la reproductibilité des résultats, toutes les expériences, à l'exception de l'activité antibactérienne et les analyses chromatographiques, seront réalisées en six essais. Le coefficient de corrélation de Pearson (r) a été utilisé pour mesurer l'association entre deux variables.

3. Résultats et discussion

3.1. Caractérisation morphologique

Les caractéristiques morphologiques des variétés de dattes étudiées sont données dans la figure 2. Les comparaisons inter-variétales montrent une différence significative ($p < 0,05$) entre les valeurs obtenues pour la largeur, la longueur, le poids de la datte entière, le poids de la pulpe et celui de noyau.

3.1.1. Détermination de la largeur et de la longueur

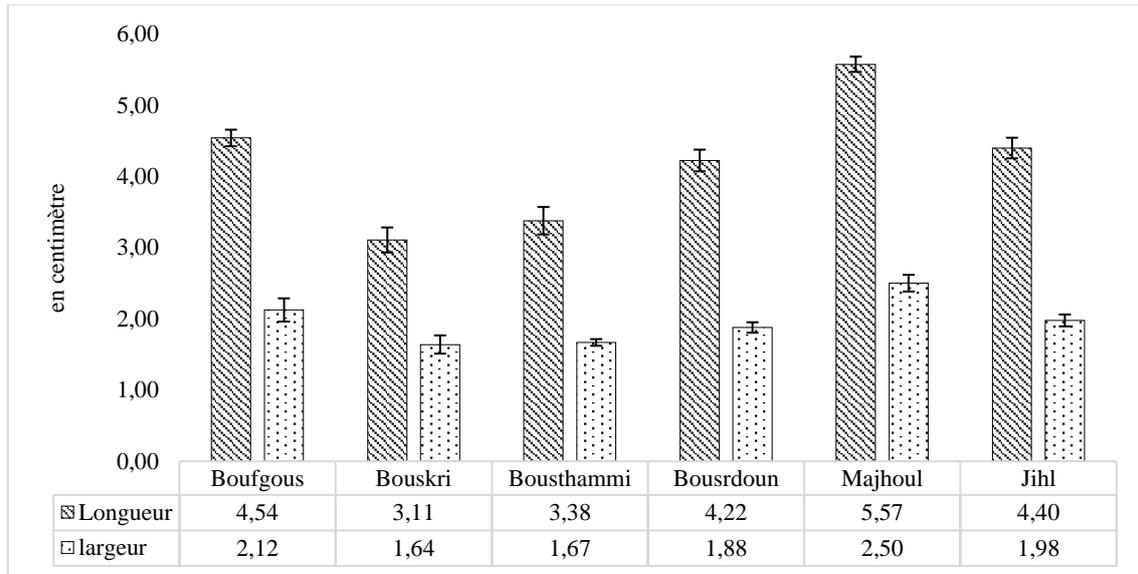


Figure 2. Longueur et largeur des six variétés de dattes

La largeur des cultivars étudiés est comprise entre 1.63 cm pour Bousthammi et 2.50 cm pour Majhoul. Ces résultats concordent avec ceux obtenus pour d'autres variétés marocaines qui s'étalent de 1.5 à 2 cm (Taouda et al., 2014). Par ailleurs, nos valeurs sont comparables à ceux observés par Elsafy et al., (2015) (2.05-2.50 cm) et Sakr et al. (2010) (2.31 à 3.31 cm) pour les variétés Soudanaises et Saoudienne respectivement.

Concernant la longueur, Majhoul est la variété la plus longue avec 5.57 cm alors que Bouskri est la variété la moins longue, soit 3.11 cm. Ces valeurs sont comparables à celles des variétés Saoudiennes qui varient entre 3.25 et 4.60 cm (Elsafy et al., 2015). Cependant, elles sont légèrement inférieures à celles obtenus pour des variétés Soudanaises qui s'étalent de 3.50 à 6.65 cm (Sakr et al., 2010).

3.1.2. Détermination du poids de dattes et des noyaux

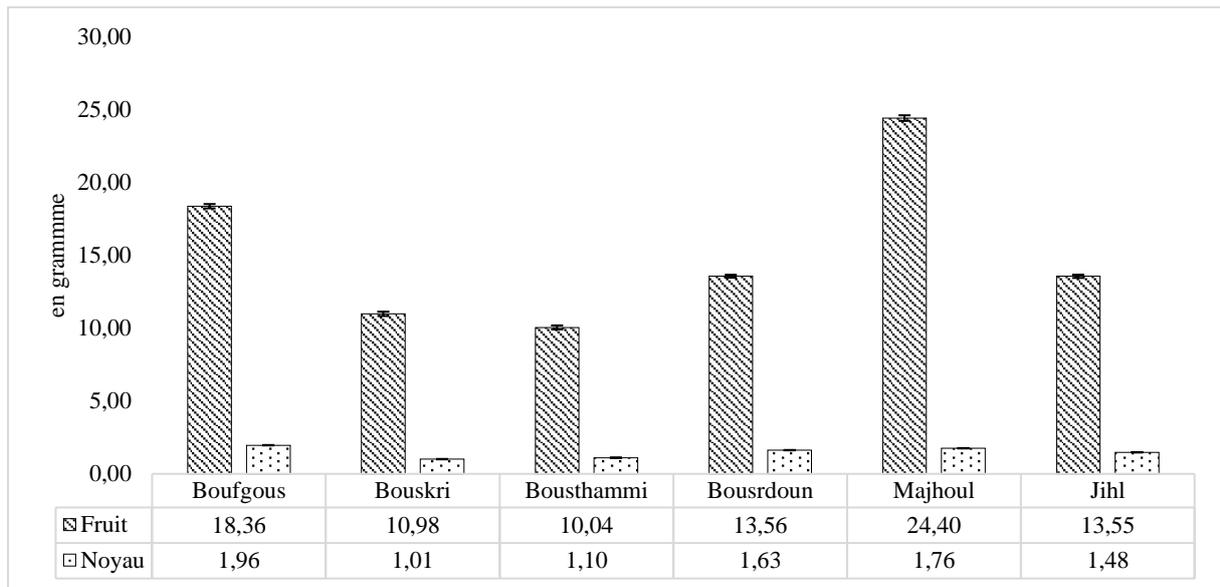


Figure 3. Poids du fruit et de la graine des six variétés

Le poids des dattes constitue un critère de qualité qui fait la différence entre les différentes variétés. Il ressort de la figure 3 que le poids moyen des variétés de dattes étudiées varie de 10.04 à 24.40 g. Le cultivar Majhoul présente le poids le plus élevé significativement ($p < 0,001$) par rapport aux autres variétés étudiées, alors que les variétés Bouskri et Bousthammi ont les poids les plus bas. Ces résultats sont nettement supérieurs à ceux des variétés de dattes Marocaines étudiées par Taouda et al., (2014) dont le poids varie entre 4.38 et 14.00 g. Nos résultats concordent avec ceux de Sakr et al., (2010) ayant travaillé sur les variétés saoudiennes et qui ont donné les résultats qui s'étalent de 8.50 à 28.71 g. Pour le poids du noyau, Boufgouss présente le poids le plus élevé soit 1.96g.

Le rapport noyau/fruit des variétés de dattes étudiées (figure 4) varie entre 7.20 et 12.01 %. Le rapport le plus élevé revient à la variété Boursdoun et le plus faible à Majhoul. Nos résultats sont compris dans l'intervalle rapporté par Taouda et al., (2014) qui ont évalué ce rapport dans dix variétés marocaines de dattes et ont trouvé des valeurs variant entre 6.5 et 15 %. Sakr et al., (2010) rapportent des valeurs qui sont comparables à nos valeurs allant de 7.5 à 15.43 %.

Ces différences de poids et de dimension entre les dattes pourraient être expliquées par les conditions climatiques, la fertilisation et l'irrigation convenables des palmiers, l'origine géographique, le nombre de régimes par palmier, la pollinisation, la variété, les conditions dans lesquelles sont réalisées les mesures.

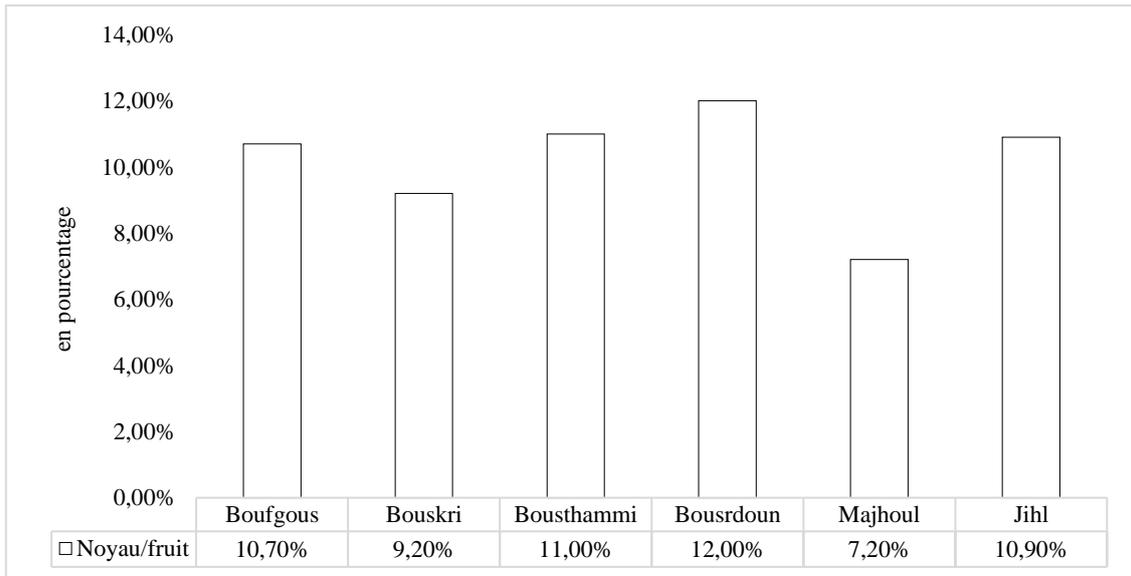


Figure 4. Rapports noyau /datte des six variétés

Selon Taouda et al., (2014) une datte dite de meilleure qualité physique doit atteindre les critères ci-dessous :

- Poids de la datte $\geq 6g$
- Poids de la pulpe $\geq 5g$
- Longueur de la datte $\geq 3,5cm$
- Largeur de la datte $\geq 1,5 cm$

Selon ces critères, toutes les variétés de dattes analysées présentent des qualités physiques acceptables à l'exception de Bouskri et Bousthammi qui ne satisfont pas le critère de longueur.

3.1.3. Détermination de la consistance

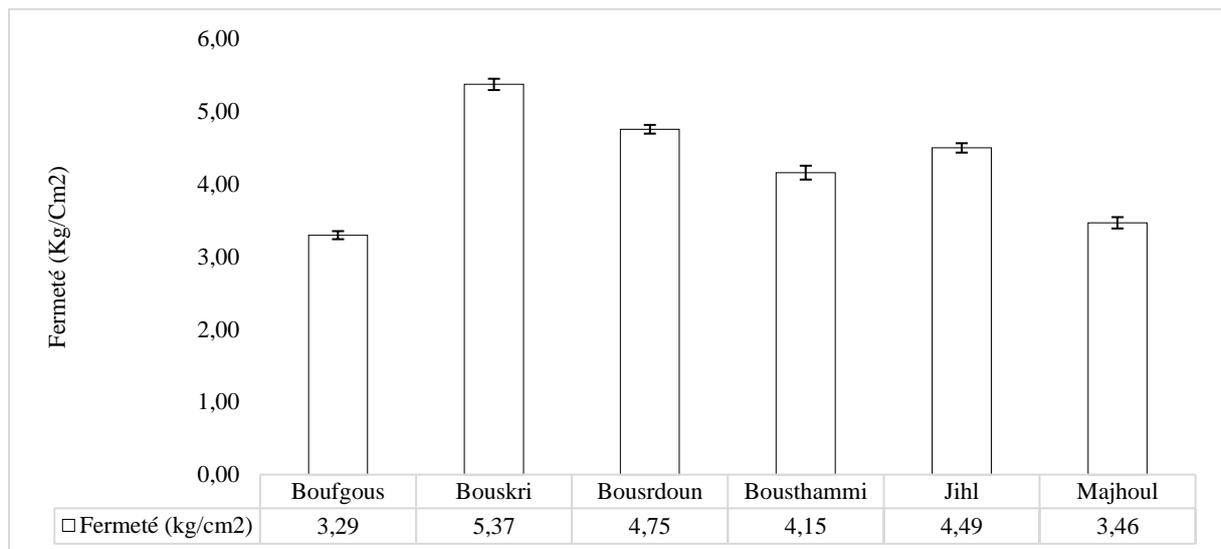


Figure 5. Fermeté des variétés de dattes étudiées

La fermeté de la datte est l'un des critères qui détermine sa qualité. Elle varie d'une variété à une autre selon leur proportion en eau et en sucre (Harrak et Boujnah., 2012). La figure 5 montre que la dureté la plus élevée concerne les dattes de la variété Bouskri (5.37 Kg/Cm²), la faible valeur est celle de la variété Boufegouss (3.39 kg/Cm²). Nos résultats concordent avec ceux de Sakr et al., (2010) qui ont rapporté des valeurs entre 3.59 et 5.34 kg/cm² pour huit variétés de dattes. Ce comportement mécanique peut être due à la composition chimique des dattes (sucre, pectine, cellulose) puisqu'il est bien connu que les sucres possèdent des propriétés d'agrégation (cohésion) (Djilali Adiba, 2012). De plus, Benchabane et al. (2000) ont signalé que les pectines associées aux celluloses et hémicellulose des parois cellulaires interviennent pour une grande part dans la texture des fruits.

3.1.4. Détermination de la couleur

Tableau 2. Les valeurs CIE Lab (L*, a*, b*) des variétés de dattes étudiées

	L*	a*	b*
<i>Boufegouss</i>	24.19 ± 0.57	7.94 ± 0.21	8.03 ± 0.34
<i>Bouskri</i>	20.07 ± 0.49	4.38 ± 0.54	9.91 ± 0.76
<i>Bousrdoun</i>	26.04 ± 0.74	6.27 ± 0.46	14.36 ± 0.51
<i>Bousthammi</i>	16.26 ± 1.02	13.87 ± 0.81	0.86 ± 0.89
<i>Jihel</i>	30.49 ± 0.93	8.79 ± 0.64	18.29 ± 0.97
<i>Majhoul</i>	19.17 ± 0.88	9.82 ± 0.81	7.43 ± 0.73

La couleur des dattes constitue un critère important de qualité qui agit sur le choix du consommateur et donc sur sa commercialisation. Comme le montre le tableau 2, la couleur des variétés des dattes étudiées varie entre le marron observé pour les variétés : Jihel, Boufegouss, Bousrdoun et Majhoul, le marron verdâtre pour la variété Bouskri et le brun rougeâtre foncé pour la variété Bousthammi. Ces différences de couleur entre les variétés étudiées peuvent être dues à leur composition dissemblable en caratonoïdes, anthocyanines, flavones, flavonelles, lycopène, carotènes, flavoxanthine et lutéine responsable de coloration des dattes (Gross et al 1983). Les réactions de brunissement enzymatiques et non enzymatiques (réactions de Maillard) peuvent agir aussi sur la coloration de la datte. En effet la teneur en sucre réducteur et en acides aminés libres ainsi que la température élevée et le faible pH accélèrent ces réactions non enzymatiques (Monsalve-Gonzalez et al., 1993, Cheftel & Cheftel, 1976). Ainsi la couleur est influencée par de nombreux facteurs, y compris la variété, la maturité, les conditions agroclimatiques et les conditions de stockage (Borchani et al. 2010 ; Hasnaoui et al., 2010).

3.2. Caractérisation physico-chimique et biochimique

3.2.1. Détermination de l'humidité

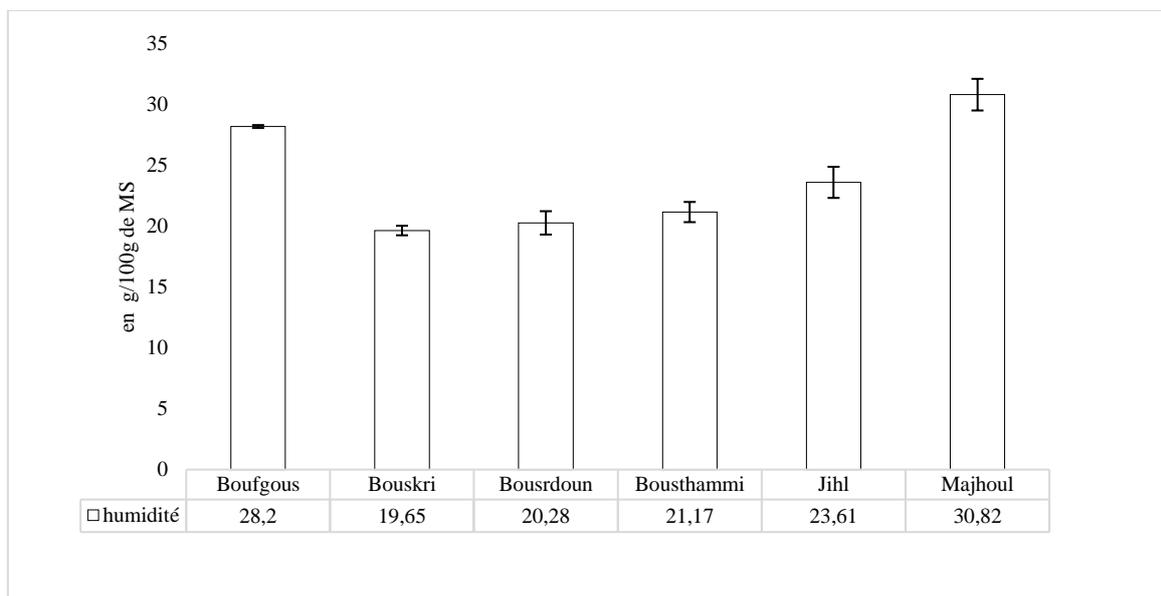


Figure 6. La teneur en eau des six variétés

La teneur en eau, en % par rapport à la matière fraîche, pour les variétés analysées est donnée dans la figure 6. L'analyse de la variance montre, que l'humidité des dattes varie significativement au seuil 5 % en fonction de la variété considérée. La teneur en eau la plus élevée est celle de la variété Majhoul avec 30.82 % alors que la plus faible teneur concerne la variété Bouskri avec 19.65 %. Nos résultats sont comparables à ceux rapportés par Hasnaoui et al, (2010), Assirey, (2015) ayant travaillé sur les variétés Marocaines (7.2 - 31.9 %) et d'Arabie Saoudite (10.5- 29.5 %) respectivement. Ces différences de la teneur en eau sont liées à la variété et aux conditions agro-climatiques et environnementales à savoir la fréquence et le volume d'irrigation au stade Bser, ainsi que l'humidité relative au moment de la récolte et les conditions de stockage (Ahmed et al., 1995; Booiij et al., 1992; Acourene et al., 2001). La dattes appartient à la famille des aliments à humidité intermédiaire, dont les teneurs en eau sont généralement inférieures à 40%. Dans ces zones les activités de l'eau (a_w) < 0.9 sont susceptibles d'inhiber la croissance microbienne (Multon, 1991) et ralentir des processus biochimiques intervenant dans la détérioration des aliments (Labuza et al., 1972). Ainsi, la conservation est aisée pour de longues périodes de stockage à température ambiante.

3.2.2. Détermination de la teneur en protéines

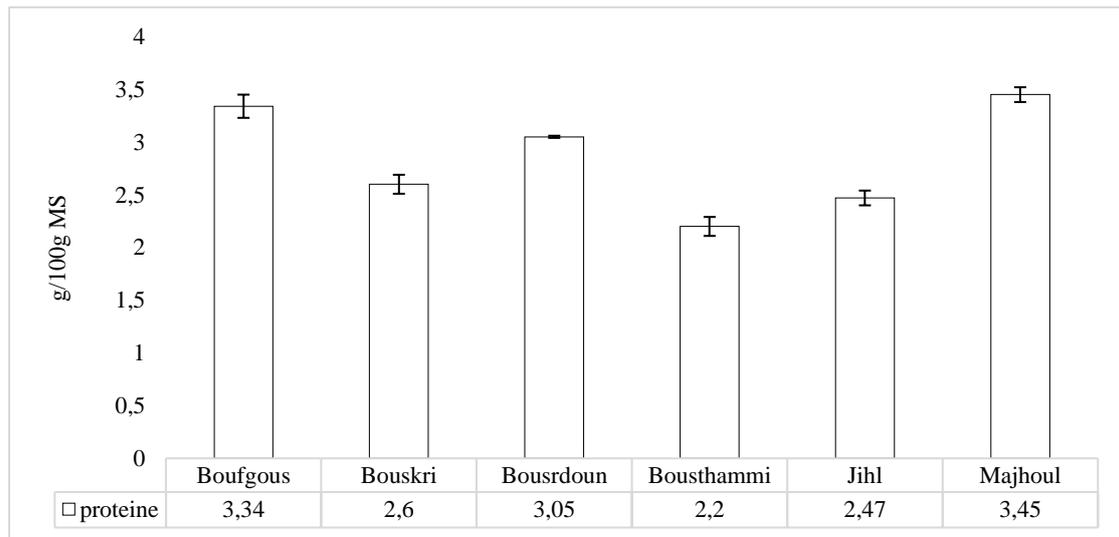


Figure 7. La teneur en protéines des six variétés

La valeur moyenne des teneurs en protéines des variétés de dattes étudiées est donnée dans la figure 7. L'analyse de la variance montre une différence significative entre les variétés étudiées au seuil 5 %. La teneur la plus élevée en protéines concerne les dattes de la variété Majhoul (3.45 %), la faible valeur est celle de la variété Bousthammi (2.2 %). Nos résultats concordent aussi bien avec ceux de Hasnaoui et al., (2010) qui ont travaillé sur les variétés marocaines incluent Majhoul, Boufgouss et Jihel (2.32 - 3.85 %), que ceux de Kchaou et al., (2013) ayant travaillé sur les variétés Tunisiennes (2.07–3.87 g/100 g). Toutefois, nos résultats sont inférieurs à ceux Mohamed et al.,(2014) ayant travaillé sur les variétés Soudanaises (3.69 - 4.09 g/100g). Ces teneurs en protéines sont trop faibles pour être considérées comme une source alimentaire importante. De plus les tanins qui forment avec les protéines des complexes difficiles à hydrolyser par les protéases et les constituants glucidiques des dattes qui empêchent l'accessibilité des protéines aux enzymes digestives (Godon, 1996) limitent la disponibilité des acides aminés pour absorption par l'organisme. Au cours de la maturation, la condensation des acides aminés - sucres réducteurs, qui la voie possible du brunissement non-enzymatique dans la datte, produit des composés carbonyles volatils responsables de la flaveur (Maier et Schiller, 1961) et le développement de ce goût caramel est plus rapide chez les cultivars riches en sucres réducteurs au stade mûr (Kanner et al., 1978).

3.2.3. Détermination de la teneur en lipides

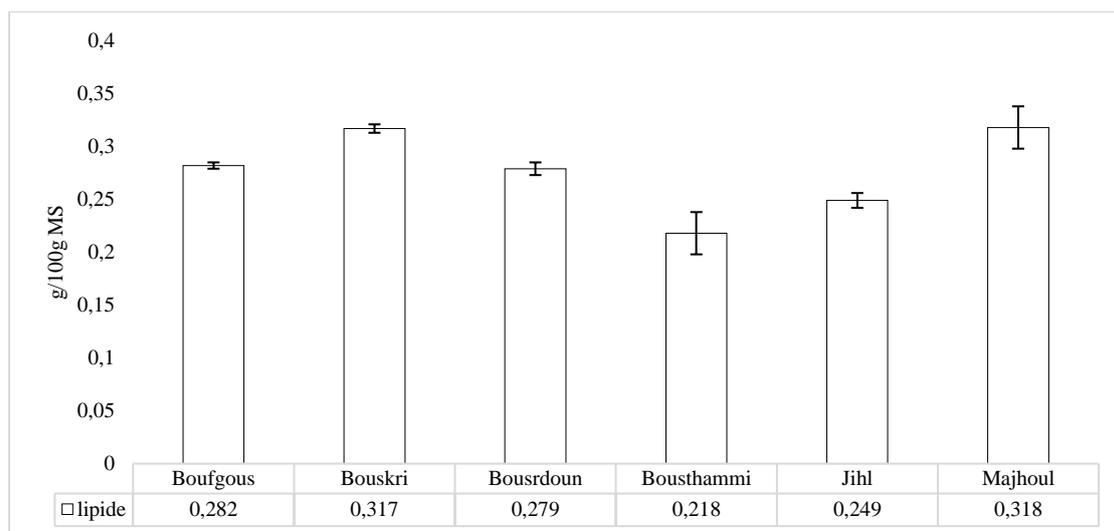


Figure 8. La teneur en lipides des six variétés

La quantité de matière grasse des variétés de dattes étudiées (Figure 8) se situe entre 0.22 % (Bousthammi) et 0.32 % (Majhoul). Ces résultats sont en accord avec ceux trouvés par de nombreux auteurs dont 0.12–0.72 % (Assirey., 2015), 0.14-0.50 % (El Arem et al., 2011), 0.1-0.46 % (Hasnaoui et al., 2010). Juhaimi et al. (2014) qui ont analysés les variétés saoudiennes et ont enregistré des teneurs en lipides inférieures aux teneurs que nous avons trouvés, comprise entre 0.13 - 0.21 %. Selon Benchabane (2007), le taux de lipides régresse rapidement au cours de la maturation et au cours du stockage à cause des réactions d'oxydation lipidique. Malgré ces teneurs faibles, la qualité de la datte peut être affectée par un rancissement lipidique. En effet, ce dernier peut être sensoriellement perceptible, à partir d'un taux de lipides 0,5 %, renfermant des acides gras poly-insaturés (Fritsch, 1994) ; soit par une auto-oxydation soit par une oxydation enzymatique catalysée par la lipoxygénase (Berset et Cuvelier, 1996).

3.2.4. Analyse des sucres par CLHP

Les chromatogrammes d'analyse des sucres par CLHP (figure 11) montrent que les variétés de dattes étudiées contiennent principalement trois types de sucres qui sont : le saccharose, le glucose et le fructose à des proportions, significativement différent ($p < 0,05$). Nous constatons selon la figure 9 que la variété Bousthammi est la plus riche en fructose (42.2 g/100g) et en glucose (35.31 g/100g) alors que les dattes de variété Bouskri contiennent les teneurs les plus faibles en glucose (5.95 g/100g) et en fructose (6.48 g/100g). La variété Bouskri est la seule parmi les variétés analysées qui contient du saccharose (70.63 g/100g).

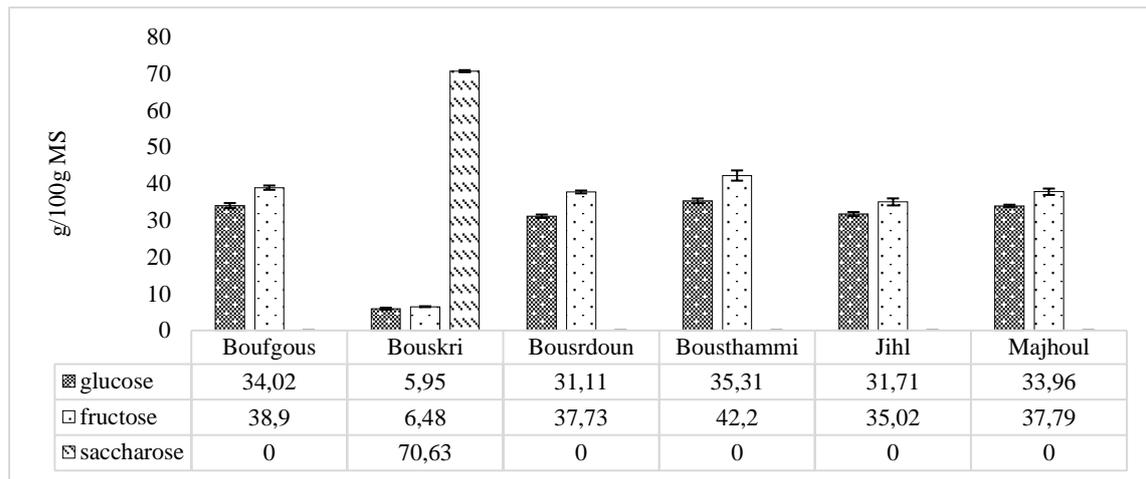


Figure 9. La teneur en glucose, fructose, saccharose des variétés de dattes étudiées

Ces résultats sont comparables à ceux obtenus par El Arem et al., (2011) pour les variétés tunisiennes dont les teneurs en glucose, fructose et saccharose sont comprises entre (14.72 - 29.77 g/100g), (14.01 - 27.80 g/100g) et (0 - 33.32 g/100g) respectivement. Les travaux de Juhaimi et al., (2014) ayant travaillé sur les variétés Saoudiennes ont montré que les teneurs de glucose, fructose et de saccharose s'étalent sur les intervalles (18.25 - 51.78 g/100g), (16.50 - 48.94 g/100g) et (1.02 - 55.71 g/100g) respectivement. La richesse en saccharose de la variété Bouskri en comparaison avec les autres variétés est le résultat d'une activité invertasique très faible, probablement due à sa faible teneur en eau sachant que cette activité est fonction de la teneur en eau et de la température d'incubation (Hasegawa et Smolensky, 1970). Dans les variétés qui ont une activité invertasique très importante, le glucose et le fructose, produit par hydrolyse de saccharose, à cause de leur pouvoir hygroscopique diminuent l'activité de l'eau et réduisent l'évaporation dans le fruit (Benchabane, 2007 ; Kanner et al., 1978). Ce qui explique l'appartenance des variétés à activités invertasique élevées à la catégorie des dattes molles (Kanner et al., 1978). Dans ce sens, Acker (1969) signale que dans les fruits à activité invertasique élevée, une humidité élevée est maintenue dans le but, a priori, de permettre aux enzymes responsables du ramollissement et du brunissement d'agir dans les meilleures conditions. Le phénomène d'invertase se poursuit au cours du stockage avec une vitesse proportionnelle à la température et l'humidité de l'air ambiant (Bousdira, 2007). Lors du stockage, le conditionneur de dattes doit maintenir une température peu élevée pour éviter l'inversion du saccharose qui rendrait les dattes sirupeuses (cas des dattes molles) et ferait perdre à la variété Majhoul et Boufegouss leur propriété de datte demi-molle; et par la même sa qualité marchande. Le rapport fructose /glucose des variétés étudiées variées entre 1.09 pour Bouskri et 1.21 pour Bousrdoun. Ce rapport peut être intéressant parce que le fructose est environ deux fois plus sucré que le glucose et il est beaucoup moins diabétogène que le glucose (El Arem et al., (2011).

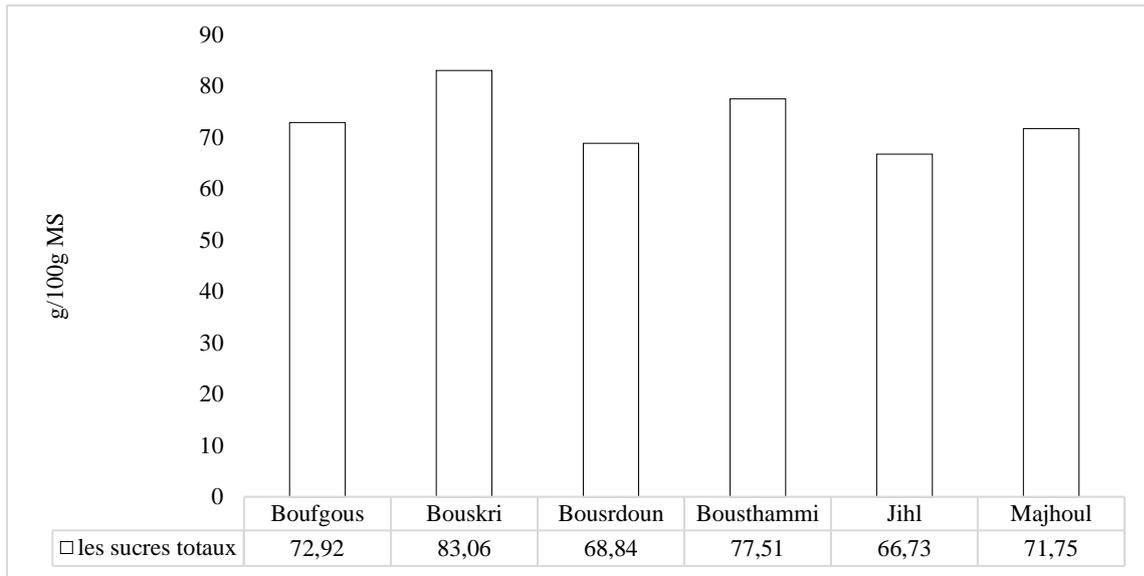


Figure 10. La teneur en sucres totaux des variétés de dattes étudiées.

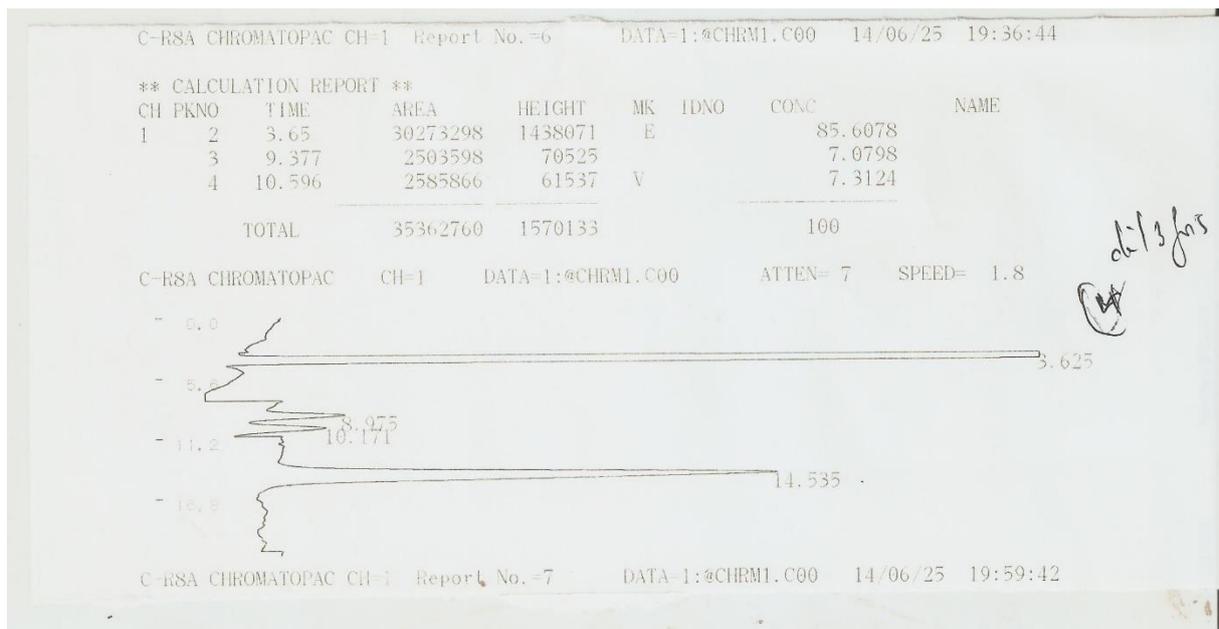


Figure 11. Chromatogrammes des sucres des dattes (*Bouskri*)

En matière de sucres totaux, cette étude a montré que les sucres constituent la majeure partie de la pulpe. Les dattes de la variété Bouskri renferment la teneur en sucre total la plus élevée qui est de l'ordre de 83.05 % et Jihel contient le taux le plus faible en sucre avec 66.37 % (Figure 10). Ces teneurs sont très proches des résultats rapportés par Taouda et al., (2014) (58- 83.3 %) et Hasnaoui et al., (2010) (61.64 – 83.32 %) pour les dattes Marocaines. Les résultats rapportés par Mohamed et al., (2014) pour les variétés Soudanaises (78.73 -80.41 %) et par Assirey., (2015) pour les variétés d'Arabie saoudite (71.2 – 81.4 %). Néanmoins, ces valeurs sont supérieures à celles rapportées par

El Arem et al., (2011) pour des variétés tunisiennes allant de 52.62 à 63.16 %. Ces différences des teneurs en sucre varient en fonction de la variété, du stade de maturation, du climat et des conditions de stockage. Booij et al (1992) suggèrent l'utilisation des sucres des dattes en tant que marqueurs de la caractérisation variétale du dattier.

3.2.5. Détermination de la teneur en cendres

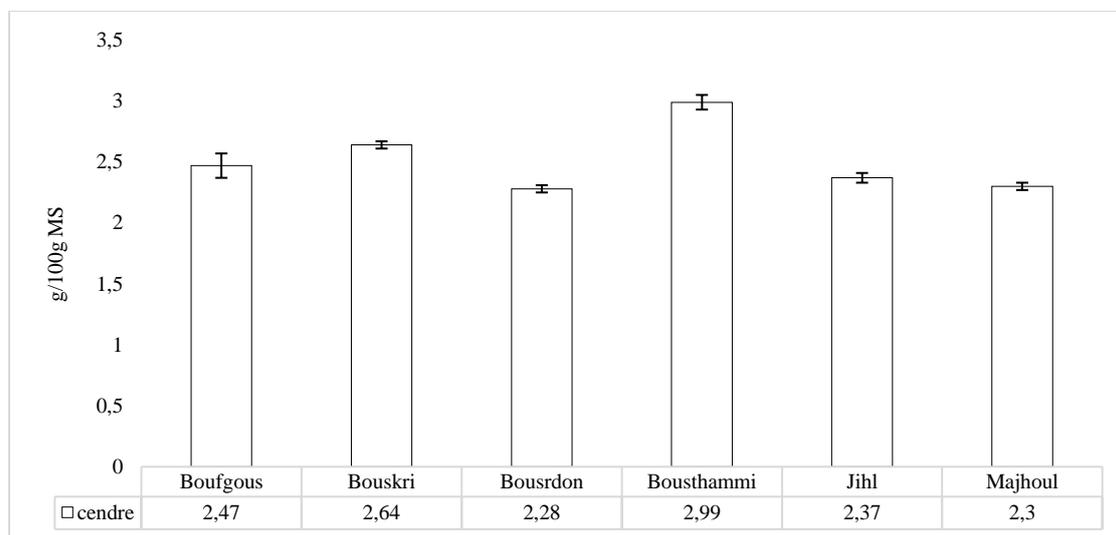


Figure 12. Les teneurs en cendre des variétés de dattes étudiées

Les taux de cendres exprimés en pourcentage par rapport à la matière sèche (M.S) (Figure 12) sont compris entre 2.14 % (Bouzgagh) et 2.99 % (Boushammi), ces résultats sont comparables à ceux trouvés en bibliographie par Hasnaoui et al. (2010), Assirey (2015) et Kchaou et al. (2013) qui ont trouvé des valeurs comprises entre 2.15-3.46%, 1.68-3.94% et 2.11-3.06% pour les variétés Marocaines et d'Arabie Saudia et de Tunisie respectivement. Cependant les composés antinutritionnels présents dans les dattes (oxalates, phytates, tanins, certaines fibres) (Nadeem et al., 2011) forment des complexe insolubles et stable avec les minéraux ce qui réduit leurs assimilations par les entérocytes constitutifs de la bordure en brosse de l'intestin grêle (Watzke, 1998, Nadeem et al., 2011, House, 1999). La teneur en sels minéraux peut contribuer à la caractérisation d'une origine géographique particulière (Booij et al., 1992). La nature des sols sur lesquels les palmiers sont cultivés, la composition de l'eau d'irrigation et le stade de maturation peuvent expliquer certaines différences.

3.2.6. La composition minérale

3.2.6.1. La teneur en Potassium

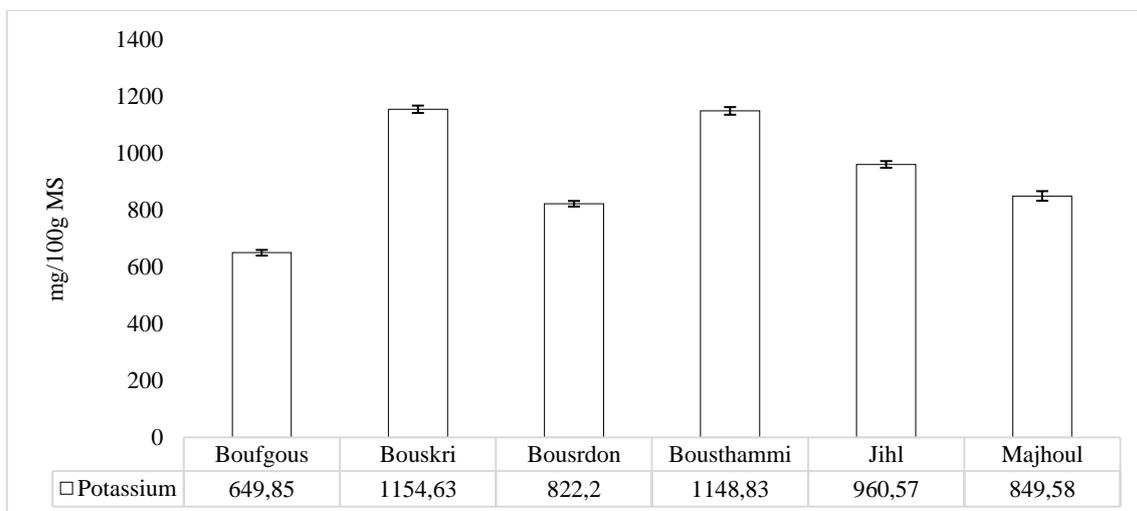


Figure 13. Les teneurs en potassium des variétés de dattes étudiées.

Le potassium est l'élément minéral prédominant dans les variétés de dattes analysées (figure 13) avec des concentrations comprises entre 649.86 (Boufegouss) et 1154.63 mg/100g de matière sèche (Bouskri). Ces résultats sont concordants avec ceux trouvés par Kchaou et al., (2013) pour les variétés tunisiennes, Mohamed et al., (2014) pour les variétés soudanaises et Ismail et al., (2006) pour les variétés d'Emirats arabes uni dont les teneurs en potassium sont de l'ordre de 703.29–1130.39 mg/100 g, 691.67–1088.4 et 524–1164 mg/100g respectivement. Nos résultats restent faibles comparés à ceux de Hasnaoui et al., (2010) qui ont trouvé des concentrations entre 792.11–1625.5 mg/100 g pour les variétés marocaines. Cependant, les teneurs reportées dans cette étude sont nettement supérieures à celles montrés par Borchani et al. (2010) pour les variétés tunisiennes avec des teneurs varient entre 404.19 - 774.71 mg/100g. Malgré la quantité élevée de potassium rapportée dans cette étude, la biodisponibilité de cet élément, est très faible, il est de l'ordre de 4,81 à 8,59% selon Mohamed et al., (2014) et cela pourrait être dû au fait que la présence de polyphénols diminue l'extractibilité des minéraux. Selon Casenave, (2005), le potassium participe au maintien de l'équilibre acido-basique du corps et des fluides à l'intérieur des cellules. Il est impliqué dans la transmission de l'influx nerveux. Il est aussi essentiel aux contractions musculaires, y compris celles du cœur. Il participe également à la régulation de la pression artérielle et l'activation de nombreux systèmes enzymatiques cellulaires par le biais d'une action allostérique.

3.2.6.2. La teneur en Calcium

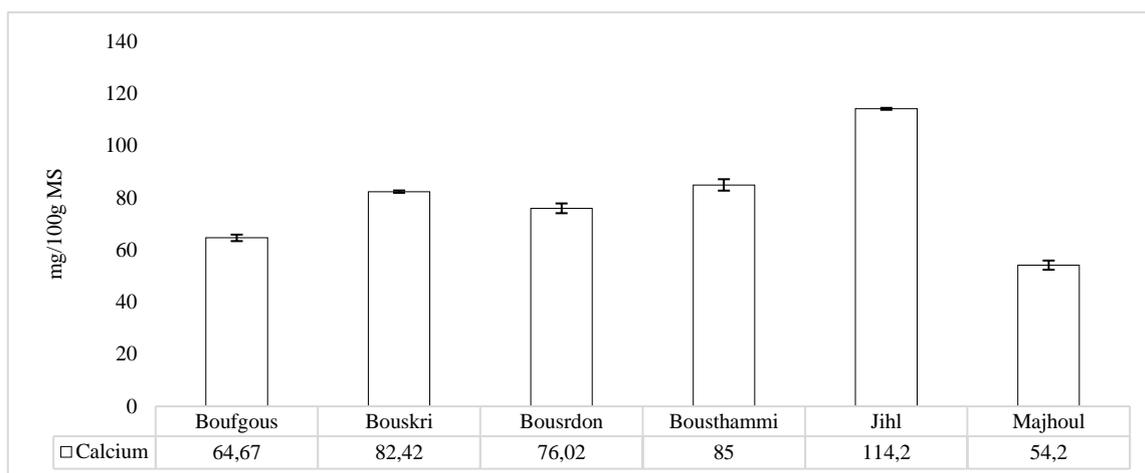


Figure 14. Les teneurs en calcium des variétés de dattes étudiées.

Les teneurs en calcium des variétés de dattes étudiées (figure 14) varient entre 54.20 (Majhoul) et 114.20 mg/100g de matière sèche (Jihel). Ces teneurs sont assez faibles comparés à celle rapportés pour d'autres variétés de dattes de différentes origines à savoir 125.69–215.36 mg/100g (Kchaou et al., 2013), 222.2–293.04 mg/100 g (Mohamed et al., 2014) and 123–187 mg/100 g (Assirey., 2015). Cependant, nos résultats sont comparables à ceux de Al-Farsi et al., (2005a) qui ont trouvé des valeurs comprises entre 55-84.7mg/100 g pour les variétés de dattes Omaniennes. Ces valeurs sont supérieures aux résultats trouvés par Juhaimi et al., (2014), Borchani et al., (2010) qui donnent des valeurs comprises entre 35.7- 62.1 mg/100 g et 11.1- 36.61 mg/100 g respectivement. La teneur en calcium des variétés de dattes analysées est très proche de celle des abricots (65.94 – 115.64 mg/100g MS), des prêches (41.08- 82.57 mg/100g MS) des prunes (27.03- 95.23 mg/100g MS) et inférieur à celle des figues (201.20 mg/100g MS) (Sidhu et Al-Zenki, 2005 ; Gebhardt et al., 1982). Une allocation diététique de 900 mg/jour est recommandée pour les adultes quel que soit leur sexe. De ce fait la consommation de 100 g des dattes peut couvrir entre 6.022 et 12.68 % de ces besoins journaliers recommandés. (Whitney et Rolfes, 2007). Le calcium a plusieurs rôles physiologiques, il intervient dans la croissance osseuse (Albee, 1920), il joue un rôle dans l'intégrité, la stabilité et la perméabilité des membranes cellulaires, réglant ainsi l'excitabilité neuromusculaire et la fonction cardiaque (Claire, 2000). Le calcium ionisé intervient à de très nombreux stades de la cascade de la coagulation (Fredericq, 1942). C'est un messager intracellulaire de l'action hormonale (Petersen et al., 1994). C'est un élément essentiel de la régulation de la contraction musculaire (Ebashi et Endo, 1968). De très nombreuses enzymes sont contrôlées directement par le calcium, ou par l'intermédiaire de la calmoduline à savoir le pyruvate kinases, pyruvate carbonyles, pyruvate

deshydrogénases, phospholipase A2, guanylate cyclases, adényl-cyclases, glycogène synthases, $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ ATPase et autres (Claire, 2000).

3.2.6.3. La teneur en Magnésium

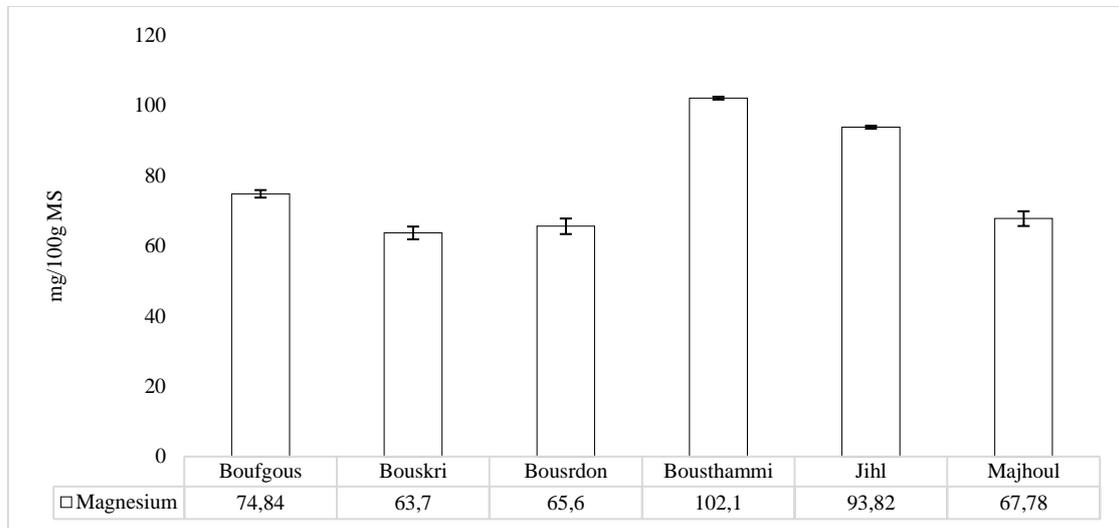


Figure 15. Les teneurs en Magnésium des variétés de dattes étudiées.

Les teneurs en magnésium des variétés analysées (Figure 15) sont comprises entre 53.74 (Bouzgagh) et 102.10 mg/100 g de matière sèche (Bousthammi). Ces teneurs semblent proches des résultats cités par Kchaou et al., (2013), Mohamed et al., (2014), Assirey, (2015) qui ont trouvé des valeurs comprises entre (70.8-103.19 mg/100g), (66.3-120.88 mg/100) et (56-150 mg/100g) respectivement. Par ailleurs, ces résultats sont inférieurs à ceux de Hasnaoui et al, (2010), Rastegar et al., (2012) qui oscillent entre (79.49-215.55 mg /100g) et (114-250mg/100g) respectivement. À l'exception de Bousthammi et Jihel, les teneurs en magnésium des variétés de dattes étudiées sont comparables à celles des autres fruits à savoir, les prunes (47.62 - 66.56 mg/100g MS) , les pêches (61.62- 91.74 mg/100g MS) , les abricots (68.11- 81.61 mg/100g MS), les raisins (41.16mg/100g MS) et les figues (82.44 mg/100g MS) (Sidhu et Al-Zenki, 2005 ; Gebhardt et al., 1982). Les besoins journaliers en magnésium pour un adulte varient entre 320 mg pour les femmes et 420 mg pour les hommes. Ainsi 100 g des dattes couvrent entre 12.80 et 28.61% des besoins journaliers. Le magnésium est le cofacteur de plus de 300 réactions enzymatiques, notamment, c'est le complexe Mg^{2+} -ATP et non l'ATP, seule qui donneur de phosphate dans la plupart des réactions de phosphorylation (Shils., 1997). Il est nécessaire à la croissance osseuse et à la minéralisation de l'os, il exerce un effet sédatif sur l'influx nerveux au même titre que sur les muscles (Claire, 2000). Le magnésium stimule la synthèse d'anticorps et d'interférons, et un déficit serait à l'origine d'une exacerbation des réponses inflammatoires et de l'hypersensibilité (Kubenam, 1994). Il augmente la résistance des plaquettes, s'opposant à leur agrégabilité suivant un mécanisme compétitif

antagoniste calcique (Ravn et al., 1996). Il jouerait un rôle non négligeable dans les différents processus du vieillissement (Barbagallo et Dominguez., 2010). Il jouerait un rôle dans les fonctions de reproduction, en particulier pour la motilité des spermatozoïdes (Wong et al., 2001).

3.2.6.4. La teneur en sodium

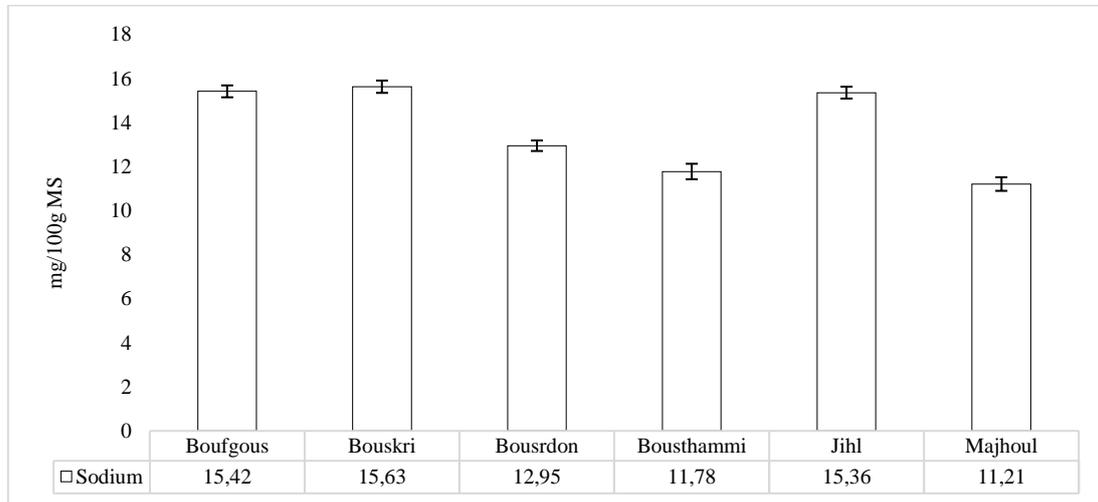


Figure 16. Les teneurs en sodium variétés de dattes étudiées.

Les concentrations de sodium des variétés analysées (figure 16) varient entre 11.21 (Majhoul) et 15.63 mg/100 g (Bouskri). Ces valeurs sont en concordance avec les études précédemment publiées sur diverses variétés de dattes Kchaou et al. (2013) et Borchani et al. (2010). Néanmoins, nos résultats sont en dessous des valeurs citées pour les variétés soudanaises (Mohamed et al., 2014) et les variétés iraniennes (Rastegar et al., 2012) dont le taux de sodium est compris entre (55.56–139.11 mg/100 g) et (126-134 mg/100 g) respectivement. Comme le potassium, le sodium est un électrolyte important indispensable à la transmission de l'influx nerveux, à la contraction musculaire, à l'osmorégulation, à l'équilibre acido-basique et à l'absorption de glucose (Silbernagl et Despopoulos, 1992). La teneur élevée en potassium et pauvres en sodium peut réduire le risque d'hypertension, facteur de risque d'accident cérébro-vasculaire, de maladie du cœur et des maladies rénales (Aaron et Sanders, 2013).

3.2.6.5. La teneur en Fer

Le fer est l'oligoélément le plus abondant dans les variétés de dattes étudiées (Figure 17), il varie entre 1.14 (Majhoul) 7.57 mg/100 g de matière sèche (Bousthammi). Ces résultats sont compatibles avec ceux trouvés par (Mohamed et al., 2014), (Kchaou et al., 2013) et (Juhaimi et al., 2014) qui sont dans les fourchettes 4.06 - 7.06 mg/100 g, 1.07 – 2.57 mg/100g et 2.4 - 3.98 mg/100 g respectivement. Par ailleurs, Hasnaoui et al., (2010) ayant travaillé sur des variétés marocaines ont trouvé des teneurs qui oscillent entre 2.28 – 32.76 mg/100g nettement supérieures à nos valeurs.

Ces teneurs en fer sont très proches à celles rapportées pour les prunes (0.647-1.26 mg/100g), les figues (0.681-1.18mg/100g), les raisins (0.618-3.56mg/100g) et les abricots (2.27mg/100g) (Altundag et Tuzen, 2011 ; Duran et al., 2008).

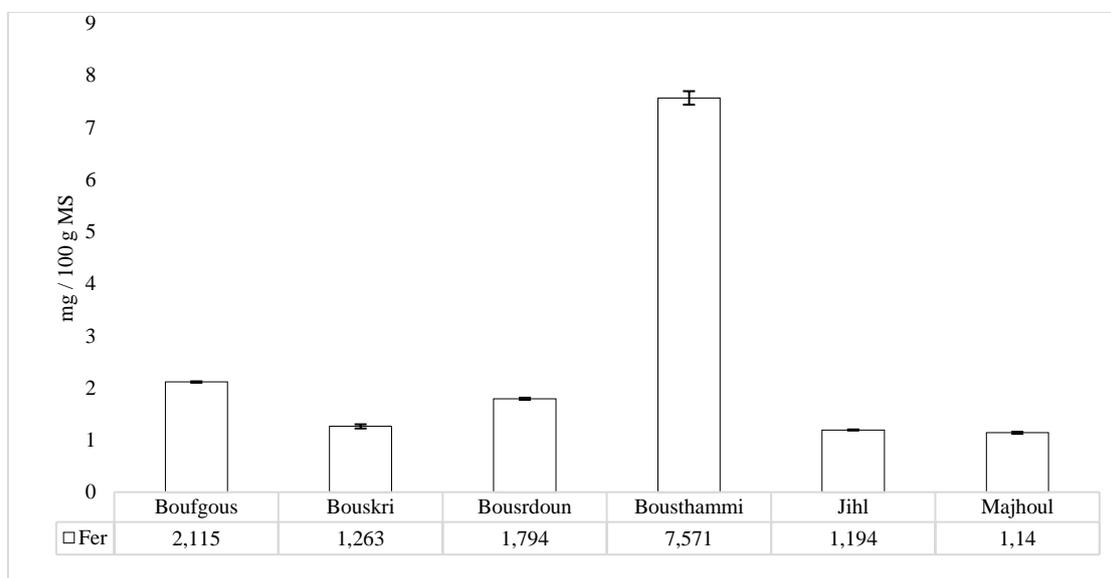


Figure 17. Les teneurs en Fer des variétés de dattes étudiées.

L'apport alimentaire en fer est estimé à 7-30 mg/jour ce qui peut nous permettre de suggérer que la consommation de 100g des dattes peut couvrir entre 3.8 et 108.14 % des besoins alimentaires surtout que les pays africains restent les plus vulnérables à ce manque dû à l'anémie causée en particulier par la malaria (FAO, 1998). Le fer joue un rôle essentiel dans de nombreuses fonctions biologiques vitales : il intervient dans la constitution de l'hémoglobine et la myoglobine, sa fonction principale étant la fixation de l'oxygène. De plus il participe en tant que cofacteur des enzymes jouant un rôle capital dans de nombreuses réactions métaboliques : il participe à la réduction des peroxydes en stimulant les catalases et les peroxydases, il permet le transport d'électrons dans la mitochondrie en agissant sur les cytochromes, il intervient dans la synthèse des acides aminés (glutamate synthétase), le cycle de Krebs (Aconitase, succinate déshydrogénase). Il entre dans la constitution d'enzymes indispensables dans le système respiratoire mitochondrial (NADH cytochrome c réductase, succinate cytochrome c réductase, succinate déshydrogénase...) il participe à l'hydroxylation des stéroïdes au niveau de la surrénale, il intervient dans le métabolisme des catécholamines par action sur les monoamine oxydases et participe à la synthèse de l'ADN en activant la ribonucleotide réductase au niveau des ribosomes et de noyau de la cellule (Prashanth et al., 2015 ; Hercberg et al., 1991).

3.2.6.6. Teneur en Cuivre

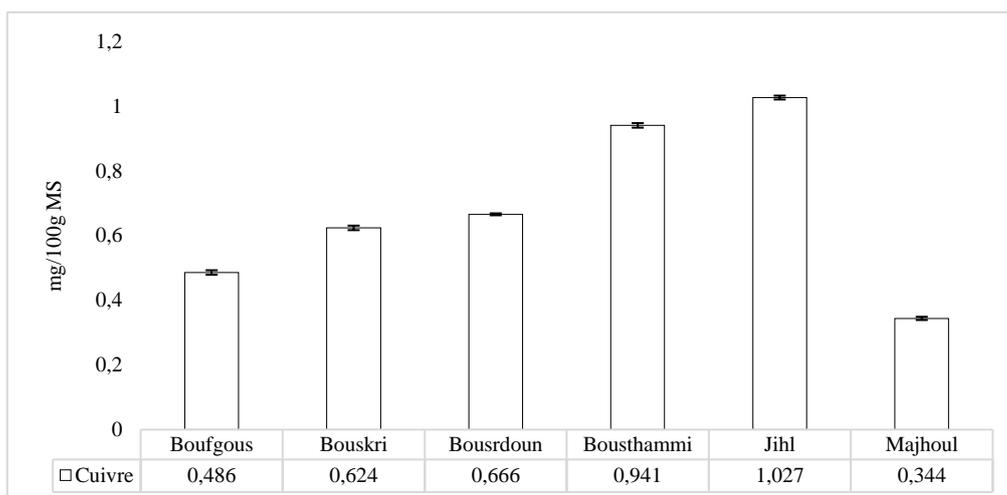


Figure 18. Les teneurs en cuivre des variétés de dattes étudiées.

La teneur en cuivre des variétés de dattes dans cette étude (figure 18) varie significativement ($p < 0,001$) et se situe entre 0.344 mg/100g (Majhoul) et 1.027 mg/100g (Jihel). Ces valeurs se rapprochent de celles rapportées par Mohamed et al. (2014) et Al-Farsi et al (2005a) respectivement pour les variétés de Soudan (0.71 - 1.86 mg/100 g) et d'Oman (0.64 – 0.77 mg /100g). La dattes est donc une bonne source en cuivre, car la consommation de 100 g par jour couvre entre 17.20 – 68.47 % des besoins en cuivre pour un adulte.

La composition en cuivre des variétés de dattes étudiées est supérieure à celles rapportée pour les fruits secs les plus utilisées au Maroc à savoir les prunes (0.19 mg/100g), les figues (0.13mg/100g), les raisins (0.22mg/100g) et les abricots (0.22mg/100g) (Altundag et Tuzen, 2011). Les études menées sur la biodisponibilité du Cu ont montré que les protéines (Greger & Snedeker, 1980) et le fructose (Holbrook et al. 1989) augmentent l'absorption de cuivre alors que l'acide ascorbique (Jacob et al., 1987), le phytate et α -cellulose (Turnlund et al. 1985), le diminuent. Le cuivre est un constituant essentiel de nombreuses enzymes impliquées dans diverses activités. Parmi celles-ci, nous pouvons citer (Shike, 2009) : Les Feroxydases (céruléoplasmine incluse). Ces enzymes catalysent l'oxydation de Fer ferreux lors de son transfert des sites de stockages vers la moelle osseuse pour la synthèse d'hémoglobine, la lysyl oxydase, qui participe à la réticulation du collagène et de l'élastine dans les tissus conjonctifs, la dopamine hydroxylase qui catalyse la conversion de dopamine en noradrénaline au niveau du système nerveux, la monoamine oxydase, une enzyme essentielle à la synthèse de sérotonine, le superoxyde dismutase (SOD) qui est un puissant anti-radicalaire et la tyrosinase, qui participe à la synthèse de mélanine (Angelova et al., 2011, Shike, 2009).

3.2.6.7. Teneur en Zinc

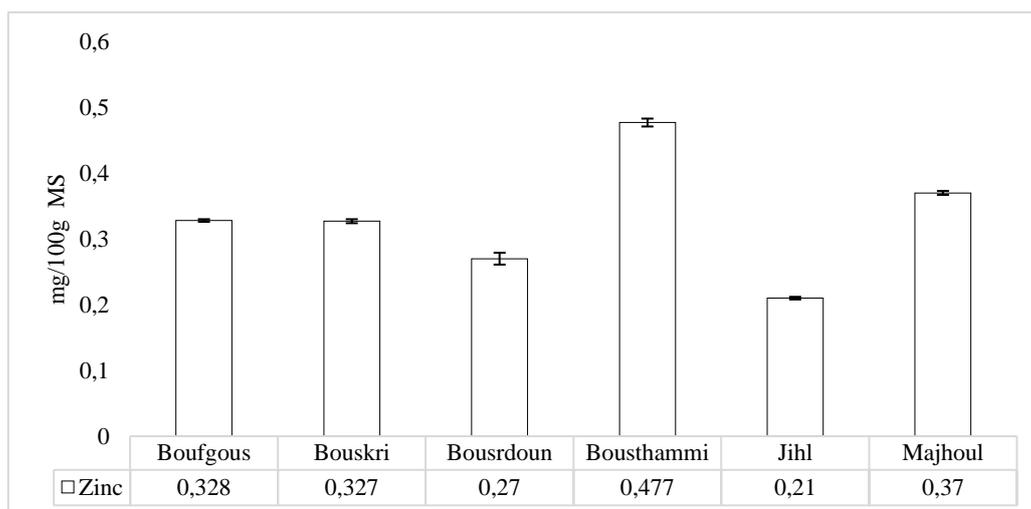


Figure 19. Les teneurs en Zinc des variétés de dattes étudiées.

Le taux de zinc dans les variétés de dattes étudiées (Figure 19) varie significativement ($p < 0,001$) et oscille de 0.21 mg/100g pour Jihel à 0.47 mg/100g pour Bousthammi. Ces teneurs sont inférieures à ceux rapportés par Mohamed et al. (2014) (0.66- 1.0 mg/100 g), Rastegar et al., (2012) (1.4- 2.3 mg/100 g) et Kchaou et al., (2013) (0.48 -1.02 mg/100g) pour les variétés Soudanaises, Iraniennes et Tunisiennes respectivement.

Les concentrations en zinc des variétés de dattes étudiées sont très proches à celle des prunes (0.287 mg/100g), les figues (0.298 mg/100g), les raisins (0.216 mg/100g) et les abricots (0.59mg/100g) (Altundag et Tuzen, 2011). Ces valeurs sont insuffisantes pour que ces dattes puissent être considérées comme une bonne source de zinc, sachant que les besoins en zinc sont estimés à 15 mg par jour chez l'adulte et à 12 mg par jour chez la personne âgée de plus de 75 ans (Bryce-Smith., 1989). Le zinc intervient comme catalyseur dans l'expression de plus de 300 enzymes des classes : l'oxydoréductase comme l'alcool-déshydrogénase et le superoxyde dismutase ; les transférases comme l'ARN polymérase et l'aspartate transcarbamoylase ; les hydrolases comme la carboxypeptidase A et la thermo-lysine ; les lyases comme l'anhydrase carbonique et la fructose-1,6-bisphosphate aldolase ; les isomérases comme la phospho-mannose isomérase ; et des ligases comme le pyruvate carboxylase et les aminoacyl-tRNA synthases (Crichton., 2012). À travers ces différentes enzymes, le zinc joue un rôle dans la plupart des fonctions biologiques (McCall et al., 2000). Ces fonctions biologiques sont principalement la défense oxydative des membranes cellulaires, la défense immunitaire, la réplication et la transcription de l'ADN (polymérases) pour la croissance, le développement et la prolifération cellulaire, la synthèse des protéines, des lipides, des glucides, et la détoxification cellulaire d'autres métaux comme le mercure et le cadmium (Davis et Cousins, 2000 ; Crichton., 2012 ; McCall et al., 2000).

3.2.6.8. Teneur en Manganèse

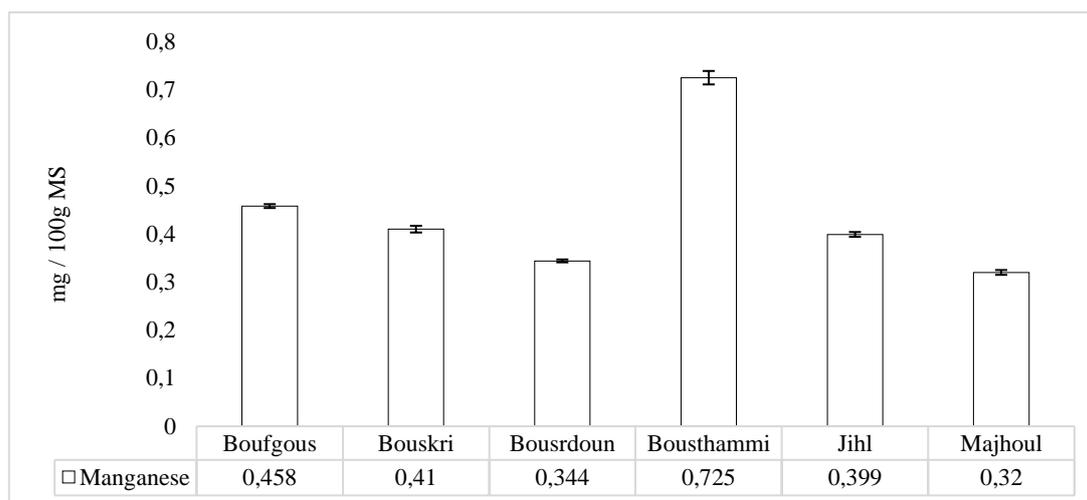


Figure 20. Les teneurs en manganèse des variétés de dattes étudiées.

Les quantités en manganèse (Figure 20) varient entre 0.32 mg/100g pour Majhoul et 0.73 mg/100g pour Bousthammi. Ces valeurs sont comparables à celles obtenues par Mohamed et al. (2014) sur les variétés Soudanaises (0.54 - 0.78 mg/100 g) et Rastegar et al., (2012) sur les variétés Irlandaises (0.4 - 1.6 mg/100 g). Cependant ces quantités sont légèrement supérieures à celle rapportés par Al-Farsi et al (2005a) sur les variétés Omanaises (0.19 – 0.30 mg/100 g).

Les quantités de manganèse dans les prunes (0.152 mg/100g), les figues (0.129 mg/100g), les raisins (0.287 mg/100g) et les abricots (0.414mg/100g) rapportées par Altundag et Tuzen, (2011) sont inférieures à celles trouvées pour les variétés de dattes étudiées.

La consommation de 100 g des dattes par jour couvre entre 12.80 et 24.31 % des besoins en manganèse pour un adulte. Le manganèse est un oligoélément essentiel. Il est indispensable pour assurer le métabolisme normal des acides aminés, des lipides, des protéines et des glucides, de même que pour assurer la fonction d'un certain nombre de familles enzymatiques, y compris les oxydoréductases (la superoxyde dismutase et la lipoxygénase); les transférases (ARN polymérase, glycosyl-transférase ...); les hydrolases (Arginase, fructose-1,6-bisphosphatase ...); les lyases (phosphoenolpyruvate-carboxylase, adénylate et guanylate cyclase...); les isomérases (Cétose-aldose isomérases ...) et les ligases (pyruvate carboxylase, glutamine synthétase...) (Aschner et Aschner, 2005 ; Klimis-Zacas, 1993; Weatherburn, 2001).

3.2.7. Les vitamines

3.2.7.1. Teneur en vitamine B₂

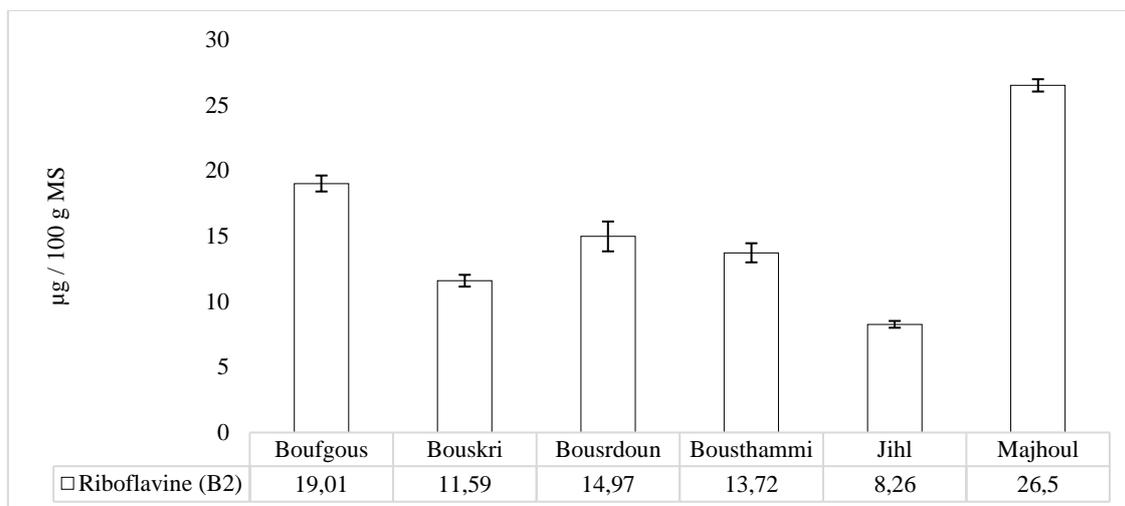


Figure 21. Les teneurs en riboflavine des variétés de dattes étudiées.

La teneur en vitamine B₂ (riboflavine) est faible pour les six variétés des dattes étudiées, elle varie de 8,26 à 26,50 µg/100 g de matière sèche pour les variétés Jihel et Majhoul respectivement (figure 21). L'analyse de variance montre l'existence d'une différence très significative entre ces variétés ($p < 0,001$). Ces teneurs sont très faibles par rapport à celles rapportées pour des dattes irakiennes (135- 173µg/100g) (Yousif et al., 1982) et les dattes américaines (60 – 66 µg/100 g) (USDA, 2017). La consommation de 100g des dattes étudiées ne peut apporter que 0.63 à 2.04 % des apports journaliers recommandés en vitamine B2 (Whitney and Rolfes, 2007). La riboflavine est absorbée principalement dans l'intestin grêle et subit des phosphorylations dans les entérocytes pour donner la riboflavine 5' phosphate (FMN) et la flavine adénine dinucléotide (FAD) qui est la forme activée de la riboflavine (Munnich et al., 1987 ; Louisot, 1983). La riboflavine est essentielle pour le métabolisme intermédiaire des glucides, des acides aminés et des lipides. Plus précisément, les coenzymes FMN et FAD sont impliquées lors de réactions d'oxydo-réduction des acides gras et dans des réactions du cycle de Krebs. D'une part, la FMN est liée à l'activité des enzymes L-aminoacide oxydase, lactate déshydrogénase et 5'-phosphate oxydase pour l'activation de la vitamine B6. D'autre part, la FAD est liée aux enzymes D-aminoacide et glucose oxydases et succinyl et acétyl-CoA déshydrogénases, à la coenzyme cytochrome réductase et au glutathion réductase (de Souza Castagnino, 2016).

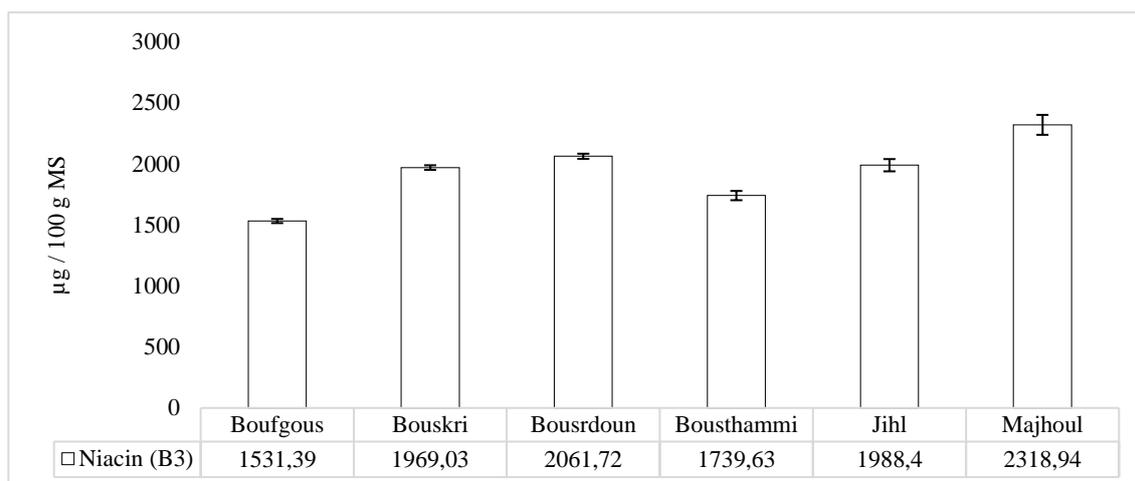
3.2.7.2. Teneur en vitamine B₃

Figure 22. Les teneurs en Niacine des variétés de dattes étudiées.

La niacine ou vitamine B₃ est le nom donné à deux molécules qui ont toutes les deux une activité vitaminique, l'acide nicotinique et le nicotinamide qui sont les précurseurs du nicotinamide adénine dinucléotide (NAD) et le nicotinamide adénine dinucléotide phosphate (NADP) (Le Grusse et Watier, 1993). Les teneurs en niacine obtenues pour les différentes variétés de dattes s'étalent sur un intervalle de 1.53 mg/100g de matière sèche (MS) pour *Boufgouss* à 2.31 mg/100g MS pour *Bousrdoun* (Figure 22). Une différence très significative a été observée entre les variétés de dattes étudiées ($p < 0,001$). Ces résultats sont très proche à celles rapportées par El-Sohaimy et Hafez, (2010) et USDA, (2017) pour les dattes Egyptiennes (2.20 mg/100g) et Américaines (1.27 - 1.61 mg/100g) respectivement. La consommation de 100g des dattes étudiées couvre entre 9.57 et 16.56% des apports journaliers recommandés en vitamine B₃ (Whitney and Rolfes, 2007) selon la variété consommée. La niacine participe à plusieurs réactions métaboliques sous la forme de nicotinamide, NAD et NADP. Ces deux dernières sont utilisées par plus de 30 déshydrogénases aussi bien dans le métabolisme des glucides (ex. : glucose-6-phosphate déshydrogénase), des lipides (ex. : α -glycérol-phosphate déshydrogénase) et des protéines (ex. : glutamate déshydrogénase) que dans le cycle de Krebs et la synthèse de la rhodopsine (de Souza Castagnino, 2016 ; McCormick et Wright., 1971).

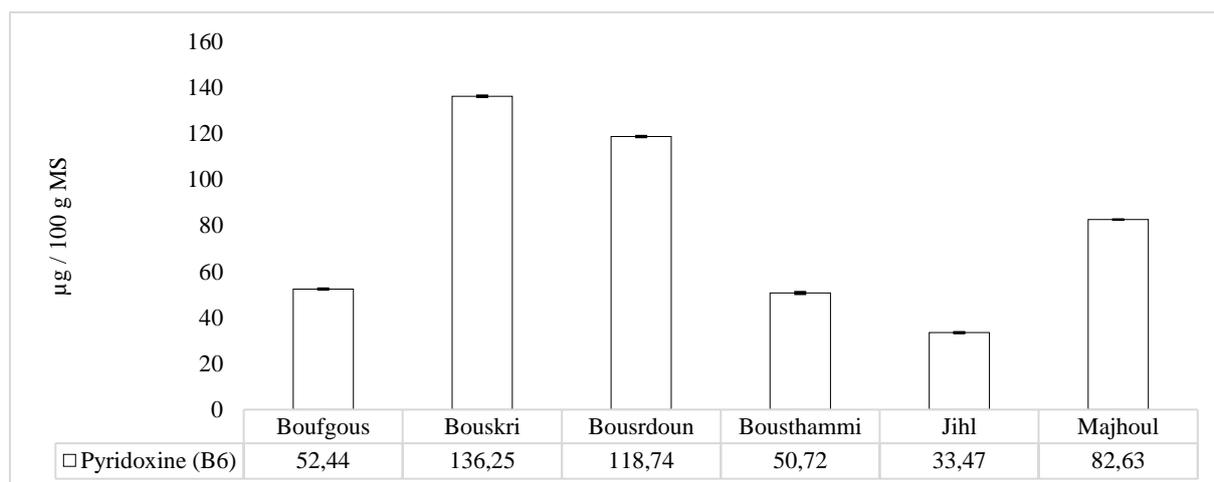
3.2.7.3. Teneur en vitamine B₆

Figure 23. Les teneurs en Pyridoxine des variétés de dattes étudiées.

La pyridoxine ou vitamine B6 est surtout oxydée en pyridoxal ou aminée en pyridoxamine, et elle subit à une phosphorylation pour donner le phosphate de pyridoxal (PLP) (de Souza Castagnino, 2016). Les dattes ayant fait l'objet de ce travail présentent une teneur en pyridoxine qui varie entre 33.47 µg/100 g MS dans la pulpe de *Jibel* à 136.25 µg/100 g MS dans la pulpe de *Bouskri* (figure 23). Une différence significative ($p < 0,001$) a été notée entre les variétés de dattes étudiées. Ces teneurs sont inférieures à celles rapportées pour des dattes américaines, soit 165 à 249 µg/100g (USDA, 2017) mais supérieures à celles rapportées par Aslam et al. (2013) pour les dattes Emaratiennes avec des teneurs inférieurs à 0.5 µg/100g. La pyridoxine entre dans la structure de diverses enzymes dont la plupart sont impliquées dans le métabolisme des acides aminés (ex. amine transférases, désaminases, décarboxylases, désulfhydrases), dans la conversion de la méthionine en cystéine et du tryptophane en niacine, dans la néoglucogénèse comme coenzyme du glycogène phosphorylase ou encore dans le métabolisme lipidique comme composante essentielle des enzymes facilitant la biosynthèse des sphingolipides (Ueland et al., 2015; Ink et Henderson., 1984). Les apports journaliers recommandés en vitamine B6 varient entre 1 à 1.9 mg/day (Whitney and Rolfes, 2007).

4. Conclusion

Notre étude de caractérisation morphologique et biochimique des dattes ont permis de dégager les faits marquants suivants :

- Les propriétés organoleptiques à savoir le poids, la taille, la couleur et la consistance des variétés Boufegouss et Majhoul constituent, les principaux facteurs d'appréciation de ces variétés par le consommateur.
- Sur le plan biochimique les variétés de dattes analysées montrent une variabilité marquante de la teneur en eau, en glucides, en protéines, en lipides, en minéraux et en vitamines.
- Les dattes sont très riches en sucres totaux avec prédominance du glucose et du fructose dans toutes les variétés à l'exception de Bouskri, qui est très riche en saccharose. Les variétés molles sont les plus riches en sucres réducteurs.
- La datte ne renferme qu'une faible quantité de protéines et de lipides. Elle contient des quantités très faibles en riboflavine, en niacine et en pyridoxine, en comparaison avec les besoins journaliers recommandés en ces vitamines.
- Les variétés de dattes étudiées renferment des quantités considérables en éléments minéraux dont les prédominants sont le potassium, le calcium et le magnésium et des quantités très appréciables de fer et de cuivre. Parmi les variétés analysées Bousthammi contient la plus grande teneur en fer, en zinc, en manganèse, en magnésium, en cuivre, et en potassium. Ainsi cette dernière variété est classée généralement de moindre qualité (dimension, couleur...), par rapport autres variétés de la province d'étude. Cependant, sur le plan diététique Bousthammi contient sept fois plus de fer que la noble variété Majhoul.

Chapitre III:
Evaluation des Activités Biologiques
Polyphénols et Activité Antioxydante

1. Introduction

Les composés phénoliques constituent une famille de molécules organiques largement présentes dans le règne végétal. On les retrouve dans les plantes, depuis les racines jusqu'aux fruits. Ils participent aux réactions de défense face à différents stress biotiques (agents pathogènes, blessures et symbioses) ou abiotiques (lumière, rayonnements UV, faible température, carences) (Akula et Ravishankar., 2011). Les polyphénols regroupent un vaste ensemble de plus de 8 000 molécules qui présentent tous un point en commun : la présence dans leur structure d'au moins un cycle aromatique à 6 carbones, lui-même porteur d'un nombre variable de fonctions hydroxyles OH (Urquiaga et Leighton., 2000). Les polyphénols contribuent à la qualité organoleptique des aliments issus des végétaux (couleur, astringence, arôme, amertume) (Lattanzio, 2003). Ces métabolites secondaires, représentés par les flavonoïdes, les acides phénolique, les tanins, coumarines, stillibènes et les lignanes, suscitent un intérêt croissant de la part des nutritionnistes, des industriels de l'agroalimentaire et des consommateurs (Neveu et al., 2010). Ceci grâce à leur propriété antioxydante très puissante et ainsi leur implication, probable dans la prévention des diverses pathologies associées au stress oxydant.

Le stress oxydant est un état de déséquilibre entre la production des espèces réactives de l'oxygène (ERO), et leur élimination par des mécanismes de protection, dénommés antioxydants.

Le système de défense antioxydant consiste en un réseau enzymatique et non enzymatique aussi bien endogène qu'exogène, agissant synergiquement. Les antioxydants enzymatiques sont représentés par la superoxyde dismutase, la catalase et la glutathion peroxydase qui jouent un rôle indispensable dans cette défense (Matés and Sánchez-Jiménez, 1999). Les antioxydants non enzymatiques endogènes les plus actifs sont le glutathion, le NADPH, les dipeptides, l'acide urique, l'acide lipoïque ou la bilirubine (Boubekri., 2014). Alors que les antioxydants non enzymatiques exogènes comprennent majoritairement l'acide ascorbique, les tocophérols, les caroténoïdes et les composés phénoliques (McCall et Frei, 1999).

En s'appuyant sur cette vision, l'objectif du présent chapitre est d'évaluer l'activité antioxydante des variétés de dattes les plus connues et les plus consommées par la population de la province d'Errachidia.

Ce chapitre est structuré en trois parties :

Détermination de la teneur en composés phénoliques totaux, en flavonoïdes totaux et en tanins condensés par spectrophotométrie.

Détermination de la composition en acide phénolique et en flavonoïdes par chromatographie en phase liquide à haute performance couplé à un détecteur à barrettes de diodes.

Evaluation de l'activité antioxydante : Compte tenu de la complexité des processus d'oxydation et de la nature diversifiée des antioxydants, avec des composantes à la fois hydrophiles et hydrophobes et puisqu'il n'y a pas une méthode universelle par laquelle l'activité antioxydante peut être évaluée quantitativement d'une façon bien précise. Les résultats de différents tests ont été combinés pour avoir une indication globale sur la capacité antioxydante des échantillons testés. Ainsi notre choix s'est porté sur l'utilisation de quatre tests :

- ✓ Le 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyle sous sa forme radicalaire (DPPH•), impliquant le transfert d'atome d'hydrogène et le transfert d'électron.
- ✓ Le sel d'ammonium de l'acide 2,2'-azinobis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonique (ABTS•), impliquant le transfert d'atome d'hydrogène et le transfert d'électron.
- ✓ Le test déterminant le pouvoir réducteur antioxydant du fer III (FRAP: Ferric Reducing Antioxydant Power) basé sur le transfert d'électron
- ✓ Etude de l'effet protecteur des extraits contre l'hémolyse oxydative des érythrocytes induit par l'AAPH.

2. Matériel et Méthodes

2.1. Préparation d'extraits riches en polyphénols

L'extraction des composés phénoliques a été réalisée par la méthode décrite par Biglari et al. (2008). A 30 g de pulpe de dattes broyées ont été ajoutés 150 mL d'une solution constituée de méthanol-eau distillée (80 / 20 : v/v). Cette préparation a été mise sous agitation pendant 12 heures à 35 °C. Le mélange est filtré et évaporé à 40°C à l'aide d'un évaporateur rotatif type (Buchi-R- 200) pour éliminer le solvant. Les différents extraits ont été conservés à -20°C dans des bouteilles en verre opaque jusqu'à leur utilisation.

2.2. Détermination de la teneur en polyphénols totaux

Le dosage des composés phénoliques totaux contenus dans les extraits des dattes est effectué par la méthode décrite par l'organisation internationale de normalisation (ISO 14502-1).

La méthode repose sur la réduction d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMo_{12}O_{40}$), qui constituent le réactif de Folin-Ciocalteu de couleur jaune, en présence des composés phénoliques. Cette réduction a donné naissance à des oxydes de tungstène (W_8O_{23}) et de molybdène (Mo_8O_{23}) colorés en bleu dont l'absorbance mesurée à 765 nm. L'intensité de coloration est proportionnelle au taux de composés phénoliques (Singleton et Rossi., 1965).

Pour le dosage des polyphénols totaux, cent μ L de l'extrait des dattes sont placés dans un tube à hémolyse en verre contenant 500 μ L de réactif de Folin-Ciocalteu diluée 10 fois dans l'eau distillée puis 400 μ L de solution aqueuse de carbonate de sodium (7.5 % w/v) ont été ajoutés. Les tubes ont été bien agités à l'aide d'un vortex et incubés pendant 60 min et l'absorbance est mesurée à 765 nm. La droite d'étalonnage (figure 1) a été établie à l'aide de la solution de référence d'acide gallique dans les mêmes conditions que les échantillons à analyser et les résultats ont été exprimés en mg équivalent acide gallique par 100 grammes de matière sèche des dattes.

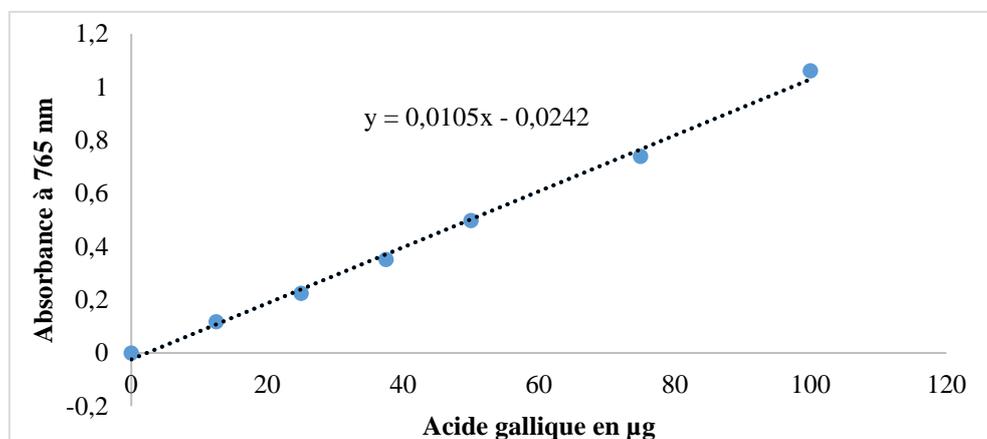


Figure 1. Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

2.3. Détermination de la teneur en flavonoïdes totaux

La teneur en flavonoïdes totaux contenus dans les extraits des dattes est déterminée en utilisant la méthode de Kim et al. (2003).

Cette méthode est basée sur la capacité des flavonoïdes à former un complexe jaune avec le trichlorure d'aluminium qui en présence de la soude forme un complexe de couleur rose qui absorbe à 510 nm.

Pour le dosage des flavonoïdes totaux, 1 mL de l'extrait des dattes convenablement dilué est introduit dans un tube à hémolyse en verre contenant au préalable 4 mL d'eau distillée, puis 300 µL de solution aqueuse de nitrite de sodium (5 %) et 300 µL de chlorure d'aluminium (10 %) ont été ajoutés. Après incubation pendant 5 minutes, 2 mL de l'hydroxyde de sodium (1M) sont ajoutées. La solution est ensuite ajustée avec de l'eau distillée pour un volume final de 5 mL et mélangée soigneusement et l'absorbance est lue contre un blanc à 510 nm. La solution de référence de la Rutine a été utilisée pour préparer la courbe d'étalonnage (figure 2) et les résultats ont été exprimés en mg de Rutine par 100 grammes de matière sèche des dattes.

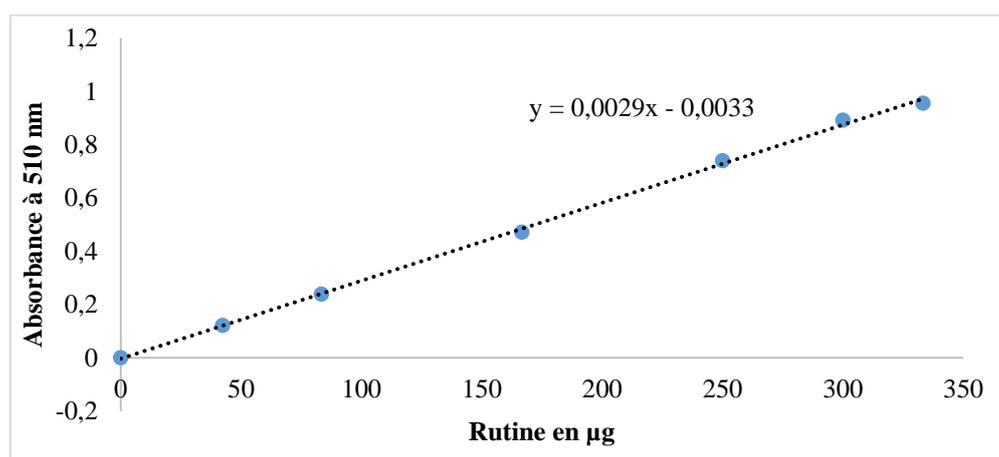


Figure 2. Courbes d'étalonnage de la rutine.

2.4. Détermination de la teneur en tanins condensés

La teneur en tanins condensés a été déterminée selon la méthode modifiée par Heimler et al. (2006). Les tanins condensés en milieu méthanolique acide subissent à une dépolymérisation ce qui donne naissance à des flavan 3-ols libres. La vanilline réagit avec les unités terminales des proanthocyanidines flavan 3-ols libres donnant une coloration rouge dont l'intensité est proportionnelle aux taux de flavanols présents dans le milieu et qui présente un maximum d'absorption à 500 nm de longueur d'onde (Sun et al., 1998).

Une prise de 400 µL d'extrait convenablement diluée est ajoutée à 3 mL de vanilline à 4 % préparée dans le méthanol et 1,5 mL d'acide chlorhydrique (HCl). Le mélange est mis en incubation à

température ambiante pendant 15 min. l'absorbance de cette préparation est mesurée à 500 nm. Une gamme étalon (figure 3) à base de catéchine est également préparée dans les mêmes conditions. La teneur en tanins condensés des extraits est alors exprimée en mg d'équivalent catéchine par cent grammes de matière sèche (mg EC/100g MS).

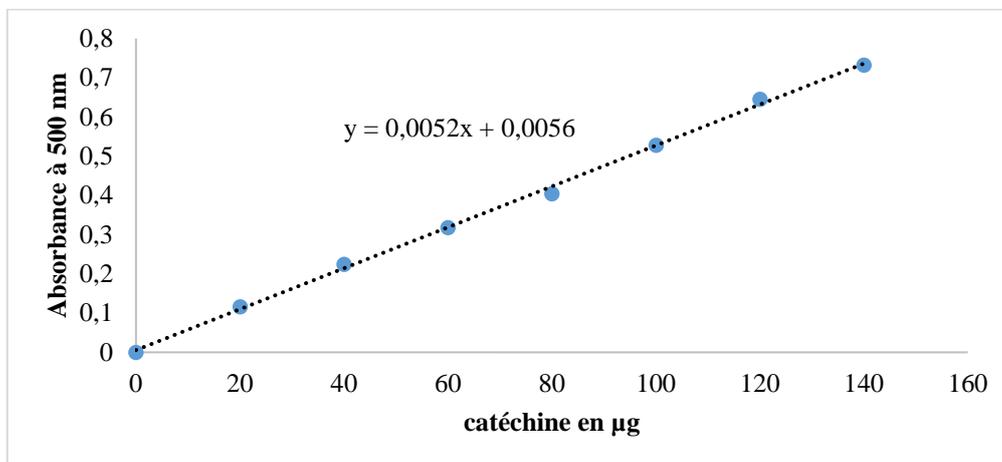


Figure 3. Courbe d'étalonnage de la catéchine.

2.5. Analyse des polyphénols par chromatographie liquide à haute performance (CLHP)

L'analyse quantitative et qualitative des acides phénoliques et des flavonoïdes des variétés des dattes a été réalisée par chromatographie à haute performance (CLHP) selon la méthode de Zhang et al. (2013a) avec une légère modification. Un gramme d'extrait de dattes dissous dans un mélange de méthanol acidifié (HCl (1N) /Methanol/Eau, 1/80/19, v/v/v) a été soumis à une sonication pendant 30 minutes suivie d'une centrifugation à 1000 g pendant 15 mL. Ensuite, 2 mL de surnageant a été filtré à travers un micro-filtre de 0.45 µm avant d'être injecté dans le système de chromatographie phase liquide, Shimadzu (Kyoto, Japan) équipé d'un auto-échantillonneuse (SIL-30AC), d'une pompe double (LC-20AB), d'un dégazeur sous vide, d'un détecteur à barrettes de diodes (DAD) (SPD-M10A) et d'un système de contrôle (SCL-10A). La colonne Restek C18 (150 x 4,6 mm, 5µm) (Bellefonte, USA) a été utilisée dans ces analyses. L'élution a été réalisée à 40°C en mode gradient grâce à un mélange de solvants binaire composé d'Eau/Acide acétique (97:3, v/v) (solvant A), et d'acétonitrile à 100 % (solvant B). Le gradient utilisé est présenté dans le tableau 1. Le temps total d'analyse d'un échantillon est de 50 min. La colonne a été rééquilibrée pendant 4 min entre chaque analyse. Le flux de la phase mobile est de 1 mL min⁻¹ et le volume d'injection de chaque échantillon était de 20 µl. Les monomères phénoliques ont été détectés à 280, 320 et 350 nm. Les standards (dont sept acides phénoliques : acide caféique, chlorogénique, p-Coumarique, férulique, gallique, syringique et vanillique ainsi que trois flavonoïdes : lutéoline, quercétine et la

rutine) ont été préparés à une concentration de 100 µg / ml. Les pics des composés phénoliques ont été identifiés par comparaison de leur temps de rétention à ceux des standards et en vérifiant leurs spectres caractéristiques. Le dosage des composés phénoliques a été réalisé par calibration linéaire externe avec des solutions étalons des standards correspondants. Les résultats ont été exprimés en milligrammes par 100 g de poids sec de dattes.

Tableau 1. Gradient d'éluion CLHP pour l'analyse des polyphénols

Temps (min)	Solvant B	Mode d'éluion
0-5 min	0-8%	gradient
5-25 min	8-25%	gradient
25-30 min	25%	Isocratique
30-50 min	25-90%	gradient

2.6. La détermination du pouvoir anti-radicalaire par le test DPPH

L'activité antiradicalaire des extraits de la datte a été mesurée par la méthode de Blois (1958). Le 2,2-diphényl-1-picryl-hydrazine (DPPH•) est un radical organique stable de couleur violette. En présence de composés antiradicalaires, le radical DPPH• est réduit et change de couleur en virant au jaune, ce qui entraîne une diminution de son absorbance (figure 4). La capacité anti-radicalaire est proportionnelle à la diminution de l'absorbance à 517nm (Popovici et al., 2010).

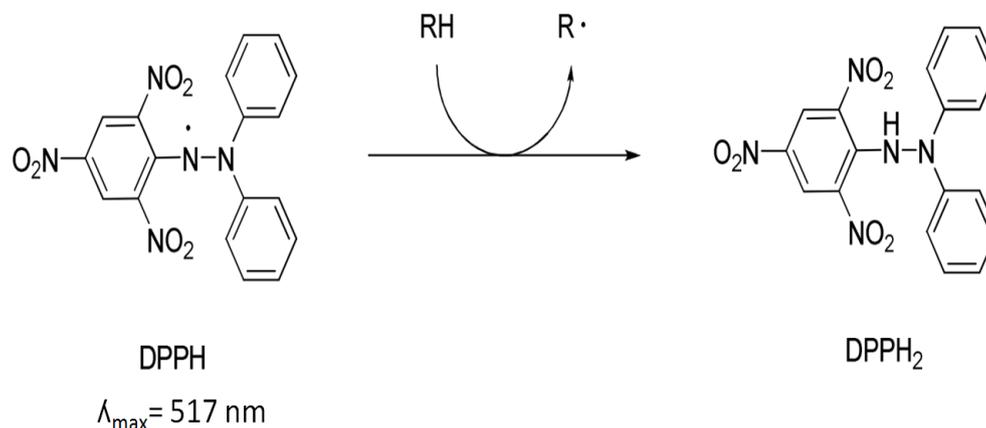


Figure 4. Mécanisme réactionnel intervenant lors du test DPPH entre l'espèce radicalaire DPPH et un antioxydant.

Le test consiste donc à mélanger, dans un tube à hémolyse en verre, 1900 µL d'une solution méthanolique de DPPH (100 µM) avec 100 µL de l'extrait des dattes (ou de méthanol pour le témoin négatif). L'absorbance est mesurée à 517 nm après avoir laissé incuber la réaction à la

température ambiante à l'obscurité pendant 20 minutes. L'activité anti-radicalaire des extraits est calculée suivant la formule ci-dessous :

$$\text{Activité anti-radicalaire (\%)} = (\text{Abs}_{\text{témoin}} - \text{Abs}_{\text{extrait}}) / \text{Abs}_{\text{témoin}} \times 100$$

La régression linéaire entre la concentration des extraits et les activités anti-radicalaire (%) a permis de déduire la concentration de l'extrait qui permet de piéger 50 % des radicaux libres DPPH (IC₅₀). De même, l'IC₅₀ du Trolox a été calculé afin de le comparer avec ceux des extraits.

2.7. La détermination du pouvoir anti-radicalaire par le test ABTS

L'évaluation de pouvoir anti-radicalaire par le test ABTS a été réalisée par la méthode Re et al., (1999).

Cette méthode est basée sur la capacité des antioxydants à piéger le radical cation préformé de l'acide 2,2'-azinobis(3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique) ou ABTS^{•+}, généré par l'oxydation de la molécule stable d'ABTS avec le persulfate de potassium (K₂S₂O₈) (figure 5). Le passage du radical ABTS^{•+} de couleur bleu-verdâtre à la forme non-radicalaire s'accompagne de la disparition de cette coloration mesurée spectrophotométriquement à une longueur d'onde de 734 nm. Cette diminution de l'intensité de coloration dépend de l'activité antioxydante de composé testé (Re et al., 1999).

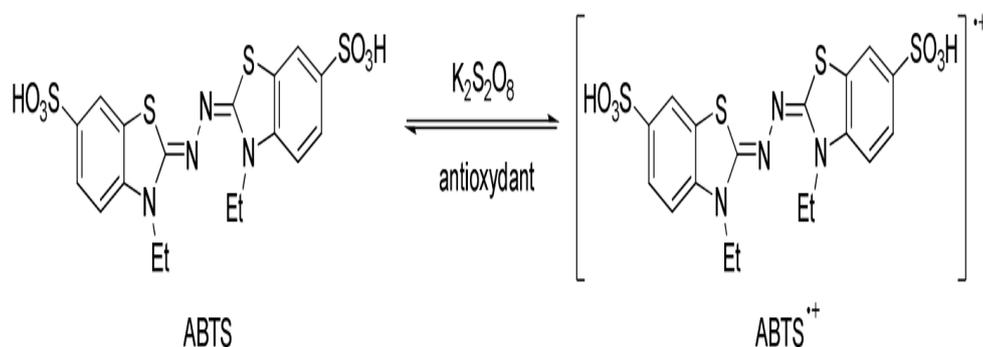


Figure 5. Oxydation de l'ABTS par le persulfate de potassium pour générer le radical cationique ABTS^{•+} et sa réaction avec un composé anti-radicalaire

En pratique L'ABTS radicalaire (ABTS^{•+}) a été synthétisé en mélangeant le même volume une solution aqueuse d'ABTS (7mM) et une solution aqueuse de persulfate de potassium (2.45mM). Le mélange réactionnel a été incubé à température ambiante et à l'obscurité, pendant 16 h. La solution (ABTS^{•+}) de travail est obtenue en diluant le mélange avec de l'eau distillée pour obtenir une absorbance de 0.700 ± 0.005 à 734 nm et à 30°C. Dans un tube à hémolyse en verre, 3 ml de solution de travail (ABTS^{•+}) ont été ajoutées à 30 μ L de l'extrait des dattes (ou de l'eau distillée

pour le témoin). Après incubation pendant 6 minutes, l'absorbance a été mesurée contre un blanc à 734 nm. L'activité anti-radicalaire des extraits a été calculée en utilisant la formule suivante :

$$\text{Activité anti-radicalaire (\%)} = (\text{Abs}_{\text{Témoin}} - \text{Abs}_{\text{Extrait}}) / \text{Abs}_{\text{Témoin}} \times 100$$

La gamme étalon (**figure 6**) a été établie en traçant la courbe de l'activité anti-radicalaire en fonction de la concentration du Trolox. Les résultats ont été exprimés en micromole d'équivalent de Trolox (TE) /100 g de matière sèche des dattes.

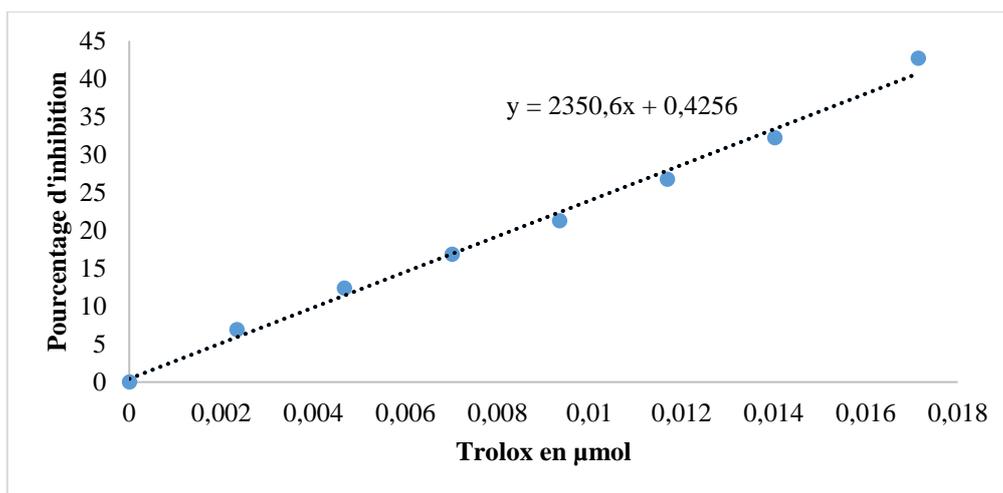


Figure 6. Courbe d'étalonnage de Trolox sur la méthode ABTS.

2.8. Détermination de pouvoir réducteur des ions ferriques (FRAP)

L'évaluation du pouvoir réducteur des extraits par le test FRAP est réalisée selon la méthode de (Benzie and Strain., 1999).

Cette méthode est basée sur l'aptitude de l'extrait de la datte à réduire le complexe tripyridyltriazine ferrique $[(\text{Fe}^{3+})\text{-TPTZ}]$ en complexe tripyridyltriazine ferreux $[(\text{Fe}^{2+})\text{-TPTZ}]$ qui a une couleur bleue intense est mesurée à 593nm (figure 7). L'intensité de coloration est proportionnelle au pouvoir réducteur total des antioxydants présents dans le milieu (Benzie et Strain., 1999).

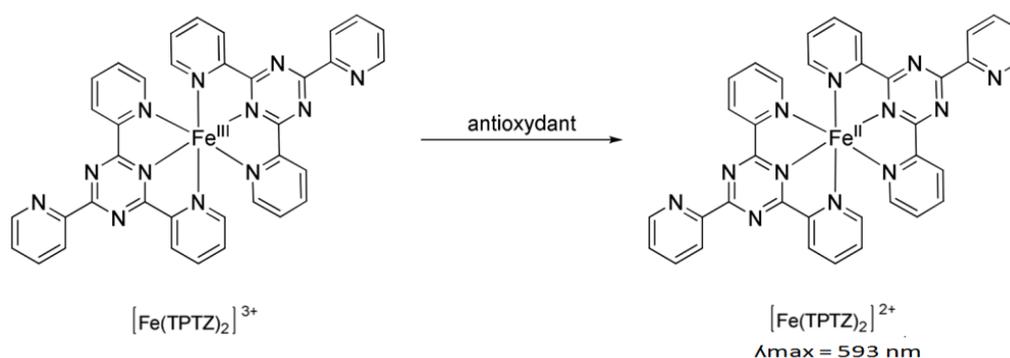


Figure 7. Mécanisme réactionnel intervenant lors du test FRAP entre le complexe tripyridyltriazine ferrique Fe(III)- TPTZ et un antioxydant (AH).

Dans un premier lieu, une solution de travail FRAP est réalisée en mélangeant, 10 mL de solution aqueuse de FeCl_3 (20mM), 100 mL de tampon acétate (300mM à pH=3.6) et 10 mL du réactif TPTZ (10mM) préparé dans de l'HCl (40mM). La solution a été incubée dans un bain thermostaté à 37 °C avant d'être utilisée. Dans des tubes à hémolyse en verre, 2 ml de la solution FRAP fraîchement préparée ont été mélangés avec 10 μL de l'extrait des dattes. Le mélange obtenu est ensuite gardé à la température ambiante pendant 15 minutes. Puis l'absorbance est mesurée à 593 nm. La gamme d'étalonnage (figure 8) est établie dans les mêmes conditions opératoires à partir des absorbances lues pour la gamme de solutions du Trolox utilisée comme antioxydant de référence. Les résultats ont été exprimés en micromole d'équivalent de Trolox/100g de matière sèche des dattes.

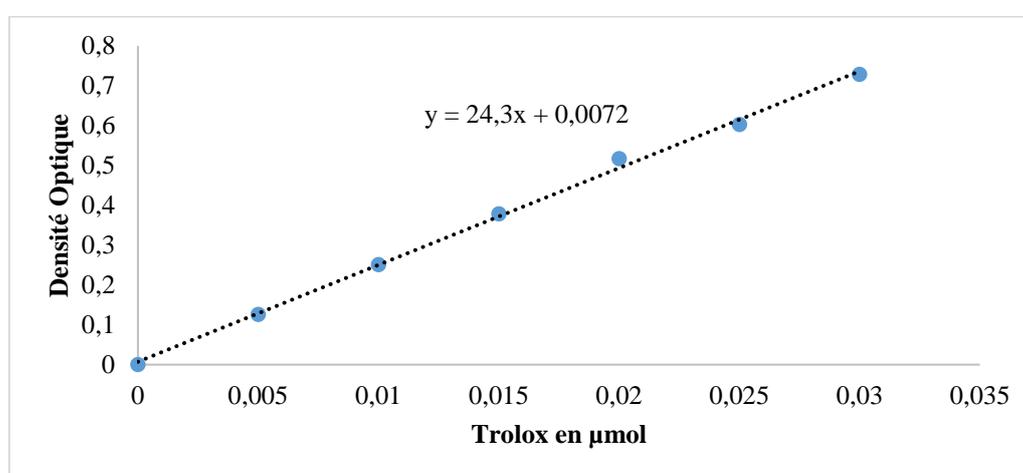


Figure 8. Courbe d'étalonnage de Trolox sur la méthode FRAP.

2.9. Protection des membranes érythrocytaires contre l'hémolyse induite par l'AAPH

La capacité des extraits à inhiber l'hémolyse induite par les radicaux libres est évaluée selon la méthode de Prost (1992).

Les radicaux libres générés de manière constante par décomposition thermique de l'AAPH (Hydrochlorure de 2,2'- azobis (2-amidinopropane)) (figure 9) provoquent une peroxydation lipidique qui conduit à la lyse des érythrocytes, qui peut être suivie par lecture de l'absorbance à 450 nm. En présence d'un antioxydant qui peut piéger les radicaux formés le taux d'hémolyse peut diminuer.

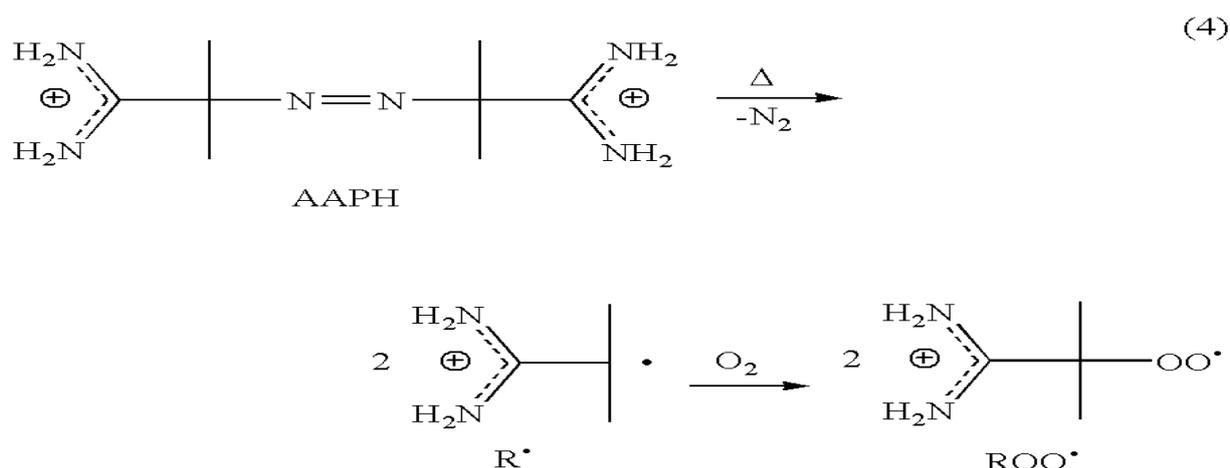


Figure 9. Décomposition d'AAPH et génération des radicaux libres

Le sang prélevé dans des tubes d'héparine à partir du rat est centrifugé à 2 500 tours/min durant dix minutes pour éliminer le plasma. Le culot est lavé trois fois avec une solution isotonique (0,15 M NaCl) à température ambiante. Les cellules sont ensuite resuspendues au même niveau hématocrite en utilisant la solution isotonique. La suspension érythrocytaire, ainsi obtenue, est diluée 30 fois par le PBS. Dans les cuves pour la spectrophotométrie, 200 μL de la suspension érythrocytaire préparée sont ajoutés à 10 μL de chaque extrait de datte (10 %) et le mélange a été incubé au bain-marie à 37° C jusqu'à la fin de manipulation. Ensuite, l'hémolyse est initiée en ajoutant 600 μL d'AAPH (10 %) dans chaque cuve. L'absorbance à 450 nm est notée toutes les 5 min en utilisant un spectrophotomètre contre un blanc contenant du PBS. Dans les mêmes conditions et les mêmes démarches expérimentales, la solution isotonique et le Trolox (1 %) ont été utilisés au lieu de l'extrait pour préparer le contrôle négatif et le contrôle positif respectivement. Pour évaluer l'effet des extraits de dattes sur les érythrocytes, l'AAPH a été remplacé par la solution isotonique en suivant les mêmes conditions expérimentales. Les résultats sont exprimés en HT₅₀ (temps de demi-hémolyse).

3. Résultats et discussion

3.1. Détermination de la teneur en polyphénols totaux

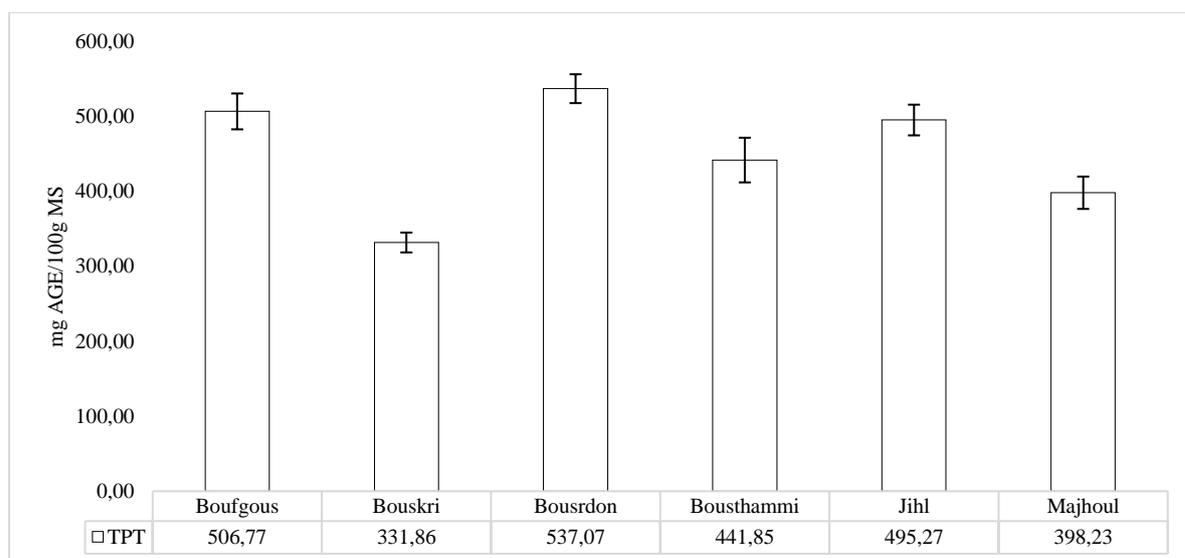


Figure 10. La teneur en polyphénols totaux des six variétés

À la lumière des résultats rapportés dans la figure 10, il ressort que la variété Bousrdoun possède la plus haute teneur en polyphénols (537.07 mg EAG/100g MS), alors que la variété Bouskri a montré la plus faible teneur en polyphénols (331.86 mg EAG/100g MS). Nos résultats sont en accord avec ceux trouvés par Hasnaoui et al. (2012) pour les variétés marocaines (171.4 - 353.92 mg EAG/100g MS), Lemine et al. (2014) pour les variétés mauritaniennes (405.5 - 661.1 mg EAG/100g MS) et Benmeddour et al. (2013) pour les variétés Algériennes (226 - 955 mg EAG/100g MS). En revanche, nos résultats sont supérieurs à ceux trouvés par Mohamed et al. (2016) pour les variétés saoudiennes (122 - 247 mg EAG/100g MS) et largement supérieures à ceux trouvés par Biglari et al. (2008) pour des dattes iraniennes dont les valeurs se situaient dans l'ordre de (2.89 - 141.35 mg EAG/100g MS). Le brunissement de la dattes dépend de l'interaction complexe entre les polyphénoloxydases et le contenu phénolique ; ces enzymes catalysent le brunissement enzymatique par leur action sur les mono et diphenols du fruit (Golbeck et Cammarata, 1981). Ainsi, la concentration des polyphénols diminue régulièrement durant la maturation et le stockage par les différentes voies du brunissement (Benchabane, 2007). De nombreux facteurs affectent les teneurs en polyphénols dans les dattes ; ce qui explique la grande variabilité entre les études. Il s'agit notamment de la variété, l'origine géographique, les conditions de croissance, la maturation, la saison, la fertilisation du sol, la durée d'exposition au soleil, les conditions climatiques, les conditions de stockage, l'échantillonnage, le solvant, la durée et la méthode d'extraction ainsi que le standard utilisé dans la gamme d'étalonnage (El Hadrami et Al-Khayr, 2012 ; Besbes et al., 2004 ; Al-Farsi et al., 2007). La teneur en polyphénols des variétés de dattes étudiés est inférieure à celle

des autres fruits secs consommés au Maroc à savoir les prunes, les abricots, les raisins et les figues qui donnent des valeurs de 0.76, 0.63, 1.03 et 0.52 g EAG/ 100 g respectivement selon Ouchemoukh et al., (2012).

3.2. Détermination de la teneur en flavonoïdes totaux

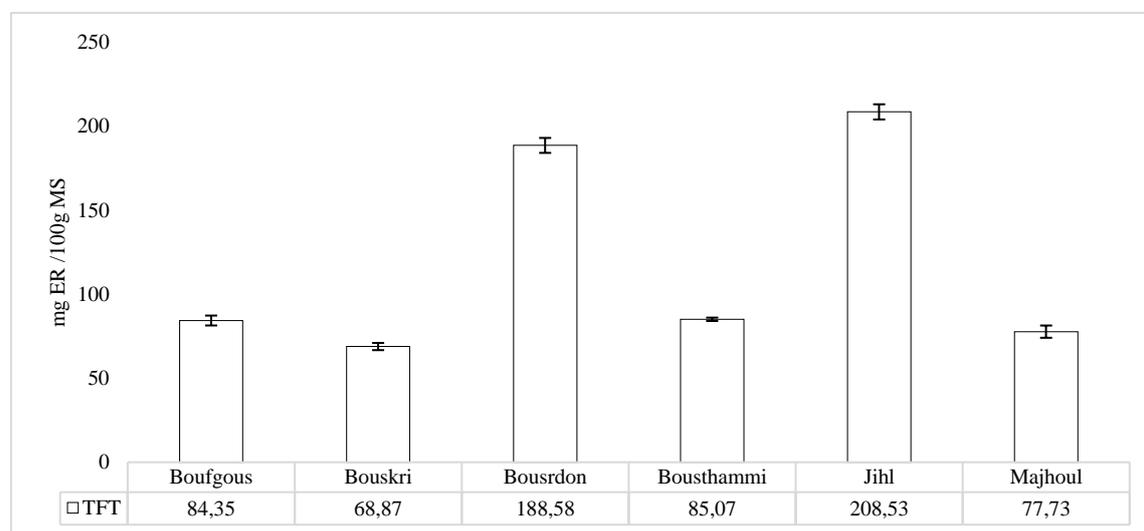


Figure 11. La teneur en flavonoïdes totaux des six variétés

La teneur en flavonoïdes dans les différentes variétés étudiées varie de manière très significative ($p < 0,001$). Les résultats présentés dans la figure 11 montrent que la plus forte teneur en flavonoïdes revient à la variété Jihel (208.53 mg RE/100g MS) et la plus faible teneur à la variété Bouskri (68.87 mg RE/100g MS). Ces teneurs sont supérieures à celles rapportées pour les variétés de dattes marocaines qui varient entre 43,28 et 84,95 mg QE/100g (Hasnaoui et al., 2012). Biglari et al. (2008) et Zineb et al. (2012) rapportent des valeurs beaucoup plus faibles que les nôtres allant de 1,62 à 81,79 mg CE/ 100 g et de 7.52 à 14.1 mg RE/100 g MS respectivement. En revanche nos résultats sont comparables à ceux rapportés pour des dattes algériennes (Benmeddour et al., 2013) et les dattes tunisiennes (Kchaou et al., 2014) soit, 15,22 à 299,74 mg QE/100 g MS et 58.92 à 213.76 CE/100 g MS respectivement. Les teneurs en flavonoïdes des dattes reportées dans cette étude sont supérieures à celles des autres fruits à savoir la poire (69.90 mg CE/100g MF), la pomme (48.60 mg CE/100g MF), la pêche (15.00 mg CE/100g MF), la figue (20.20 mg CE/100g MF), le raisin noir (77.10 mg CE/100g MF), la fraise (69.70 mg CE/100g MF) alors qu'ils sont proches des teneurs observées dans la prune (136.20 mg CE/100g MF) et la Cerise (138.60 mg CE/100g MF) (Marinova et al., 2005). Selon la littérature, les flavonoïdes des dattes sont principalement, les flavones, flavonols et flavanols qui comportent monomères de catéchine, des oligomères de procyanidine et des polymères procyanidine (les tanins condensés) (Mansouri et al., 2005 ; Hong et al., 2006 ; Hammouda et al., 2013). Maier et Metzler (1964) rapportent le cas de la variété molle

égyptienne Samani qui englobe un grand nombre de composés phénoliques où on distingue les anthocyanines, les flavones, les flavonols et les tanins qui ne sont pas caractérisés par une couleur définie à l'état soluble, les catéchines et les leuco-anthocyanines incolores se transforment en produits bruns après oxydation. Wrolstad (2004) a déclaré que la dégradation des anthocyanes pendant le séchage et le stockage est due aux réactions de brunissement enzymatique et non enzymatique. Plusieurs enzymes étaient impliquées dans la dégradation des anthocyanes, ceux-ci incluent la glycosidase et le polyphénol oxydase (Shahidi et Naczki., 2004). Les cultivars, les conditions environnementales, la maturité des fruits, les conditions d'extraction, le solvant, la méthode d'analyse et le standard utilisé peuvent être responsables des différences observées entre la teneur en flavonoïdes totaux des variétés de dattes étudiées (Gourchala, 2015 ; El Arem et al., 2012).

3.3. Détermination de la teneur en tanins condensés

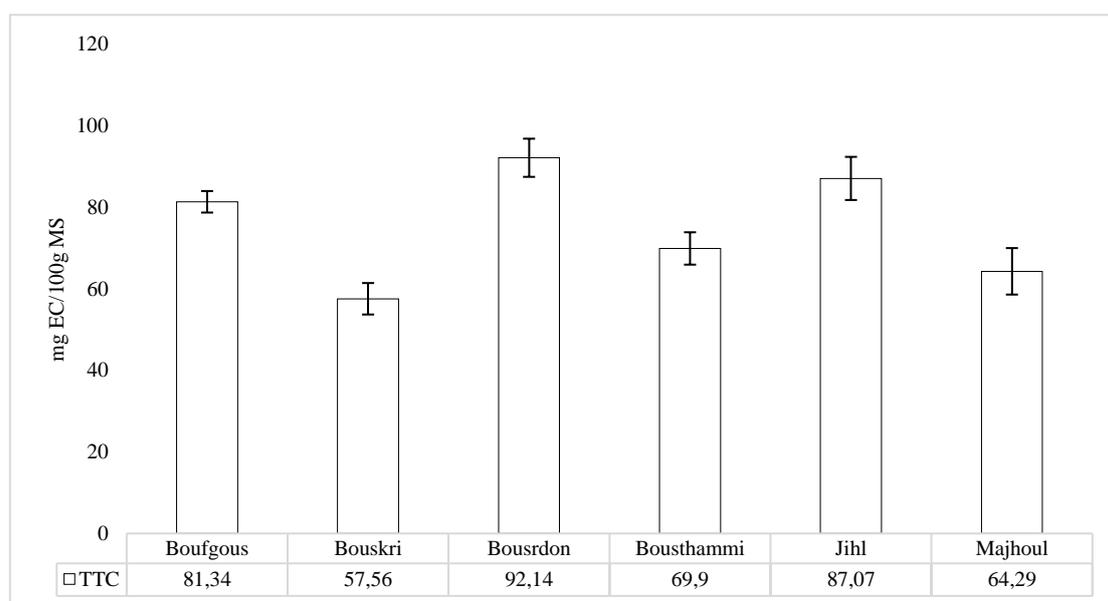


Figure 12. La teneur en tanins condensés totaux des six variétés

Les résultats obtenus présentés dans la figure 12 montrent une différence significative ($p < 0.05$) entre les variétés de dattes étudiées. La teneur la plus élevée a été constatée dans Boursdon avec (92,141 mg CE/100g MS) alors que la teneur la plus faible a été observée dans Bouskri (57,564 mg CE/100g MS). Les résultats rapportés par Benmeddour et al. (2013) (82.81- 525.06 mg CE/100 g MS) et El Arem et al., (2012) (111.11- 234.70 mg CE/100 g MF) sont largement supérieurs à ceux trouvés dans notre étude. Au cours de la maturation la teneur en tanins condensés, connue sous le nom de pro-cyanidines, diminue d'une façon linéaire entre le stade Kimri et le stade Tamr (Hammouda et al., 2013 ; Tafti et Fooladi., 2005). Cette diminution peut atteindre 50% selon

Myhara et al., (2000). Cependant, les tanins solubles se transforment progressivement en tanins insolubles condensés (El Arem et al., 2012) ; ce qui explique les teneurs modérées des tanins condensés au stade Tamr, mais aussi la disparition de l'astringence de la datte plus ou moins prononcée relevée lors de la première phase de la maturation (Hammouda et al., 2013). L'étude menée par Dowson et Aten (1963) a montré qu'une congélation rapide suivie d'un chauffage modéré des dattes de la variété Zahdi au stade Khalal provoque la disparition des tanins astringents solubles par leur conversion en tanins insolubles. Ceci peut être dû à l'activation des enzymes responsables de ces réactions dans ces conditions. Au cours du stockage, les tanins condensés subissent une oxydation par voie non enzymatique en polymères colorés et interviennent ainsi dans le brunissement post-récolte (Maier et Metzler, 1965) qui entraîne des changements indésirables de l'apparence et de la qualité nutritionnelle de la datte (Benchabane, 2007). Cette oxydation s'accroît lorsque la température de stockage augmente (Mutlak et Mann, 1984).

3.4. Analyse du profil chromatographique des composés phénoliques

Les profils chromatographiques d'extrait des variétés de dattes étudiées sont représentés dans la figure 13 tandis que les résultats des analyses quantitatives sont donnés dans le tableau 2.

La comparaison des temps de rétention des extraits avec ceux des différents standards analysés dans les mêmes conditions nous a permis d'identifier et quantifier dix composés phénoliques, qui sont des acides hydroxybenzoïques tels que l'acide gallique, syringique et vanillique, les acides hydroxycinnamiques tels que les acides chlorogénique, caféique, p-coumarique et férulique, les flavonols comme la quercétine, flavone tels que la lutéoline et flavonol glycosides tels que la rutine. L'analyse de la variance montre une différence significative entre les variétés étudiées au seuil 5 %. Les extraits de toutes les variétés de dattes analysées contiennent l'acide caféique, l'acide férulique, l'acide gallique, l'acide p-Coumarique, l'acide syringique et la rutine. L'acide chlorogénique et l'acide vanillique ne sont pas détectés dans les variétés Bouskri et Bousthammi, tandis que toutes les variétés contiennent la quercétine à l'exception des variétés Bouskri et Majhoul. Jihel et Bousrdoun sont les seules qui présentent la lutéoline. Les teneurs indiquées dans le tableau 2 ne représentent que les formes libres des composés phénoliques, car aucune hydrolyse n'a été appliquée aux échantillons avant analyse CLHP.

L'acide gallique, le composé phénolique majoritaire des variétés de dattes analysées, varie entre 5.53 pour Majhoul et 10.38 pour Boufegouss. Ces teneurs sont comparables à ceux trouvés par Benmeddour et al., (2013) et Hamad et al., (2015) pour des variétés algériennes (6.58 - 16.07 mg/100 g MS) et Saoudiennes (6.96-15.22 mg/100 g MS) respectivement. Cependant, ces teneurs sont largement supérieures à celles obtenues par El Arem et al., (2012) pour des variétés Tunisiennes (1.55 – 1.67 mg/100 g MS). Contrairement à notre étude, les travaux Al-Farsi et al.

(2005b) et El Arem et al., (2012) ont montré que l'acide férulique est l'acide phénolique prédominant dans les variétés étudiées. Les travaux antérieurs ont montré que l'acide gallique est connu par ses propriétés antioxydantes, hépato-protectrice, antibactérienne, cardio-protectrice, antiparkinsonienne, anticancéreuse, antivirale, antifongique, anti-malarique, vermifuge, anti-inflammatoire, anxiolytique, antidépresseurs et induit la cicatrisation (Nayeem et al., 2016; Shahrzad et al., 2001).

Les teneurs en acide férulique sont comprises entre 1.28 et 3.82 mg/100g MS respectivement pour Bouskri et Bousrdoun. Ces valeurs concordent avec celles rapportées par Al-Farsi et al. (2005b) (2.06 - 13.28 mg/100g MF), Hamad et al., (2015) (1.44 – 2.52 mg/100g) et El Arem et al., (2012) (4.27 – 5.09 mg/100 g MS) et Benmeddour et al. (2013) (0.47 - 2.81 mg/100 g MS) pour les variétés de dattes produites à sultanat d'Oman, en Arabie saoudite, en Tunisie, et en Algérie respectivement. Ainsi, les dattes étudiées devraient avoir un effet bénéfique sur la santé humaine, puisque ce composé est connu par ses activités antioxydantes, anti-inflammatoire, anticancéreuse, anti-apoptotique, antimicrobienne, neuro-protectrice, hépato-protectrice, radio-protectrice, antidiabétique, hypotensive, anti-athérogène et induit l'angiogenèse (Srinivasan et al., 2007 ; Gohil et al., 2012).

L'acide caféique s'étale de 0.92 mg/100g MS correspondant à Bouskri à 2.59 mg/100g MS pour Jihel. Nos résultats sont largement supérieurs à ceux trouvés par Benmeddour et al. (2013) et Hamad et al., (2015) qui estiment que les dattes renferment des teneurs en acide caféique comprises entre 0.013 et 0.026 mg /100g MS, 0.03 – 0.12mg /100g MS, respectivement pour des dattes Algériennes et Saoudienne. Par ailleurs, nos valeurs sont plus faibles que celles rapportées par El Arem et al., (2012) et Al-Farsi et al. (2005b) pour les variétés de dattes tunisiennes (3.04 - 4.64 mg/100g MF) et omaniennes (7.57 - 10.10 mg/100g MS) respectivement. Les études in vitro et in vivo menées sur cet acide phénolique ont montré qu'il possède une activité antioxydante, anti-ischémie, anti-thrombose, antihypertenseur, anti-fibrosique, antivirale antitumorale, anti-inflammatoire, immunomodulateur, antibactérienne et hépato-protectrice (Jiang et al., 2005 ; Zhang et al., 2014 ; Hou et al., 2011).

Les concentrations obtenues de l'acide p-coumarique des variétés de dattes étudiées varient entre 0.49 et 1.74 mg/100g MS, respectivement pour Bouskri et Jihel. Ces valeurs sont comparables à celles rapportées par Hamad et al., (2015) (0.721 – 3.275 mg/100g MS). Ces teneurs sont largement supérieures à celle rapportées par Benmeddour et al. (2013) (0.09 -0.48 mg/100g MS) mais s'avèrent plus élevées en comparaison avec celles trouvées par El Arem et al., (2012), qui varient de 3.78 à 3.96 mg/100g MS. Selon Pragasam et al 2013 et Pei et al., 2016, l'acide paracoumarique possède plusieurs activités biologiques comprenant l'activité antioxydante, anticancéreuse, anxiolytique,

antimicrobienne, antivirale, anti-inflammatoire, anti-agrégation plaquettaire, antipyrétique, analgésique et anti-arthrite. L'acide paracoumarique peut atténuer le diabète, l'obésité, l'hyperlipidémie et la goutte.

La teneur en acide syringique la plus élevée a été observée dans la variété Bousrdoun (1.81mg/100g MS) et la plus faible dans Bouskri (0.63 mg/100g MS). Ces teneurs sont comparables à celles rapportées Hamad et al., (2015) et El Arem et al., (2012) qui ont trouvé respectivement des valeurs variant entre 0.41 – 0.82 mg/100g MS et 1.33 – 4.20 mg/100g MS. Al-Farsi et al. (2005b) rapportent des valeurs plus élevées que les nôtres allant de 4.52 – 6.02 mg/100g MF. Différentes activités biologiques telles que l'activité antioxydante, anti-endotoxique, anti-cancéreuse, hépatoprotectrice, antibactérienne, antifongique et antidiabétique ont été rapportées pour cet acide phénolique (Muthukumar et al, 2013 ; Karthik et al., 2013 ; Khadem et Marles., 2010).

Les teneurs en acide chlorogénique se situaient entre 0.46 mg/100g MS pour Majhoul et 1.26 mg/100g MS observé dans Bousrdoun. Ces teneurs sont nettement inférieures à celles rapportées par El Arem et al., (2012) (1.79 – 3.90 mg/100g MS) mais, supérieures à celles rapportées par Hamad et al., (2015) (0.044 – 0.2 mg/100g MS). L'acide chlorogénique présente une gamme d'activités pharmacologiques telles que l'activité antioxydante, anti-inflammatoire, antivirale antifongique, neuroprotectrice, anti-diabétique, cardioprotectrice, hépatoprotectrice, néphroprotectrice, immunoprotectrice, anticancéreuse et hypolipémiant, (Maalik et al., 2016 ; Upadhyay et Mohan Rao., 2013).

L'acide vanillique varie de 0.27 mg/100g MS pour Boufegouss à 0.52 mg/100g MS pour Bousrdoun. Ces résultats sont comparables à ceux rapportés par Al Harthi et al. (2015) pour les variétés d'Arabie saoudite (0 - 0.27 mg/100g MF) mais restent faibles en comparaison avec ceux rapportés par Al-Farsi et al. (2005b) pour les variétés Omaniennes (1.70 - 4.14 mg/100g MS). Selon la bibliographie l'acide vanillique est un antioxydant et anti-inflammatoire, anticancéreux, cardio-protecteur, antiparasitaire, antibactérienne et hépatoprotecteur (Prince et al., 2011 ; Calixto-Campos et al., 2015 ; Khadem & Marles., 2010).

La rutine, le flavonoïde majoritaire des cultivars de dattes analysés, oscille de 0.52 mg/100g MS pour Bouskri à 2.86 mg/100g MS pour Jihel. Ces valeurs sont comparables à celles obtenues par Benmeddour et al. (2013) et Hamad et al., (2015) pour les variétés algériennes (0.17 et 2.78 mg/100g MS) et Saoudiennes (0.431 - 0.943 mg/100g MS) respectivement. La rutine a une large gamme de propriétés pharmacologiques. Il est utilisé pour traiter diverses maladies chroniques telles que le cancer, le diabète, l'hypertension et l'hypercholestérolémie et l'inflammation (Sharma et al., 2013 ; Guardia et al., 2001). De manière classique, il est utilisé comme un antioxydant, antimicrobien, antifongique et anti-allergique (Al-Dhabi et al., 2015).

Tableau 2. Composition en acides phénoliques et flavonoïdes des variétés de dattes étudiées (mg/100g MS)

	<i>Boufegouss</i>	<i>Bouskri</i>	<i>Bousrdoun</i>	<i>Bousthammi</i>	<i>Jibel</i>	<i>Majboul</i>
Acide Phénoliques						
A. Caféique	2.07±0.14	0.92±0.11	2.34±0.13	1.37±0.10	2.59±0.16	1.62±0.12
A. Chlorogénique	0.81±0.06	Nd	1.26±0.05	Nd	0.63±0.09	0.46±0.04
A. p-Coumarique	1.12±0.10	0.49±0.04	1.46±0.07	1.08±0.09	1.74±0.12	0.68±0.05
A. Férulique	2.49±0.14	1.28±0.14	3.82±0.15	1.96±0.11	3.21±0.17	2.74±0.25
A. Gallique	10.38±0.27	7.02±0.17	9.52±0.23	6.27±0.25	8.16±0.37	5.53±0.20
A. Syringique	1.34±0.07	0.63±0.06	1.81±0.12	0.93±0.09	1.57±0.06	1.24±0.10
A. Vanillique	0.27±0.04	Nd	0.52±0.03	Nd	0.35±0.05	0.39±0.08
Flavonoïdes						
Lutéoline	Nd	Nd	0.24±0.03	Nd	0.37±0.03	Nd
Quercétine	0.33±0.02	Nd	0.83±0.04	0.41±0.07	0.69±0.05	Nd
Rutine	0.94±0.16	0.52 ±0.14	2.31±0.21	1.63±0.15	2.86±0.20	0.74±0.13

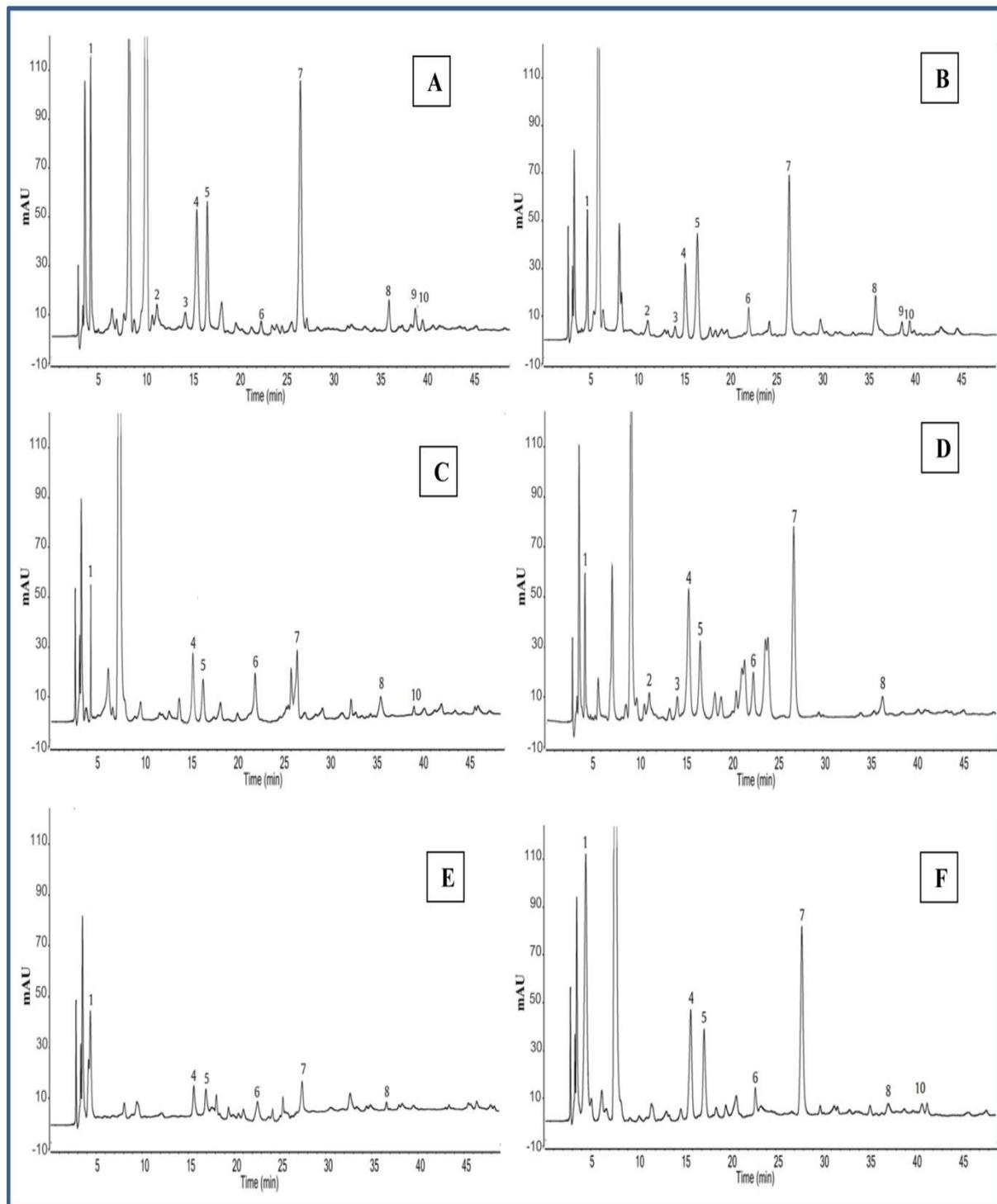


Figure 13. Les chromatogrammes CLHP-DAD des différentes variétés.

A: Boursdoun; **B:** Jihel; **C:** Bousthrammi; **D:** Majhoul; **E:** Bouskri; **F:** Boufegouss.

Numéros des pics: (1) A. gallique; (2) A. chlorogénique; (3) A. vanillique; (4) A. caféique; (5) A. syringique; (6) A. p-coumarique; (7) A. férulique; (8) rutine; (9) lutéoline (10) quercétine.

La quercétine, détectée dans toutes les variétés analysées sauf Majhoul et Bouskri, se situe entre 0.33 mg/100g MS pour Boufegouss et 0.83 mg/100g MS pour Bousrdoun. Ces valeurs ne sont pas trop différentes de celles rapportées par Hamad et al., (2015) (0.170 - 1.27 mg/100g MS) et sont largement supérieures à celles rapportées par Benmeddour et al. (2013) (0.04 -0.08 mg/100g MS). La quercétine est une molécule polyvalente avec de nombreuses propriétés pharmacologiques, notamment antioxydante, antivirale, anticancéreuse, cardio-protectrice, antimicrobienne, anti-inflammatoire, hépato-protectrice, protectrice du système reproducteur et anti-obésité (Maalik et al., 2014).

La lutéoline a été révélée seulement dans l'extrait de Bousrdoun (0.24 mg/100g MS) et Jihel (0.37 mg/100g MS). Ces teneurs s'avèrent très élevées en comparaison avec celles rapportées par Hamad et al., (2015) (0.020-0.045 mg/100g MS), Benmeddour et al. (2013) (0.03– 0.07 mg/100 g MS). Des études précliniques ont montré que cette flavone possède une variété d'activités pharmacologiques, notamment des activités antioxydante, anti-inflammatoire, anticancéreuse antimicrobienne, antidiabétique, cardio-protectrice et neuro-protectrice (Lopez-Lazaro, 2009).

Le profil d'élution se caractérise par une augmentation de la ligne de base. Ce type de comportement traduit souvent la présence des tanins condensés, sous-famille très hétérogène de polyphénols très présente dans le règne végétal, on parle de bosse des tanins (Lantto et al., 2009). Ainsi, la méthode d'identification par chromatographie confirme les premiers résultats obtenus par le dosage spectrophotométrique UV-visible.

3.5. Piégeage du radical libre DPPH (2,2-diphényle-1-picrylhydrazyl)

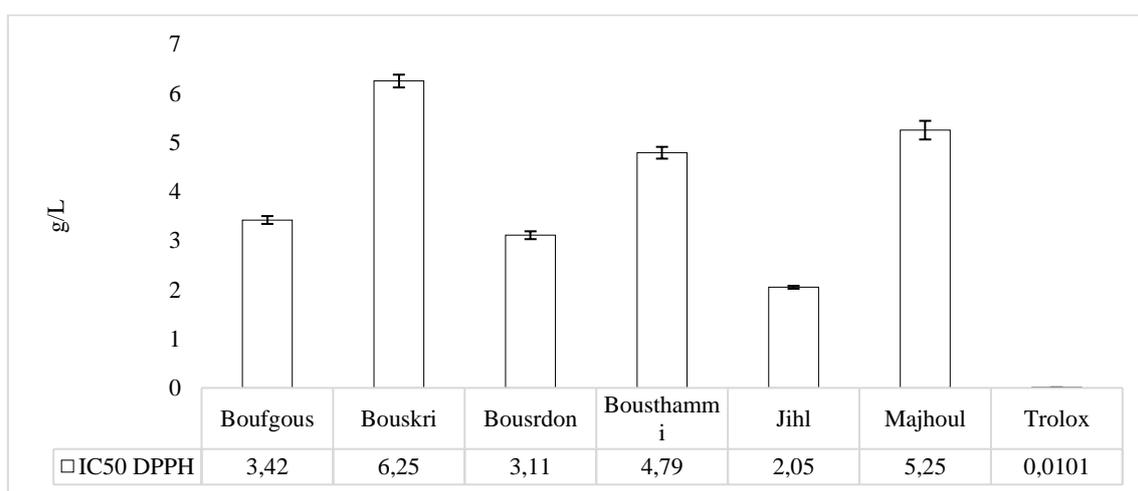


Figure 14. Evaluation de l'activité antioxydante par le test DPPH des six variétés.

L'activité anti-radicalaire des différents extraits est déduite de leur capacité à inhiber le radical DPPH comparativement à un antioxydant de référence : Trolox, analogue à la vitamine E. Les courbes représentatives du pourcentage d'inhibition du radical en fonction des concentrations des

extraits testés ont permis de déduire la CI_{50} (La concentration d'inhibiteur (antioxydant) nécessaire pour diminuer 50% du taux des radicaux libres) de chaque variété de dattes. Ainsi plus la valeur de la CI_{50} est faible plus l'extrait est puissant vis-à-vis des radicaux libres. Les résultats de la figure 14 montrent que, Jihel possède l'activité anti-radicalaire la plus importante avec ($CI_{50}= 2,046$ g/L) alors Bouskri révèle une activité moins importante ($CI_{50}= 6,255$ g/L). Bien que tous les extraits ont une activité anti-radicalaire, le trolox ($CI_{50}=0.01$ g/L) présente une activité significativement supérieure à celles des extraits. Sadeghi et al., (2015) ont étudié l'activité antioxydante de six variétés de dattes, ils ont trouvé des valeurs de CI_{50} varient entre 0.236 g/L et 0.579 g/L, ces valeurs sont dix fois plus élevées que les nôtres. Cependant, nos résultats sont inférieurs à ceux rapportés par Bushra et al., (2014) ($CI_{50} = 1,474$ g/L). L'étude de la corrélation (Tableau 3) entre les teneurs en polyphénols totaux, en flavonoïdes et en tanins et la capacité anti-radicalaire montre la présence d'une forte corrélation à raison de ($R^2= 0.811$), ($R^2= 0.710$) et ($R^2= 0.888$) pour les polyphénols, les flavonoïdes et les tanins condensés respectivement. En effet, les composés phénoliques et plus particulièrement les flavonoïdes sont reconnus comme des substances potentiellement antioxydantes ayant la capacité de piéger les espèces radicalaires et les formes réactives de l'oxygène (Javanovic et al., 1994). Dans le but d'étudier la relation structure/fonction de 29 flavonoïdes (flavones, flavonols et flavanones) et leur capacité de piéger le DPPH, Amič et al., (2003) ont montré que les flavonoïdes les plus efficaces sont ceux qui renferment des groupements 3',4'-dihydroxy sur le cycle B et/ou un groupement 3-OH sur le cycle C. Ainsi les différences d'activité anti-radicalaire observées entre les variétés de dattes étudiées peuvent être imputées à la quantité et à la qualité des composées phénoliques que contient chaque variété.

3.6. Réduction du fer : FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power)

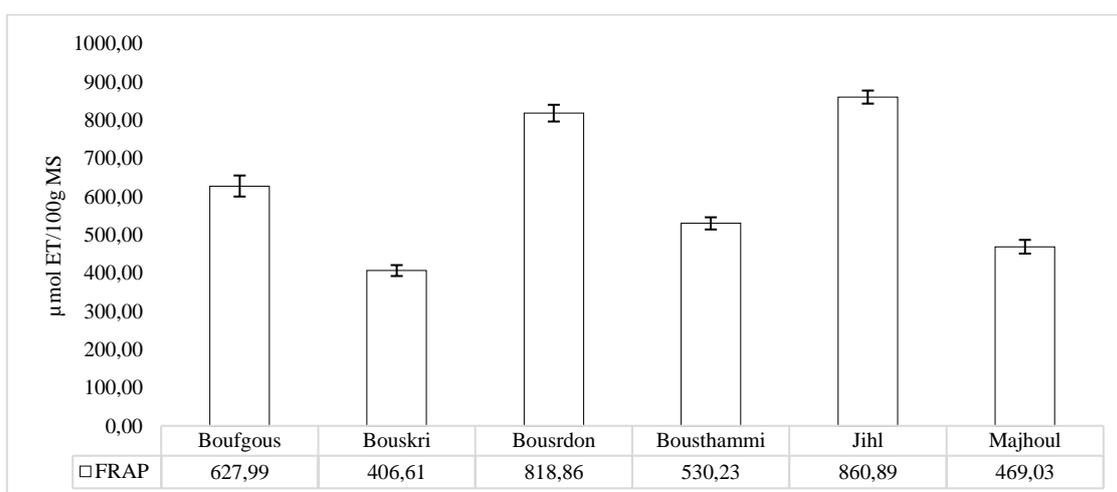


Figure 15. Evaluation de l'activité antioxydante par le test FRAP des six variétés.

Cette technique a été développée pour mesurer la capacité du plasma à réduire le fer ferrique (Fe^{3+}) en fer ferreux (Fe^{2+}) (Benzie et Strain, 1999). Sachant que le Fe^{3+} participe à la formation du radical hydroxyle par la réaction de Fenton (Wardman et Candeias., 1996). Ainsi le pouvoir réducteur d'un extrait est associé à son pouvoir antioxydant. La figure 15 montre que tous les extraits des variétés de dattes étudiées présentent des activités antioxydantes significativement différentes ($p < 0,05$). La variété Jihel possède la meilleure capacité antioxydante de l'ordre de $860.89 \mu\text{mol TE}/100\text{g MS}$, alors que les dattes de variété Bouskri révèlent une activité réductrice la moins importante de l'ordre de $406.61 \mu\text{mol TE}/100\text{g MS}$. Les résultats évoqués par Al-Jasass et al., (2015), ($329- 522 \mu\text{mol TE}/100\text{g}$) sur six variétés de dattes, sont comparables aux résultats trouvés dans notre étude. En revanche, nos résultats sont largement inférieurs à ceux trouvés par Khanavi et al. (2009) qui estiment que les dattes possèdent une activité antioxydante à l'ordre de $3.28 \text{ mmol TE}/100\text{g}$ pour des dattes iraniennes. Le fer peut stimuler l'oxydation des lipides par la réaction de Fenton, et accélère également cette oxydation en décomposant les hydroperoxydes en radicaux pyroxyles et alcoxyles qui peuvent à leur tour entretenir la réaction de peroxydation lipidique (Demirtas et al., 2013). Ainsi, les produits chélateurs offrent une protection contre les dégâts oxydatifs des cellules en éliminant les ions Fe^{2+} qui participent à cette peroxydation.

Dans le but d'établir la relation entre la réduction de fer et les teneurs en phénols totaux, en flavonoïdes et en tanins et la capacité réductrice des différents extraits des variétés de dattes étudiées (Tableau 3). Les résultats obtenus nous montrent la présence d'une corrélation linéaire entre la capacité réductrice d'une part et la teneur en tanins ($R^2 = 0.921$), la teneur en flavonoïdes ($R^2 = 0.898$) et la teneur en polyphénols ($R^2 = 0.758$) d'autre part. Ceci nous permet de déduire que tous ces composés participent à la capacité réductrice. Il a été rapporté par Verdan et al (2011) que l'effet chélateur de certains flavonols (quercétine, myricétine et morine) est dû en partie à leur pouvoir de fixer les différents métaux comme Fe^{2+} , Fe^{3+} , Cu^{2+} et Zn^{2+} via leurs groupements hydroxyles des trois cycles. Sachant que les deux groupes : 3-hydroxy-4-céto et 5-hydroxy-4-céto des cycles A et C sont les plus intéressants.

Bien que le potentiel d'oxydoréduction de la méthode FRAP (0.70V) est comparable à celui de ABTS $\bullet\bullet$ (0.68 V) et par conséquent, il n'y a pas beaucoup de différences entre les méthodes ABTS et FRAP (Huang et al., 2005), une faible corrélation ($R^2 = 0.44$) a été observé entre les deux testes cela montre que le type de test joue un rôle plus important dans la mesure de l'activité antioxydante.

3.7. Piégeage du ABTS (2,2'-azynobis- [3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid])

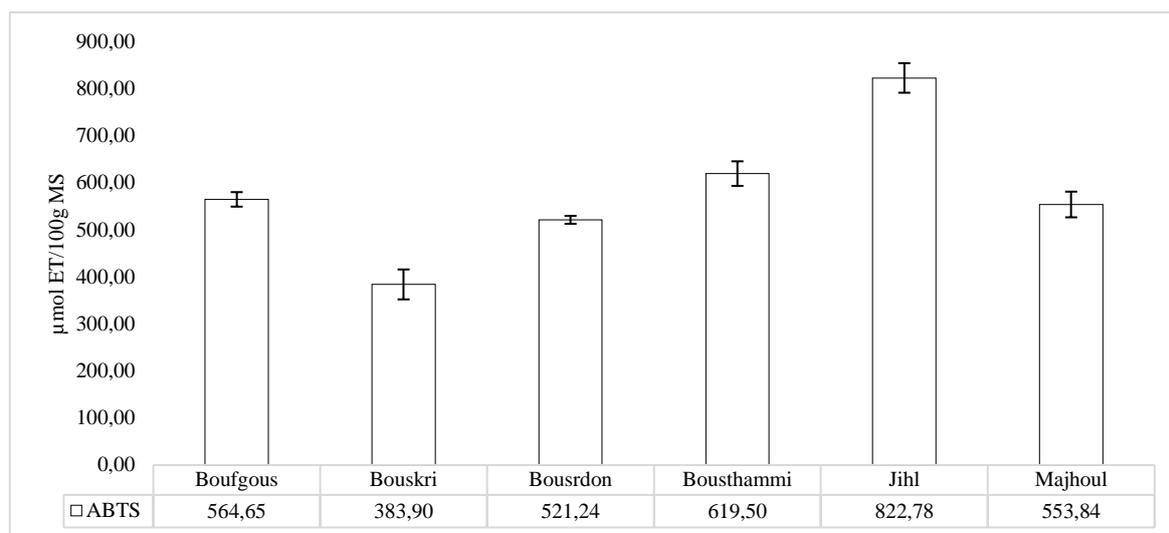


Figure 16. Evaluation de l'activité antioxydante par le test ABTS des six variétés

L'activité antioxydante, évaluée en utilisant le test ABTS, pour les différentes variétés étudiées variées de manière significative ($p < 0,05$). Les valeurs (figure 16) s'étalent de 383.90 $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$ correspondant à Bouskri et 822.78 $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$ pour Jihel. Les valeurs rapportées par Al-Jasass et al., (2015) sur six variétés de dattes sont beaucoup plus élevées que les nôtres allant de 34.1 à 130.0 $\text{mmol TE}/100\text{g}$. Par ailleurs, les résultats de notre étude sont inférieurs à ceux trouvés par Saafi et al. (2009) pour des dattes tunisiennes dont les valeurs se situaient entre 866.82 et 1148.11 $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$. Cependant, nos valeurs sont largement supérieures à celles rapportées par Lemine et al., (2014) qui ont évalué l'activité antioxydante dans six variétés mauritaniennes et ont trouvé des valeurs variant entre 75.6 et 99.3 $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$. Les résultats de l'étude menée par Miletic et al., (2014) sur les fruits secs couramment consommés en Serbie montrent que l'activité antioxydante des dattes (621 $\mu\text{mol TE}/100\text{g DW}$) est inférieure à celles des prunes (2913 $\mu\text{mol TE}/100\text{g DW}$), des abricots (1377 $\mu\text{mol TE}/100\text{g DW}$) mais très proche de celles des figues (388 $\mu\text{mol TE}/100\text{g DW}$) et des Résines (648 $\mu\text{mol TE}/100\text{g DW}$). En établissant la relation entre les teneurs en phénols totaux, en flavonoïdes et en tanins et la capacité anti-radicalaire des différents extraits des variétés de dattes étudiées. Nous remarquons la présence d'une faible corrélation entre l'activité anti-radicalaire d'une part et la teneur en phénols totaux ($R^2 = 0.280$), la teneur en flavonoïdes ($R^2 = 0.384$) et la teneur en tanins condensés ($R^2 = 0.298$) d'autre part. Ainsi, la capacité anti-radicalaire est due à la participation de 28 % des phénols totaux, 38.4 % de flavonoïdes totaux et 29.8 % des tanins condensés (Tableau 3). Ces observations pourraient suggérer que le pouvoir anti-radicalaire exhibé par les différentes variétés de dattes n'est pas seulement fonction de ces

composantes, mais galemment à la présence d'autres constituants à potentiel antioxydant (Ananthi et al., 2010 ; Erkan et al., 2008).

Tableau 3. Corrélation entre les teneurs en composés phénoliques et les activités antioxydantes

	TPT	TFT	TC	FRAP	ABTS	DPPH	AAPH
TPT	1						
TFT	0.473	1					
TC	0.935	0.700	1				
FRAP	0.758	0.898	0.921	1			
ABTS	0.280	0.384	0.297	0.440	1		
DPPH	0.811	0.709	0.888	0.921	0.584	1	
AAPH	0.476	0.752	0.593	0.790	0.849	0.833	1

TPT : teneur en polyphénols totaux ; TFT : teneur en flavonoïdes totaux, TC : Tanins condensés.

3.8. Inhibition de l'hémolyse induite par l'AAPH

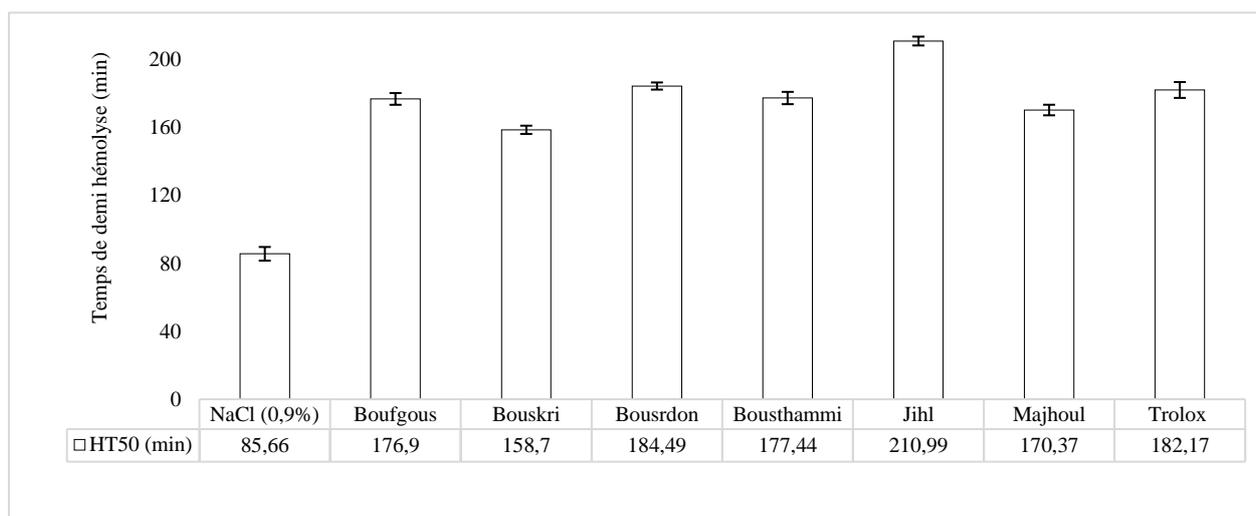


Figure 17. Protection des membranes érythrocytaires contre l'hémolyse induit par AAPH

Quoique dépourvus de mitochondries, les érythrocytes sont très vulnérables au stress oxydatif, cette sensibilité est liée à la composition riche en acides gras poly-insaturés de leurs lipides membranaires, les interactions constantes avec l'oxygène, la traversée de milieux producteurs d'ERO comme le muscle, mais aussi la production d'ERO par les cellules de l'inflammation activées (Nabavi et al, 2013; Sekiya et al., 2005). La présence d'hémoglobines en grande quantité rend aussi les hématies particulièrement sensibles à leur auto-oxydation (Brun et al., 1998). L'oxydation de ces lipides membranaires entraîne la formation de produits comme le MDA ou la 4-HNE, qui peuvent interagir avec les chaînes latérales de certains acides aminés (notamment la lysine) pour former des

bases de Schiff. Le réarrangement de ces bases de Schiff va aboutir à la formation de produits d'oxydation des protéines telles que les protéines carbonylées (Bonnetfont-Rousselot et al., 2005). Les produits d'oxydation des lipides peuvent ainsi constituer un lien entre l'oxydation des lipides et celle des protéines. L'oxydation de ces deux types de substrats biologiques rend les membranes plus rigides et donc moins fluides (Levin et al., 1990). De plus les hématies, dépourvues de noyaux et véritables « sacs à hémoglobine », n'ont pas le moyen de réparer les dégâts oxydatifs causés par les ERO, qui s'accumulent jusqu'à rupture de la membrane (Portier, 2007). La présence des antioxydants qui peuvent piéger ces radicaux libres va protéger les hématies contre l'hémolyse induite par le stress oxydatif. Afin d'évaluer l'activité antioxydante des extraits de dattes, la lyse a été provoquée *in vitro* par des radicaux libres générés de manière constante par décomposition thermique de l'AAPH et la capacité des hématies à résister à l'attaque radicalaire a été déterminée en mesurant la décroissance de la densité optique à 450 nm.

Les résultats obtenus pour les variétés de dattes étudiées, exprimés par le temps au bout duquel 50 % des cellules sanguines sont lysées (HT_{50} , temps de demi-hémolyse) sont présentées dans la figure 17. L'activité anti-hémolytique la plus importante a été observée pour la variété Jihel ($HT_{50} = 210$ min) alors que l'activité la plus faible a été détectée pour la Bouskri ($HT_{50} = 158.7$ min). Les temps de demi-hémolyse des extraits de dattes sont très supérieurs à celui du contrôle négatif ($HT_{50} = 85.66$ min) que présente l'AAPH en absence d'un antioxydant, mais comparables à ceux observés pour le contrôle positif (Trolox) ($HT_{50} = 182.17$ min) et le témoin ($HT_{50} = 175.84$ min) qui ne contient que de sang a la même dilution. Ces résultats montrent que les extraits étudiés sont capables de piéger les radicaux pyroxylés dérivés de l'AAPH avant qu'ils n'attaquent les membranes érythrocytaires.

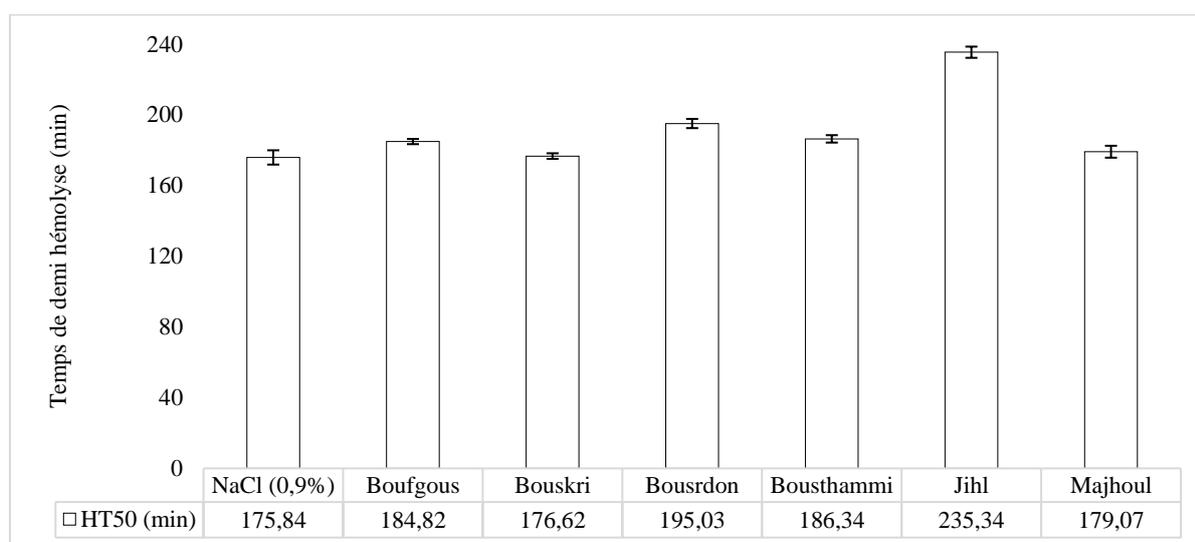


Figure 17. Evaluation de l'effet des extraits de dattes sur les membranes érythrocytaires

En outre les résultats illustrés dans la figure 18 montrent que les extraits de dattes n'ont pas seulement un effet anti-hémolytique, mais aussi un effet stabilisant des membranes érythrocytaires et ceci est déduit de l'augmentation de temps de demi-hémolyse du sang en présence des extraits de dattes en comparaison avec le témoin qui contient le sang seul. L'effet stabilisant le plus important a été présenté par la variété Jihel ($HT_{50} = 235.34$ min) suivis de Bousrdoun, Boushammi et Boufegouss qui présente l'effet stabilisant le moins important ($HT_{50} = 184.82$ min). Pour les variétés Majhoul et Bouskri aucune différence significative n'a été observée entre les temps de demi-hémolyse de témoin ($HT_{50} = 175.84$ min) et des extraits de Majhoul et Bouskri ce qui signifie qu'ils n'ont aucun effet stabilisant des membranes érythrocytaires.

Une corrélation linéaire est établie entre la teneur en flavonoïdes ($R^2 = 0.752$) et en tanins condensés ($R^2 = 0.593$) d'une part et l'activité anti hémolytique d'autre part. Pour les phénols totaux, ce coefficient de corrélation est à l'ordre de $R^2 = 0.476$. Ceci nous permet de déduire que la protection des membranes érythrocytaires contre AAPH est due à la participation de 75.16 % des flavonoïdes et 59.31 % des tanins (Tableau 3).

4. Conclusion

Suite au dosage des composés phénoliques de différentes variétés de dattes, cette partie de notre étude expérimentale a mis en évidence que cet aliment est riche en polyphénols, en flavonoïdes et en tanins condensés.

L'analyse par chromatographie en phase liquide a révélé la présence d'une grande diversité de composés phénoliques. Ainsi, toutes les variétés de dattes étudiées renferment l'acide gallique, l'acide férulique, l'acide caféique, l'acide syringique, l'acide p-coumarique et la rutine avec des concentrations très différentes. L'acide chlorogénique et l'acide vanillique ne sont pas détectés dans les variétés Bouskri et Boushammi, tandis que toutes les variétés présentent la quercétine à l'exception des variétés Bouskri et Majhoul. Jihel et Bousrdoun qui sont les seules dates qui comportent la lutéoline.

L'évaluation des propriétés antioxydantes indique que toutes les variétés de dattes manifestent une forte capacité à piéger les radicaux DPPH et ABTS, à réduire le fer et à protéger les membranes érythrocytaires contre l'oxydation par l'AAPH.

Une bonne corrélation a été établie entre les activités antioxydantes (DPPH, FRAP et AAPH) et la teneur en composés phénoliques prouvant que l'activité observée est due à ces composés mais une telle corrélation n'a pas été établie entre l'activité antioxydante (ABTS) et la teneur en composés phénoliques. Ces observations pourraient suggérer que le pouvoir anti-radicalaire exhibé par les

différentes variétés de dattes n'est pas dû uniquement à ces composantes, mais également à la présence d'autres constituants à potentiel antioxydant

Les résultats n'étaient pas similaires pour les tests utilisés, ce qui est dans le sens de constater que l'activité antioxydante d'un extrait dépend de la quantité et de la qualité des composées phénoliques qu'il contient mais aussi du test utilisé.

Les dattes constituent une source d'antioxydants naturels. En se basant sur les activités biologiques des composés phénoliques identifiés, les variétés de dattes étudiées peuvent avoir de nombreuses propriétés pharmacologiques à savoir l'activité antioxydante, anti-inflammatoire, anticancéreuse, antimicrobienne, antidiabétique, cardio-protectrice, hépato-protectrice, néphroprotectrice et hypolipémiant.

Chapitre III :

Evaluation des Activités Biologiques

Activité Anti-inflammatoire

1. Introduction

L'inflammation est la réponse des tissus vivants vascularisés à une agression induite par les infections microbiennes et virales, l'exposition aux allergènes, les radiations et les produits chimiques toxiques, les maladies auto-immunes et chroniques, l'obésité, la consommation d'alcool, l'utilisation de tabac, et une alimentation riche en calories (Aggarwal et al., 2009; Schetter et al., 2009). Deux stades de l'inflammation existent, l'inflammation aiguë et chronique. L'inflammation aiguë est la réponse immédiate de l'organisme à un agent agresseur, elle est caractérisée par des phénomènes vasculoexsudatifs intenses, par une forte présence des polymorphonucléaires au niveau du foyer inflammatoire (Serhan et al., 2010). Ce type d'inflammation persiste seulement pendant un court laps de temps et est généralement bénéfique pour l'hôte. La persistance de la réaction inflammatoire et la perturbation de son contrôle physiologique conduisent à la chronicité de l'inflammation (Yu et Chung., 2006 ; Serhan et al., 2010). Au cours de l'inflammation, les cellules phagocytaires (macrophages, polynucléaires) équipées d'un dispositif spécial permettant la biosynthèse d'O₂⁻, d'H₂O₂ et d'hypochlorite produisent ces radicaux libres en grande quantité qui leur servent à détruire les bactéries, parasites ou composés chimiques étrangers (Babior., 1984) présents dans les tissus. D'autre part, les cellules inflammatoires produisent également des médiateurs solubles, tels que les métabolites de l'acide arachidonique ou linoléique, des cytokines et des chimiokines, qui agissent par le recrutement de cellules inflammatoires plus loin du site de la lésion et la production de plus d'espèces réactives.

La plupart des pathologies chroniques possèdent une composante inflammatoire. C'est le cas de l'athérosclérose, le cancer, le diabète, l'ostéoporose, les maladies vasculaires, l'obésité et le syndrome métabolique (Yu et Chung., 2006).

De nombreuses études ont pu montrer que les polyphénols possèdent une capacité anti-inflammatoire sur différents modèles inflammatoires animaux (Gonzalez et al., 2011). Plusieurs mécanismes d'action cellulaire sont impliqués dans cette activité : les polyphénols inhibent Phospholipase A₂ qui libère l'acide arachidonique des membranes cellulaires, Cyclooxygénase 2 qui produit les prostaglandines, Lipooxygénase responsable de la production d'hydroxydes d'acides gras et de leucotriènes à partir de l'acide arachidonique et la NO Synthase inductible permet la synthèse de monoxyde d'azote (Kim et al., 2004). Les polyphénols régulent la production des molécules pro-inflammatoires notamment TNF α et les interleukines IL-1 β , IL-6, IL-8 et inhibent l'activité enzymatique de divers signaux de transduction incluant la protéine kinase C (PKC), la protéine tyrosine kinase (PTK), les MAPKs... (Kim et al., 2004).

Des études menées chez l'homme sain ont montré que le suivi d'un régime riche en fruits et en légumes était inversement corrélé aux marqueurs de l'inflammation (CRP, IL-6) dans le plasma

(Salas-Salvado et al. 2008) et que la consommation d'anthocyanes est associée à la diminution du taux de cytokines (IL-8, IL-13 et IFN- α) circulantes (Karlsen et al. 2007).

Les dattes sont largement utilisées en médecine traditionnelle pour traiter divers troubles qui incluent notamment les troubles de la mémoire, les troubles nerveux, le rhume, les troubles du foie et de l'abdomen la fièvre, l'asthme, l'œdème et d'autres inflammations, l'asthme bronchique, la cystite et la gonorrhée (Abdelrahman et al., 2015).

Afin de justifier l'activité anti-inflammatoire présumée des dattes dans la pharmacopée, l'extrait méthanolique des variétés de dattes étudiées a été testé en utilisant différents modèles d'inflammation :

Trois tests in vitro d'évaluation d'effet anti-inflammatoire :

- ✓ Inhibition de la dénaturation des protéines.
- ✓ Effet protecteur des membranes érythrocytaires
- ✓ Piégeage des radicaux d'oxyde nitrique

Deux tests in vivo d'inflammation aiguë :

- ✓ Œdème de l'oreille induit par l'huile de croton chez la souris.
- ✓ Œdème de la patte induit par la carragénine chez le rat.

2. Matériel et Méthodes

2.1. Les animaux

Des souris Swiss albinos, mâles et femelles, dont le poids varie entre 25 et 30g, ainsi que des rats Albinos Wistar, mâles et femelles, pesant entre 220 et 240 g, ont servi à l'étude de l'activité anti-inflammatoire. Ces animaux sont élevés à l'animalerie de la Faculté des Sciences et Technique Errachidia dans les conditions favorables d'élevage ; température ($22 \pm 2^\circ\text{C}$), taux d'humidité entre 60 et 70 % et une photopériode de 12 heures dans des cages en polypropylène où ils ont accès libre à l'eau et à l'alimentation.

2.2. Evaluation de piégeage des radicaux d'oxyde nitrique

L'activité de piégeage de l'oxyde nitrique a été mesurée par la réaction de Griess décrite par Balakrishnan et al., (2009).

Le nitroprussiate de sodium se décompose en solution aqueuse et à pH physiologique en produisant le NO qui réagit dans des conditions aérobies avec l'oxygène pour produire le nitrate et le nitrite. Le trioxyde d'azote (N_2O_3), généré à partir de l'autoxydation de l'oxyde nitrique (NO) ou de l'acidification du nitrite (NO_2^-) réagit avec la sulfanilamide pour donner un dérivé de diazonium qui est ensuite couplé avec une amine (N-naphtyléthylène diamine) pour donner un colorant azoïque qui absorbe à 540 nm (figure 19).

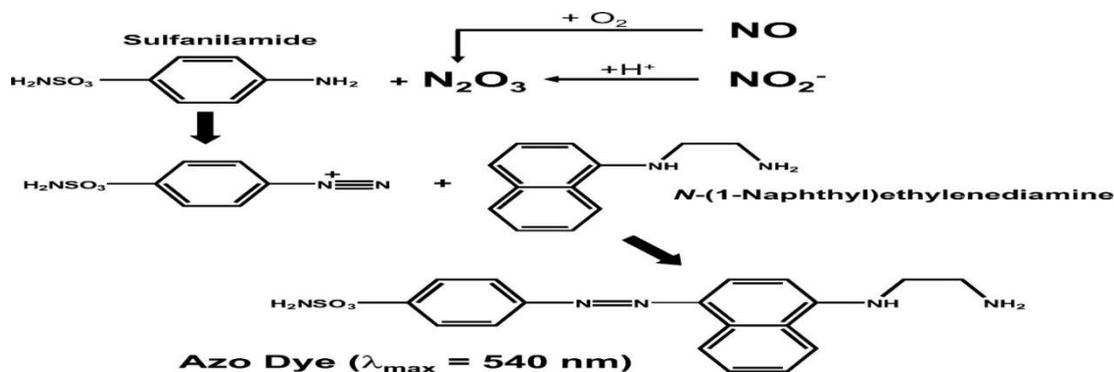


Figure 19. Détection des NO_2^- par les réactifs de Griess (Tarpey et al., 2004).

Un volume égal à 1ml de l'échantillon à différentes concentrations (100-1500 $\mu\text{g}/\text{mL}$) est mélangé avec 500 μL de nitroprussiate de sodium (10 mM) préparé dans le tampon phosphate (pH 7.4). Le mélange est incubé à 25°C pendant 150 minutes avant d'ajouter 1.5mL de réactif de Griess constitué des volumes égaux de sulphanilamide (1 %) et de N-(1-naphtyl) éthylènediamine dihydrochlorure (0.1 %) préparées tous les deux dans l'acide phosphorique (2.5 %).

L'absorbance est mesurée à 546 nm après avoir laissé incuber la réaction à la température ambiante pendant 30 minutes. La même procédure a été répétée en utilisant le même volume du tampon et de Trolox (20-120 µg / mL) en tant que témoin et standard respectivement.

Les pourcentages d'inhibition ont été calculés par la formule suivante :

$$PI (\%) = (Abs_{\text{témoin}} - Abs_{\text{extrait}}) / Abs_{\text{témoin}} \times 100$$

La régression linéaire entre les concentrations des extraits et les pourcentages d'inhibition (%) a permis de déduire la concentration de l'extrait qui permet de piéger 50 % des radicaux libres NO (IC₅₀).

2.3. Test d'inhibition de la dénaturation des protéines

Le test d'inhibition de la dénaturation de l'albumine a été réalisé selon la méthode décrite par Chandra al. (2012). Dans chaque tube à hémolyse il a été mis 1 ml d'extrait de concentration variable (500, 800, 1100, 1400 et 1700 µg/mL) puis 1 ml d'une solution d'albumine de sérum bovin (1 %) (préparée dans tampon phosphate salin, pH = 6.4) a été ajouté. Les tubes ont été agités et incubés pendant 20 min à la température ambiante avant d'être chauffé dans le bain-marie à 70°C pendant 5 min. Le mélange est ensuite refroidi et l'absorbance a été mesurée à 660 nm. L'indométacine et l'eau distillée ont été utilisées comme standard et contrôle respectivement. Le pourcentage d'inhibition PI (%) de la dénaturation des protéines a été calculé comme suit :

$$\text{pourcentage d'inhibition} = \frac{\text{Abs Controle} - \text{Abs Echantillon}}{\text{Abs Controle}} \times 100$$

2.4. Protection des membranes érythrocytaires contre l'hémolyse induite par stress osmotique

L'effet protecteur des membranes érythrocytaires a été effectué selon la méthode Murugan et Parimelazhagan., (2014). Un volume de sang recueilli chez des rats sains a été mélangé avec le même volume d'une solution stérile d'Alsever préparée en dissolvant 2g de glucose, 0,8g de citrate de sodium, 0,05% d'acide citrique et 0,42% de chlorure de sodium dans 100 mL d'eau distillée. Le mélange a été centrifugé à 3000 tours par minute pendant 15 min, les cellules qui forment le culot ont été lavées avec une solution saline isotonique (9 g / L) avec laquelle une suspension des érythrocytes de 10% a été préparé. Dans un tube à hémolyse, 1 ml de tampon phosphate (0,15 M, pH 7,4) a été mélangé avec 2 ml de solution hypotonique saline (3,6 g / l), 0,5 ml extrait de datte à différentes concentrations (50, 100, 200, 400 et 800 µg/mL) et 0,5 mL de la suspension de cellules sanguines (10 %). L'indométhacine a été utilisé comme référence et le mélange dans lequel la

solution hypotonique saline a été remplacée par l'eau distillée est utilisé comme contrôle négatif. Les mélanges ont été incubés à 37°C pendant 30 min puis centrifugés pour mesurer la teneur en hémoglobine dans un surnageant à 560 nm à l'aide d'un spectrophotomètre. Le pourcentage de protection des membranes érythrocytaires (%PME) a été calculé en utilisant la formule suivante :

$$\% \text{ PME} = \frac{\text{Abs Contrôle} - \text{Abs Echantillon}}{\text{Abs Contrôle}} \times 100$$

2.5. Œdème de l'oreille induit par l'huile de croton chez la souris

Le pouvoir inhibiteur d'œdème d'oreille induit par l'huile de croton chez la souris a été évalué selon la méthode de Khouya et al (2015). Huit groupes de six souris des deux sexes sont utilisés. Une inflammation cutanée a été induite sur la face interne de l'oreille droite de chaque souris, et ceci par l'application de 10 µL de l'huile de croton d'une concentration de 5 % préparée dans l'acétone. Dix minutes après, les souris de six groupes reçoivent un volume de 20 µL d'une concentration de 2.5 mg/oreille d'extrait de l'une des variétés étudiées alors que le septième groupe reçoit 20 µL d'indométacine (500 µg/oreille). Les souris du huitième groupe utilisé comme témoin négatif ont reçu uniquement la solution de l'huile de croton. Les extraits et l'indométacine ont été préparés dans l'acétone. L'oreille droite de chaque souris utilisée comme témoin a reçu uniquement l'acétone. L'épaisseur de l'oreille est mesurée à l'aide d'un pied à coulisse digital quatre heures après l'induction de l'inflammation. Le pourcentage d'œdème de chaque traitement est calculé par rapport à l'oreille témoin. Le pourcentage d'inhibition de l'œdème est défini par rapport au groupe témoin selon la formule précédente.

$$\% \text{ d'œdème} = \frac{Ed - Eg}{Eg} \times 100$$

$$\% \text{ d'inhibition} = \frac{Oc - Ot}{Oc}$$

Avec Ed : L'épaisseur de l'oreille droite (traitée) ; Eg : L'épaisseur de l'oreille gauche (non traité) ; Oc : pourcentage d'œdème du groupe contrôle négatif ; Ot : pourcentage d'œdème du groupe testé.

2.6. Œdème de la patte induit par la carragénine chez le rat

Pour évaluer l'effet anti-œdémateux des dattes étudiées, l'œdème de la patte est induit par le carragénine selon la méthode de Winter et al (1962). L'injection de la carragénine sous l'aponévrose plantaire de la patte postérieure du rat provoque la formation de l'œdème, localisé dans la région métatarsienne. La substance anti-inflammatoire administrée préventivement à l'animal inhibe la formation de cet œdème. La technique consiste à mesurer les variations volumiques de la patte au cours du temps et à comparer le développement de l'œdème chez les animaux témoins et tests.

Dans cette étude, des groupes de 6 rats ; 3 femelles et 3 mâles sont créés. Ces rats sont soumis à jeûne, pendant 16 heures avec un accès libre à l'eau, avant leur utilisation. Les rats constituant les six groupes-tests sont traités par voie orale avec 2 mL (2g/kg) d'extrait des dattes, chaque groupe a été traité par l'extrait de l'une des variétés étudiées. Les rats du groupe-contrôle positif sont traités avec 2 ml de NaCl 0.9 % alors que les rats constituant le groupe-référence est traité par 2 mL d'indométacine (10 mg/kg). Une heure après le gavage l'œdème a été induit par injection de la carragénine, préparée dans une solution de NaCl 0,9 % à une concentration de 1 %, par voie sous-cutanée dans la voûte plantaire de la patte droite de l'animal, à raison de 0,1 mL par animal. La différence du volume avant et après l'injection de la carragénine est calculée. Le volume de la patte enflée a été enregistré après une, deux, trois, quatre, cinq et six heures de l'injection de l'agent phlogogène grâce à un Pléthysmomètre (Ugo Basile n° 37140).

3. Résultats et discussion

3.1. Evaluation du piégeage des radicaux d'oxyde nitrique

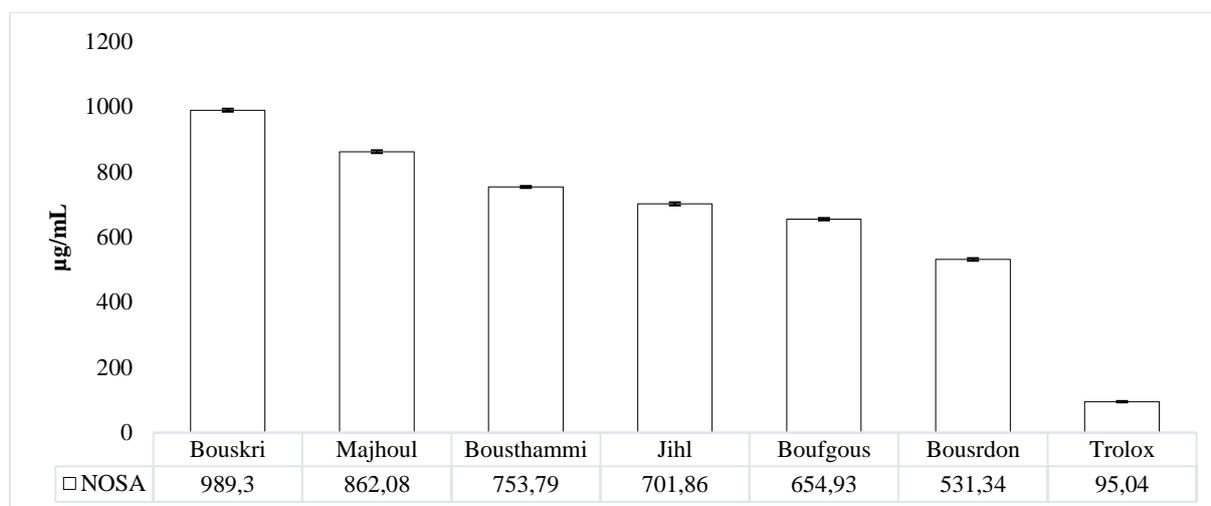


Figure 20. L'évaluation de piégeage des radicaux d'oxyde nitrique.

L'oxyde nitrique (NO), est non seulement un radical libre ayant un certain potentiel oxydant, mais aussi un puissant médiateur pléiotropique requis pour plusieurs processus physiologiques tels que la signalisation neuronale, le contrôle de la tension artérielle, l'agrégation plaquettaire et la réponse immunitaire (Pacher et al., 2007 ; Tripathi et al., 2007). Le NO[•] est produit par les NO-synthases (NOS) qui existent sous trois isoformes la nNOS isolé de tissu neuronal, l'eNOS isolé des cellules endothéliales et la iNOS isolé des cellules immunitaires (Bogdan, 2001). L'activation des macrophages, des granulocytes neutrophiles et de nombreuses autres cellules immunitaires par des lipopolysaccharides (LPS) lors d'une infection bactérienne ou par des cytokines à savoir IL-1, TNF- α ou IFN- γ induisent la surexpression des iNOS ce qui provoque la surproduction des NO (Coleman, 2001). Cette concentration excédentaire de NO produit a été connue pour être associée à diverses maladies, telles que le cancer, la polyarthrite rhumatoïde, les maladies cardiovasculaires, les maladies neurodégénératives, le diabète, le choc septique, la maladie auto-immune et l'inflammation chronique (Karpuzoglu et Ahmed., 2006 ; Pacher et al., 2007). Plusieurs études ont montré que le NO active COX-2 conduisant à une formation accrue de prostaglandine (Mollace et al., 2005) et le NO ne stimule pas seulement la prostaglandine synthase, mais aussi augmente l'expression de la protéine COX-2 selon Hughes et al., (1999). Les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) telle que l'aspirine, le salicylate de sodium et l'indométhacine, réduisent la production de NO[•] induite par le lipopolysaccharide (LPS) et / ou les cytokines par leurs effets inhibiteurs sur l'oxyde nitrique synthase inductible (iNOS) dans diverses cellules périphériques et de système nerveux central (Amin et al., 1995 ; Chen et al., 1997 ; Kwon et al. 1997 ; Du et Li 1999). L'étude menée par Asanuma et al. (2001) a montré que les AINS comme l'aspirine, l'acide

méfénamique, l'indométhacine et le kétoprofène piègent d'une façon dose dépendante les NO° générés par la solution alcaline stable, NOC7. Ces anti-inflammatoires qui présentent l'effet piègeur des radicaux d'oxyde nitrique ont un ou deux cycles benzène (Asanuma et al., 2001). Par conséquent, la capacité des différentes variétés de dattes à piéger les radicaux NO a été étudiée dans le cadre de l'évaluation de l'effet anti-inflammatoire. Les résultats illustrés dans le figure 20 montrent que toutes les variétés de dattes analysées ont piégé les radicaux d'oxyde nitrique d'une manière dose dépendante. L'activité la plus faible a été obtenue avec l'extrait de la variété *Bouskri* ($IC_{50} = 989.29 \mu\text{g/mL}$) et la plus importante activité avec la variété *Bousrdoun* ($IC_{50} = 531.34 \mu\text{g/mL}$). Ces valeurs restent très faibles en comparaison à celles observées pour le Trolox ($IC_{50} = 95.04 \mu\text{g/mL}$) utilisé comme standard.

Nous avons voulu établir une corrélation (Tableau 4) entre le piégeage des radicaux d'oxyde nitrique et les teneurs en phénols totaux, flavonoïdes et tanins. Les résultats obtenus nous montrent la présence d'une corrélation linéaire entre l'efficacité anti radicalaire et la teneur en polyphénols totaux et en tanins condensés à raison de $R^2 = 0.967$ et $R^2 = 0.894$ respectivement. Pour les flavonoïdes, la corrélation de ce composé à piéger le radical NO ne représente que 43.41%. Une corrélation moyenne ($R^2 = 0.632$) et forte ($R^2 = 0.875$) est établie entre le piégeage des radicaux d'oxyde nitrique et la stabilisation des membranes érythrocytaires et l'inhibition de la dénaturation des protéines respectivement.

3.2. L'effet inhibiteur de la dénaturation des protéines

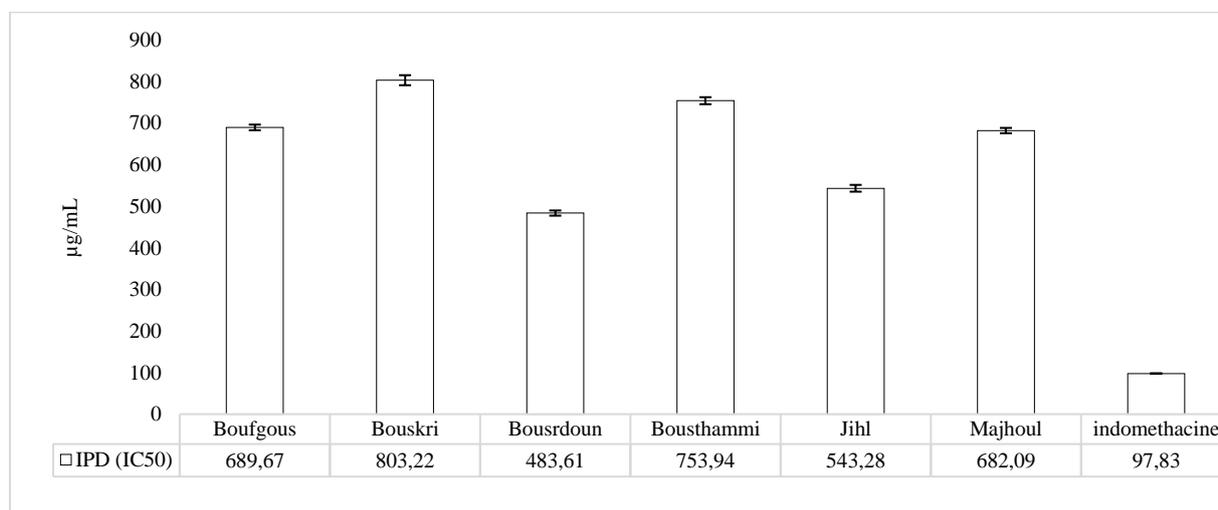


Figure 21. L'effet inhibiteur de la dénaturation des protéines par des six variétés

La dénaturation des protéines tissulaires est l'une des causes de l'inflammation dans des conditions telles que la polyarthrite rhumatoïde (Mizushima et al., 1968). La production d'auto-antigènes dans certaines maladies arthritiques peut être due à la dénaturation des protéines in vivo (Perez et al.,

1995; Umapathy et al., 2010). Le mécanisme de dénaturation implique éventuellement une altération de la liaison électrostatique, hydrogène, hydrophobe et disulfure (Bagad et al., 2011). Selon Mizushima et al., (1968) le principal mécanisme d'action des AINS était la protection contre la dénaturation des protéines avant la découverte de leur effet inhibiteur sur cyclooxygénase par Vane., (1971). Ainsi, les substances qui peuvent empêcher la dénaturation des protéines seraient donc utiles pour le développement des médicaments anti-inflammatoires. L'analyse statistique montre qu'il existe une différence très significative ($p < 0,001$) entre les variétés de dattes étudiées. Selon les résultats présentés dans la figure 21, Bousrdoun est la variété qui possède l'effet inhibiteur de la dénaturation des protéines le plus important avec ($IC_{50} = 408.64 \mu\text{g/mL}$) alors que Bouskri est la moins puissante avec ($IC_{50} = 757.28 \mu\text{g/mL}$). Ces résultats sont largement inférieurs à ceux de l'indométacine ($IC_{50} = 86,07 \mu\text{g/mL}$). Williams et al. (2002), en s'appuyant sur des techniques de résonance magnétique nucléaire en proton unidimensionnel et bidimensionnel (RMN 1D et 2D), ont suggéré que la propriété anti-dénaturation de l'albumine de sérum bovin (BSA) était due à la présence de deux sites de liaison intéressants, la région riche en tyrosine et thréonine et la région riche en résidu lysine de la BSA. Selon la littérature l'effet anti dénaturant des protéines peut être dû à la présence des acides phénoliques, des flavonoïdes, des tanins et des saponines qui ont la capacité de se lier aux protéines membranaires et empêchent leurs dénaturations (Oyedapo, 2001; Tatiya et Saluja, 2011 ; Kumari et al., 2015). En effet, Ali et al. (2002) ont montré, en utilisant de l'albumine de sérum bovin (BSA), de la p-Iactoglobuline bovine et de la glycinine de soja avec de l'acide gallique, de l'acide caféique et de l'acide coumarique, que la stabilité thermique de ces protéines s'est améliorée en comparaison avec la protéine seule. De plus, Ojha et al. (2012) ont montré une augmentation de la stabilité thermique de la BSA après son interaction avec l'acide ferulique. Ces interactions des phénols avec les protéines ont entraîné des changements dans la structure secondaire des protéines (Ali et al., 2012).

L'étude de corrélation (Tableau 4) entre l'effet anti-dénaturant et les teneurs en phénols totaux, flavonoïdes et tanins, nous remarquons la présence d'une moyenne corrélation entre les teneurs en flavonoïdes des dattes et l'inhibition de dénaturation des protéines avec un $R^2 = 0.589$. Pour les polyphénols et les tanins condensés, nous obtenons une forte corrélation avec $R^2 = 0.825$ et $R^2 = 0.814$. Ceci nous permet de déduire que cette activité est due à la participation de 82.47 % des phénols totaux et 81,45 % des tanins condensés. De plus forte corrélation est établie entre l'inhibition de dénaturation des protéines et la stabilisation des membranes érythrocytaires avec $R^2 = 0.791$.

3.3. L'effet stabilisant des membranes érythrocytaires

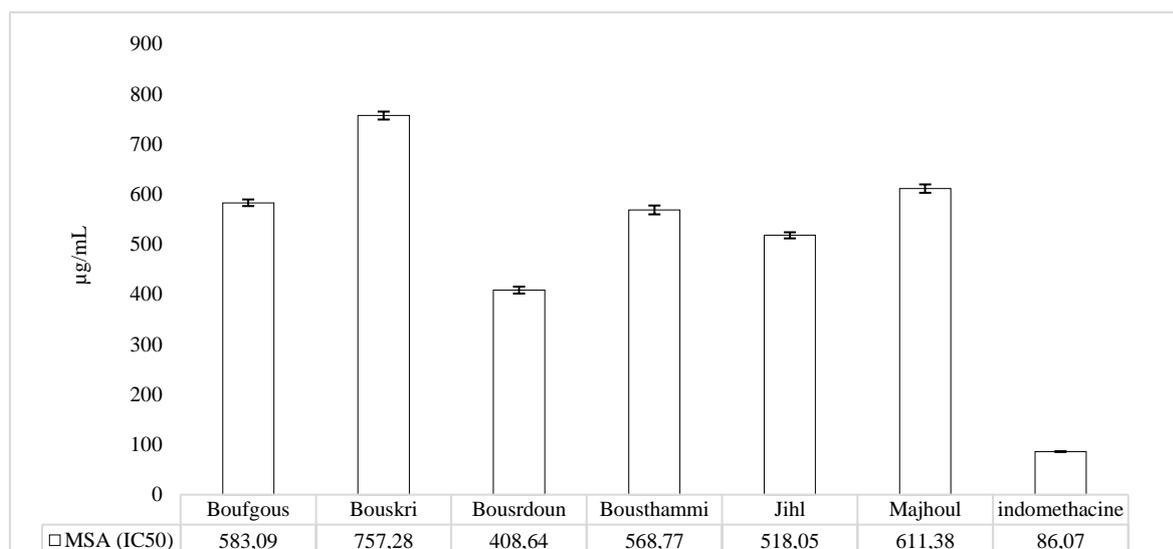


Figure 22. L'effet stabilisant des membranes érythrocytaires par des six variétés

Les enzymes lysosomiales libérées lors de l'inflammation produisent une variété de troubles. L'activité extracellulaire de ces enzymes est censée être liée à une inflammation aiguë ou chronique (Anosike et al., 2012). Les médicaments non stéroïdiens agissent soit en inhibant les enzymes lysosomiales ou en stabilisant la membrane des lysosomes (Mounnissamy et al., 2008). Sachant que la membrane érythrocytaire est un analogue de la membrane lysosomale et sa stabilisation implique que l'extrait peut ainsi stabiliser la membrane lysosomale (Shenoy et al., 2010; Chowdhury et al., 2014). L'inhibition de la lyse des érythrocytes induite par l'hypotonie a été prise comme mesure du mécanisme de l'activité anti-inflammatoire des variétés de dattes. Selon les résultats illustrés dans la figure 22, l'effet cytoprotecteur augmente avec l'augmentation de la concentration des extraits et de médicament standard. L'effet stabilisant des membranes érythrocytaires le plus important a été trouvé pour la variété Bousrdoun qui possède le IC_{50} la moins importante ($IC_{50} = 483,61 \mu\text{g}/\text{mL}$), alors que la variété Bouskri est la moins puissante avec ($IC_{50} = 803,22 \mu\text{g}/\text{mL}$). L'analyse statistique des données montre que l'effet stabilisant des membranes érythrocytaires des variétés de dattes étudiées est très significativement différent ($p < 0,001$).

L'effet hémolytique de la solution hypotonique est lié à une accumulation excessive de fluide dans la cellule entraînant la rupture de sa membrane. Bien que le mécanisme précis de cette stabilisation membranaire soit encore à élucider, l'effet cytoprotecteur des érythrocytaires peut-être dû la capacité de l'extrait à augmenter le rapport surface / volume des cellules par une expansion de la membrane ou le retrait de la cellule et ceci grâce à des interactions entre certaines composantes de l'extrait et des protéines de membrane (Abe et al., 1991 ; Shinde et al., 1999). Sachant que la déformabilité et le volume cellulaire des érythrocytes sont étroitement liés à la teneur intracellulaire

en calcium (Shinde et al., 1999 ; Gambhire et al., 2009), cet effet peut être également dû à la capacité de l'extrait à modifier l'afflux de calcium. Les tanins et les saponines sont capables de se lier aux cations et d'autres biomolécules (Oyedapo et al., 2001) d'où leur profond effet stabilisateur. Les flavonoïdes peuvent interagir avec la tête polaire des phospholipides, provoquant une rigidité de la membrane, réduire la fluidité et améliorer la stabilité mécanique des bicouches lipidiques (Tarahovsky et al., 2014, Hendrich, 2006).

En établissant la relation entre les teneurs en phénols totaux, en flavonoïdes et en tanins et la stabilisation des membranes érythrocytaires par les différentes variétés de dattes étudiées, le tableau 4 montre qu'il y a une corrélation moyenne entre les teneurs en polyphénols et la stabilisation des membranes érythrocytaires ($R^2 = 0.64$) et cette relation est forte avec les flavonoïdes et les tanins condensés avec $R^2 = 0.837$ et $R^2 = 0.798$ respectivement. Des études *in vitro* et *in vivo* sur des animaux expérimentaux ont montré que les flavonoïdes et plus particulièrement la rutine exercent des effets stabilisants principalement sur les lysosomes (Van Caneghem, 1972 ; Parrot et Canu., 1964). Ainsi l'effet protecteur des membranes érythrocytaires la plus important a été observé chez Bousrdoun et Jihel qui possèdent la teneur en flavonoïdes et en tanins condensés le plus importante.

Les composés ayant des propriétés de stabilisation des membranes sont bien connus pour leur capacité à interférer avec la phase précoce de la réaction inflammatoire, à savoir la prévention de la dissémination des phospholipases qui provoquent la formation de médiateurs de l'inflammation (Aitadafoun et al., 1996).

3.4. L'Œdème de la patte induit par la carragénine chez le rat

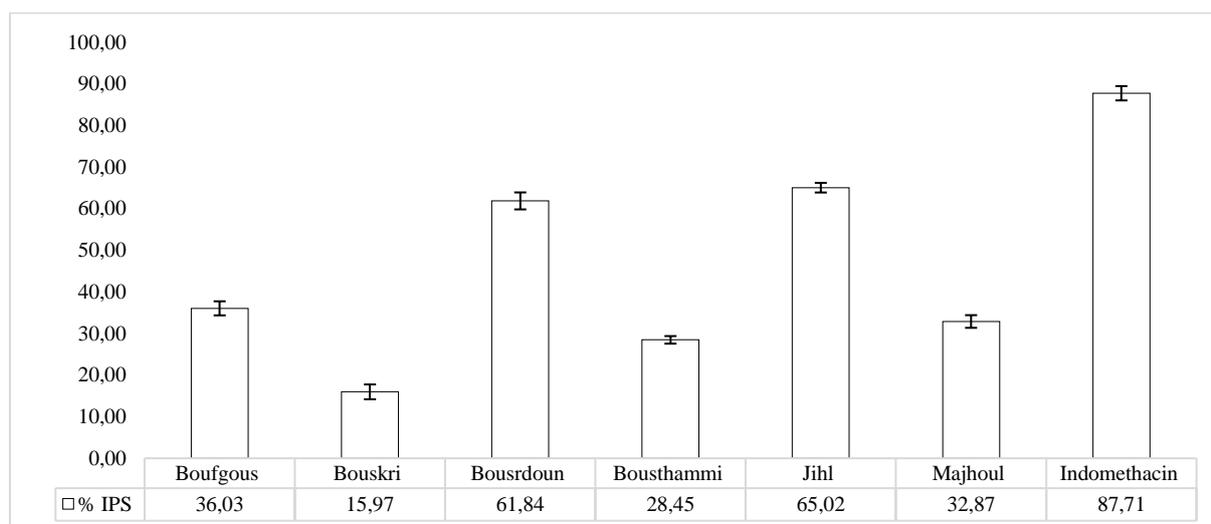


Figure 23. Le pourcentage d'inhibition d'œdème par les extraits et le contrôle à la quatrième heure.

L'activité anti-inflammatoire a été exprimée en fonction du pourcentage d'inhibition de l'œdème par rapport au contrôle physiologique. L'analyse des résultats de la figure 23 a permis de classer les variétés de dattes étudiées en trois catégories : *Bousrdoun* et *Jihel* qui ont une activité anti-inflammatoire forte, *Boufegouss* et *Majhoul* qui ont une activité moyenne et *Bouskri* et *Bousthrammi* qui ont une activité faible.

L'effet inhibiteur des variétés : *Bousrdoun* and *Jihel* administrées par voie orale se manifeste dès la première heure qui suit l'injection de la carragénine avec un pourcentage d'inhibition de l'ordre de 65,40 % et 60,97 % respectivement. L'analyse statistique des résultats a montré que le pourcentage d'inhibition d'œdème ne change pas de façon significative ($p > 0,05$) entre deuxième, la troisième et la quatrième heure pour les deux variétés. Les résultats de la variété *Bousrdoun* montrent que le pourcentage d'inhibition d'inflammation ne change pas de façon significative ($p > 0,05$) à la première heure comparée à la deuxième, la quatrième et la cinquième heure. De plus, aucune différence significative n'est notée entre les valeurs du pourcentage d'inhibition de l'augmentation du volume des pattes pendant la première comparée à la deuxième, troisième et quatrième heures ($p > 0,05$). Le pourcentage d'inhibition maximale d'inflammation de *Bousrdoun* et *Jihel* a été observé à la sixième heure qui est de l'ordre de 83,93 % et 82,15 % respectivement (figure 24). Ces résultats sont comparables à celle obtenue pour l'indométacine.

Concernant les variétés *Majhoul* et *Boufegouss*, l'effet inhibiteur a été observé aussi dès la première heure qui suit l'injection de la carragénine avec un pourcentage d'inhibition de l'ordre de 37,40 % et 56,30 % respectivement. L'analyse statistique des résultats ne montre aucune différence significative ($p > 0,05$) à deuxième heure comparée à la troisième, la quatrième et la cinquième heure pour les deux variétés. De plus, aucune différence significative ($p > 0,05$) n'a été observée à la troisième heure comparée à la quatrième et la cinquième heure pour la variété *Majhoul* (Figure 24). Par ailleurs, l'administration d'extrait de *Bouskri* et *Bousthrammi* a augmenté le volume de la patte des rats, c'est pourquoi on observe des pourcentages d'inhibition d'inflammation négative à la première heure, ensuite l'inhibition induite par les extraits de ces variétés a augmenté progressivement pour atteindre un pourcentage d'inhibition maximale à la sixième heure qui est de l'ordre de 33,40 % et 46,44 % pour *Bouskri* et *Bousthrammi* respectivement. L'analyse statistique des résultats obtenue pour *Bouskri* (figure 24) montre l'absence d'une différence significative ($p > 0,05$) du pourcentage d'inhibition d'œdème entre la troisième, quatrième et cinquième heure. Pour *Bousthrammi*, aucune différence significative n'est notée entre les valeurs du pourcentage d'inhibition d'œdème de pattes à la troisième heure comparé à la cinquième et la sixième heure, la même chose a été observé entre la cinquième et la quatrième heure ($p > 0,05$).

La réponse inflammatoire à l'injection de la carragénine est biphasique. Sa phase initiale, qui débute immédiatement et dure environ une heure est due à la libération de l'histamine et de la sérotonine, alors que la deuxième phase due à la libération de la bradykinine, commence une heure après l'injection et persiste au-delà de 3 h (figure 24) à partir de laquelle intervient la biosynthèse des prostaglandines (Reanmongkol et al., 2009). Ces médiateurs augmentent la perméabilité des capillaires de la région. L'exsudat, qui s'échappe de la circulation sanguine vers l'espace interstitiel, induit la formation d'œdème localisé, qui, à son tour, comprime les terminaisons nerveuses et détermine ainsi une sensation de douleur (Devulder et al., 2002; Rousselet et al., 2005).

L'inhibition de l'œdème par *Bousrdoun*, *Jibel*, *Boufegouss* et *Majboul* dès la première heure de l'expérimentation peut être due au blocage de la libération de l'histamine et/ou de la sérotonine au cours de la première phase de l'inflammation aiguë. Cette inhibition n'a pas été observée pour les variétés *Bouskri* et *Bousthammi* qui inhibent significativement les trois phases de l'inflammation induite par la carragénine sauf la phase de production d'histamine et de sérotonine.

Selon González-Gallego et al. (2007), les flavonoïdes possèdent des propriétés anti-inflammatoires et ils sont capables de moduler le fonctionnement du système immunitaire par inhibition de l'activité des enzymes qui peuvent être responsables des inflammations, ils peuvent aussi moduler l'adhésion des monocytes durant l'inflammation en inhibant l'expression des médiateurs inflammatoires. Kim et al, 2004 ont reporté aussi que les flavonoïdes sont capables d'inhiber l'histamine et les flavones et les flavonols sous forme glycosylée ou libre comme la quercétine, kaempférol, myrecétine ont une activité inhibitrice de COX (Cyclooxygénase).

Les travaux de Nile et al., (2016) ont montré que l'acide gallique, férulique, caféique, qui sont les acides phénoliques majoritaires des variétés de dattes étudiées, inhibent plus de 60% de l'activité de la cyclooxygenase 2. Alors que le pourcentage d'inhibition de la cyclooxygénase (COX 2) par l'acide paracoumarique qui aussi majoritaire dans les variétés de dattes étudiées est de l'ordre de 40%. Ainsi les variétés de dattes étudiées, sont riches en composés phénoliques et flavonoïdes capables d'empêcher la formation des prostaglandines qui provoquent l'inflammation. Ceci peut justifier l'activité anti-inflammatoire le plus important observé dans les variétés *Bousrdoun* et *Jibel* qui contiennent des quantités appréciables de ces composés phénoliques et flavonoïdes.

Ali Haimoud et al., 2016, en utilisant la même technique et à une dose de 250 mg/Kg, ont trouvé des pourcentages d'inhibition d'œdème de la patte qui varient entre 35.64 et 67.56 % et ceci 5 heures après l'injection de la carragénine. Ces résultats concordent avec ceux rapportés dans notre étude dont les pourcentages d'inhibition sont compris entre 20.78 % et 71.64% à la même heure. Dans une autre étude, Kehili et al., 2016 ont montré que l'administration d'un extrait de la datte a des souris, peut réduire l'œdème induit par injection de la formalin au niveau de la voûte plantaire

de la patte droite avec un pourcentage d'inhibition de l'ordre de 54.07 %. Ces résultats sont comparables à ceux de notre étude sachant que la carragénine et la formalin ont les mêmes phases d'inflammation.

Dans la même étude Kehili et al., 2016 ont montré que l'extrait de la dattes réduit significativement la concentration de protéines C-réactive. Ceci peut être dû à sa composition chimique qui inhibe l'infiltration des leucocytes vers le site de l'inflammation qui vont par la suite sécréter des cytokines pro-inflammatoires qui vont à leur tour induire la production de la protéine C-réactive (CRP), par le foie. Cette protéine est un marqueur de l'inflammation systémique (Othman et Moghadasian, 2011).

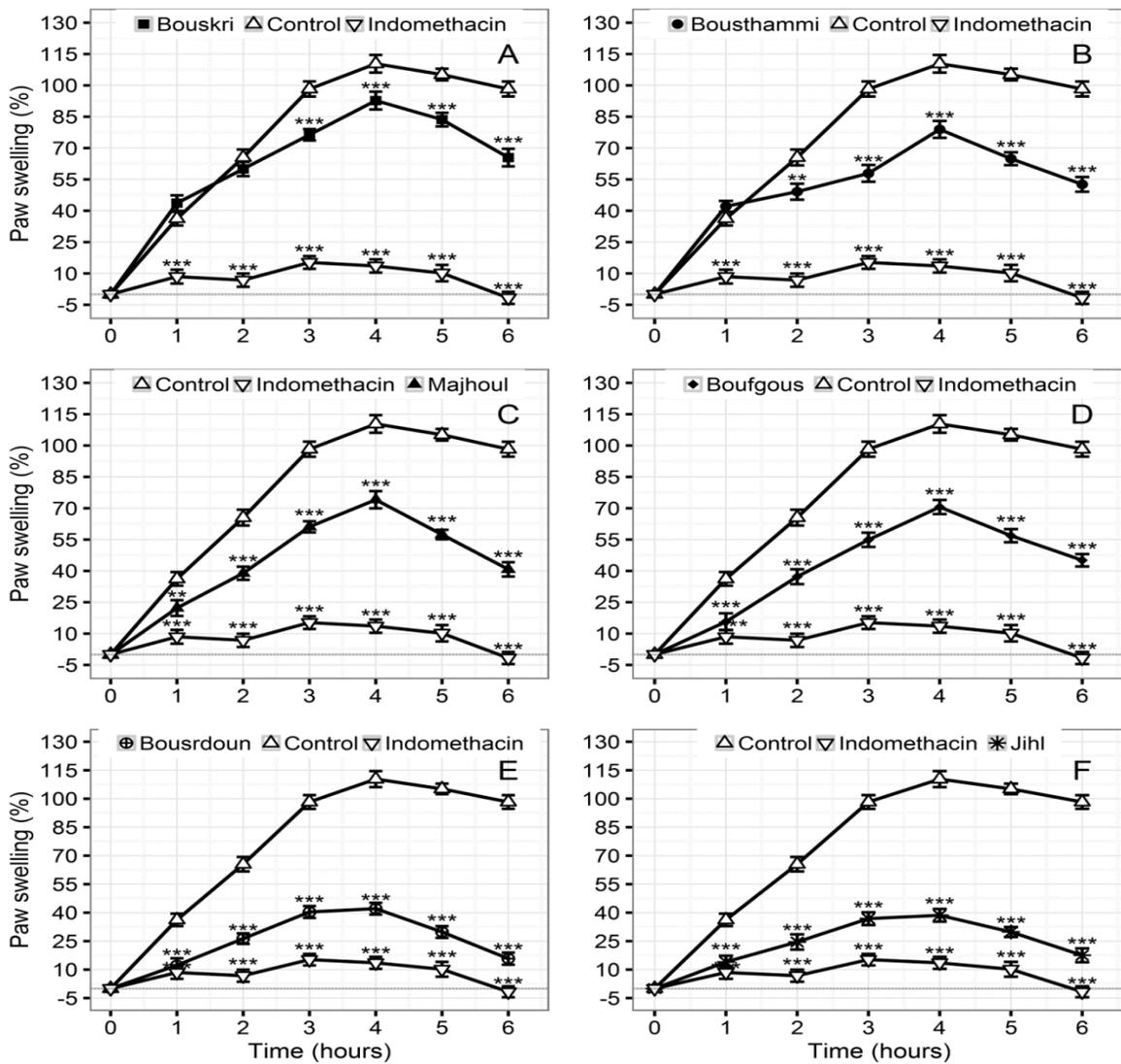


Figure 24. Evolution de la formation d'oedème de la patte chez les rats traités par les extraits et par les contrôles ; Bouskri (A), Bousthammi (B), Majhoul (C), Boufegouss (D), Bousrdon (E), Jihel (F).

Selon Devaraj et al., 2006 et Nashed et al., 2005, les stérols végétaux ont eu pour effet de réduire les taux plasmatiques de CRP, IL-6, TNF- α , la phospholipase A1 et le fibrinogène.

Ces effets peuvent être médiés par des modifications bénéfiques dans la composition de la membrane, ce qui affecte sa fluidité, la sensibilité et les voies de signalisation. Tous ces changements peuvent ensuite modifier la réponse immunitaire en influençant la synthèse et la sécrétion des eicosanoïdes, des leucotriènes et des prostaglandines (Othman et Moghadasian, 2011).

L'administration orale des extraits de la datte à des rats réduit l'œdème de patte induit par injection de l'adjuvant complet de Freund au niveau de la voûte plantaire de la patte droite avec des pourcentages d'inhibition qui varient entre 61.3 et 67.8 % (Mohamed et Al-Okbi., 2004). Sur les mêmes rats, les autres ont observé que la vitesse de sédimentation érythrocytaire et le taux du fibrinogène est moins important chez les rats traités par l'extrait de la datte en comparaison avec le contrôle négatif, dont l'inflammation a été induite par injection de l'adjuvant complet de Freund et qui a été traité par l'eau distillée au lieu de l'extrait. La vitesse de sédimentation érythrocytaire est augmentée par certaines protéines de l'inflammation (fibrinogène, β et γ -globulines) qui modifient la répulsion électrique des hématies entre elle et favorisent l'empilement en rouleaux de ces hématies qui sédimentent plus vite (Durand et Beaudeau 2011).

L'étude menée par Zhang et al., (2013b) a montré que les extraits acétate d'éthyle, méthanolique et aqueux de la variété Ajwa inhibent les cyclooxygénases (COX) avec des pourcentages d'inhibition qui sont respectivement 30, 31, et 32% pour COX-1 et 59, 48, et 45% pour le COX-2 à une concentration de 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$. Ces auteurs ont isolé un flavonoïde glycolysé et deux triterpénoïdes qui ont un effet inhibiteur sur COX-1 et COX-2 similaire à celui d'aspirine, naproxène et ibuprofène.

La corrélation linéaire entre les teneurs en flavonoïdes et tanins et l'inhibition d'œdème de la patte induit par la carragénane ($R^2 = 0.917$ et 0.837) montre que l'essentiel de cette activité est du majoritairement à la présence des flavonoïdes et des tanins. La contribution des polyphénols totaux dans l'atténuation d'œdème de la patte est de l'ordre de 67.24 % ($R^2 = 0.672$). Les fortes corrélations établies entre l'inhibition d'œdème de la patte d'une part et l'inhibition de la dénaturation des protéines ($R^2 = 0.757$), la stabilisation des membranes érythrocytaires ($R^2 = 0.944$), le piégeage des radicaux d'oxyde nitrique ($R^2 = 0.613$) et d'inhibition d'œdème d'oreilles ($R^2 = 0.792$) montre que les différentes techniques sont complémentaires et que la stabilisation des membranes lysosomale et l'inhibition de la dénaturation des protéines sont des mécanismes d'action des dattes pour atténuer l'œdème de la patte (Tableau 4).

3.5. L'œdème de l'oreille induit par l'huile de croton

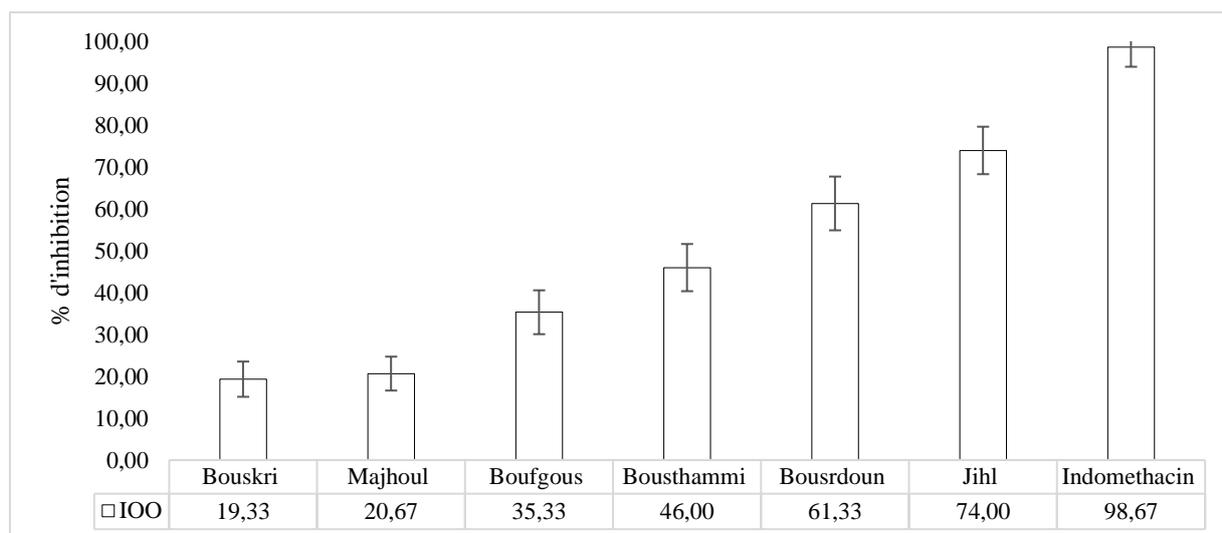


Figure 25. Pourcentage d'inhibition de l'œdème de l'oreille (IOO) induit par l'huile de croton.

Afin d'évaluer l'effet anti-inflammatoire topique des variétés de dattes étudiées, le modèle de l'œdème de l'oreille induit par l'huile de croton a été utilisé chez la souris.

L'huile de croton est un agent phlogogène extrait de *Croton tiglium L*, dont l'effet est dû au principe actif 12-O-Tetradecanoyl phorbols acétate (TPA) qu'elle contient. Ce dernier induit une réaction inflammatoire aiguë caractérisée par une vasodilatation, infiltration des leucocytes polynucléaires dans les tissus, une augmentation dans l'IL-1 β , la formation de l'œdème (Rahman et al., 2011). L'épaisseur de l'œdème atteint son maximum 6 heures après l'application de l'huile de croton (Tubaro et al., 1986). Ces changements sont déclenchés par l'activation de la protéine kinase C (PKC), qui favorise une augmentation de l'activité de la phospholipase A2 (PLA2) qui catalyse l'hydrolyse des phospholipides membranaires en acide arachidonique. Ce dernier est impliqué dans la synthèse des eicosanoïdes, prostaglandines et leucotriènes, ce qui constitue la première étape dans la réaction inflammatoire (Murakami et al., 2005; Sato et al., 2009). Le TPA stimule l'expression de la cyclooxygénase 2 et de la NO synthase inducible via l'activation de la protéine kinase C (PKC) (Aquila et al., 2009). La PKC favorise également la sécrétion et l'activation de plusieurs médiateurs immunitaires comme les cytokines et les chemokines qui augmentent et maintiennent la réponse inflammatoire de la peau (Denning, 2004).

Le traitement local des souris par 2,5 mg des différentes variétés étudiées réduit significativement ($p < 0.001$) le développement de l'œdème en comparaison avec les souris du groupe contrôle. L'inhibition d'œdème de l'oreille la plus élevée (74 %) a été observée pour les souris traitées par la variété Jihel alors le pourcentage d'inhibition d'inflammation d'oreille la plus faible a été rapportée dans les variétés Majhoul et Bouskri avec respectivement 20.66 % et 19.33% (figure 25). Ces

pourcentages d'inhibition sont significativement ($p < 0.001$) inférieurs à ceux obtenus avec l'indométacine (500 μ g/ear) dont le pourcentage d'inhibition est de 98.67%. L'effet anti-inflammatoire de l'extrait méthanolique des dattes est probablement dû à la présence de substances lipophiles capables de traverser la barrière cutanée et douées d'activités anti-inflammatoire.

Les corticoïdes, les inhibiteurs de la phospholipase A₂ et de la cyclooxygénase ainsi que les inhibiteurs de la 5-lipoxygénase et les antagonistes du leucotriène B₄ sont très efficaces contre l'inflammation causée par le TPA (Rauh et al., 2011). Lago et al. (2014) ont rapporté que les flavonols tels que la quercétine présentent des actions anti-inflammatoires significatives via l'inhibition de la phospholipase A₂, lipoxygénase, cyclooxygénase et tromboxane et à travers modulation des iNOS inhibant ainsi la production de NO. La quercétine peut également inhiber la libération d'histamine par les basophiles activés avec un anti-IgE ou avec l'ionophore de calcium (Trinh et al., 2010). Dans une étude récente Del Bufalo et al. (2011) ont démontré que l'acide gallique peut inhiber la COX-2 et diminuer les niveaux de prostaglandine E₂ (PGE₂), le thromboxane, TNF- α et IL-6. L'acide caféique inhibe la lipoxygénase₅ (Yasuko et al., 1984), la cyclooxygénase-2 et la peroxydation lipidique (Jayaprakasam et al. 2006).

Selon l'étude de Nile et al., (2016), les acides gallique, férulique, caféique et paracoumarique, trouvés dans les dattes, inhibent les cytokines pro-inflammatoires tels que le TNF- α et IL-6 qui jouent un rôle crucial dans les processus inflammatoires.

La rutine inhibe, in vitro, l'activité enzymatique de la cyclooxygénase 2, lipoxygénase, oxyde nitrique synthase inducible (iNOS), et de la phospholipase A₂ (Gautam et al., 2016 ; Ganeshpurkar et Saluja., 2017). Elle possède des propriétés anti-inflammatoires en inhibant l'œdème de la patte, la chimiotaxie des neutrophiles et la dégranulation (Selloum et al., 2003).

Les radicaux libres produits au cours de l'inflammation par les cellules phagocytaires et durant le métabolisme de l'acide arachidonique, peuvent activer la phospholipase A₂ (Geronikaki et Gavalas, 2006). Ainsi la présence de composés doués d'activité antioxydante comme les flavonoïdes, les proanthocyanidines, les acides cinnamiques et les tanins peuvent expliquer cette activité anti-inflammatoire (Conforti et al., 2008). Cette possibilité est soutenue par les effets antioxydants observés dans notre étude et surtout pour les variétés Jihel et Bousrdoun qui présentent l'activité anti-inflammatoire la plus importante.

Les acides phénoliques, les flavonoïdes et les tanins condensés trouvés lors des analyses phytochimique des variétés étudiées, peuvent expliquer cet effet anti-inflammatoire. La différence des niveaux d'inhibition entre les variétés de dattes est probablement due à la différence de composition en acide phénolique et en flavonoïdes et en tanins condensés. Ainsi l'activité anti-inflammatoire la plus importante observée pour les variétés Bousrdoun et Jihel est associée à leur forte teneur en

acide gallique, férulique, caféique et paracoumarique ainsi qu'en rutine, quercétine, et lutéoline connues pour leurs effet anti-inflammatoire.

Une corrélation forte a été constatée entre les teneurs en flavonoïdes et en tanins et l'inhibition l'œdème de l'oreille induit par l'huile de croton avec respectivement $R^2 = 0.850$ et $R^2 = 0.728$, mais cette relation est moyenne avec les phénols totaux avec $R^2 = 0.589$. De même une moyenne corrélation est établie entre ce test et la stabilisation des membranes érythrocytaires ($R^2 = 0.624$), l'inhibition de la dénaturation des protéines ($R^2 = 0.632$) et le piégeage des radicaux d'oxyde nitrique ($R^2 = 0.535$) (Tableau 4).

Tableau 4. Corrélation entre les tests anti-inflammatoires utilisés et les composées phénoliques

	PRON	SME	IDP	IOO	IOP	TPT	TFT	TC
PRON	1							
SME	0.632	1						
IDP	0.875	0.791	1					
IOO	0.534	0.624	0.632	1				
IOP	0.613	0.944	0.757	0.792	1			
TPT	0.967	0.641	0.825	0.589	0.672	1		
TFT	0.434	0.837	0.589	0.849	0.917	0.473	1	
TC	0.894	0.798	0.814	0.728	0.837	0.935	0.700	1

PRON: Piégeage des radicaux d'oxydes nitrique ; SME : stabilisation des membranes érythrocytaires ; IDP : inhibition de la dénaturation des protéines ; IOO : inhibition d'œdème de l'oreille ; IOP : inhibition d'œdème de la patte ; TPT : teneur en polyphénols totaux ; TFT : teneur en flavonoïdes totaux, TC : Tanins condensés.

4. Conclusion

L'activité anti-inflammatoire des extraits de dattes a été évaluée par cinq méthodes complémentaires. Trois méthodes sont testées *in vitro* et deux autres testés *in vivo*.

Pour les tests *in vitro*, les résultats indiquent que toutes les variétés de dattes utilisées, protègent les membranes érythrocytaires, inhibent la dénaturation des protéines et piègent les radicaux d'oxyde nitrique d'une façon dose-dépendante. L'extrait de la variété Bousrdoun s'est montré plus actif, alors que l'extrait de Bouskri est le moins actif.

Pour les tests *in vivo*, l'inhibition d'œdème d'oreille est comprise entre 19.33% et 74% et l'inhibition d'œdème de la patte varie entre 15.97% et 65.02%. D'après données, on constate particulièrement que l'effet anti-inflammatoire le plus puissant concerne les variétés Jihel et celles de Bousrdoun alors que l'effet le moins important a été observé au niveau de la variété Bouskri. Cet effet peut être dû aux acides phénoliques et aux flavonoïdes qui sont réputées pour leurs pouvoirs anti-inflammatoires.

Les bonnes corrélations établies entre les tests utilisées pour évaluer l'activité anti-inflammatoire montrent que ces tests sont complémentaires et que la stabilisation des membranes lysosomes, l'inhibition de la dénaturation des protéines et le piégeage des radicaux libres peuvent être des mécanismes d'action des extraits de cet aliment dans l'atténuation d'œdème de la patte et de l'oreille. Les résultats d'étude de corrélation entre les tests d'évaluation de l'activité anti-inflammatoire et les teneurs en polyphénols totaux, en flavonoïdes, en tanins des dattes indiquent que cette activité revient essentiellement à leur richesse en composés phénolique

Chapitre III

Evaluation des Activités Biologiques

Activité Antibactérienne

1. Introduction

La thérapeutique des infections bactériennes se base principalement sur l'usage des antibiotiques. Cependant, l'utilisation abusive et parfois inappropriée de ces agents a entraîné l'apparition de la multi résistance bactérienne. D'où l'importance d'orienter les recherches vers la découverte de nouvelles voies, qui constituent une source d'inspiration de nouveaux médicaments à base des plantes (Billing et Sherman 1998). De ce fait, la recherche de l'efficacité antibactérienne des plantes médicinales qui peut constituer une excellente alternative, de remplacement de l'antibiothérapie surtout dans le cas des bactéries multi résistantes, fait l'objet aujourd'hui de plus en plus d'études à travers le monde.

C'est dans ce contexte, que nous envisageons de réaliser des essais antibactériens avec les extraits des variétés de dattes étudiées. Sachant que les dattes et les noyaux des dattes sont utilisés en médecine traditionnelle pour des fins antifongiques et antibactériennes (Khanavi et al., 2009).

- ✓ Evaluation de la sensibilité des souches visées à vis des extraits par la méthode de diffusion en gélose.
- ✓ Détermination de la concentration minimale inhibitrice.

2. Matériel et Méthodes

2.1. Les souches bactériennes

Six bactéries pathogènes, trois à Gram négatif, *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853), *Salmonella Abony* (NCTC 6017) et trois à Gram positif, *Bacillus subtilis* (ATCC 6633), *Bacillus cereus* (ATCC 29213), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), ont été utilisées dans cette étude.

2.2. Méthode de diffusion de disques

L'évaluation de l'activité antibactérienne par le test de diffusion sur milieu solide a été réalisée selon la méthode de NCCLS, (2002). Les souches bactériennes issues d'une culture de 18 à 20 heures incubées à 37°C ont été suspendues dans de l'eau distillée stérile à une concentration de 10⁸ UFC/mL. 250 µL de cette suspension ont été utilisées pour ensemercer par inondation en surface des boîtes de Pétri contenant la gélose Muller Hinton. À la surface de chaque boîte, cinq disques de papier Whatman N°3 stériles de 6 mm de diamètre contenant 15 µL d'extrait méthanolique de dattes (1g/L) ont été déposés. La Gentamicine (10 µg/disque) et l'eau physiologique ont été utilisés témoins positif et négatif, respectivement. Les boîtes ont été ensuite incubées à 37°C pendant une période totale de 24 heures. L'activité antimicrobienne a été estimée par la mesure du diamètre d'inhibition autour des disques. Les tests ont été effectués en triplicata et les résultats ont été reportés en tant que moyenne.

2.3. Technique de microdilution en milieu liquide

Les valeurs des concentrations minimales inhibitrices (CMI) pour les microorganismes tests ont été déterminées in vitro en utilisant la technique de micro-dilution de Drummond and Waigh (2000). 100 µL des suspensions bactériennes préparées dans l'eau physiologique à une concentration de 10⁶ UFC/mL ont été distribuées dans les plaques de 96 puits contenant 100 µL d'une gamme de concentrations d'extraits de dattes allant de 1 à 12 mg/mL et 100µL d'une solution de résazurine (6.75 mg/mL). L'eau distillée a été utilisée au lieu de l'extrait comme un contrôle. Les plaques ont été incubées à 37 °C pendant 6 heures. La CMI a été définie comme la concentration minimale d'extraits pour laquelle on observe une coloration bleue qui indique une inhibition de croissance. Les résultats ont été reportés en tant que moyenne de trois répliques.

3. Résultats et discussion

3.1. Evaluation de la sensibilité des souches aux extraits (la méthode de diffusion en gélose)

Les résultats de l'activité antibactérienne des variétés de dattes testées vis-à-vis six souches bactériennes via la méthode de diffusion sur disque sont représentés dans le tableau 5. Les résultats révèlent que les diamètres des zones d'inhibition, pour la concentration (5 mg/disque), varient entre 7.66 mm pour la variété Bousthammi contre la souche *Bacillus subtilis* et 14.66 mm pour Bousrdoun contre *Salmonella abony*. Selon la classification de Duraffourd et al., (1990), l'extrait est considéré comme inactif si elle produit des diamètres d'inhibition inférieurs ou égaux à 8 mm, intermédiaire pour des diamètres compris entre 8 et 14 mm. Elle est moyennement efficace pour un diamètre entre 14 et 20 mm. Pour un diamètre supérieur ou égal à 20 mm, l'extrait est très efficace. Ainsi, les extraits de dattes étudiées exercent un effet intermédiaire à faibles sur les souches bactériennes étudiées. L'activité des extraits de dattes qui sont des mélanges complexes de plusieurs molécules, est généralement inférieur à celle exercée par la Gentamicine utilisée comme antibiotique de référence.

Les résultats montrent aussi que les disques imprégnés des extraits des variétés Majhoul et Bouskri ne présentent aucune zone d'inhibition pour les souches bactériennes étudiées. Ces résultats indiquent que les zones d'inhibition sont variables d'une espèce bactérienne à une autre et d'une variété à une autre et l'effet inhibiteur des extraits des dattes vis-à-vis des souches gram négatif et gram positive ne montre pas de différence.

Ces résultats sont en accord avec ceux rapportés par El Arem et al (2013) qui ont trouvé des valeurs entre 0 et 13.66 mm pour les souches *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Bacillus cereus*, *Enterococcus faecalis*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium* à une concentration de (5 mg/puits). Les travaux de Saleh et Otaibi, (2013) ont montré que les zones d'inhibition pour trois variétés de dattes, à la concentration 2 mg/puits, varient entre 0 et 29.5 mm contre les souches : *E. Coli*, *S. enterica*, *P. aeruginosa*, *S. aureus*, *S. saprophyticus*, *L. monocytogenes*. L'effet inhibiteur a été obtenu avec l'extrait acétone-eau de sirop de datte tunisienne "Deglet-Nour" avec les souches de *S. aureus* ATCC 6538 et *P. aeruginosa* ATCC9027, les diamètres étaient de 16 et 15.2 mm respectivement alors qu'aucun effet n'a été obtenu avec la souche *Escherichia coli* ATCC 8739 (Dhaouadi et al., 2011).

L'activité antibactérienne des extraits de dattes est probablement due à la présence des polyphénols. Les flavonoïdes agiraient à plusieurs niveaux. Il semblerait que le cycle B des flavonoïdes joue un rôle important dans l'intercalation avec les acides nucléiques et inhiberait ainsi la synthèse d'ADN et d'ARN (Mori et al., 1987). Ils peuvent également inhiber l'ADN gyrase d'*E. coli*, là encore un

hydroxylation du cycle B semble essentiel à l'activité (Ohemeng et al., 1993). Certains pourraient inhiber la topoisomérase IV et ainsi perturber la décaténation et le clivage de l'ADN, provoquant un message SOS et une inhibition de la croissance bactérienne (Bernard et al., 1997). Les flavonoïdes provoquant une augmentation de perméabilité membranaire et une dissipation du potentiel de la membrane (Mirzoeva et al., 1997). Sachant que le gradient électrochimique des protons à travers la membrane est essentiel pour que les bactéries maintiennent leur capacité à la synthèse de l'ATP, au transport membranaire et à la motilité, cet effet peut contribuer énormément à l'activité antibactérienne des flavonoïdes (Cushnie et Lamb., 2005). Certains flavonoïdes interféreraient avec le métabolisme énergétique en inhibant la NADH-cytochrome c réductase. En effet, en utilisant des précurseurs radioactifs, Salvatore et al. (1998) ont démontré que les flavonoïdes inhibent la synthèse de l'ARN, l'ADN, des protéines de la paroi cellulaire.

Tableau 5. Activité antibactérienne de six variétés des dattes exprimée en diamètre d'inhibition

Souche bactériennes	<i>Bousrdoun</i>	<i>Jihel</i>	<i>Boufegouss</i>	<i>Bousthammi</i>	<i>Majhoul</i>	<i>Bouskri</i>	<i>Gentamicine</i>
Bactéries Gram négatif							
<i>P.a ATCC 27853</i>	12.33±0.44	11.66±0.44	10.66±0.44	9.00±0.66	NA	NA	17.66±0.33
<i>E.c ATCC 25922</i>	12.33±0.44	10.66±0.44	10.66±0.44	8.00±0.66	NA	NA	19.00±0.00
<i>S.ab NCTC 6017</i>	14.66±0.44	11.66±0.66	12.00±0.00	10.00±0.00	NA	NA	18.66±0.22
Bactéries Gram positif							
<i>S.a ATCC 25923</i>	14.00±0.00	12.00±0.00	12.33±0.44	10.00±0.00	NA	NA	20.33±0.22
<i>B.c ATCC 29213</i>	12.66±0.44	11.66±0.44	11.00±0.00	9.33±0.44	NA	NA	19.66±0.33
<i>B.s ATCC 6633</i>	13.66±0.44	11.66±0.44	11.00±0.66	7.66±0.44	NA	NA	18.00±

P.a: *Pseudomonas aeruginosa*; *E.c:* *Escherichia coli*; *S.ab:* *Salmonella abony*; *S.a:* *Staphylococcus aureus*; *B.c:* *Bacillus cereus*; *B.s:* *Bacillus subtilis*. *NA:* Non active

3.2. Détermination de la concentration minimale inhibitrice

La concentration minimale inhibitrice (CMI) de l'extrait des variétés de dattes étudiées été déterminé par la technique de microdilution. Les résultats illustrés dans le tableau 6 montre que l'activité antibactérienne la plus importante a été observée pour les variétés Jihel et Bousrdoun contre *Salmonella abony* et *Bacillus cereus* avec une concentration minimale inhibitrice qui est de l'ordre de 2.5 mg/mL alors que l'activité antibactérienne la plus faible a été observée pour la variété *Bousthammi* contre les souches, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* et *Bacillus subtilis* dont la concentration minimale inhibitrice est supérieure à 10 mg/mL. Ces résultats sont supérieurs à ceux rapportés par Bhat and Al-Daihan (2012) qui ont évalué la concentration minimale inhibitrice (CMI) de cinq variétés des dattes contre *S. aureus* et qui ont trouvé des CMI qui varient entre 1.30 et 3.00 mg/mL. Cependant, nos résultats sont comparables à ceux rapportés par (Saleh et Otaibi, 2013) qui ont trouvé des CMI qui varient entre 5 et 10 mg/mL pour trois variétés contre *S. saprophyticus* (ATCC 15305). Dans l'étude menée par El Arem et al (2013), la concentration minimale inhibitrice la plus faible a été observée pour *Beidh Hmam* (0,78 mg/mL) contre la souche *Listeria monocytogenes*, les résultats reportés dans cette étude sont très proches des résultats de notre étude. Les résultats de notre étude ne montrent pas de différence entre l'activité des extraits de dattes sur les bactéries Gram positif et sur les bactéries Gram négatif.

Les flavonoïdes comme l'épigallocatechine, la catéchine, la myricétine, la quercétine, et lutéoline (Shan et al.,2007 ; Su et al., 2014) sont des substances antibactériennes importantes. L'analyse chromatographique des extraits de dattes a révélé, la présence de la quercétine, doués d'activité antibactérienne, dans toutes les variétés étudiées sauf Majhoul et Bouskri, ce qui peut expliquer l'inefficacité des extraits de ces variétés contre les souches bactériennes étudiées. La présence de la lutéoline dans les variétés Jihel et Bousrdoun peut expliquer leur activité antibactérienne importante par rapport aux autres variétés étudiées. En effet les flavonoïdes à caractère lipophile peuvent détruire les membranes microbiennes en augmentant la fluidité des lipides membranaires (Tsuchiya et al., 1996).

Le nombre et la position des groupements hydroxyles présents sur le noyau aromatique des composés phénoliques peuvent entraîner la toxicité des microorganismes (Geissman, 1963).

Les tanins peuvent tuer aussi les microbes par inhibition des enzymes hydrolytiques (protéases et carbohydrases) ou à travers d'autres interactions qui peuvent inactiver l'adhésine microbienne, les protéines de transport de l'enveloppe cellulaire et l'interaction non spécifique avec les carbohydrates (Ya et al., 1988 ; Cowan, 1999). La privation des minéraux qui sont coenzymes de certaines enzymes vitales peut expliquer l'activité antibactérienne des polyphénols. L'activité antimicrobienne ne dépend pas seulement de la présence des composés phénoliques, mais

également de la présence de divers métabolites secondaires, de l'emplacement et du nombre des groupes d'hydroxyles (Falleh et al., 2008).

La variation de la composition chimique des extraits de dattes explique donc les variations observées dans l'activité antimicrobienne. L'efficacité optimale d'un extrait peut ne pas être due à un constituant actif majoritaire, mais plutôt à l'action combinée (synergie, ou addition) de différents composés (Cushnie et Lamb., 2005). L'activité antimicrobienne mise en évidence confirmerait l'utilisation thérapeutique de dattes en médecine traditionnelle dans les cas des infections bactériennes (Taleb et al., 2016).

Tableau 6. Concentration minimale inhibitrice (MIC) d'extraits des variétés de dattes étudiées.

	<i>Boursdoun</i>	<i>Jihel</i>	<i>Boufegouss</i>	<i>Bousthammi</i>
Souches bactériennes				
Bactéries Gram-négative				
P.a ATCC 27853	5.00	5.00	10.00	10.00
E.c ATCC 25922	5.00	10.00	10.00	>10.00
S.ab NCTC 6017	2.50	5.00	5.00	10.00
Bactéries Gram-positive				
S.a ATCC 25923	5.00	5.00	10.00	>10.00
B.c ATCC 29213	2.50	2.50	5.00	10.00
B.s ATCC 6633	5.00	5.00	10.00	>10.00

P.a: *Pseudomonas aeruginosa*; *E.c:* *Escherichia coli*; *S.ab:* *Salmonella abony*; *S.a:* *Staphylococcus aureus*; *B.c:* *Bacillus cereus*; *B.s:* *Bacillus subtilis*. *ND:* *Non déterminé*

4. Conclusion

L'étude de l'activité antibactérienne chez les variétés de dattes étudiées a révélé que toutes les variétés de dattes, à l'exception de Majhoul et Bouskri, sont dotées d'un pouvoir antibactérien faible à moyen contre les souches étudiées. Les résultats des concentrations minimales inhibitrices (CMI) montrent que les variétés Jihel et Bousrdoun sont les plus actives contre la souche *Bacillus cereus*. Les souches *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* et *Bacillus subtilis* sont les moins sensibles aux extraits de dattes. Aucune différence n'a été observée entre l'effet des extraits contre les souches gram positive et les souches gram négative.

Conclusion générale :

En résumé de nos expérimentations, on pourra conclure l'ensemble de nos résultats sous la forme des constatations suivantes :

- La consommation des dattes est stable au niveau des différentes composantes de la société.
- Une différence de point de vue consommation, achat, et connaissances des variétés a été décelé entre les deux milieux urbains et ruraux.
- Le savoir-faire d'utilisation des dattes dans le domaine thérapeutique et cosmétique est menacé du délaissement.
- Le secteur phoenicicole n'est pas bien valorisé dans la zone d'étude ce qui constitue pour la composante rurale un grand manque à gagner.
- La supériorité pondérale et dimensionnelle, la couleur et la fermeté des variétés Majhoul et Boufegouss sont les principales raisons qui influençant leur achat et leur préférence par le consommateur.
- Sur le plan biochimique, les dattes analysées pour leurs teneurs en glucides, en protéines, lipides, minéraux, vitamines sont révélées avoir des compositions variables selon les variétés. Ainsi, la datte est une source très importante des glucides. Le glucose et le fructose sont les prédominants pour toutes les variétés étudiées à l'exception de Bouskri qui est très riche en saccharose. Les protéines, les lipides, la pyridoxine, la riboflavine et la niacine sont trouvés en faible quantité. Les variétés de dattes analysées contiennent des quantités appréciables en cendre particulièrement potassium, magnésium et le calcium. Boushammi contient sept fois plus de fer que Majhoul.
- La caractérisation des métabolites secondaires a révélé une richesse en polyphénols totaux, en flavonoïdes et en tanins condensés pour les six variétés. L'acide gallique, l'acide férulique, l'acide caféique, l'acide syringique, l'acide p-coumarique et la rutine sont détectés dans l'extrait de toutes les variétés a des concertations très différentes. L'évaluation des propriétés antioxydantes des variétés de dattes étudiées a mis en évidence un important pouvoir antioxydant lié à leurs teneurs élevées en composées phénoliques.
- Toutes les variétés de dattes sélectionnées sauf Majhoul et Bouskri présentent une activité antibactérienne modérée contre les souches bactériennes utilisées.
- Les six variétés de dattes surtout Jihel et Bousrdoun sont très puissantes en terme de la stabilisation des membranes lysosomiales, de la protection des protéines contre la dénaturation et du piégeage des radicaux d'oxyde nitrique (NO[•]) qui sont parmi les mécanismes d'action des anti-inflammatoires non-stéroïdiens. Le pouvoir d'atténuation

d'œdème de la patte et de l'oreille par ces variétés a confirmé cette forte activité anti-inflammatoire.

D'après ces résultats, les dattes ne doivent pas être considérées comme un fruit homogène, mais un fruit dans lequel chaque cultivar a ces caractéristiques nutritionnelles, diététique et thérapeutique qui lui sont spécifiques. D'où la nécessité de conserver et sauvegarder la biodiversité du secteur phoenicicole et de valoriser certains dont la connaissance est limitée dans les zones productrices.

Perspectives :

Dans la perspective d'approfondir et de compléter ce travail expérimental, certains points s'avèrent intéressants de les étudier avec d'autres approches techniques :

- Utilisation des tests enzymatiques COX-2 et LOX pour évaluer l'activité anti-inflammatoire afin de mieux comprendre les mécanismes d'action de l'extrait de dattes.
- Evaluation d'autres activités biologiques : antipyrétique, anticoagulante, analgésique hypolipémiante et hépatoprotectrice des dattes.
- Etude de faisabilité d'incorporation des dattes dans certaines denrées alimentaires à savoir (yaourt, le fromage etc...).
- Caractérisation des sirops des dattes et optimisation du processus de la production.
- Caractérisation des noyaux des dattes et évaluation de leurs activités biologiques (activité antioxydante, anti-inflammatoire, antibactérienne, hypolipémiante et hépatoprotectrice)
- Etude de l'effet de localisation, de l'année de récolte, de stockage et de méthode d'extraction sur la composition en antioxydants et en minéraux.

Références Bibliographiques

- Aaron, K. J., & Sanders, P. W. (2013). Role of dietary salt and potassium intake in cardiovascular health and disease: a review of the evidence. In *Mayo Clinic Proceedings* (Vol. 88, No. 9, pp. 987-995). Elsevier.
- Abdelrahman, A. H., Ibrahim, F. S., Abdelrahman, A., Jun, H. K., & Kim, D. H. (2015). Protective effect of dates (*Phoenix dactylifera* L.) and licorice (*Glycyrrhiza glabra*) on carbon tetrachloride-induced hepatotoxicity in dogs. *Global Veterinaria* 9 (2): 184-191.
- Abe, H., Katada, K., Orita, M., Nishkibe M (1991). Effects of calcium antagonists on the erythrocyte membrane. *Journal of pharmacy and pharmacology*, 43(1), 22-26.
- Abouraiha, E.F., Jaiti, F., El Hadrami, I., (2010). Problématique de la phœniciculture au Maroc Présentation des acquis et des perspectives de recherche sur la maladie fatale du palmier dattier, le bayoud. *Biotechnologies du palmier dattier*. IRD Editions.
- Acker, L. W. (1969). Water activity and enzyme activity. *Food Technology*, 23(10), 1257.
- Acourene, S., Buelguedj, M., Tama, M., & Taleb, B. (2001). Caractérisation, évaluation de la qualité de la datte et identification des cultivars rares de palmier dattier de la région des Ziban. *Revue. Recherche. Agronomique*, (8), 19-39.
- Aggarwal, B. B., Vijayalekshmi, R. V., & Sung, B. (2009). Targeting inflammatory pathways for prevention and therapy of cancer: short-term friend, long-term foe. *Clinical Cancer Research*, 15(2), 425-430.
- Agrawal, A. D. (2011). Pharmacological activities of flavonoids: a review. *Int J Pharm Sci Nanotechnol*, 4(2), 1394-8.
- Ahmed, I. A., Ahmed, A. W. K., & Robinson, R. K. (1995). Chemical composition of date varieties as influenced by the stage of ripening. *Food chemistry*, 54(3), 305-309.
- Aitadafoun M, Mounieri C, Heyman SF, Binistic C, Bon C, Godhold J. (1996). 4-Alkoxybenzamides as new potent phospholipase A2 inhibitors. *Biochem. Pharmacol.* 51, 737-742.
- Akula, R., & Ravishankar, G. A. (2011). Influence of abiotic stress signals on secondary metabolites in plants. *Plant signaling & behavior*, 6(11), 1720-1731.
- Al Dhabbi, N. A., Arasu, M. V., Park, C. H., & Park, S. U. (2015). Letter to the editor: An up-to-date review of rutin and its biological and pharmacological activities. *EXCLI journal*, 14, 59-63.
- Al Farsi M., Alasalvar C., Morris A., Baron M. & Shahidi F., (2005a). Compositional and sensory characteristics of three native sun-dried date (*Phoenix dactylifera* L.) varieties grown in Oman. *J. Agric. Food Chem.* 53(19): 7586–7591.
- Al Farsi, M., Alasalvar, C., Al-Abid, M., Al-Shoaily, K., Al-Amry, M., & Al-Rawahy, F. (2007). Compositional and functional characteristics of dates, syrups, and their by-products. *Food Chemistry*, 104(3), 943-947.
- Al Farsi, M., Alasalvar, C., Morris, A., Baron, M., & Shahidi, F. (2005b). Comparison of antioxidant activity, anthocyanins, carotenoids, and phenolics of three native fresh and sun-dried date (*Phoenix dactylifera* L.) varieties grown in Oman. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(19), 7592-7599.
- Al-Farsi, M. A., & Lee, C. Y. (2008). Nutritional and functional properties of dates: a review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 48(10), 877-887.

- Al Harthi, S. S., Mavazhe, A., Al Mahroqi, H., & Khan, S. A. (2015). Quantification of phenolic compounds, evaluation of physicochemical properties and antioxidant activity of four date (*Phoenix dactylifera* L.) varieties of Oman. *Journal of Taibah University Medical Sciences*, 10(3), 346-352.
- Al Jasass, F. M., Siddiq, M., & Sogi, D. S. (2015). Antioxidants Activity and Color Evaluation of Date Fruit of Selected Cultivars Commercially Available in the United States. *Advances in Chemistry*, 2015.
- Al Jasser, M. (2010). Effect of storage temperatures on microbial load of some date palm fruit sold in Saudi Arabia market. *Afric. J. food . Sci.*, 4: 359-363.
- Al-Qarawi, A. A., Abdel-Rahman, H., Ali, B. H., Mousa, H. M., & El-Mougy, S. A. (2005). The ameliorative effect of dates (*Phoenix dactylifera* L.) on ethanol-induced gastric ulcer in rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 98(3), 313-317.
- Al Qarawi, A. A., Abdel-Rahman, H., Mousa, H. M., Ali, B. H., & El-Mougy, S. A. (2008). Nephroprotective Action of *Phoenix dactylifera* in gentamicin-induced nephrotoxicity. *Pharmaceutical Biology*, 46, 227–230.
- Al Qarawi, A. A., Mousa, H. M., Ali, B. H., Abdel-Rahman, H., & El-Mougy, S. A. (2004). Protective effect of extracts from dates (*Phoenix dactylifera* L.) on carbon tetrachloride-induced hepatotoxicity in rats. *Int J Appl Res Vet Med*, 2(3), 176-180.
- Al Shahib, W., & Marshall, R. J. (2003). The fruit of the date palm: its possible use as the best food for the future?. *International journal of food sciences and nutrition*, 54(4), 247-259.
- Al-Alawi, R. A., Al-Mashiqri, J. H., Al-Nadabi, J. S., Al-Shihi, B. I., & Baqi, Y. (2017). Date Palm Tree (*Phoenix dactylifera* L.): Natural Products and Therapeutic Options. *Frontiers in plant science*, 8.
- Alasalvar, C., Shahidi, F., Liyanapathirana, C. M., & Ohshima, T. (2003). Turkish tumbul hazelnut (*Corylus avellana* L.). 1. Compositional characteristics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(13), 3790-3796.
- Albee, F. H. (1920). Studies in bone growth: triple calcium phosphate as a stimulus to osteogenesis. *Annals of surgery*, 71(1), 32.
- Alemzadeh, I., & Vosoughi, M. (2002). Date syrup and baker's yeast production. *Industrial & engineering chemistry research*, 41(1), 128-130.
- Alhalami, O. Formulation pour le traitement des cheveux (WO 2015091155 A1). 25 juin 2015.
- Ali Haimoud, S., Allem, R., & Merouane, A. (2016). Antioxidant and Anti-Inflammatory Properties of Widely Consumed Date Palm (*Phoenix Dactylifera* L.) Fruit Varieties in Algerian Oases. *Journal of Food Biochemistry*.
- Ali, H. (2002). *Protein-phenolic interactions in food* (Doctoral dissertation, McGill University).
- Ali, H., Alli, I., Ismail, A., Kermasha, S. (2012). Protein-Phenolic Interactions in Food. *Eurasian J Anal Chem* 7(3): 123-133, 2012.
- Altundag, H., & Tuzen, M. (2011). Comparison of dry, wet and microwave digestion methods for the multi element determination in some dried fruit samples by ICP-OES. *Food and Chemical Toxicology*, 49(11), 2800-2807.

- Amellal H. (2008). Aptitudes technologiques de quelques variétés communes de dattes: formulation d'un yaourt naturellement, sucré et aromatisé. Thèse de doctorat en Technologie Alimentaire. Université M'hamed Bouguera. Boumerdes.
- American Dietetic Association. (2009). International dietetics & [and] nutrition terminology (IDNT) reference manual: standardized language for the nutrition care process. American Dietetic Association.
- Amić, D., Davidović-Amić, D., Bešlo, D., & Trinajstić, N. (2003). Structure-radical scavenging activity relationships of flavonoids. *Croatica chemica acta*, 76(1), 55-61.
- Amin, A. R., Vyas, P., Attur, M., Leszczynska-Piziak, J., Patel, I. R., Weissmann, G., & Abramson, S. B. (1995). The mode of action of aspirin-like drugs: effect on inducible nitric oxide synthase. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 92(17), 7926-7930.
- Ananthi, S., Raghavendran, H. R. B., Sunil, A. G., Gayathri, V., Ramakrishnan, G., & Vasanthi, H. R. (2010). In vitro antioxidant and in vivo anti-inflammatory potential of crude polysaccharide from *Turbinaria ornata* (Marine Brown Alga). *Food and chemical toxicology*, 48(1), 187-192.
- Angelova, M., Asenova, S., Nedkova, V., & Koleva-Kolarova, R. (2011). Copper in the human organism. *Trakia J Sci*, 9(1), 88-98.
- Anonyme, (2011) Développement des filières du safran et du palmier dattier dans la région. Souss-Massa-Draâ ».
- Anosike, C. A., Obidoa, O., & Ezeanyika, L. U. (2012). Membrane stabilization as a mechanism of the anti-inflammatory activity of methanol extract of garden egg (*Solanum aethiopicum*). *DARU Journal of Pharmaceutical Sciences*, 20(1), 1.
- Aquila, S., Giner, R. M., Recio, M. C., Spegazzini, E. D., & Ríos, J. L. (2009). Anti-inflammatory activity of flavonoids from *Cayaponia tayuya* roots. *Journal of Ethnopharmacology*, 121(2), 333-337.
- Asanuma, M., Nishibayashi-Asanuma, S., Miyazaki, I., Kohno, M., & Ogawa, N. (2001). Neuroprotective effects of non-steroidal anti-inflammatory drugs by direct scavenging of nitric oxide radicals. *Journal of neurochemistry*, 76(6), 1895-1904.
- Aschner, J. L., & Aschner, M. (2005). Nutritional aspects of manganese homeostasis. *Molecular aspects of medicine*, 26(4), 353-362.
- Aslam, J., Khan, S. H., & Khan, S. A. (2013). Quantification of water soluble vitamins in six date palm (*Phoenix dactylifera* L.) cultivar's fruits growing in Dubai, United Arab Emirates, through high performance liquid chromatography. *Journal of Saudi Chemical Society*, 17(1), 9-16.
- Assirey, E. A. R. (2015). Nutritional composition of fruit of 10 date palm (*Phoenix dactylifera* L.) cultivars grown in Saudi Arabia. *Journal of Taibah University for science*, 9(1), 75-79.
- Association of Official Analytical Chemists- AOAC, (1997). Official Methods of Analysis. Washington, DC, USA
- Ateeq, A., Sunil, S. D., Varun, S. K., & Santosh, M. K. (2013) ; *International Journal of Research in Ayurveda and Pharmacy* vol 04: 447-45.
- Babior, B. M. (1984). The respiratory burst of phagocytes. *Journal of Clinical Investigation*, 73(3), 599.

- Bagad, Y. M., Umalkar, A. R., Tatiya, A. U., & Surana, S. J. (2011). Investigation of anti-inflammatory and analgesic activity of *Bridelia airyshawii* (Euphorbiaceae). *J pharm Res*, 4(5), 1132-1326.
- Balakrishnan, N., Panda, A. B., Raj, N. R., Shrivastava, A., & Prathani, R. (2009). The evaluation of nitric oxide scavenging activity of *Acalypha indica* Linn root. *Asian Journal of Research in Chemistry (AJRC)*, 2(2), 148-150.
- Baliga, M. S., Baliga, B. R. V., Kandathil, S. M., Bhat, H. P., & Vayalil, P. K. (2011). A review of the chemistry and pharmacology of the date fruits (*Phoenix dactylifera* L.). *Food Research International*, 44(7), 1812-1822.
- Barbagallo, M., & Dominguez, L. J. (2010). Magnesium and aging. *Current pharmaceutical design*, 16(7), 832-839.
- Barreveld, W. H. (1993). Date palm products FAO Agricultural Services Bulletin No. 101. FAO, Rome, Italy.
- Bauza, E., Dal Farra, C., Berghi, A., Oberto, G., Peyronel, D., & Domloge, N. (2001). Date palm kernel extract exhibits antiaging properties and significantly reduces skin wrinkles. *International journal of tissue reactions*, 24(4), 131-136.
- Benamara, S., Gougam, H., Amellal, H., Djouab, A., Benahmed, A., & Noui, Y. (2008). Some technologic proprieties of common date (*Phoenix dactylifera* L.) fruits.
- Benchabane, A. (2007). Composition biochimique de la datte (Deglet-nour): évolution en fonction de la maturation et formation de la couleur et des arômes, institut National Agronomique El Harrach (Alger) page 15.
- Benchabane, A., Kechida, F., & Bellal, M. M. (2000). Caractérisation des substances pectiques et évaluation des autres composés pariétaux au cours de la maturation de deux variétés de datte d'Algérie, *Annales de l'Institut National Agronomique - EI-Harrach - Vol. 21*, 33-39.
- Benmeddour, Z., Mehinagic, E., Le Meurlay, D., & Louaileche, H. (2013). Phenolic composition and antioxidant capacities of ten Algerian date (*Phoenix dactylifera* L.) cultivars: a comparative study. *Journal of functional foods*, 5(1), 346-354.
- Benzie, I. F., & Strain, J. J. (1999). [2] Ferric reducing/antioxidant power assay: Direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration. *Methods in enzymology*, 299, 15-27.
- Bernard, F. X., Sable, S., Cameron, B., Provost, J., Desnottes, J. F., Crouzet, J., & Blanche, F. (1997). Glycosylated flavones as selective inhibitors of topoisomerase IV. *Antimicrobial agents and chemotherapy*, 41(5), 992-998.
- Berset, C., Cuvelier, M.E. (1996). Méthodes d'évaluation du degré d'oxydation des lipides et de mesure du pouvoir antioxydant. *Sciences des Aliments*, 16, 219-245.
- Besbes, S., Blecker, C., Deroanne, C., Bahloul, N., Lognay, G., Drira, N. E., & Attia, H. (2004). Date seed oil: phenolic, tocopherol and sterol profiles. *Journal of food lipids*, 11(4), 251-265.
- Bhat, R. S., & Al-Daihan, S. (2012). Antibacterial properties of different cultivars of *Phoenix dactylifera* L and their corresponding protein content. *Ann. Biol. Res*, 3(10), 4751-4757.
- Biglari, F., Alkarkhi, A. F. M., & Mat Easa, A. (2008). Antioxidant activity and phenolic content of various date palms (*Phoenix dactylifera*) fruits from Iran. *Food Chemistry*, 107, 1636-1641

- Billing, J., & Sherman, P. W. (1998). Antimicrobial functions of spices: why some like it hot. *The Quarterly review of biology*, 73(1), 3-49.
- Blois, M. S. (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181, 1199 – 1200.
- Bogdan, C. (2001). Nitric oxide and the immune response. *Nature immunology*, 2(10), 907-916.
- Bonnefont-Rousselot, D., Beaudoux, J.L., Delattre, J. In Delattre J, Beaudoux, J.L, BonnefontRousselot, D. Radicaux libres et stress oxydant: aspects biologiques et pathologiques : 147-167. Lavoisier édition TEC & DOC éditions médicales internationales Paris, 2005.
- Booij, I., Piombo, G., Risterucci, J. M., Coupe, M., Thomas, D., & Ferry, M. (1992). Etude de la composition chimique de dattes à différents stades de maturité pour la caractérisation variétale de divers cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). *Fruits*, 47(6), 667-678.
- Borchani, C., Besbes, S., Blecker, C., Masmoudi, M., Baati, R et Attia, H. (2010). Chemical properties of 11 date cultivars and their corresponding fiber extracts. *African journal of biotechnology*, 9 (26): 4096-4105.
- Borochoy-Neori, H., Judeinstein, S., Greenberg, A., Volkova, N., Rosenblat, M., & Aviram, M. (2013). Date (*Phoenix dactylifera* L.) fruit soluble phenolics composition and anti-atherogenic properties in nine Israeli varieties. *Journal of agricultural and food chemistry*, 61(18), 4278-4286.
- Boubekri, A. (2010). Optimisation des traitements thermiques de la datte Algérienne «deglet-nour» (Doctoral dissertation, Université de Batna 2).page 16.
- Boubekri, C. (2014). *Etude de l'activité antioxydante des polyphénols extraits de Solanum melongena par des techniques électrochimiques* (Doctoral dissertation, Université Mohamed Khider Biskra).
- Boudries, H., Kefalas, P., & Hornero-Méndez, D. (2007). Carotenoid composition of Algerian date varieties (*Phoenix dactylifera*) at different edible maturation stages. *Food Chemistry*, 101(4), 1372-1377.
- Bouguedoura, N., Benkhalifa, A., Bennaceur, M. (2010). Le palmier dattier en Algérie Situation, contraintes et apports de la recherche, *Biotechnologies du palmier dattier*, p15-22
- Bouhlali, E.D.T., Ramchoun, M., Alem, C., Ghafoor, K., Ennassir, J., & Zegzouti, Y. F. (2016). Functional composition and antioxidant activities of eight Moroccan date fruit varieties (*Phoenix dactylifera* L.). *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 16(3), 257-264
- Bousdira, K. (2007). Contribution à la connaissance de la biodiversité du palmier dattier pour une meilleure gestion et une valorisation de la biomasse [texte imprimé]: caractérisation morphologique et biochimique des dattes des cultivars les plus connus de la région du Mzab (Doctoral dissertation, Université M'hamed Bougara de Boumerdès).
- Brun J.F, Khaled S., Raynaud E., Bouix D., Micallef J.P., Orsetti A (1998). The triphasic effects on exercise on blood rheology: which relevance to physiology and pathophysiology. *Clinical Hemorheology and microcirculation* 19, (2), 89-104.
- Bryce-Smith, D. (1989) Zinc-deficiency: the neglected factor. *Chem. Br.*25:783-786.
- Bushra. S., Benish. F., Muhammad. M. (2014). In vitro synergism of antimutagenic and antioxidant activities of *Phoenix dactylifera* fruit. *Food Science and Biotechnology*, 23(3), 881-887.
- Calixto-Campos, C., Carvalho, T. T., Hohmann, M. S., Pinho-Ribeiro, F. A., Fattori, V., Manchope, M. F., ... & Verri Jr, W. A. (2015). Vanillic acid inhibits inflammatory pain by inhibiting neutrophil recruitment,

- oxidative stress, cytokine production, and NF κ B activation in Mice. *Journal of natural products*, 78(8), 1799-1808.
- Casenave, P. (2005). *Intérêt de l'administration orale de potassium pour le traitement de l'hypokaliémie chez les bovins* (Doctoral dissertation).
- Champion, V. L., & Skinner, C. S. (2008). The health belief model. *Health behavior and health education: Theory, research, and practice*, 4, 45-65.
- Chandra, S., Chatterjee, P., Dey, P., & Bhattacharya, S. (2012). Evaluation of in vitro anti-inflammatory activity of coffee against the denaturation of protein. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2(1), S178-S180.
- Chandrasekaran, M., & Bahkali, A. H. (2013). Valorization of date palm (*Phoenix dactylifera*) fruit processing by-products and wastes using bioprocess technology—Review. *Saudi journal of biological sciences*, 20(2), 105-120.
- Cheftel, J. C., & Cheftel, H. (1976). *Introduction à la biochimie et la technologie des aliments*. Paris: Tec-Doc Lavoisier. pp. 29–171.
- Chen, L., Salafranca, M. N., & Mehta, J. L. (1997). Cyclooxygenase inhibition decreases nitric oxide synthase activity in human platelets. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 273(4), H1854-H1859.
- Chetto A., Hachami N. et Harrak H. (2005). Etude sur le marketing des dattes au Maroc. Microprojet "Contribution à l'amélioration de la commercialisation des dattes au Maroc". GTZ, Bureau d'ingénieurs-conseils GFA-Agrar (Hambourg), Bureau d'études EUREKA (Casablanca), 25 p.
- Chowdhury, A., Azam, S., Jainul, M. A., Faruq, K. O., & Islam, A. (2014). Antibacterial Activities and In Vitro Anti-Inflammatory (Membrane Stability) Properties of Methanolic Extracts of Gardenia coronaria Leaves. *International journal of microbiology*, 2014.
- Claire, S. (2000). calcium et magnesium dans l'organisme humaine: trois site d'action compares; ostéogénèse, fonction rénale, influx nerveux (Doctoral dissertation).
- Coleman, J. W. (2001). Nitric oxide in immunity and inflammation. *International immunopharmacology*, 1(8), 1397-1406.
- Conforti, F., Sosa, S., Marrelli, M., Menichini, F., Statti, G. A., Uzunov, D., Tubaro, A., Menichini, F., Della Loggia, R. (2008). In vivo anti-inflammatory and in vitro antioxidant activities of Mediterranean dietary plants. *Journal of Ethnopharmacology*, 116(1), 144-151.
- Cowan, M. M. (1999). Plant products as antimicrobial agents. *Clinical microbiology reviews*, 12(4), 564-582.
- Crichton, R. R. (2012). *Biological Inorganic Chemistry: A New Introduction to Molecular Structure and Function*. Elsevier.
- Cushine T.TP., Lamb A.J. (2005). Antimicrobial activity of flavonoids. *Int. J. antimicrob. Ag.*, 26, 343-356.
- Dammak, I., Boudaya, S., Abdallah, F. B., Hamida, T., & Attia, H. (2009). Date seed oil inhibits hydrogen peroxide-induced oxidative stress in normal human epidermal melanocytes. *Connective tissue research*, 50(5), 330-335.

- Davis, S. R., & Cousins, R. J. (2000). Metallothionein expression in animals: a physiological perspective on function. *The Journal of nutrition*, 130(5), 1085-1088.
- de Souza Castagnino, D. (2016). *Vitamines B, éléments clés de l'efficacité métabolique: Effets de la nature de la diète sur les apports* (Doctoral dissertation, Université Laval).
- Del Bufalo, A., Bernad, J., Dardenne, C., Verda, D., Meunier, J. R., Rousset, F., ... & Pipy, B. (2011). Contact sensitizers modulate the arachidonic acid metabolism of PMA-differentiated U-937 monocytic cells activated by LPS. *Toxicology and applied pharmacology*, 256(1), 35-43.
- Demirtas, I., Erenler, R., Elmastas, M., & Goktasoglu, A. (2013). Studies on the antioxidant potential of flavones of *Allium vineale* isolated from its water-soluble fraction. *Food chemistry*, 136(1), 34-40.
- Denning, M. F. (2004). Epidermal keratinocytes: regulation of multiple cell phenotypes by multiple protein kinase C isoforms. *The international journal of biochemistry & cell biology*, 36(7), 1141-1146.
- Devaraj, S., Autret, B. C., & Jialal, I. (2006). Reduced-calorie orange juice beverage with plant sterols lowers C-reactive protein concentrations and improves the lipid profile in human volunteers. *The American journal of clinical nutrition*, 84(4), 756-761.
- Devulder, B., Hatron, P.Y., Hachulla, E. (2002). *Physiologie de l'Inflammation*. Edition Cedex : Paris ; 15.
- Dhaouadi K, Raboudi F, Estevan C, Barrajon E, Vilanova E, Hamdaoui M, Fattouch S. (2011). Cell viability effects and antioxidant and antimicrobial activities of Tunisian date syrup (Rub El Tamer) polyphenolic extracts. *Journal of agricultural and food chemistry*, 12;59 (1):402–406.
- Di Mascio, P., Murphy, M. E., & Sies, H. (1991). Antioxidant defense systems: the role of carotenoids, tocopherols, and thiols. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 53,194S–200S.
- Djerbi, M., (1994). *Précis de phoeniciculture*. FAO, 192p.
- Djilali Adiba, B. (2012). *Analyse des aptitudes technologiques de poudres de dattes (Phoenix-dactylifera. l) améliorées par la spiruline: étude des propriétés rhéologiques, nutritionnelles et antibactériennes* (Doctoral dissertation, Université M'hamed Bougara de Boumerdès).
- Dowson, V. H. W., & Aten, A. (1963). "Composition et maturation. Récolte et conditionnement des dattes ", Collection FAO. Rome. Cahier, (72), 1-397.
- Drummond, A. J., & Waigh, R. D. (2000). The development of microbiological methods for phytochemical screening. *Recent research developments in phytochemistry*, 4, 143-152.
- Du Z. Y. & Li X. Y. (1999) Inhibitory effects of indomethacin on interleukin-1 and nitric oxide production in rat microglia in vitro. *Int. J. Immunopharmacol.* 21, 219–225.
- Duraffourd C., D'Hervicourt L. & Lapraz J.C., (1990).- *Cahiers de phytothérapie clinique*. 1. Examens de laboratoires galénique. *Eléments thérapeutiques synergiques*. 2ème éd. Masson, Paris.
- Duran, A., Tuzen, M., & Soylak, M. (2008). Trace element levels in some dried fruit samples from Turkey. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 59(7-8), 581-589.
- Durand, G., & Beaudeau, J. L. (2011). *Biochimie médicale: Marqueurs actuels et perspectives*. Lavoisier.
- Ebashi, S., & Endo, M. (1968). Calcium and muscle contraction. *Progress in biophysics and molecular biology*, 18, 123IN9167-166IN12183.

- El Arem A, Guido, F., Behija, S. E., Manel, I., Nesrine, Z., Ali, F., Mohamed, H., & Lotfi, A. (2011). Chemical and aroma volatile compositions of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruits at three maturation stages. *Food Chemistry*, 127(4), 1744-1754.
- El Arem, A., Saafi, B.E., Mechri, B., Lahouar, L., Issaoui, M., Hammami, M., Achour, L. (2012). Effects of the ripening stage on phenolic profile, phytochemical composition and antioxidant activity of date palm fruit. *Journal of agricultural and food chemistry*, 60(44), 10896-10902.
- El Arem, A., Saafi, E. B., Slama, R. B., Zayen, N., Hammami, M., & Achour, L.(2013). Phytochemical composition, antibacterial and antioxidant activities of common date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruit during three maturation stages. *Tunis. J. Med. Plants Nat. Prod.* 10(2): 33-48.
- El Hadrami, A., & Al-Khayri, J. M. (2012). Socioeconomic and traditional importance of date palm. *Emirates Journal of food and Agriculture*, 24(5), 371.
- El Hadrami, I., El Bellaj, M., El Idrissi, A., J'Aiti, F., El Jaafari, S., & Daayf, F. (1998). Biotechnologies végétales et amelioration du Palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.), pivot de l'agriculture oasienne marocaine. *Cahiers Agricultures*, 7(6), 463-0.
- El Rhaffari, L., & Zaid, A. (2002). Pratique de la phytothérapie dans le sud-est du Maroc (Tafilalet): Un savoir empirique pour une pharmacopée rénovée. In : Fleurentin J. (ed.), Pelt J.M. (ed.), Mazars G. (ed.), Lejosne J.C. (trad.), Cabalion Pierre (collab.). *Des sources du savoir aux médicaments du futur : actes du 4e congrès européen d'ethnopharmacologie = From the sources of knowledge to the medicines of the future*, 293-318.
- Elleuch, M., Besbes, S., Roiseux, O., Blecker, C., Deroanne, C., Drira, N. E., & Attia, H. (2008). Date flesh: Chemical composition and characteristics of the dietary fibre. *Food chemistry*, 111(3), 676-682.
- El-Mougy, S. A., Abdel-Aziz, S. A., Al-Shanawany, M., & Omar, A. (1991). The gonadotropic activity of *Palmae* in mature male rats. *Alexandria J. Pharmac. Sci*, 5, 156-159.
- El-Neweshy, M. S., El-Maddawy, Z. K., & El-Sayed, Y. S. (2013). Therapeutic effects of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) pollen extract on cadmium-induced testicular toxicity. *Andrologia*, 45(6), 369-378.
- Elsafy, M., Garkava-Gustavsson, L., & Mujaju, C. (2015). Phenotypic Diversity of Date Palm Cultivars (*Phoenix dactylifera* L.) from Sudan Estimated by Vegetative and Fruit Characteristics. *International Journal of Biodiversity*, 2015.
- El-Sohaimy, S. A., & Hafez, E. E. (2010). Biochemical and nutritional characterizations of date palm fruits (*Phoenix dactylifera* L.). *J Appl Sci Res*, 6, 1060-1067.
- Eltayeb, E. A., Al-Hasni, A. S., & Farooq, S. A. (1999). Changes in soluble sugar content during the development of fruits in some varieties of Omani date palm (*Phoenix dactylifera*). *Pakistan J. Biol. Sci*, 2, 255-258.
- Episard, E. (2002). *Introduction à la transformation industrielle des fruits*. Éditions Tec & Doc., paris, New York, 56-84.
- Erkan, N., Ayranci, G., & Ayranci, E. (2008). Antioxidant activities of rosemary (*Rosmarinus Officinalis* L.) extract, blackseed (*Nigella sativa* L.) essential oil, carnosic acid, rosmarinic acid and sesamol. *Food Chemistry*, 110(1), 76-82.

- Estanove P. (1990). Note technique : Valorisation de la datte. In : Options méditerranéennes, série A, N°11. Systèmes agricoles oasiens. Ed. CIHEAM. pp 301-318.
- Falleh, H., Ksouri, R., Chaieb, K., Karray-Bouraoui, N., Trabelsi, N., Boulaaba, M., & Abdelly, C. (2008). Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities. *Comptes Rendus Biologies*, 331(5), 372-379.
- Ferreyra, M. L. F., Rius, S. P., & Casati, P. (2012). Flavonoids: biosynthesis, biological functions, and biotechnological applications. *Frontiers in plant science*, 3.
- Fredericq, P. (1942). La coagulation du sang en l'absence de calcium. *Archives internationales de physiologie*, 52(1), 73-152.
- Fritsch, CW, Lipid Oxidation—The Other Dimensions, *inform* 5:423–436 (1994)
- Gambhire, M., Juvekar, A., & Wankhede, S. (2009). Evaluation of anti-inflammatory activity of methanol extract of *Barleria cristata* leaves by in vivo and in vitro methods. *Int J Pharmacol*, 7(1), 109-116.
- Ganeshpurkar, A., & Saluja, A. K. (2017). The pharmacological potential of rutin. *Saudi pharmaceutical journal*, 25(2), 149-164.
- Gautam, R., Singh, M., Gautam, S., Rawat, J. K., Saraf, S. A., & Kaithwas, G. (2016). Rutin attenuates intestinal toxicity induced by Methotrexate linked with anti-oxidative and anti-inflammatory effects. *BMC complementary and alternative medicine*, 16(1), 99.
- Gebhardt, S. E., Cutrufelli, R., & Matthews, R. H. (1982). Composition of foods, fruits and fruit juices, raw, processed, prepared. *Agriculture handbook/ US Dept. of Agriculture;(USA)*.
- Geissman T A. (1963). Flavonoid compounds, tannins, lignins and related compounds. In: Florkin M, Stotz E H, editors. Pyrrole pigments, isoprenoid compounds and phenolic plant constituents. Vol. 9. New York, N.Y: Elsevier; p. 265.
- Geronikaki, A. A., & Gavalas, A. M. (2006). Antioxidants and inflammatory disease: synthetic and natural antioxidants with anti-inflammatory activity. *Combinatorial chemistry & high throughput screening*, 9(6), 425-442.
- Godon B. (1996). Protéines végétales. Ed. Tec & Doc-Lavoisier, Paris, 666
- Gohil, K. J., Kshirsagar, S. B., & Sahane, R. S. (2012). Ferulic acid-comprehensive pharmacology of important bioflavonoid. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 3(3), 700.
- Golbeck, J. H., & Cammarata, K. V. (1981). Spinach thylakoid polyphenol oxidase isolation, activation, and properties of the native chloroplast enzyme. *Plant Physiology*, 67(5), 977-984.
- Goli, A.H., Barzegar, M., Sahari, M.A. (2004). Antioxidant activity and total phenolic compounds of pistachio (*Pistachia vera*) hull extracts. *Food Chem.*, 92:521-525.
- Gonzalez, R., Ballester, I., López-Posadas, R., Suárez, M. D., Zarzuelo, A., Martinez-Augustin, O., & Medina, F. S. D. (2011). Effects of flavonoids and other polyphenols on inflammation. *Critical reviews in food science and nutrition*, 51(4), 331-362.
- González-Gallego, J., Sánchez-Campos, S., & Tunon, M. J. (2007). Anti-inflammatory properties of dietary flavonoids. *Nutricion Hospitalaria*, 22(3): 287-293

- Gourchala, F. (2015). Caractérisation physicochimique, phytochimique et biochimique de cinq variétés de dattes d'Algérie, *Phoenix dactylifera* L. (Deglet noor, Ghars, H'mira, Tamesrit et Tinissine), Thèse de Doctorat en Biochimie, Université Badji Mokhtar Annaba. P 14.
- Greger, J. L., & Snedeker, S. M. (1980). Effect of dietary protein and phosphorus levels on the utilization of zinc, copper and manganese by adult males. *The Journal of nutrition*, 110(11), 2243-2253.
- Guardia, T., Rotelli, A. E., Juarez, A. O., & Pelzer, L. E. (2001). Anti-inflammatory properties of plant flavonoids. Effects of rutin, quercetin and hesperidin on adjuvant arthritis in rat. *Il farmaco*, 56(9), 683-687.
- Haddouch, M. (1996). Situation actuelle et perspectives de développement du palmier dattier au Maroc. Options Méditerranéennes. Serie A: Séminaires Méditerranéens (CIHEAM). no. 28.
- Hamad, I., AbdElgawad, H., Al Jaouni, S., Zinta, G., Asard, H., Hassan, S., ... & Selim, S. (2015). Metabolic analysis of various date palm fruit (*Phoenix dactylifera* L.) cultivars from Saudi Arabia to assess their nutritional quality. *Molecules*, 20(8), 13620-13641.
- Hammouda, H., Chérif, J. K., Trabelsi-Ayadi, M., Baron, A., & Guyot, S. (2013). Detailed polyphenol and tannin composition and its variability in Tunisian dates (*Phoenix dactylifera* L.) at different maturity stages. *Journal of agricultural and food chemistry*, 61(13), 3252-3263.
- Hansen, C. R., Malecha, M., Mackenzie, T. B., & Kroll, J. (1983). Copper and zinc deficiencies in association with depression and neurological findings. *Biological psychiatry*.
- Harrak, H. et A. Chetto (2001). "Valorisation et Commercialisation des dattes au Maroc". Edition INRA - GTZ 2001, Marrakech, Maroc, 222 p.
- Harrak, H., & Boujnah, M. (2012). Valorisation technologique des dattes au Maroc. INRA édition.
- Harrak, H., Hamouda, A., Boujnah, M., & Gaboune, F. (2005). Teneur en sucres et qualités technologique et nutritionnelle des principales variétés de dattes marocaines. In Actes du symposium nationale sur le développement durable des systèmes oasiens (pp. 8-10).
- Hasan, N. S., Amom, Z. H., Nor, A. I., Mokhtarrudin, N., Esa, N. M., & Azlan, A. (2010). Nutritional composition and in vitro evaluation of the antioxidant properties of various dates extracts (*Phoenix dactylifera* L.) from Libya. *Asian Journal of Clinical Nutrition*, 2, 208e214.
- Hasegawa, S. and D.C. Smolensky. (1971). Cellulose in dates and its role in fruit softening. *J. Food Sci.*, 36: 966-967.
- Hasnaoui, A., Elhoumaizi, M. A., Borchani, C., Attia, H., & Besbes, S. (2012). Physico-chemical characterization and associated antioxidant capacity of fiber concentrates from Moroccan date flesh. *Indian Journal of Science and Technology*, 5(7), 2954-2960.
- Hasnaoui, A., Elhoumaizi, M. A., Hakkou, A., Wathelet, B., & Sindic, M. (2010). Physico-chemical characterization, classification and quality evaluation of date palm fruits of some Moroccan cultivars. *Journal of Scientific Research*, 3(1), 139.
- Heimler, D., Vignolini, P., Dini, M. G., Vincieri, F. F., & Romani, A. (2006). Antiradical activity and polyphenol composition of local Brassicaceae edible varieties. *Food chemistry*, 99(3), 464-469.
- Hendrich, A. B. (2006). Flavonoid-membrane interactions: Possible consequences for biological effects of some polyphenolic compounds. *Acta Pharmacologica Sinica*, 27(1), 27-40.

- Hercberg, S., Preziosi, P., Galan, P., Deheeger, M., Papoz, L., & Dupin, H. (1991). Apports nutritionnels d'un échantillon représentatif de la population du Val-de-Marne. III: Les apports en minéraux et vitamines. *Revue d'épidémiologie et de santé publique*, 39(3), 245-261.
- Holbrook, J. T., Smith, J. C., & Reiser, S. (1989). Dietary fructose or starch: effects on copper, zinc, iron, manganese, calcium, and magnesium balances in humans. *The American journal of clinical nutrition*, 49(6), 1290-1294.
- Hong, Y. J., Tomas-Barberan, F. A., Kader, A. A., & Mitchell, A. E. (2006). The flavonoid glycosides and procyanidin composition of Deglet Noor dates (*Phoenix dactylifera*). *Journal of agricultural and food chemistry*, 54(6), 2405-2411.
- Hou, J., Fu, J., Zhang, Z. M., & Zhu, H. L. (2011). Biological activities and chemical modifications of caffeic acid derivatives. *Fudan University Journal of Medical Sciences*, 6, 017.
- House, W.A., (1999). Trace element bioavailability as exemplified by iron and zinc. *Field Crop Res.* 60 (1–2), 115–141.
- Huang, D., Ou, B., & Prior, R. L. (2005). The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of agricultural and food chemistry*, 53(6), 1841-1856.
- Hughes, F.J., Buttery, L.D., Hukkanen, M.V., O'Donnell, A., MacLough, J., Polak, J.M., (1999). Cytokine induced prostaglandin E2 synthesis and cyclooxygenase-2 activity are regulated both by a nitric oxide dependent and independent mechanism in rat osteoblasts in vitro. *Journal of Biological Chemistry* 274, 1776–1782.
- Ines, D., Sonia, B., Fatma, B. A., Souhail, B., Hamadi, A., Hamida, T., & Basma, H. (2010). Date seed oil inhibits Hydrogen peroxide-induced oxidative stress in human epidermal keratinocytes. *International journal of dermatology*, 49(3), 262-268.
- Ink, S. L., & Henderson, L. M. (1984). Vitamin B6 metabolism. *Annual review of nutrition*, 4(1), 455-470.
- Ishurda, O., & John, F. K. (2005). The anti-cancer activity of polysaccharide prepared from Libyan dates (*Phoenix dactylifera* L.). *Carbohydrate Polymers*, 59, 531–535.
- Ismail, B., Haffar, I., Baalbaki, R., Mechref, Y., & Henry, J. (2006). Physico-chemical characteristics and total quality of five date varieties grown in the United Arab Emirates†. *International journal of food science & technology*, 41(8), 919-926.
- ISO 14502-1: 2005. Determination of substances characteristic of green and black tea. Part 1: Content of total polyphenols in tea. Colorimetric Method Using Folin – Ciocalteu Reagent
- Jacob RA, Skala JH, Omaye ST & Turnlund JR (1987) Effect of varying ascorbic acid intakes on copper absorption and ceruloplasmin levels in young men. *Journal of Nutrition* 117, 2109-2115.
- Jamil, M.S., Nadeem, R., Hanif, M.A., Ali, M.A., Akhtar, K. (2010). Proximate composition and mineral profile of eight different unstudied date (*Phoenix dactylifera* L.) varieties from Pakistan. *African journal of biotechnology*, 9: 3252-3259.
- Javanovic S.V., Steenken S., Tosic M., Marjanovic B., Simic M.J., (1994). Flavonoids as antioxidants. *Journal of the American Chemical Society*. 116: 4846-4851.

- Jayaprakasam B, Vanisree M, Zhang Y, Dewitt DL, Nair MG (2006) Impact of alkyl esters of caffeic and ferulic acids on tumor cell proliferation, cyclooxygenase enzyme, and lipid peroxidation. *J Agric Food Chem* 54: 5375-5381.
- Jiang, R. W., Lau, K. M., Hon, P. M., Mak, T. C., Woo, K. S., & Fung, K. P. (2005). Chemistry and biological activities of caffeic acid derivatives from *Salvia miltiorrhiza*. *Current medicinal chemistry*, 12(2), 237-246.
- Juhaimi, F. A., Ghafoor, K., & Özcan, M. M. (2014). Physicochemical properties and mineral contents of seven different date fruit (*Phoenix dactylifera* L.) varieties growing from Saudi Arabia. *Environmental monitoring and assessment*, 186(4), 2165-2170.
- Kaidi, F., & Touzi, A. (2001). Production de bioalcool à partir des déchets de dattes. *Revue des Energies Renouvelables, NS: Biomasse Production et Valorisation*, 75-78.
- Kanner, J., H. Elamaleh, O. Reuveni and I. Ben-Gera. (1978). Invertase (β -Fructofuranosidase) activity in three date cultivars. *J. Agric. Food Chem.* 26:1238-1240.
- Karasawa, K., & Otani, H. (2014). The effect of matured date palm tree (*Phoenix dactylifera* L.) fruit extract on mite-induced allergic symptoms in NC/Nga mice. *Food and Agricultural Immunology*, 25(1), 49-60.
- Karasawa, K., Uzuhashi, Y., Hirota, M., & Otani, H. (2011). A matured fruit extract of date palm tree (*Phoenix dactylifera* L.) stimulates the cellular immune system in mice. *Journal of agricultural and food chemistry*, 59(20), 11287-11293.
- Karlsen, A., L. Retterstol, P. Laake, et al. (2007). "Anthocyanins inhibit nuclear factor- κ B activation in monocytes and reduce plasma concentrations of proinflammatory mediators in healthy adults." *J Nutr* 137: 1951-1954.
- Karpuzoglu, E., & Ahmed, S. A. (2006). Estrogen regulation of nitric oxide and inducible nitric oxide synthase (iNOS) in immune cells: implications for immunity, autoimmune diseases, and apoptosis. *Nitric Oxide*, 15(3), 177-186.
- Karthik, G., Vijayakumar, A., & Natarajapillai, S. (2013). Preliminary study of salubrious effect of syringic acid on apoptosis in human lung carcinoma A549 cells and insilico analysis through docking studies. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 1(2), 46-49.
- Kchaou, W., Abbès, F., Attia, H., & Besbes, S. (2014). In vitro antioxidant activities of three selected dates from Tunisia (*Phoenix dactylifera* L.). *Journal of Chemistry*, 2014.
- Kchaou, W., Abbès, F., Blecker, C., Attia, H., & Besbes, S. (2013). Effects of extraction solvents on phenolic contents and antioxidant activities of Tunisian date varieties (*Phoenix dactylifera* L.). *Industrial crops and products*, 45, 262-269.
- Kehili, H. E., Zerizer, S., Beladjila, K. A., & Kabouche, Z. (2016). Anti-inflammatory effect of Algerian date fruit (*Phoenix dactylifera*). *Food and Agricultural Immunology*, 1-10.
- Khadem, N., Sharaphy, A., Latifnejad, R., Hammod, N., & Ibrahimzadeh, S. (2007). Comparing the efficacy of dates and oxytocin in the management of postpartum hemorrhage. *Shiraz E-Medical Journal*, 8(2), 64-71.
- Khadem, S., & Marles, R. J. (2010). Monocyclic phenolic acids; hydroxy-and polyhydroxybenzoic acids: occurrence and recent bioactivity studies. *Molecules*, 15(11), 7985-8005.

- Khanavi, M., Saghari, Z., Mohammadirad, A., Khademi, R., Hadjiakhoondi, A., & Abdollahi, M. (2015). Comparison of antioxidant activity and total phenols of some date varieties. *DARU Journal of Pharmaceutical Sciences*, 17(2), 104-108.
- Khare, C. P. (2007). *Indian medicinal plants: An illustrated dictionary*. : Springer Reference
- Khouya, T., Ramchoun, M., Hmidani, A., Amrani, S., Harnafi, H., Benlyas, M., ... & Alem, C. (2015). Anti-inflammatory, anticoagulant and antioxidant effects of aqueous extracts from Moroccan thyme varieties. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 5(8), 636-644.
- Kikuchi, N., & Miki, T. (1978). The separation of date (*Phoenix dactylifera*) sterols by liquid chromatography. *Microchimica Acta*, 69(1-2), 89-96.
- Kim, D. O., Jeong, S. W., & Lee, C. Y. (2003). Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food chemistry*, 81(3), 321-326.
- Kim, H. P., Son, K. H., Chang, H. W., & Kang, S. S. (2004). Anti-inflammatory plant flavonoids and cellular action mechanisms. *Journal of pharmacological sciences*, 96(3), 229-245.
- Kitzinger, J., Markova, I., & Kalampalikis, N. (2004). Qu'est-ce que les focus groups?. *Bulletin de psychologie*, 57, 237-244.
- Klimis-Zacas, D. (1993). *Manganese in health and disease (Vol. 2)*. CRC Press.
- Kordi, M., Aghaei Meybodi, F., Tara, F., Nemati, M., & Taghi Shakeri, M. (2014). The Effect of Late Pregnancy Consumption of Date Fruit on Cervical Ripening in Nulliparous Women. *Journal of Midwifery and Reproductive Health*, 2(3), 150-156.
- Kubenam, K. S. (1994). The role of magnesium in immunity. *Journal of Nutritional Immunology*, 2(3), 107-126.
- Kumari, C. S., Yasmin, N., Hussain, M. R., & Babuselvam, M. (2015). Invitro Anti-inflammatory and Anti-arthritis property of *Rhizopora mucronata* Leaves. *International Journal of Pharma Sciences and Research*, 6(3), 482-485.
- Kwon, G., Hill, J. R., Corbett, J. A., & McDaniel, M. L. (1997). Effects of aspirin on nitric oxide formation and de novo protein synthesis by RINm5F cells and rat islets. *Molecular pharmacology*, 52(3), 398-405.
- Labuza, T. P., McNally, L., Gallagher, D., Hawkes, J., & Hurtado, F. (1972). Stability of intermediate moisture foods. 1. Lipid oxidation. *Journal of Food Science*, 37(1), 154-159.
- Lago, J. H. G., Toledo-Arruda, A. C., Mernak, M., Barrosa, K. H., Martins, M. A., Tibério, I. F., & Prado, C. M. (2014). Structure-activity association of flavonoids in lung diseases. *Molecules*, 19(3), 3570-3595.
- Lahsissene, H., Kahouadji, A., & Hseini, S. (2009). Catalogue des plantes medicinales utilisees dans la region de Zaër (Maroc Occidental). *Lejeunia, Revue de Botanique*.
- Lantto, T. A., Dorman, H. D., Shikov, A. N., Pozharitskaya, O. N., Makarov, V. G., Tikhonov, V. P., ... & Raasmaja, A. (2009). Chemical composition, antioxidative activity and cell viability effects of a Siberian pine (*Pinus sibirica* Du Tour) extract. *Food Chemistry*, 112(4), 936-943.
- Lattanzio, V. (2003). Bioactive polyphenols: their role in quality and storability of fruit and vegetables. *Journal of Applied Botany*, 77(5/6), 128-146.

- Le Grusse, J., & Watier, B. (1993). Les vitamines: données biochimiques, nutritionnelles et cliniques. Centre d'Etude et d'Information sur les Vitamines (Roche). Neuillysur-Seine. France.
- Lecoq R., Manuel d'analyse alimentaire et d'expertise usuelle, Doin Éd., Paris, Fr., 1965, p241-251.
- Lemine, M., Mint, F., Mohamed Ahmed, M. V. O., Ben Mohamed Maoulainine, L., Bouna, Z. E. A. O., Samb, A., ... & Salem, A. O. M. (2014). Antioxidant activity of various Mauritanian date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruits at two edible ripening stages. Food science & nutrition, 2(6), 700-705.
- Levin, G., Cogan, U., Levy, Y., & Mokady, S. (1990). Riboflavin deficiency and the function and fluidity of rat erythrocyte membranes. J Nutr, 120(8), 857-861.
- Lopez-Lazaro, M. (2009). Distribution and biological activities of the flavonoid luteolin. Mini reviews in medicinal chemistry, 9(1), 31-59.
- Louisot, P. (1983). Enzymologie générale et sémiologie enzymatique. *Biochimie générale et médicale, structurale, métabolisme, sémiologie*. Édition SIMEP, Villeurbanne, Paris, France, 477-574.
- Maalik, A., Bukhari, S.M., Zaid, A., Hussain, Shah, K.H., Khan, F. A. (2016). Chlorogenic acid: a Pharmaceutically potent molecule. Acta Poloniae Pharmaceutica ñ Drug Research, 73:851-854.
- Maalik, A., Khan, F. A., Mumtaz, A., Mehmood, A., Azhar, S., Atif, M., ... & Tariq, I. (2014). Pharmacological applications of quercetin and its derivatives: a short review. Tropical Journal of Pharmaceutical Research, 13(9), 1561-1566.
- Maier, V. P., & Metzler, D. M. (1965). Quantitative changes in date polyphenols and their relation to browning. Journal of Food Science, 30(1), 80-84.
- Maier, V.P., Shiller, F.H. (1961). Studies on domestic dates II. Some chemical changes associated with deterioration. J. Food Sci., 26, 529
- Maier. V.P., Metzler. D.M. (1964). Phenolic constituents of the date (*Phoenix Dactylifera*) and their relation to browning. First International Congress of Food Science and Technology, Science Publishers Inc., New York
- Mansouri, A., Embarek, G., Kokkalou, E., & Kefalas, P. (2005). Phenolic profile and antioxidant activity of the Algerian ripe date palm fruit (*Phoenix dactylifera*). Food chemistry, 89(3), 411-420.
- Marinova, D., Ribarova, F., & Atanassova, M. (2005). Total phenolics and total flavonoids in Bulgarian fruits and vegetables. Journal of the university of chemical technology and metallurgy, 40(3), 255-260.
- Marlett, J. A., McBurney, M. I., & Slavin, J. L. (2002). Position of the American Dietetic Association: health implications of dietary fiber. Journal of the American Dietetic Association, 102(7), 993-1000.
- Masaki, H. (2010). Role of antioxidants in the skin: anti-aging effects. Journal of dermatological science, 58(2), 85-90.
- Matallah, M. A. A. (2004). Contribution à l'étude de la conservation des dattes de la variété Deglet-Nour: Isotherme d'adsorption et de désorption. Alger, Institut National Agronomique d'El Harrach, Mémoire de fin d'études Ingénieur d'Etat. 79p
- Mates J, Sanchez-Jimenez F (1999): Antioxidant enzymes and their implications in pathophysioiologic processes. Frontiers in Biosciences 4:D339- 345.

- McCall, K. A., Huang, C. C., & Fierke, C. A. (2000). Function and mechanism of zinc metalloenzymes. *The Journal of nutrition*, 130(5), 1437S-1446S.
- McCall, M. R., & Frei, B. (1999). Can antioxidant vitamins materially reduce oxidative damage in humans?. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(7), 1034-1053.
- McCormick, D. B., & Wright, L. D. (Eds.). (1971). *Vitamins and coenzymes*. Academic Press.
- Messier, C. (2004). Glucose improvement of memory: a review. *European journal of pharmacology*, 490(1), 33-57.
- Miletić, N., Popović, B., Mitrović, O., Kandić, M., & Lepsavić, A. (2014). Phenolic Compounds and Antioxidant Capacity of Dried and Candied Fruits Commonly Consumed in Serbia. *Czech Journal of Food Science*, 32(4).
- Mirzoeva, O. K., Grishanin, R. N., & Calder, P. C. (1997). Antimicrobial action of propolis and some of its components: the effects on growth, membrane potential and motility of bacteria. *Microbiological research*, 152(3), 239-246.
- Mizushima Y., Kobayashi, M. (1968). Interaction of anti - inflammatory drugs with serum proteins, especially with some biologically active proteins. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 20(3): 169-173.
- Mohamed, D. A., & Al-Okbi, S. Y. (2004). In vivo evaluation of antioxidant and anti-inflammatory activity of different extracts of date fruits in adjuvant arthritis. *Pol J Food Nutr Sci*, 13(54), 397-402.
- Mohamed, R., Fageer, A. S., Eltayeb, M. M., & Mohamed Ahmed, I. A. (2014). Chemical composition, antioxidant capacity, and mineral extractability of Sudanese date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruits. *Food science & nutrition*, 2(5), 478-489.
- Mohamed, S. A., Awad, M. A., El-Dengawy, E. R. F., Abdel-Mageed, H. M., El-Badry, M. O., Salah, H. A., ... & Fahmy, A. S. (2016). Total phenolic and flavonoid contents and antioxidant activities of sixteen commercial date cultivars grown in Saudi Arabia. *RSC Advances*, 6(50), 44814-44819.
- Mollace, V., Muscoli, C., Masini, E., Cuzzocrea, S., & Salvemini, D. (2005). Modulation of prostaglandin biosynthesis by nitric oxide and nitric oxide donors. *Pharmacological reviews*, 57(2), 217-252.
- Monsalve-Gonzalez, A., Barbosa-Canovas, G. V., Cavalieri, R. P., Mcevely, A. J., & Iyengar, R. (1993). Control of browning during storage of apple slices preserved by combined methods. 4-Hexylresorcinol as anti-browning agent. *Journal of Food Science*, 58, 797-800.
- Mori, A., Nishino, C., Enoki, N., & Tawata, S. (1987). Antibacterial activity and mode of action of plant flavonoids against *Proteus vulgaris* and *Staphylococcus aureus*. *Phytochemistry*, 26(8), 2231-2234.
- Morin-Savy, S. (2005). Biosynthèse de caroténoïdes aromatiques hydroxylés par des bactéries non photosynthétiques: des carotènes aux xanthophylles (Doctoral dissertation, Brest).
- Moroccan standard 08.1.264: Determination of nicotinamide, pyridoxine and riboflavin content using High Performance Liquid Chromatography (HPLC), 2011.
- Mounnissamy, V. M., Kavimani, S., Balu, V., & Quine, S. D. (2008). Evaluation of Anti-inflammatory and Membrane stabilizing property of Ethanol Extract of *Cassia sophera* L. *Iranian Journal of Pharmacology & Therapeutics*, 6(2), 235-237.

- Multon, J.L. (1991). Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires. Vol 4: analyse des constituants alimentaires Ed. tech. et doc- Lavoisier, 121-137.
- Munier. (1973). Le palmier dattier. Ed Maisonneuve et Larose Paris, P 141- 148-176- 177-178.
- Munnich, A., Ogier, H., & Saudubray, J. M. (Eds.). (1987). *Les vitamines: aspects métaboliques, génétiques, nutritionnels et thérapeutiques*. Masson. 428 p.
- Murakami, M., Masuda, S., Shimbara, S., Ishikawa, Y., Ishii, T., & Kudo, I. (2005). Cellular distribution, post-translational modification, and tumorigenic potential of human group III secreted phospholipase A2. *Journal of Biological Chemistry*, 280(26), 24987-24998.
- Murugan, R., & Parimelazhagan, T. (2014). Comparative evaluation of different extraction methods for antioxidant and anti-inflammatory properties from *Osbeckia parvifolia* Arn.—An in vitro approach. *Journal of King Saud University-Science*, 26(4), 267-275.
- Musset, R. (1937). la culture du palmier-dattier aux États-Unis. In *Annales de Géographie* (Vol. 46, No. 262, pp. 439-439). Société de géographie.
- Mustafa, A. B., Harper, D. B., & Johnston, D. E. (1986). Biochemical changes during ripening of some Sudanese date varieties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 37(1), 43-53.
- Muthukumaran, J., Srinivasan, S., Venkatesan, R. S., Ramachandran, V., & Muruganathan, U. (2013). Syringic acid, a novel natural phenolic acid, normalizes hyperglycemia with special reference to glycoprotein components in experimental diabetic rats. *Journal of Acute Disease*, 2(4), 304-309.
- Mutlak, H. H., & Mann, J. (1984). Darkening of dates: Control by microwave heating. *Date Palm Journal*, 3(1), 303-316.
- Myhara, R. M., Al-Alawi, A., Karkalas, J., & Taylor, M. S. (2000). Sensory and textural changes in maturing Omani dates. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(15), 2181-2185.
- Nabavi, S. F., Nabavi, S. M., Hellio, C., Alinezhad, H., Zare, M., Azimi, R., & Bahafar, R. (2013). Antioxidant and antihemolytic activities of methanol extract of *Hyssopus angustifolius*. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 85(2), 198.
- Nadeem, M., R.Salimur, F.Anjum, T.Zahoor, F. Saeed, and A. Ahmad. (2011). Anti-nutritional factors in some date palm (*Phoenix dactylifera* L.) varieties grown in Pakistan. *Internet Journal of Food Safety*, Vol.13, p.386-390.
- Nancib, N., Nancib, A., & Boudrant, J. (1997). Use of waste date products in the fermentative formation of baker's yeast biomass by *Saccharomyces cerevisiae*. *Bioresource Technology*, 60(1), 67-71.
- Nashed, B., Yeganeh, B., HayGlass, K. T., & Moghadasian, M. H. (2005). Antiatherogenic effects of dietary plant sterols are associated with inhibition of proinflammatory cytokine production in Apo E-KO mice. *The Journal of nutrition*, 135(10), 2438-2444.
- Nasir, M. U., Hussain, S., Jabbar, S., Rashid, F., Khalid, N., & Mehmood, A. (2015). A review on the nutritional content, functional properties and medicinal potential of dates. *Sci. Lett*, 3, 17-22.
- National Committee for Clinical Laboratory Standards, (2002). Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing; Twelfth Informational Supplement, M100-S12 (M2). NCCLS Wayne, PA.

- Nayeem, N., Asdaq, S.M.B., Salem, H., Ahel-Alfay S. (2016). Gallic Acid: A Promising Lead Molecule for Drug Development. *J App Pharm* 8 (2):213
- Neveu, V.; Perez-Jimenez, J.; Vos, F.; Crespy, V.; Chaffaut, L. du; Mennen, L.; Knox, C.; Eisner, R.; Cruz, J.; Wishart, D.; Scalbert, A. (2010). Phenol-Explorer: An Online Comprehensive Database on Polyphenol Contents in Foods. *Database: The Journal of Biological Databases and Curation*.
- Nikseresht, S., Etebary, S., Karimian, M., Nabavizadeh, F., Zarrindast, M.R., Sadeghipour, H.R. (2012). Acute administration of Zn, Mg, and thiamine improves postpartum depression conditions in mice. *Arch Iran Med*, 15, 306–311.
- Nile, S. H., Ko, E. Y., Kim, D. H., & Keum, Y. S. (2016). Screening of ferulic acid related compounds as inhibitors of xanthine oxidase and cyclooxygenase-2 with anti-inflammatory activity. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 26(1), 50-55.
- Ohemeng, K. A., Schwender, C. F., Fu, K. P., & Barrett, J. F. (1993). DNA gyrase inhibitory and antibacterial activity of some flavones (1). *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 3(2), 225-230.
- Ojha, H., Mishra, K., Hassan, M. I., & Chaudhury, N. K. (2012). Spectroscopic and isothermal titration calorimetry studies of binding interaction of ferulic acid with bovine serum albumin. *Thermochimica acta*, 548, 56-64.
- Othman, R. A., & Moghadasian, M. H. (2011). Beyond cholesterol-lowering effects of plant sterols: clinical and experimental evidence of anti-inflammatory properties. *Nutrition reviews*, 69(7), 371-382.
- Ouchemoukh, S., Hachoud, S., Boudraham, H., Mokrani, A., & Louaileche, H. (2012). Antioxidant activities of some dried fruits consumed in Algeria. *LWT-Food Science and Technology*, 49(2), 329-332.
- Oyedapo, O.O. (2002). Biological activity of *Phyllanthus armarus* extract on Pragrow-Dawley rats. *Nig J Biochem Mol Biol*, 26: 202- 26.
- Pacher, P., Beckman, J. S., & Liaudet, L. (2007). Nitric oxide and peroxynitrite in health and disease. *Physiological reviews*, 87(1), 315-424.
- Parrot, J. L. et Canu, P. (1964). Factors Increasing Capillary Resistance Rutoside and Some of its Derivatives Compared with Catechin. *Archives internationales de pharmacodynamie et de thérapie*, 152, 234.
- Pei, K., Ou, J., Huang, J., & Ou, S. (2016). p-Coumaric acid and its conjugates: dietary sources, pharmacokinetic properties and biological activities. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(9), 2952-2962.
- Perez, R. M., Perez, S., Zavala, M. A., & Salazar, M. (1995). Anti-inflammatory activity of the bark of *Hippocratea excelsa*. *Journal of Ethnopharmacology*, 47(2), 85-90.
- Petersen, O. H., Petersen, C. C., & Kasai, H. (1994). Calcium and hormone action. *Annual Review of Physiology*, 56(1), 297-319.
- Popovici, C., Saykova, I., & Tylkowski, B. (2010). Evaluation de l'activité antioxydant des composés phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH. *e-Revue de génie industriel*
- Portier K. (2007). Effets de l'oxygénation et de l'exercice sur la fluidité membranaire de l'érythrocyte du cheval. Thèse de doctorat d'université. Université d'Auvergne.

- Pragasam, S. J., Venkatesan, V., & Rasool, M. (2013). Immunomodulatory and anti-inflammatory effect of p-coumaric acid, a common dietary polyphenol on experimental inflammation in rats. *Inflammation*, 36(1), 169-176.
- Prashanth, L., Kattapagari, K. K., Chitturi, R. T., Baddam, V. R. R., & Prasad, L. K. (2015). A review on role of essential trace elements in health and disease. *Journal of Dr. NTR University of Health Sciences*, 4(2), 75.
- Prince, P. S. M., Rajakumar, S., & Dhanasekar, K. (2011). Protective effects of vanillic acid on electrocardiogram, lipid peroxidation, antioxidants, proinflammatory markers and histopathology in isoproterenol induced cardiotoxic rats. *European journal of pharmacology*, 668(1), 233-240.
- Prost, M., (1992). Process for the determination by means of free radicals of the antioxidant properties of a living organism or potentially aggressive agents, US patent 5135850.
- Pushpa, I., & Jayachitra, J. (2015). Hypolipidemic and antioxidant activity of *Phoenix dactylifera* in Albino Wistar Rats, *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 4 (05), 790-798.
- Rahman, S., Ansari, R. A., Rehman, H., Parvez, S., & Raisuddin, S. (2011). Nordihydroguaiaretic acid from creosote bush (*Larrea tridentata*) mitigates 12-O-tetradecanoylphorbol-13-acetate-induced inflammatory and oxidative stress responses of tumor promotion cascade in mouse skin. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2011.
- Rastegar S., Rahemi M., Baghizadeh A., Gholami M., (2012). Enzyme activity and biochemical changes of three date palm cultivars with different softening pattern during ripening. *Food Chem.* 134: 1279–1286.
- Rauh, L. K., Horinouchi, C. D., Loddi, A. M., Pietrovski, E. F., Neris, R., Souza-Fonseca-Guimarães, F., ... & Cabrini, D. A. (2011). Effectiveness of *Vernonia scorpioides* ethanolic extract against skin inflammatory processes. *Journal of ethnopharmacology*, 138(2), 390-397.
- Ravn, H. B., Vissinger, H., Kristensen, S. D., & Husted, S. E. (1996). Magnesium inhibits platelet activity--an in vitro study. *Thrombosis and haemostasis*, 76(1), 88-93.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free radical biology and medicine*, 26(9), 1231-1237.
- Reanmongkol, W., Noppapan, T., & Subhadhirasakul, S. (2009). Antinociceptive, antipyretic, and anti-inflammatory activities of *Putranjiva roxburghii* Wall. leaf extract in experimental animals. *Journal of natural medicines*, 63(3), 290-296.
- Renfrew, M., Woolridge, M. W., & McGill, H. R. (2000). Enabling women to breastfeed: a review of practices, which promote or inhibit breastfeeding-with evidence-based guidance for practice. London: Stationery Office.
- Reynes, M. (1997). Influence d'une technique de désinfestation par micro-ondes sur les critères de qualité physico-chimiques et biochimiques de la datte. Thèse de doctorat. P: 99.
- Rhouma, A. (1994). Le palmier dattier en Tunisie. Le patrimoine génétique. INRA de Tunisie. PNUD/FAO/RAB/88/024.
- Rodriguez, W. A., Horne, C. A., & Padilla, J. L. (1999). Effects of glucose and fructose on recently reactivated and recently acquired memories. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 23(7), 1285-1317.

- Romani, A., Ieri, F., Turchetti, B., Mulinacci, N., Vincieri, F. F., & Buzzini, P. (2006). Analysis of condensed and hydrolysable tannins from commercial plant extracts. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, 41(2), 415-420.
- Rousselet, M.C., Vignaud, J.M., Hofman, P., Chatelet, F.P. (2005). *Inflammation et Pathologie Inflammatoire*. Paris Maloine; 320-331.
- Saafi, E. B., Trigui, M., Thabet, R., Hammami, M., & Achour, L. (2008). Common date palm in Tunisia: chemical composition of pulp and pits. *International journal of food science & technology*, 43(11), 2033-2037.
- Saafi, E. B., El Arem, A., Issaoui, M., Hammami, M., & Achour, L. (2009). Phenolic content and antioxidant activity of four date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruit varieties grown in Tunisia. *International journal of food science & technology*, 44(11), 2314-2319.
- Saafi, E. B., Louedi, M., Elfeki, A., Zakhama, A., Najjar, M. F., Hammami, M., & Achour, L. (2011). Protective effect of date palm fruit extract (*Phoenix dactylifera* L.) on dimethoate induced-oxidative stress in rat liver. *Experimental and Toxicologic Pathology*, 63(5), 433-441.
- Sadeghi, Z., Valizadeh, J., & Shermeh, O. A. (2015). Antioxidant activity and total phenolic contents of some date varieties from Saravan Region, Baluchistan, Iran. *Journal of Medicinal Plants Research*, 9(4), 78-83.
- Sahari, M. A., Barzegar, M., & Radfar, R. (2007). Effect of varieties on the composition of dates (*Phoenix dactylifera* L.)—note. *Food Science and Technology International*, 13(4), 269-275.
- Sakr, M. M., Zeid, I. A., Hassan, A. E., Baz, A. I., & Hassan, W. M. (2010). Identification of some date palm (*Phoenix dactylifera*) cultivars by fruit characters. *Indian Journal of Science and Technology*, 3(3), 338-343.
- Salas-Salvadó, J., Fernández-Ballart, J., Ros, E., Martínez-González, M. A., Fitó, M., Estruch, R., ... & Flores, G. (2008). Effect of a Mediterranean diet supplemented with nuts on metabolic syndrome status: one-year results of the PREDIMED randomized trial. *Archives of Internal Medicine*, 168(22), 2449-2458.
- Saleh FA, Otaibi MM (2013) Antibacterial Activity of Date Palm (*PhoenixDectylifera*L.) Fruit at Different Ripening Stages. *J Food Process Technol* 4: 285.
- Salvatore, M. J., King, A. B., Graham, A. C., Onishi, H. R., Bartizal, K. F., Abruzzo, G. K., ... & Witherup, K. M. (1998). Antibacterial activity of Lonchocarpol A. *Journal of natural products*, 61(5), 640-642.
- Sato, H., Taketomi, Y., Isogai, Y., Masuda, S., Kobayashi, T., Yamamoto, K., & Murakami, M. (2009). Group III secreted phospholipase A2 transgenic mice spontaneously develop inflammation. *Biochemical Journal*, 421(1), 17-27.
- Sawaya, W. N., Khatchadourian, H. A., Khalil, J. K., Safi, W. M., & Al-Shalhat, A. (1982). Growth and compositional changes during the various developmental stages of some Saudi Arabian date cultivars. *Journal of Food Science*, 47(5), 1489-1492.
- Schetter, A. J., Heegaard, N. H., & Harris, C. C. (2009). Inflammation and cancer: interweaving microRNA, free radical, cytokine and p53 pathways. *Carcinogenesis*, 31(1), 37-49.
- Sedra, M. H. (2003). *Le palmier dattier base de la mise en valeur des oasis au Maroc: techniques phoénicoles et création d'oasis*. INRA Editions.

- Sekiya, N., Hikiami, H., Yokoyama, K., Kouta, K., Sakakibara, I., Shimada, Y., & Terasawa, K. (2005). Inhibitory effects of *Stephania tetrandra* S. Moore on free radical-induced lysis of rat red blood cells. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 28(4), 667-670.
- Selloum, L., Bouriche, H., Tigrine, C., & Boudoukha, C. (2003). Anti-inflammatory effect of rutin on rat paw oedema, and on neutrophils chemotaxis and degranulation. *Experimental and Toxicologic Pathology*, 54(4), 313-318.
- Serhan C.N., Ward P.A., Gilroy D.W. (2010) Fundamentals of inflammation. Hardback, USA, pp; 13-14.
- Shahidi, F., & Naczki, M. (2004). Contribution of phenolic compounds to flavor and color characteristics of foods. *Phenolics in food and nutraceuticals*, 443-463.
- Shahrzad, S., Aoyagi, K., Winter, A., Koyama, A., & Bitsch, I. (2001). Pharmacokinetics of gallic acid and its relative bioavailability from tea in healthy humans. *The Journal of Nutrition*, 131(4), 1207-1210.
- Shan, B., Cai, Y. Z., Brooks, J. D., & Corke, H. (2007). The in vitro antibacterial activity of dietary spice and medicinal herb extracts. *International Journal of food microbiology*, 117(1), 112-119.
- Shanmugapriya, M., & Patwardhan, K. (2012). 27 Uses of Date Palm in Ayurveda. Dates: Production, Processing, Food, and Medicinal Values, 377.
- Sharma, S., Ali, A., Ali, J., Sahni, J. K., & Baboota, S. (2013). Rutin: therapeutic potential and recent advances in drug delivery. *Expert opinion on investigational drugs*, 22(8), 1063-1079.
- Shenoy, S., Shwetha, K., Prabhu, K., Maradi, R., Bairy, K. L., & Shanbhag, T. (2010). Evaluation of antiinflammatory activity of *Tephrosia purpurea* in rats. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 3(3), 193-195.
- Shike, M. (2009). Copper in parenteral nutrition. *Gastroenterology*, 137(5), S13-S17.
- Shils ME. Magnesium. In: O'Dell B, Sunde RA (eds). (1997). Handbook of nutritionally essential mineral elements. Marcel Dekker Inc., New York, Basel, Hong Kong; 117-52.
- Shinde, U. A., Phadke, A.S., Nair, A.M., Mugantiwar, A.A., Dikshit, V.J., Saraf, V.O. (1999). Membrane stabilizing activity – a possible mechanism of action for the anti-inflammatory activity of *Cedrus deodara* wood oil. *Fitoterapia*, 70 (3), 251-257
- Sidhu, J. S., & Al-Zenki, S. F. (2005). 24 Fruits: Horticultural and Functional Properties. *Handbook of Food Science, Technology, and Engineering-4 Volume Set*.
- Silbernagl S, Despopoulos. Atlas de Poche de Physiologie, Flammarion 1992.
- Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
- Spencer, J. P. (2010). The impact of fruit flavonoids on memory and cognition. *The British journal of nutrition*, 104(S3), S40.
- Srinivasan, M., Sudheer, A. R., & Menon, V. P. (2007). Ferulic acid: therapeutic potential through its antioxidant property. *Journal of clinical biochemistry and nutrition*, 40(2), 92-100.

- Su, Y., Ma, L., Wen, Y., Wang, H., & Zhang, S. (2014). Studies of the in vitro antibacterial activities of several polyphenols against clinical isolates of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Molecules*, 19(8), 12630-12639.
- Sun, B., Ricardo-da-Silva, J. M., & Spranger, I. (1998). Critical factors of vanillin assay for catechins and proanthocyanidins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(10), 4267-4274.
- Tafti, A. G.; Fooladi, M. H. (2005). Changes in physical and chemical characteristic of Mozfati date fruit during development. *J. Biol. Sci.*, 5, 319–322.
- Tahraoui, A., El-Hilaly, J., Israili, Z. H., & Lyoussi, B. (2007). Ethnopharmacological survey of plants used in the traditional treatment of hypertension and diabetes in south-eastern Morocco (Errachidia province). *Journal of ethnopharmacology*, 110(1), 105-117.
- Taleb, H., Maddocks, S. E., Morris, R. K., & Kanekanian, A. D. (2016). Chemical characterisation and the anti-inflammatory, anti-angiogenic and antibacterial properties of date fruit (*Phoenix dactylifera* L.). *Journal of Ethnopharmacology*.
- Talley, N. J. (2004). Definitions, epidemiology, and impact of chronic constipation. *Reviews in Gastroenterological Disorders*, 4, S3-S10.
- Taouda, H., Alaoui, M. M., Errachidi, F., Chabir, R., & Aarab, L. (2014). Etude comparative des caractéristiques morpho-métriques et Biochimiques des dattes commercialisées dans le marché régional de FES/MAROC. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 8(1), 1-10
- Tarahovsky, Y. S., Kim, Y. A., Yagolnik, E. A., & Muzafarov, E. N. (2014). Flavonoid–membrane interactions: Involvement of flavonoid–metal complexes in raft signaling. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)- Biomembranes*, 1838(5), 1235-1246.
- Tarpey, M. M., Wink, D. A., & Grisham, M. B. (2004). Methods for detection of reactive metabolites of oxygen and nitrogen: in vitro and in vivo considerations. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 286(3), R431-R444.
- Tatiya, A. U., & Saluja, A. K. (2011). Further studies on membrane stabilizing, anti-inflammatory and FCA induced arthritic activity of various fractions of bark of *Machilus macrantha* in rats. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 21(6), 1052-1064.
- Toutain G. (1996). Rapport de synthèse de l'atelier « Techniques culturelles du palmier dattier ». In Options méditerranéennes, série, N° 28. Le palmier dattier dans l'agriculture d'oasis des pays méditerranéens. Ed. IAM, Zaragoza, Spain. pp 201-205.
- Toutain G., Bachra A. et Chari A., (1971). Cartographie variétale de la palmeraie marocaine. Direc. Rech. Agron., Rabat, 242 pp.
- Trinh, H. T., Bae, E. A., Hyun, Y. J., Jang, Y. A., Yun, H. K., Hong, S. S., & Kim, D. H. (2010). Anti-allergic effects of fermented *Ixeris sonchifolia* and its constituent in mice. *J Microbiol Biotechnol*, 20(1), 217.
- Tripathi, P., Tripathi, P., Kashyap, L., & Singh, V. (2007). The role of nitric oxide in inflammatory reactions. *Pathogens and Disease*, 51(3), 443-452.
- Tsuchiya, H., Sato, M., Miyazaki, T., Fujiwara, S., Tanigaki, S., Ohyama, M., Tanaka, T., Inuma, M. (1996). Comparative study on the antibacterial activity of phytochemical flavanones against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Journal of ethnopharmacology*, 50(1), 27-34.

- Tubaro, A., Dri, P., Delbello, G., Zilli, C., & Della Loggia, R. (1986). The croton oil ear test revisited. *Agents and Actions*, 17(3-4), 347-349.
- Turnlund, J. R., King, J. C., Gong, B., Keyes, W. R., & Michel, M. C. (1985). A stable isotope study of copper absorption in young men: effect of phytate and alpha-cellulose. *The American journal of clinical nutrition*, 42(1), 18-23.
- Ueland, P. M., Ulvik, A., Rios-Avila, L., Midttun, Ø., & Gregory, J. F. (2015). Direct and functional biomarkers of vitamin B6 status. *Annual review of nutrition*, 35, 33-70.
- Umopathy, E., Ndebia, E. J., Meeme, A., Adam, B., Menziwa, P., Nkeh-Chungag, B. N., & Iputo, J. E. (2010). An experimental evaluation of *Albuca setosa* aqueous extract on membrane stabilization, protein denaturation and white blood cell migration during acute inflammation. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(9), 789-795.
- Upadhyay, R., & Mohan Rao, L. J. (2013). An outlook on chlorogenic acids—occurrence, chemistry, technology, and biological activities. *Critical reviews in food science and nutrition*, 53(9), 968-984.
- Urquiaga, I. N. E. S., & Leighton, F. (2000). Plant polyphenol antioxidants and oxidative stress. *Biological research*, 33(2), 55-64.
- Van Caneghem, P. (1972). Influence of some hydrosoluble substances with vitamin P activity on the fragility of lysosomes in vitro. *Biochemical pharmacology*, 21(11), 1543-1548.
- Vane, J. R. (1971). Inhibition of prostaglandin synthesis as a mechanism of action for aspirin-like drugs. *Nature*, 231(25), 232-235.
- Vayalil, P. K. (2002). Antioxidant and antimutagenic properties of aqueous extract of date fruit (*Phoenix dactylifera* L. Arecaceae). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(3), 610-617.
- Vayalil, P. K. (2012). Date fruits (*Phoenix dactylifera* Linn): an emerging medicinal food. *Critical reviews in food science and nutrition*, 52(3), 249-271.
- Verdan, A. M., Wang, H. C., García, C. R., Henry, W. P., & Brumaghim, J. L. (2011). Iron binding of 3-hydroxychromone, 5-hydroxychromone, and sulfonated morin: implications for the antioxidant activity of flavonols with competing metal binding sites. *Journal of inorganic biochemistry*, 105(10), 1314-1322.
- Vyawahare, N., Pujari, R., Khsirsagar, A., Ingawale, D., Patil, M., & Kagathara, V. (2009). *Phoenix dactylifera*: An update of its indigenous uses, phytochemistry and pharmacology. *The Internet Journal of Pharmacology*, 7(1), 1-9.
- Walters, K. A., & Roberts, M. S. (Eds.). (2007). *Dermatologic, cosmeceutic, and cosmetic development: Therapeutic and novel approaches*. CRC Press. P 316.
- Wang, H., Cao, G., & Prior, R. L. (1997). Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins. *Journal of agricultural and food chemistry*, 45(2), 304-309.
- Wardman, P., & Candeias, L. P. (1996). Fenton chemistry: an introduction. *Radiation research*, 145(5), 523-531.
- Watzke, H. J. (1998). Impact of processing on bioavailability examples of minerals in foods. *Trends in food science & technology*, 9(8), 320-327.

- Weatherburn, D. C. (2001). Manganese-containing enzymes and proteins. *Bertini I., Sigel A. & Sigel H. New York: Marcel Dekker, Inc*, 193-268.
- Whitney, E.N., & Rolfes, S.R. (2007). *Understanding Nutrition* (11 th ed.). Belmont, CA: Wadsworth/Thomson Learning
- Williams LAD, Vasquez EA, Milan PP, Zebitz C, Kraus W. (2002). In vitro anti-inflammatory and anti-microbial activities of phenylpropanoids from Piper betle (Piperaceae). In *Proceeding of the Phytochemical Society of Europe: Natural products in the new millennium: Prospects and industrial application*. AP Rauter, PB Palma, J. Justino, Araujo ME, Santos SP (Eds). Kluwer Academic Publisher, Dordrecht. The Netherlands, 74: 221 – 7
- Winter, C. A., Risley, E. A., & Nuss, G. W. (1962). Carrageenin-induced edema in hind paw of the rat as an assay for antiinflammatory drugs. *Experimental Biology and Medicine*, 111(3), 544-547.
- Wong, W. Y., Flik, G., Groenen, P. M., Swinkels, D. W., Thomas, C. M., Copius-Peereboom, J. H., ... & Steegers-Theunissen, R. P. (2001). The impact of calcium, magnesium, zinc, and copper in blood and seminal plasma on semen parameters in men. *Reproductive toxicology*, 15(2), 131-136.
- Wrolstad, R. E. (2004). Interaction of natural colors with other ingredients: anthocyanin pigments-bioactivity and coloring properties.. *J Food Sci*, 69, 419-21.
- Ya C, Gaffney TH, Haslam E (1988). Carbohydrate-polyphenol complexation. In Hemingway RW, Karchesy JJ (ed.) Plenum Press, New York .p. 553.
- Yasuko, K., Tomohiro, N., Sei-Itsu, M., Ai-Na, L., Yasuo, F., & Takashi, T. (1984). Caffeic acid is a selective inhibitor for leukotriene biosynthesis. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Lipids and Lipid Metabolism*, 792(1), 92-97.
- Yilmaz, Y. (2006). Novel uses of catechins in foods. *Trends in Food Science & Technology*, 17(2), 64-71.
- Yousif, A. K., Benjamin, N. D., Kado, A., Mehi Alddin, S., & Ali, S. M. (1982). Chemical composition of four Iraqi date cultivars. *The Date Palm Journal*, 1(2), 285-294.
- Yu, B. P., & Chung, H. Y. (2006). Adaptive mechanisms to oxidative stress during aging. *Mechanisms of ageing and development*, 127(5), 436-443.
- Zhang, A., Wan, L., Wu, C., Fang, Y., Han, G., Li, H., Zhang, Z., and Wang, H. (2013a). Simultaneous determination of 14 phenolic compounds in grape canes by HPLC-DAD-UV using wavelength switching detection. *Molecules* 18, 14241-14257.
- Zhang, C. R., Aldosari, S. A., Vidyasagar, P. S., Nair, K. M., & Nair, M. G. (2013b). Antioxidant and anti-inflammatory assays confirm bioactive compounds in Ajwa date fruit. *Journal of agricultural and food chemistry*, 61(24), 5834-5840.
- Zhang, P., Tang, Y., Li, N. G., Zhu, Y., & Duan, J. A. (2014). Bioactivity and chemical synthesis of caffeic acid phenethyl ester and its derivatives. *Molecules*, 19(10), 16458-16476.
- Zineb, G., Boukouada, M., Djeridane, A., Saidi, M., & Yousfi, M. (2012). Screening of antioxidant activity and phenolic compounds of various date palm (*Phoenix dactylifera*) fruits from Algeria. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, 5(2), 119-126.

FAOSTAT, 2013 - <http://faostat.fao.org/beta/en/#data/QC> (consulté en Novembre 2016).

Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime (MAPM)-<http://www.agriculture.gov.ma/pages/acces-filieres/palmier-dattier> (consulté le 29 Novembre 2016).

Recensement Général de la Population et de l'Habitat au Maroc (2014), <http://rgphentableaux.hcp.ma/Default1/> (consulté le 10 Juillet 2017).

USDA. National Nutrient Database for Standard Reference, United States Department of Agriculture; www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search/, (consulté le 20 Juin 2017).

Annexes

ENQUÊTE TRANSVÉRSALE DE CONSOMMATION DES DATTES

Sexe : <input type="checkbox"/> Femme <input type="checkbox"/> Homme Situation familiale : <input type="checkbox"/> Célibataire <input type="checkbox"/> Marié <input type="checkbox"/> Divorcé Taille du ménage : Age : Profession : Niveau d'instruction : Habitat : <input type="checkbox"/> Urbain <input type="checkbox"/> Rural <input type="checkbox"/> Itinérant <u>Est-ce que vous consommez les dattes ?</u> <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non <u>Si non</u> pourquoi ? <input type="checkbox"/> Cout <input type="checkbox"/> Goût/Saveur <input type="checkbox"/> Problème de santé <input type="checkbox"/> Mauvaise qualité <input type="checkbox"/> Autres Quelqu'un d'autre dans votre foyer consomme-t-il des dattes ? <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Oui, précisez : <u>Si Oui</u> pourquoi ? <input type="checkbox"/> Raisons : ▪ Religieuses ▪ Traditions ▪ Habitudes <input type="checkbox"/> Nourriture de Base <input type="checkbox"/> Apport nutritionnel : ▪ Sucres ▪ Vitamines ▪ Polyphénols ▪ Minéraux ▪ Fibres <input type="checkbox"/> Autres Connaissez-vous la provenance des dattes que vous consommez ? <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Oui : précisez : Fréquence de consommation : <input type="checkbox"/> 1/jour <input type="checkbox"/> 2/jour <input type="checkbox"/> 3/jour <input type="checkbox"/> +3/jour <input type="checkbox"/> 1/semaine <input type="checkbox"/> 2/semaine <input type="checkbox"/> 3/semaine <input type="checkbox"/> +3/semaine <input type="checkbox"/> Mensuelle <input type="checkbox"/> Bimensuelle <input type="checkbox"/> Aléatoire <input type="checkbox"/> Autres Nombre moyenne de dattes consommées à chaque prise : <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> +5 <input type="checkbox"/> +10 <input type="checkbox"/> Autres Période de consommation (24 H) : <input type="checkbox"/> Petit Déjeuner <input type="checkbox"/> Déjeuner <input type="checkbox"/> Goûter <input type="checkbox"/> Dîner <input type="checkbox"/> Autres Forme préférée de consommation : <input type="checkbox"/> Naturelle <input type="checkbox"/> Sirop <input type="checkbox"/> Confiture <input type="checkbox"/> Pâte <input type="checkbox"/> Jus <input type="checkbox"/> Gâteau <input type="checkbox"/> Fourrée <input type="checkbox"/> Enrobée <input type="checkbox"/> Autres Événement préférable de consommation ? <input type="checkbox"/> Ramadan <input type="checkbox"/> Fêtes <input type="checkbox"/> Mariage/Baptême <input type="checkbox"/> Autres Saison préférable de consommation ? <input type="checkbox"/> Printemps <input type="checkbox"/> Hiver <input type="checkbox"/> Automne <input type="checkbox"/> Été Etat préféré d'achat ? <input type="checkbox"/> En branches <input type="checkbox"/> En bouquets <input type="checkbox"/> Egrenées <input type="checkbox"/> Dénoyautés <input type="checkbox"/> Autres Lieu préféré d'achat ? <input type="checkbox"/> Le marché <input type="checkbox"/> Magasin spécialisé <input type="checkbox"/> Ambulants <input type="checkbox"/> Exploitants <input type="checkbox"/> Autres Quantité d'achat (habituelle) ? <input type="checkbox"/> -1kg <input type="checkbox"/> +1 Kg <input type="checkbox"/> + 3kg <input type="checkbox"/> + 5kg <input type="checkbox"/> + 10 kg Type préféré d'emballages ? <input type="checkbox"/> Sachets <input type="checkbox"/> Boîtes <input type="checkbox"/> Cartons <input type="checkbox"/> Caisses <input type="checkbox"/> Autres Dans le cas où vous êtes insatisfaits lors d'achats de dattes, justifiez : <input type="checkbox"/> Chères <input type="checkbox"/> Non mûres <input type="checkbox"/> Sont souillées <input type="checkbox"/> Sont avariées <input type="checkbox"/> Mal conservées <input type="checkbox"/> Mal emballées <input type="checkbox"/> Mauvais goût <input type="checkbox"/> Autres Quels critères rentrent en compte lors de votre achat (notez de 1 à 5 l'ordre d'importance) <input type="checkbox"/> Variété : <input type="checkbox"/> Prix : <input type="checkbox"/> Goût/Saveur : <input type="checkbox"/> Consistance : <input type="checkbox"/> Emballage/Conditionnement Lesquels parmi vous consomment une quantité plus importante de dattes ? : <u>Dans le cas d'une exploitation agricole, précisez</u> : <input type="checkbox"/> Familiale <input type="checkbox"/> Commerciale <input type="checkbox"/> Coopérative <input type="checkbox"/> Autoconsommation <input type="checkbox"/> Nombre de pieds : <input type="checkbox"/> Superficie en Ha : <input type="checkbox"/> Variétés exploitées (1 ^{er} choix est la variété dominante) : Autres usages de dattes (à part la consommation humaine) : <input type="checkbox"/> Aliments pour bétail <input type="checkbox"/> Vertus : ▪ Médicinales ▪ Cosmétiques <input type="checkbox"/> Diverses transformations : <input type="checkbox"/> Autres <u>Dans le cas d'une utilisation à but médicinal, quelles sont les variétés les plus impliquées ?</u> (1 ^{er} choix est la variété dominante) : Raisons : <input type="checkbox"/> Traitement des complications : ▪ Digestives ▪ Nerveuses ▪ Cardio-vasculaires <input type="checkbox"/> Antivieillesse <input type="checkbox"/> Anticancéreux <input type="checkbox"/> Aphrodisiaque <input type="checkbox"/> Diurétique <input type="checkbox"/> Autres Mode de préparation : <input type="checkbox"/> Décoction <input type="checkbox"/> Séchage <input type="checkbox"/> Mélange avec d'autres substances <input type="checkbox"/> Autres	<u>Dans le cas d'une utilisation à but cosmétique, quelles sont les variétés les plus impliquées ?</u> (1 ^{er} choix est la variété dominante) : Extrait utilisé : <input type="checkbox"/> Noyau <input type="checkbox"/> Pulpe <input type="checkbox"/> Mélange avec d'autres substances : <input type="checkbox"/> Autres Mode de préparation : <input type="checkbox"/> Décoction <input type="checkbox"/> Séchage <input type="checkbox"/> Autres Mode d'utilisation : <input type="checkbox"/> Crème <input type="checkbox"/> Huile <input type="checkbox"/> Lotion <input type="checkbox"/> Autres But d'utilisation : <input type="checkbox"/> Hydratant corporel <input type="checkbox"/> Assouplissement des peaux <input type="checkbox"/> Réparation des peaux sèches <input type="checkbox"/> Effet relaxant <input type="checkbox"/> Renforçant des cheveux <input type="checkbox"/> Autres Quels sont les variétés de dattes que vous connaissez ? (1 ^{er} choix est la variété dominante) : Quels sont les variétés de dattes que vous consommez le plus ? (1 ^{er} choix est la variété dominante) : Donnez votre opinion globale sur la qualité des variétés de dattes suivantes : <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Variété</th> <th>Qualité</th> <th>Variété</th> <th>Qualité</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ahrdan</td> <td>B M F</td> <td>Iklane</td> <td>B M F</td> </tr> <tr> <td>①</td> <td>Ca Du Sa Co Ba</td> <td>⑪</td> <td>Ca Du Sa Co Ba</td> </tr> <tr> <td>Aguellid</td> <td>B M F</td> <td>Jihl</td> <td>B M F</td> </tr> <tr> <td>②</td> <td>Ca Du Sa Co Ba</td> <td>⑫</td> <td>Ca Du Sa Co Ba</td> </tr> <tr> <td>Boufeggous</td> <td>B M F</td> <td>Lhafs</td> <td>B M F</td> </tr> <tr> <td>③</td> <td>Ca Du Sa Co Ba</td> <td>⑬</td> <td>Ca Du Sa Co Ba</td> </tr> <tr> <td>Boujjou</td> <td>B M F</td> <td>Mah-ElBaid</td> <td>B M F</td> </tr> <tr> <td>④</td> <td>Ca Du Sa Co Ba</td> <td>⑭</td> <td>Ca Du Sa Co BA</td> </tr> <tr> <td>Bourhar</td> <td>B M F</td> <td>Mejhoul</td> <td>B M F</td> </tr> <tr> <td>⑤</td> <td>Ca Du Sa Co Ba</td> <td>⑮</td> <td>Ca Du Sa Co Ba</td> </tr> <tr> <td>Bouslikhen</td> <td>B M F</td> <td>Otokdim</td> <td>B M F</td> </tr> <tr> <td>⑥</td> <td>Ca Du Sa Co Ba</td> <td>⑯</td> <td>Ca Du Sa Co Ba</td> </tr> <tr> <td>Bouskri</td> <td>B M F</td> <td>Sair-Layalate</td> <td>B M F</td> </tr> <tr> <td>⑦</td> <td>Ca Du Sa Co Ba</td> <td>⑰</td> <td>Ca Du Sa Co Ba</td> </tr> <tr> <td>Bousthami</td> <td>B M F</td> <td>Tadment</td> <td>B M F</td> </tr> <tr> <td>⑧</td> <td>Ca Du Sa Co Ba</td> <td>⑱</td> <td>Ca Du Sa Co Ba</td> </tr> <tr> <td>Bouzeggar</td> <td>B M F</td> <td>Taghzawa</td> <td>B M F</td> </tr> <tr> <td>⑨</td> <td>Ca Du Sa Co Ba</td> <td>⑲</td> <td>Ca Du Sa Co Ba</td> </tr> <tr> <td>Lkhalt</td> <td>B M F</td> <td>Autre :</td> <td>B M F</td> </tr> <tr> <td>⑩</td> <td>Ca Du Sa Co Ba</td> <td>⑳</td> <td>Ca Du Sa Co Ba</td> </tr> <tr> <td>Azagzaw</td> <td>B M F</td> <td>Tamaajout</td> <td>B M F</td> </tr> <tr> <td>21</td> <td>Ca Du Sa Co Ba</td> <td>22</td> <td>Ca Du Sa Co Ba</td> </tr> <tr> <td>Raslhmar</td> <td>B M F</td> <td>Karna</td> <td>B M F</td> </tr> <tr> <td>23</td> <td>Ca Du Sa Co Ba</td> <td>24</td> <td>Ca Du Sa Co Ba</td> </tr> <tr> <td>Najda</td> <td>B M F</td> <td>Oum-N'hal</td> <td>B M F</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>Ca Du Sa Co Ba</td> <td>26</td> <td>Ca Du Sa Co Ba</td> </tr> <tr> <td>Mest-Ali</td> <td>B M F</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>27</td> <td>Ca Du Sa Co Ba</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Variété	Qualité	Variété	Qualité	Ahrdan	B M F	Iklane	B M F	①	Ca Du Sa Co Ba	⑪	Ca Du Sa Co Ba	Aguellid	B M F	Jihl	B M F	②	Ca Du Sa Co Ba	⑫	Ca Du Sa Co Ba	Boufeggous	B M F	Lhafs	B M F	③	Ca Du Sa Co Ba	⑬	Ca Du Sa Co Ba	Boujjou	B M F	Mah-ElBaid	B M F	④	Ca Du Sa Co Ba	⑭	Ca Du Sa Co BA	Bourhar	B M F	Mejhoul	B M F	⑤	Ca Du Sa Co Ba	⑮	Ca Du Sa Co Ba	Bouslikhen	B M F	Otokdim	B M F	⑥	Ca Du Sa Co Ba	⑯	Ca Du Sa Co Ba	Bouskri	B M F	Sair-Layalate	B M F	⑦	Ca Du Sa Co Ba	⑰	Ca Du Sa Co Ba	Bousthami	B M F	Tadment	B M F	⑧	Ca Du Sa Co Ba	⑱	Ca Du Sa Co Ba	Bouzeggar	B M F	Taghzawa	B M F	⑨	Ca Du Sa Co Ba	⑲	Ca Du Sa Co Ba	Lkhalt	B M F	Autre :	B M F	⑩	Ca Du Sa Co Ba	⑳	Ca Du Sa Co Ba	Azagzaw	B M F	Tamaajout	B M F	21	Ca Du Sa Co Ba	22	Ca Du Sa Co Ba	Raslhmar	B M F	Karna	B M F	23	Ca Du Sa Co Ba	24	Ca Du Sa Co Ba	Najda	B M F	Oum-N'hal	B M F	25	Ca Du Sa Co Ba	26	Ca Du Sa Co Ba	Mest-Ali	B M F			27	Ca Du Sa Co Ba		
Variété	Qualité	Variété	Qualité																																																																																																																		
Ahrdan	B M F	Iklane	B M F																																																																																																																		
①	Ca Du Sa Co Ba	⑪	Ca Du Sa Co Ba																																																																																																																		
Aguellid	B M F	Jihl	B M F																																																																																																																		
②	Ca Du Sa Co Ba	⑫	Ca Du Sa Co Ba																																																																																																																		
Boufeggous	B M F	Lhafs	B M F																																																																																																																		
③	Ca Du Sa Co Ba	⑬	Ca Du Sa Co Ba																																																																																																																		
Boujjou	B M F	Mah-ElBaid	B M F																																																																																																																		
④	Ca Du Sa Co Ba	⑭	Ca Du Sa Co BA																																																																																																																		
Bourhar	B M F	Mejhoul	B M F																																																																																																																		
⑤	Ca Du Sa Co Ba	⑮	Ca Du Sa Co Ba																																																																																																																		
Bouslikhen	B M F	Otokdim	B M F																																																																																																																		
⑥	Ca Du Sa Co Ba	⑯	Ca Du Sa Co Ba																																																																																																																		
Bouskri	B M F	Sair-Layalate	B M F																																																																																																																		
⑦	Ca Du Sa Co Ba	⑰	Ca Du Sa Co Ba																																																																																																																		
Bousthami	B M F	Tadment	B M F																																																																																																																		
⑧	Ca Du Sa Co Ba	⑱	Ca Du Sa Co Ba																																																																																																																		
Bouzeggar	B M F	Taghzawa	B M F																																																																																																																		
⑨	Ca Du Sa Co Ba	⑲	Ca Du Sa Co Ba																																																																																																																		
Lkhalt	B M F	Autre :	B M F																																																																																																																		
⑩	Ca Du Sa Co Ba	⑳	Ca Du Sa Co Ba																																																																																																																		
Azagzaw	B M F	Tamaajout	B M F																																																																																																																		
21	Ca Du Sa Co Ba	22	Ca Du Sa Co Ba																																																																																																																		
Raslhmar	B M F	Karna	B M F																																																																																																																		
23	Ca Du Sa Co Ba	24	Ca Du Sa Co Ba																																																																																																																		
Najda	B M F	Oum-N'hal	B M F																																																																																																																		
25	Ca Du Sa Co Ba	26	Ca Du Sa Co Ba																																																																																																																		
Mest-Ali	B M F																																																																																																																				
27	Ca Du Sa Co Ba																																																																																																																				

N° Questionnaire :

Lieu :

Date : - - / - - / - - - -

Enquêteur :

ENQUÊTE TRANSVERSALE DE CONSOMMATION DES DATTES A LA PROVINCE D'ERRACHIDIA

Support de codification

<p><u>Profession :</u></p> <p><u>1.</u> Sans profession</p> <p><u>2.</u> Etudiant/Elève</p> <p><u>3.</u> Employé</p> <p><u>4.</u> Cadre</p> <p><u>5.</u> Retraité</p> <p><u>6.</u> Commerçant</p> <p><u>7.</u> Artisan</p> <p><u>8.</u> Ouvrier</p> <p><u>9.</u> Agricole exploitant</p> <p><u>10.</u> Fonctionnaire</p> <p><u>11.</u> Autres</p>	<p><u>Niveau d'instruction :</u></p> <p><u>1.</u> Sans niveau</p> <p><u>2.</u> Ecole coranique</p> <p><u>3.</u> Primaire</p> <p><u>4.</u> Secondaire</p> <p><u>5.</u> Universitaire</p> <p><u>6.</u> Autres</p> <p><u>Région :</u></p> <p><u>1.</u> Tafilalt</p> <p><u>2.</u> Souss-Massa-Drâa</p> <p><u>3.</u> Oriental</p> <p><u>4.</u> Sahara</p> <p><u>5.</u> Etranger</p> <p><u>6.</u> Autre</p>	<p><u>Statut individu :</u></p> <p><u>1.</u> Père</p> <p><u>2.</u> Mère</p> <p><u>3.</u> Grands parents</p> <p><u>4.</u> Frères/Sœurs</p> <p><u>5.</u> Fils/Filles</p> <p><u>6.</u> Oncles/Tantes</p> <p><u>7.</u> Amis</p> <p><u>8.</u> Nouveau né</p> <p><u>9.</u> Bébé</p> <p><u>10.</u> Enfant</p> <p><u>11.</u> Homme</p> <p><u>12.</u> Femme</p> <p><u>13.</u> Adulte</p> <p><u>14.</u> Femme enceinte</p>	<p><u>15.</u> Femme allaitante</p> <p><u>16.</u> Personne malade</p> <p><u>17.</u> Personne âgée</p> <p><u>18.</u> Autres</p> <p><u>Code région :</u></p> <p><u>1.</u> Sous –Massa- Drâa</p> <p><u>2.</u> Sahara marocaine</p> <p><u>3.</u> Marrakech-Tensift-Al</p> <p><u>4.</u> Etranger</p> <p><u>5.</u> Autres</p>
--	---	---	---