

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

جامعة باجي مختار - عنابة

UNIVERSITE BADJI MOKHTAR - ANNABA



FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE BIOCHIMIE
LABORATOIRE DE BIOCHIMIE ET DE MICROBIOLOGIE APPLIQUEES

Thèse en vue de l'obtention d'un Doctorat

EN BIOCHIMIE

Option : Biochimie Appliquée

Thème :

Caractérisation physicochimique, phytochimique et biochimique
de cinq variétés de dattes d'Algérie, *Phoenix dactylifera L.*

(*Deglet noor, Ghars, H'mira, Tamesrit et Tinissine*).

Effets de leur ingestion sur certains paramètres biologiques

(*Glycémie, profil lipidique, index glycémique et pression artérielle*).

Par : M^{me} GOURCHALA Freha

Directeur de thèse : M^{me} HENCHIRI C.

Professeur, Université d'Annaba

Membres de Jury:

Président : M. LADJAMA A.

Professeur, Université d'Annaba

Examineurs : M. CHOUKRI A.

Professeur, Université de Djelfa

M. SOLTANE M.

Professeur, Université el Taraf

N° DB...../ 2015

Année universitaire : 2014/2015

REMERCIEMENTS

Tout d'abord je rends grâce à Allah de m'avoir donné la vie, la force nécessaire pour réaliser ce travail. Louange à Allah, tout puissant, clément et miséricordieux.

Un travail de thèse est le fruit d'un travail collectif. Je tiens à remercier ici toutes les personnes m'ayant aidé de près ou de loin.

➤ J'aimerais en tout premier lieu adresser ma plus sincère gratitude à mon directeur de thèse, madame **Henchiri Cherifa**, une femme de science passionnée, dévouée et perspicace qui a à cœur la formation et la réussite de ses disciples. Mille mercis pour votre soutien, votre confiance inébranlable.

➤ J'exprime ma reconnaissance à monsieur le professeur **Ladjama Ali** qui a eu l'amabilité et fait l'honneur d'accepter de présider ce jury.

➤ J'exprime ma profonde gratitude et mes plus vifs remerciements à Monsieur le Professeur **Choukri Ali** et au Professeur **Soltane Mahmoud** qui m'ont fait l'honneur d'accepter d'être examinateurs de ce travail.

➤ À Fatma Mihoub, un simple merci ne serait pas suffisant pour traduire ce que je te dois pour l'amitié sincère que tu m'as toujours témoignée. Et enfin à ton soutien, ton courage et surtout ta patience durant ces trois derniers mois

➤ A Meriem Ouazouaz et Gherib Asma, merci pour votre disponibilité et votre gentillesse.

➤ À Cherifa dont le support a toujours été essentiel dans ma vie, elle sait toujours être là au bon moment. Mon amie, elle est tout simplement incroyable et chère à mon cœur.

➤ À tous mes amies Kheira, Zohra, Koula, Meriem, Karima, Karima, Nadia, Souhila, Malika, Fatiha, Wafa... Je n'ai jamais oublié tous les bons moments que l'on a passés ensemble.

➤ À tous mes collègues « Sciences Biologiques », Merci pour votre soutien et votre amitié.

Remerciements

➤ Merci à tous ceux qui ont cru, croient et croiront toujours en moi : ma mère Aïcha, mes sœurs et mes frères. Leur soutien indéfectible, leur appui à mes projets m'incitent à continuer et à réaliser tous mes rêves.

➤ À toute ma famille.

➤ Un merci à Ounassa et ses deux charmantes filles Ikrame et Imène, surtout n'oublie pas de démarrer.

➤ Une pensée toute particulière à ma petite Leïla, Mohamed Younes en espérant que ce modeste travail vous donnera du courage quand viendra votre tour.

➤ Et une, pensée toute spéciale pour mon Abdelkader qui était, est ma raison de vivre

✚ **Cette thèse est aussi la vôtre. Et elle est terminée ! Mais, la Recherche, elle, continue...**

Avant propos

Les dattes constituaient un aliment fondamental pour les musulmans.

قال رسول الله صلى الله عليه وسلم: "من تصبّح كل يوم بسبع تمرات عجوة لم يضره في ذلك اليوم سم ولا سحر"¹.

كما ثبت عنه صلى الله عليه وسلم: "من تصبّح بسبع تمرات، لم يضره ذلك اليوم سم ولا سحر"².

« *Celui qui commence sa journée par manger sept dattes ne sera lésé ni par un poison ni par un envoûtement.* » Dans une variante, il dit : « *Quiconque mange, chaque matin, sept dattes adjoua, ne sera atteint par aucun poison jusqu'au soir.* » [Rapporté par Mouslim.]

وعن عائشة رضي الله عنها أنها قالت: قال رسول الله صلى الله عليه وسلم "لا يجوع أهل بيت عندهم التمر"³.

Les occupants d'une maison qui ne contient pas des dattes ont toujours faim
[Rapporté par Mouslim.]

De plus, le prophète (صلى الله عليه وسلم) recommandait à ses compagnons de mâcher les dattes et les faire goûter aux nouveau-nés.

عن أبي موسى رضي الله عنه قال: ولد لي غلام فأتيت به النبي صلى الله عليه وسلم فسماه إبراهيم فحنكته بتمرّة ودعا له بالبركة⁴.

Je venais d'avoir un enfant. Je le portai au Prophète qui lui donna le nom d'Ibrâhîm. Le Prophète mâcha une datte, puis la prit entre ses doigts et en frota l'intérieur de la bouche du bébé. »

Les dattes ne sont pas bénéfiques seulement après la naissance mais aussi avant la naissance. En effet, Allah, a demandé à Marie, mère du prophète Issa (عليهما السلام), de manger les dattes.

Citation : Il y a autant d'usage pour les dattes qu'il y a de jours dans l'année.

قال الله تعالى: "وَهَزِّي إِلَيْكِ بِجِذْعِ النَّخْلَةِ تُسَاقِطُ عَلَيْكِ رُطَبًا جَنِيًّا" (مريم:25)

Il est ainsi recommandé à toutes les femmes enceintes de manger des dattes surtout dans la période qui précède l'accouchement.

En outre, le prophète (صلى الله عليه وسلم) a recommandé aux musulmans de rompre le jeûne du Ramadan avec des dattes :

عن أنس رضي الله عنه قال: كان رسول الله صلى الله عليه وسلم يفطر قبل أن يصلي على رطبات فإن لم تكن

تمرات فإن لم تكن حسوات من ماء⁵.

« Si l'un d'entre vous veut rompre le jeûne, qu'il le fasse avec des dattes et s'il ne trouve pas de dattes, qu'il rompe le jeûne avec de l'eau,

En ayant suivi les recommandations du Messager d'Allah et sachant que nos ancêtres musulmans ont pu envahir le quart de la terre peuplée en un tiers du siècle tout en ayant eu comme nourriture essentielle les dattes et l'eau, il n'y aura aucun doute de conclure que les dattes forment une nourriture exceptionnellement riche

رواه أبو نعيم الترمذي وأبو داود

رواه الترمذي وأبو داود

³رواه مسلم

رواه البخاري⁴

⁵والترمذي رواه أبو داود

الملخص

يعتبر التمر من الموارد الطبيعية الغنية بالمواد الفعالة بيولوجيا، وهذا ما يعطيه أهمية كبيرة من الناحية الصحية. الهدف من هذه دراسة هو إبراز خصوصيات خمسة أنواع من التمور؛ تمسريت، غرس، تنيسين، حميرة و دقلة نور. وذلك بتحديد خصائص بعض العناصر المستهدفة على أساس الخصائص البيولوجية الرئيسية. سمحت مراحل التحاليل المورفولوجية، الفيزيوكيميائية، البيوكيميائية والحسية، تقييم التباين ما بين الأنواع والمواسم. في المدروسة الأنواع من التمور، وجد القليل من الدهون والبروتينات، ولكن أثبت غني في السكريات، الألياف الغذائية، البوتاسيوم ومادة البوليفينول. وتشير هذه النتائج إلى أن جميع الأنواع الخمسة تعتبر مصدر جيد من المواد الغذائية الأساسية والهامة للصحة.

كانت تمسريت أعلى وزنا مقارنة مع الأنواع الأخرى (14,66 غ) ، تليها دقلة نور التي كانت تحتوي على أعلى نسبة من السكر (70%)، وخاصة محتوى السكر (29%) مقابل 0% لتمسريت. أما تنيسين فليها قيم أعلى بكثير ($p < 0,05$) في مادة البوليفينول والنشاط المضاد للأكسدة. تمسريت بسبب حجمها، كانت الفاكهة الأكثر جاذبة مظهرا وتحصلت على أعلى درجة تفضيل (4.7).

لقد تم أيضا دراسة تأثير تناول التمور من قبل الإنسان ، على المدى القصير، على نسبة السكر في الدم، مستوى الدهون في الدم، مؤشر نسبة السكر في الدم، ضغط الدم و الإحساس بالشبع. وقد أدى استهلاك تمسريت إلى تخفيض الكوليسترول (LDL-C نسبة والكوليسترول الكلي) و انخفاض نسبة السكر و الدهون الثلاثية في الدم مقارنة مع غرس، تنيسين، حميرة و دقلة نور اللاتي ضمننت الحفاظ على توازن الجلوكوز مما أدى إلى انخفاض مؤشرات نسبة السكر في الدم حيث سجلنا مؤشرات بقيم 2 ± 44 ، 1.98 ± 50 و 3.2 ± 53 ، على التوالي، لحميرة ، تنيسين و دقلة نور ($p < 0,05$).

كما أدت إلى مستوى مرض من الإحساس بالشبع و سببت انخفاض محسوس في الضغط الدموي. إن تقييم النشاط البيولوجي للتمور من شأنه النظر في تطبيقات واعدة في مجالات التغذية الصحية او الصحة.

الكلمات الدالة: تمر ، مؤشر نسبة السكر في الدم ، *Phoenix dactylifera L.* ، الكيمياء النباتية، مستوى

الدهون في الدم، الصحة ، الشبع، الصنف.

Résumé

Les dattes sont des fruits riches en substances biologiquement actives, ce qui leur confère un grand intérêt en termes de validation. L'objectif de ce travail a été de mettre en évidence les particularités de cinq variétés de dattes, *Tamesrit*, *Ghars*, *Tinissine*, *H'mira* et *Deglet noor* par une caractérisation de ses principaux métabolites, ciblés en fonction de leurs propriétés biologiques. Une étape d'analyse morphologique physicochimique, biochimique et sensorielle, pour deux années consécutives, a permis d'évaluer la variabilité entre les variétés et les saisons. Dans les variétés de datte étudiées, ont été trouvés de faibles teneurs en gras, en protéines et en sodium et des teneurs élevées en sucres, en fibres alimentaires, en potassium et en polyphénols. Les résultats obtenus suggèrent bien que toutes les cinq variétés sont considérées comme une bonne source de nutriments essentiels et importants pour la santé. *Tamesrit* avait le poids le plus élevé (14,66g) par rapport aux autres variétés, suivie par *Deglet noor* qui avait significativement ($p < 0,05$) des valeurs plus élevées de la teneur en sucres (70%) particulièrement la teneur en saccharose (29%) vs 0% pour *Tamesrit*. *Tinissine* a significativement ($p < 0,05$) une teneur plus élevée en polyphénols et un pouvoir antioxydant plus important. *Tamesrit* en raison de sa taille était le fruit très attrayant en apparence et a eu un score élevé de préférence (4,7).

L'effet de la consommation des dattes par l'homme, à court terme sur la glycémie, le profil lipidique, l'index glycémique, la satiété et la tension artérielle, a également été étudié. *Tamesrit* a montré des effets préventifs chez les sujets ayant des facteurs de risque liés au profil lipidique et à la glycémie. Elle a entraîné un effet hypocholestérolémiant (LDL-C et cholestérol total) significatif ($p < 0,005$) hypotriglycéridémiant et une baisse de glycémie ($p < 0,05$) versus *Ghars*.

Les variétés *H'mira*, *Tinissine* et *Deglet noor* ont assuré le maintien de l'homéostasie glucidique qui s'est traduit par des index glycémiques faibles 44 ± 2 , $50 \pm 1,98$ et $53 \pm 3,2$ respectivement. Elles ont entraîné un niveau satisfaisant de satiété et ont induit une activité hypotensive significative ($p < 0,05$). L'évaluation de l'activité biologique des dattes permettrait d'envisager des applications prometteuses dans les domaines de l'alimentation diététique ou de la santé.

Mots clés : dattes ; index glycémique ; *Phoenix dactylifera L.* ; phytochimie ; profil lipidique ; santé ; satiété; variétés.

Abstract

Date is a natural rich bioactive substances matrix, which demands a greater interest for validation. The purpose of this study was to figure out the particularities of five varieties of dates; *Tamesrit*, *Ghars*, *Tinissine*, *H'mira* and *Deglet noor* by targeting principal metabolites that display biological properties for characterization. A stage of analysis of morphology development and physicochemical, biochemical and sensorial properties, for two different years, allowed to assess the variability between the varieties and seasons. Within the varieties of studied dates it was found that low tenor of lipids, proteins and sodium and high tenor of sugars, alimentary fiber, potassium and polyphenols. These results strongly suggest that all the five varieties can be considered as a good source of essential nutriment and important for health. *Tamesrit* had got the highest weight (14.66g) compared to others and followed by *Deglet noor*, which significantly ($p < 0.05$) showed higher tenors of sugars (70%), particularly for Saccharose- (29%) versus 0% for *Tamesrit*. *Tinissine* had got significant ($p < 0.05$) higher tenor of polyphenols and more important values of antioxidant activity. *Tamesrit*, towards its size, was the more appreciated fruit in regard to its appearance and had got a higher score of preference (4.7).

The effect of the date consumption by Human, at short term on serum glucose and lipids, glycemic index, satiety and arterial pressure was as well studied. *Tamesrit* displayed preventive effects from patients presenting risk factors related to lipids profile and glycaemia. It led a very significant ($p < 0.005$) hypocholesterolaemic effect (C-LDL and total cholesterol) and a significant (0.05) decrease of glycaemia-versus *Ghars*.

The varieties *H'mira*, *Tinissine* and *Deglet noor* ensured the holding of sugar homeostasis, which is translated by low glycemic indexes 44 ± 2 , 50 ± 1.98 and 53 ± 3.2 respectively. They led a suitable level of satiety and significant ($p < 0.05$) hypotensive activity.

The assessment of the biological activities of dates should allow promising applications in the field of dietetics or health.

Key words: Dates, Glycemic index, *Phoenix dactylifera L.*, Phytochemistry, lipid profile, health, satiety, variety.

SOMMAIRE

	Liste des abréviations.....	
	Liste des tableaux.....	
	Liste des figures.....	
	Liste des annexes.....	
	INTRODUCTION.....	01
	REVUE BIBLIOGRAPHIQUE	
Chap. I.	Le palmier dattier et les dattes.....	04
1.1.	Le palmier dattier.....	04
1.2.	Les dattes.....	07
1.3.	Evolution de la datte selon les différents stades de développement.....	13
1.4.	Composition biochimique et valeur nutritionnelle des dattes.....	16
Chap. II.	Effet des dattes sur la santé.....	22
2.1.	Les métabolites à effets santé de la datte.....	22
2.2.	Les applications traditionnelles de la datte.....	24
2.3.	Travaux de recherche antérieurs	25
2.4.	Synthèse des données scientifiques.....	28
	PARTIE EXPERIMENTALE	
	Matériels et Méthodes.....	29
1.	Matériels.....	29
1.1.	Matériel végétal : les dattes.....	29
1.2.	Matériels de laboratoire et produits utilisés.....	31
2.	Méthodes : première partie de l'étude : Caractérisation des dattes.....	32
2.1.	Caractéristiques morphologiques.....	33
2.2.	Caractéristiques physicochimiques.....	33
2.3.	Caractéristiques biochimiques.....	34
2.4.	Evaluation qualitative des dattes	39
2.5.	Analyse phytochimique.....	41
2.6.	Analyse statistique.....	44

3.	Méthodes : deuxième partie de l'étude : études biologiques.....	44
3.1.	Etude 1 : dattes, glycémie et profil lipidique.....	45
3.1.1.	Population de l'étude.....	45
3.1.2.	Méthodologie.....	45
3.1.3.	Analyse statistique.....	47
3.2.	Etude 2 : dattes, index glycémique, satiété et pression artérielle.....	49
3.2.1.	Index glycémique des trois variétés de dattes	49
3.2.2.	Evaluation de la satiété.....	50
3.2.3.	Mesure de la pression artérielle.....	51
3.2.4.	Analyse statistique.....	53
RESULTATS & DISCUSSION		
1.	Caractérisation et profil sensoriel de cinq variétés de dattes (<i>Tamesrit, Ghars, Tinissine, Deglet noor, H'mira</i>).....	54
1.1.	Caractérisation morphologique.....	54
1.2.	Caractérisation physicochimique.....	57
1.3.	Composition biochimique	59
1.4.	Comparaisons entre saisons.....	63
1.5.	Evaluation de la qualité des dattes.....	64
1.6.	Caractérisation phytochimique.....	68
1.7.	Bilan des travaux relatifs a la caractérisation et profil sensoriel des dattes étudiées.....	72
2.	Impact de l'ingestion de deux variétés de dattes <i>Tamesrit et Ghars</i> sur la réponse glycémique et le profil lipidique.....	72
2.1.	Les caractéristiques des sujets de l'étude.....	72
2.2.	Effet de l'ingestion des dattes sur les paramètres biologiques.....	80
2.3.	Bilan de l'étude: effet de <i>Ghars</i> et <i>Tamesrit</i> sur la glycémie et profil lipidique.....	89

3.	Index glycémique, effet sur la satiété et la pression artérielle de trois variétés de dattes : <i>Tinissine, H'mira et Deglet noor</i>	89
3.1.	Évaluation des index glycémique.....	89
3.2.	Validation des effets satiétogènes: étude à court terme.....	96
3.3.	Effet de l'ingestion des dattes sur la pression artérielle.....	100
3.4.	Bilan des essais portés sur l'index glycémique, satiété et tension artérielle.....	103
	Conclusion générale.....	104
	Références bibliographiques.....	106
	Annexes.....	128

ABREVIATIONS

Abréviations	
AFSSAPS :	Agence Française de Sécurité Sanitaire des Produits de Santé
AMOPREC :	Association des Médecins de l'Oranie pour la Prévention Cardiovasculaire
CT :	Cholestérol Total
DN	Deglet Noor
EAA	Equivalents d'Acide Ascorbique
EAG :	Equivalent d'Acide Gallique
FRAP :	Capacités Réductrices Ferriques d'Antioxydants (<i>Ferric Reducing/Antioxidant Power</i>)
G :	Ghars
Gly :	Glycémie
H	H'mira
HDL-C	Lipoprotéines à Haute Densité (High Density Lipoproteins - Cholesterol)
HTA :	Hypertension Artérielle
IG	Index Glycémique
LCAT	Lécithine Cholestérol Acyl-Transférase
LDL-C	Lipoprotéines à Basse Densité (Low Density Lipoproteins – Cholesterol)
MCV	Maladies Cardiovasculaires
mm Hg	millimètre mercure
mmol /L	millimole par litre
OMS	Organisation mondiale de la Santé
PAD	Pression Artérielle Diastolique
PAS	Pression Artérielle Systolique
S1	Saison 1
S2	Saison 2
SAHA	Société Algérienne d'Hypertension Artérielle
T	Tamesrit
TG	Triglycérides
Tin	Tinissine
VAS	Echelle Analogique Visuelle (<i>Visual Analog Scale</i>)

LISTE DES FIGURES

N°	Titre	Page
1	Propagation de la culture du palmier dattier dans l'ancien continent	5
2	Distribution géographique du palmier dattier dans le monde	8
3	Distribution géographique du palmier dattier en Algérie	10
4	Evolution des dattes chez le palmier dattier	15
5	Stades de développement de la datte	15
6	Photos des cinq variétés des dattes de l'étude	30
7	Schéma du protocole expérimental	32
8	Différentes étapes d'extraction de la pectine	39
9	Etapas méthodologiques de l'étude 1.	48
10	Protocole expérimental suivi pour la détermination de l'index glycémique	50
11	Echelle analogique visuelle utilisée pour les essais de satiété= The visual analog scale used in satiety index testing.	51
12	Rendement en pulpe des variétés de dattes étudiées sur les deux saisons	56
13	Rapport Glu/Fru des variétés de dattes étudiées sur les deux saisons	62
14	Score hédonique des préférences des variétés de dattes étudiées.	68
15	Taux des polyphénols totaux dans les cinq variétés de dattes étudiées	69
16	Taux des flavonoïdes totaux dans les cinq variétés de dattes étudiées	70
17	Activité antioxydante des cinq variétés de dattes étudiées	71
18	Prévalences de la population présentant des facteurs de risque	74
19	Valeurs seuils de la cholestérolémie d'après AFSSAA($P \leq 0,001$)	75
20	Risque coronaire chez les deux sexes	78

21	Répartition de la tension artérielle chez l'ensemble des sujets	79
22	Répartition de l'IMC chez l'ensemble des sujets	80
23	Variation des rapports du profil lipidique après consommation des dattes	87
24	Variation des différents paramètres exprimée en g/l	89
25	Résultats de l'évolution de la glycémie après consommation de H'mira	91
26	Résultats de l'évolution de la glycémie après consommation de Tinissine	92
27	Résultats de l'évolution de la glycémie, après consommation de Deglet noor	92
28	Aire sous la courbe de H'mira comparée à celle du glucose	93
29	Aire sous la courbe de Tinissine comparée à celle du glucose	94
30	Aire sous la courbe de Deglet noor comparée à celle du glucose	94
31	Changement dans la sensation de faim évaluée par échelle visuelle analogique, avant et après la consommation de chaque datte et le pain	98
32	Changement dans la sensation de plénitude évaluée par échelle visuelle analogique, avant et après la consommation de chaque datte et le pain	99
33	Changement dans la sensation de désir de manger évaluée par échelle visuelle analogique, avant et après la consommation de chaque datte et le pain	99
34	Changement dans la sensation de la prospective de la consommation alimentaire évaluée par échelle visuelle analogique, avant et après la consommation de chaque datte et le pain	100

LISTE DES TABLEAUX

N°	Titre	Page
I	Inventaire variétal (cultivar) dans les trois régions phoenicicoles d'Algérie	11
II	Stades d'évolution de la datte	14
III	Composition en sucre et en polysaccharides	17
IV	Composition en protéines et en acides aminés	18
V	Composition en éléments minéraux	19
VI	Composition en vitamines	20
VII	Utilisations pharmacopées des dattes	25
VIII	Critères de sélection des cinq variétés	30
IX	Réactifs et matériels nécessaire pour les différentes analyses	31
X	Critères d'évaluation qualitative des dattes	40
XI	Facteurs de risque cardiovasculaire	46
XII	Caractéristiques morphologiques des différentes dattes de l'étude	54
XIII	Caractérisation physicochimique des cinq variétés de l'étude	57
XIV	Composition biochimique des cinq variétés de l'étude	60
XV	Critères de la qualité physicochimique des dattes étudiées	64

Liste des Tableaux

XVI	Caractères organoleptiques des 5 variétés de dattes	66
XVII	Différents groupes phytochimiques dans les cinq variétés des dattes	68
XVIII	Caractéristiques anthropométriques et tension artérielle des sujets de l'étude.	73
XIX	IMC, glycémie et profil lipidique avant et après consommation des dattes	81
XX	Profil lipidique avant et après consommation de Tamesrit selon l'état pondéral	85
XXI	Profil lipidique avant et après consommation de Ghars selon l'état pondéral	85
XXII	Effet des dattes sur les taux anormaux et normaux du cholestérol et des triglycérides	88
XXIII	Glycémies moyennes (g/l), pour chacun des aliments testés	90
XXIV	Aire et IG des aliments test H'mira, Tinissine Deglet noor glucose	95
XXV	Composition des aliments testés	96
XXVI	Comparaisons entre les groupes pour aire sous la courbe (AUC0120 pour chaque sensation de l'appétit obtenu par échelle visuelle analogique (VAS).	100
XXVII	PAS et la PAD avant et après consommation des dattes chez les hypertendus	101
XXVIII	PAS et la PAD avant et après consommation des dattes chez les normotendus	102

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

Les dattes sont les fruits du palmier dattier *Phoenix dactylifera L.*, appelé « Nakhla ». Le palmier dattier est cultivé depuis des millénaires avec une histoire de 7000 ans. Il est originaire du bassin de l'Euphrate, il s'est répandu vers l'ouest dans toute l'Afrique du Nord et vers l'est jusqu'en Inde. Sa culture s'est développée dans les pays occidentaux d'abord en Espagne à partir de là, au dix-huitième siècle vers les autres pays de l'Europe et du nouveau monde (**Krueger, 1998**). Il est aujourd'hui essentiellement cultivé pour ses fruits.

Les dattes sont produites dans 30 pays mais la majorité des productions reste localisée en Égypte avec 23%, placé en premier rang, l'Iran 20%, l'Arabie saoudite 19%, l'Irak, le Pakistan 10%, l'Algérie 10% est au quatrième rang mondial et les Émirats arabes 6% (**FAO, 2013**). Elles constituent aujourd'hui un produit échangé dans le monde.

Elles représentent l'une des bases essentielles de l'alimentation, de la diététique et de la gastronomie dans la plupart des zones arides chaudes et régions semi-arides du monde arabe, aussi bien pour les populations sédentaires que pour les nomades. Les dattes constituent un apport nutritionnel important contribuant à la sécurité alimentaire pour ce peuple. Bien que l'alimentation se soit diversifiée, la datte continue de jouer un rôle important dans les pays les plus producteurs, au moyen orient, près de 90 % de la production y est consommée localement (**Hadrami et El Hadrami, 2009**).

La complexité de la composition de la datte lui confère des qualités nutritionnelles et biologiques. La consommation des dattes nous apporte de nombreux sucres différents qui permettront une gestion immédiate et différée de l'apport glucidique pour une meilleure efficacité énergétique. Elles sont également une bonne source de fibres et de sels minéraux. Elles contiennent peu de protéines mais des acides aminés essentiels, des lipides sous forme de trace et de nombreux métabolites issus du métabolisme secondaire qui peuvent contribuer à la régulation physiologique et par conséquent entraîner un effet bénéfique pour la santé (**Kaur et Kapoor, 2001; Young et Woodside, 2001; Al-Shahib et Marshall, 2003; Mohamed et Al-Okabi, 2004; Mansouri et al., 2005**).

Les dattes sont aussi riches en glucides qui affectent directement la glycémie, il est important de contrôler qualitativement et quantitativement leur consommation. La notion « index glycémique » a été mise au point en 1981 (**Jenkins et al., 1981**) permet de classer les différents aliments contenant des glucides en fonction de leur capacité à agir sur la

glycémie, après la prise alimentaire. De plus en plus de preuves tendent à démontrer que les régimes alimentaires dont l'IG est bas contribuent à prévenir le diabète tardif et les maladies coronariennes, probablement parce qu'ils diminuent la demande en insuline (**Opperman et al., 2004**). Ils procurent une sensation de satiété (**Brand-Miller et al., 2003**). Selon **Rizkalla et al. (2002)**, la satiété régule la prise de poids qui est à l'origine de l'obésité, ce qui pourrait aggraver l'hypertension ou l'hyperglycémie, aussi bien pour des sujets atteints que sains.

L'importance de la prévalence du diabète et de l'hypertension prend de plus en plus d'ampleur en Algérie, qui compte plus de 3 millions de diabétiques selon le 7ème Congrès international, en octobre 2014, de l'Association des médecins de l'Oranie pour la prévention cardio-vasculaire (**Amoprec, 2014**). Selon les dernières statistiques, en novembre 2014, communiquées et rendues publiques par la société algérienne d'hypertension artérielle (**Saha, 2014**), 35% des Algériens âgés de plus de 20 ans souffrent déjà d'hypertension. Face à ces problèmes de santé, les recommandations cliniques et nutritionnelles vont dans le sens des bonnes habitudes alimentaires, en consommant davantage d'aliments sains comme les fruits et légumes et moins d'aliments riches en protéines animales et en glucides (**Saha, 2014**). Ces habitudes ne sont pas encore «ancrées dans les mœurs» en Algérie et ne concerne pas uniquement les personnes atteintes de diabète, mais tous les citoyens.

En Algérie les dattes constituent une composante essentielle du régime alimentaire dans la plupart des régions en particulier dans les zones sahariennes; ces fruits peuvent être considérés comme "aliment diététique" par la présence de certains composés ayant des propriétés nutritionnelles et biologiques tels que les fibres alimentaires, les polyphénols et les éléments minéraux (potassium, magnésium, sodium).

Les polyphénols protègent contre le stress oxydatif (**Rock et al., 2009**) et possèdent des effets antihypertenseurs (**German et walzem, 2000**); le potassium et le magnésium ont un effet dans la prévention des maladies cardiovasculaires en général et HTA en particulier (**Delbarre et Delbarre, 1993**); l'acide ascorbique et pyridoxine sont capables de diminuer l'hypertension (**Duffy et al., 1999**; **Vasdev et al., 2002**).

Cependant un conflit s'est créé, entre un traitement traditionnel par les dattes du diabète et de l'hypertension (**Tahraoui et al., 2007**) et une éducation nutritionnelle actuelle qui condamne la fréquence de consommation des dattes à cause de leur richesse en sucre. Par ailleurs ceci est en contradiction avec plusieurs études qui montrent que l'index

glycémique des dattes est modéré à faible (Alkaabi et al ,2011).

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

Par ailleurs, peu d'études ont été réalisées sur l'homme quant à l'association d'une consommation régulière de dattes avec une diminution des risques de développer certaines maladies métaboliques comme les maladies cardiovasculaires (Rock et al., 2009).

Compte tenu de ces considérations, les objectifs de ce travail sont :

-évaluation de la qualité nutritionnelle des dattes par les caractérisations morphologiques, biochimiques, phytochimiques et sensorielles de cinq variétés de dattes algériennes *Tamesrit, Ghars, H'mira, Tinissine et Deglet noor* communément consommées et appréciées;

- évaluation de l'impact de la consommation de deux variétés de dattes *Tamesrit et Ghars* sur la glycémie et le profil lipidique ;

- détermination de l'index glycémique et la satiété des dattes (*H'mira, Tinissine et Deglet noor*) chez des sujets sains et l'effet de leur consommation régulière sur la pression artérielle chez des normotendus et des hypertendus de grade 1.

Ce suivi va permettre de déterminer si la datte en tant qu'aliment nutritionnel est aussi un aliment fonctionnel naturel.

Dans ce cadre, une première partie de ce manuscrit sera consacrée à la revue bibliographique qui dresse un bilan approfondi des connaissances actuelles sur les dattes concernant la composition biochimique et les propriétés biologiques des substances actives présentes dans la chair de datte et leur effet santé. Cette revue bibliographique permettra d'interpréter les résultats obtenus.

Dans une deuxième partie, nous exposerons les méthodes analytiques et les démarches expérimentales qui ont été développées pour la détermination des différents paramètres.

Dans une troisième partie, nous avons donné les différents résultats obtenus qui ont été discutés. Enfin, une conclusion qui dresse un bilan sur l'impact de la consommation des dattes. Elle propose également quelques perspectives ainsi que des pistes de réflexions sur la poursuite de ce travail.

REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I: Palmier dattier et dattes

1.1. Palmier dattier

Le palmier dattier constitue l'une des familles de plantes les plus importantes d'un point de vue socio-économique. Le palmier est en effet le pilier de l'agriculture dans les zones sahariennes.

1.1.1. Importance et historique de la domestication du palmier dattier

Il est largement cultivé pour ses multiples usages et ses services écosystémiques, en particulier pour ses fruits comestibles (**Bouguedoura, 1979**) et pour sa capacité d'adaptation aux conditions des climats arides (**Ben Aïssa, 2008**). Sa présence crée un microclimat permettant le développement de diverses formes de vie animale et végétale indispensables pour le maintien et la survie des populations du désert (**El Houmaizi, 2002**).

Malgré l'importance économique et socioculturelle du dattier, l'origine de sa culture et l'histoire de sa diffusion par les populations humaines restent incertaines, car sa domestication n'est pas actuellement identifiée.

Les vestiges archéologiques retrouvés au Moyen-Orient attestent de la culture du dattier à partir de la fin du 4^{ème} millénaire avant notre ère (**Tengberg, 2012**). Il est fort probable qu'il soit originaire de l'ancienne zone Mésopotamie (sud Irak) ou ouest de l'Inde (figure 1).

Sa culture au Moyen- Orient et dans le nord de l'Afrique ayant probablement étendu la distribution de cette espèce loin de son aire originale (**Barrow, 1998**).

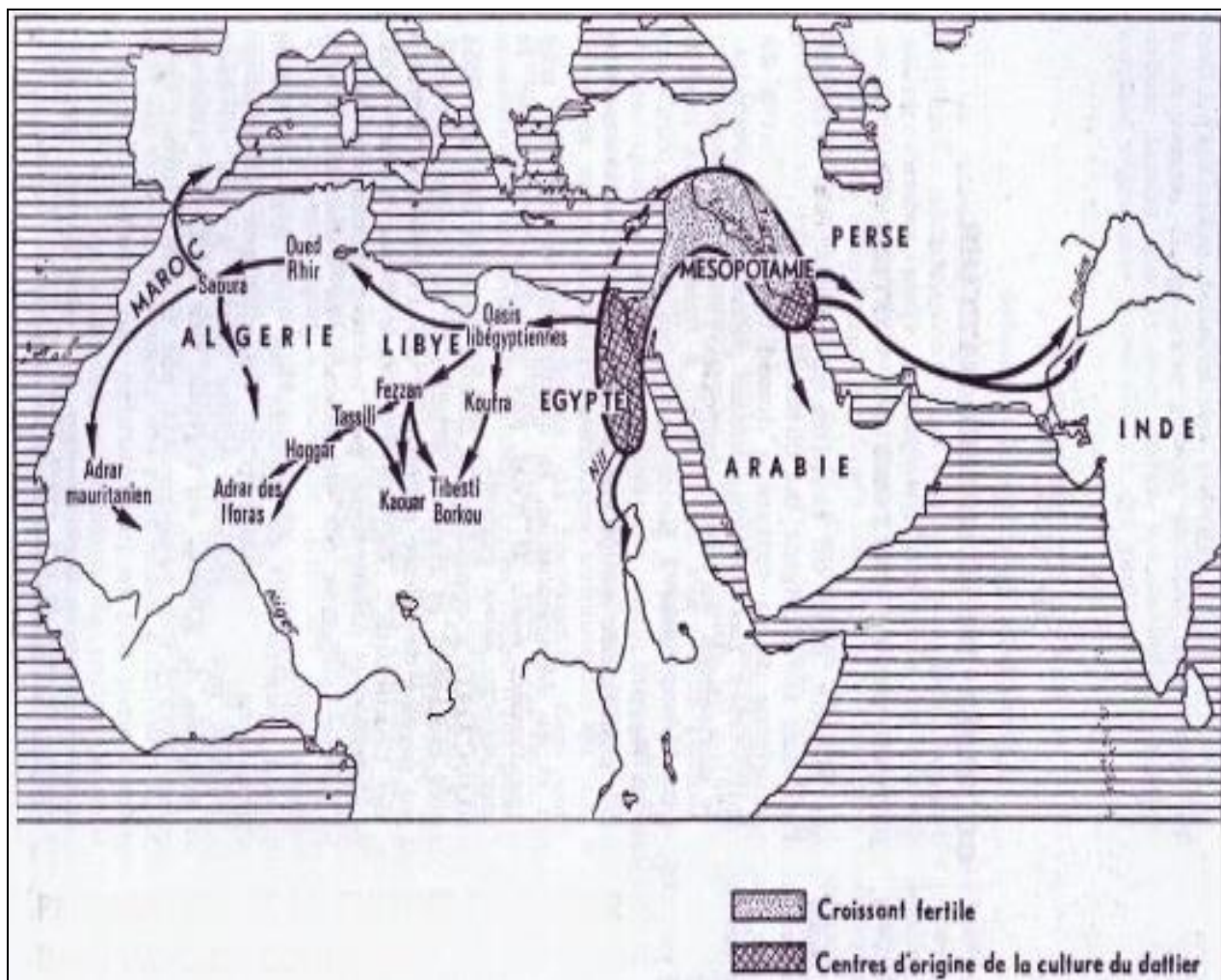


Figure 1. Propagation de la culture du palmier dattier dans l'ancien continent (Munier, 1973).

1.1.2. Taxonomie

Le palmier dattier a été dénommé *Phoenix dactylifera* par Linné en 1734 (Munier 1973). Le terme *Phoenix* proviendrait de *Phoenix*, nom du dattier chez les Grecs de l'Antiquité qui le considéraient comme l'arbre des Phéniciens (Munier, 1973; Linné, 1753); une autre hypothèse veut que les Grecs aient appelé *phœnix* l'oiseau renaissant de ses cendres et qu'il ait été attribué au dattier en raison de sa capacité à survivre après avoir été partiellement brûlé (Popenoe, 1938).

Le terme *dactylifera* fait référence au doigt (*dactylus* en latin, dérivant de *dachel* en hébreu, **(Popenoe, 1938)** en raison de la forme des fruits et à *fero*, « qui porte » en latin.

Noms vernaculaires :

- Arabe: Nakhla.
- Grecque: Phoenix.
- Anglais : Date.
- Italien: Datter.
- Hinde : Khajur, Pinda.

Le genre *Phoenix* comprend 14 espèces réparties dans les régions tropicales et subtropicales de l’Ancien Monde (**Figure 1**) (**Barrow, 1998 ; Govaerts et Dransfield, 2005 ; Henderson, 2009**). Le palmier dattier est une monocotylédone de la famille des *Arecaceae*(*Palmae*).

Il s'agit d'une plante pérenne dioïque, existence des dattiers mâles dokhar et des dattiers femelles Nakhla ; classé dans le groupe des Spadiciflores, l’ordre des Palmales, la famille des Palmacées (*Arecaceae*), la sous-famille des *Coryphoïdées*, la tribu des Phoénicées, Genre : *Phoenix* et Espèce: *Dactyliféra L.*

Le palmier dattier, *Phoenix dactylifera L.*, est parmi les espèces les plus importantes dans la famille des *Arecaceae*, qui regroupe environ 200 genres et plus de 2500 espèces (**El Hadrami et El Hadrami, 2009; Jain et al., 2011**).

Le dattier comme toutes les espèces appartenant au genre *Phoenix* se développent verticalement pour former un tronc non ramifié. Pour maintenir cette croissance verticale élevée, le système racinaire est très développé et atteint en profondeur les ressources en eau.

1.1.3. Propagation du palmier dattier

Trois grandes méthodes sont actuellement pratiquées pour propager le palmier dattier (**El Hadrami et al., 2011a**). Historiquement, la méthode la plus courante repose sur le greffage de ramifications échangées entre producteurs ; avec cette technique le palmier se développe très lentement.

La deuxième méthode se fait par graines ; le palmier peut mettre 10 ans avant de commencer à produire. Ces dernières décennies d'énormes efforts ont été consacrés au développement de méthodes alternatives qui sont rapides et fiables pour régénérer un grand nombre de plantes ; celle-ci repose sur l'utilisation de la micropropagation (la culture in vitro) par diverses méthodes de culture tissulaire et les biotechnologies (**Jain, 2006 ; El Hadrami et El Hadrami, 2009; El Hadrami et al., 2011b**).

Le vent est l'agent principal de la pollinisation du palmier. Elle peut être artificielle, les pieds femelles sont pollinisés à la main, pratique courante pour atteindre un rendement plus élevé. Les fleurs fécondées à la nouaison, donnent un fruit qui évolue en taille pour atteindre de 2 à 8 cm de longueur et un poids de 2 à 8 grammes selon les variétés , en consistance et en couleur qui va du blanc jaunâtre au noir en passant par les couleurs ambre, rouge, brune plus ou moins foncée jusqu'à la récolte (**Gilles, 2000**).

1.2. Les dattes

1.2.1. Répartition géographique et Production des dattes

1.2.1.1. Dans le monde

La production mondiale en fruits des palmiers dattiers est variable mais a une grande importance économique (**Aberlenc-Bertossi, 2012**). Le nombre de dattiers existant dans le monde est estimé à plus de 100 millions de palmiers.

Sa répartition spatiale, fait ressortir que l'Asie est en première position avec 60 millions de palmiers dattiers (Arabie saoudite, Bahreïn, Émirats arabes unis, Iran, l'Irak, le Koweït, Oman, le Pakistan, le Turkménistan, Yémen); tandis que l'Afrique est en deuxième position

Chapitre I : Palmier dattier et dattes

avec 32,5 millions de palmiers dattiers (Algérie, Egypte, la Libye, le Mali, le Maroc, la Mauritanie, le Niger, la Somalie, le Soudan, le Tchad, Tunisie).

Les principaux producteurs de dattes dans le monde ont situés dans le Moyen-Orient et l'Afrique du Nord (**Figure 2**).

Quant à la production mondiale de dattes, elle est évaluée à 7,30 millions de tonnes dont environ 70% sont générés par les pays arabes et en petites quantités en Espagne, au Mexique, au Yémen et en Palestine ; l'Égypte étant le premier pays producteur mondial de dattes avec environ 1470000 tonnes et 18,5% de la production mondiale (**FAO, 2013**).

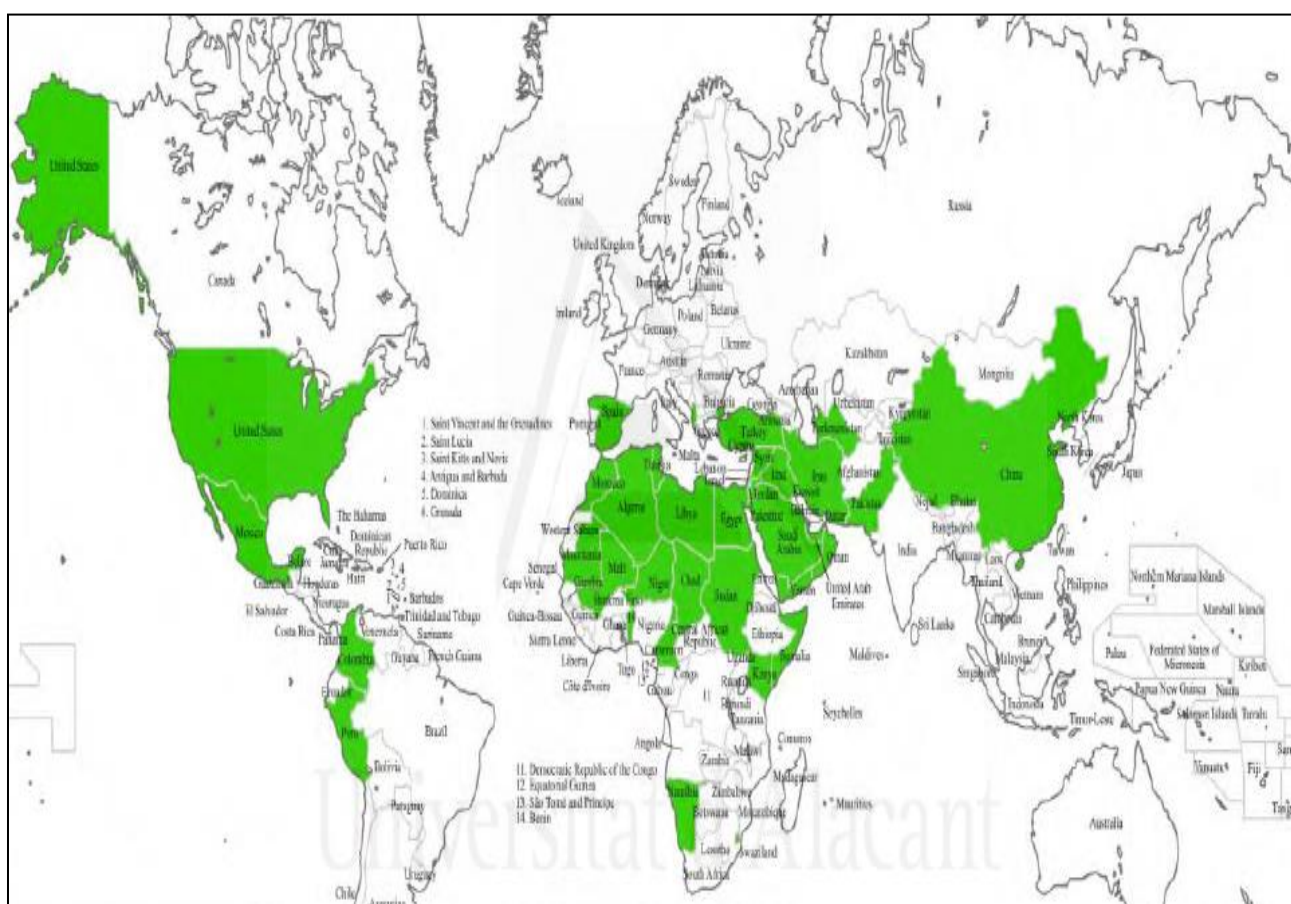


Figure 2. Distribution géographique du palmier dattier dans le monde (**Sakin Abdrabo,2013**)

1.2.1.2. En Algérie

L'Algérie occupe le quatrième rang mondial parmi les pays producteurs de dattes en 2012 avec une production annuelle moyenne estimée à 789357 tonnes (FAO, 2013) pour plus de douze millions de palmiers dattiers couvrant environ 160000 hectares.

Elle occupe le premier rang dans la production de la variété *Deglet noor* qui est la plus appréciée par les consommateurs aussi bien sur le marché national qu'international.

La palmeraie est essentiellement concentrée dans le sud-est, son importance décroissant en allant vers l'ouest et le sud. Selon Messar (1996), la palmeraie algérienne est située comme suit : dans le Sud-est(El Oued, Ouargla et Biskra) qui possède 67% de la palmeraie algérienne, le Sud-ouest (Adrar et Bechar) avec 21% de palmeraie, l'extrême Sud(Ghardaïa, Tamanrasset, Illizi et Tindouf) avec 10% et d'autres régions qui représentent 2% de la palmeraie mais contribuent pour beaucoup dans la production nationale à l'instar de Ouargla, par exemple pour la variété *Deglet Noor* et Adrar pour la variété *H'mira*(Tableau I et Figure 3).

Il faut ajouter un grand nombre de pieds francs ou « Khalts » qui poussent au hasard dans les oasis et qui représentent une source appréciable pour de nouvelles sélections de cultivars.

Les variétés de dattes sont très nombreuses, plus de 900 cultivars ont été inventoriés, seulement quelques-unes ont une importance commerciale (Benkhelifa, 1996).

Les dattes cultivées en Algérie se différencient beaucoup plus par leur qualité et leur appréciation sur le marché.

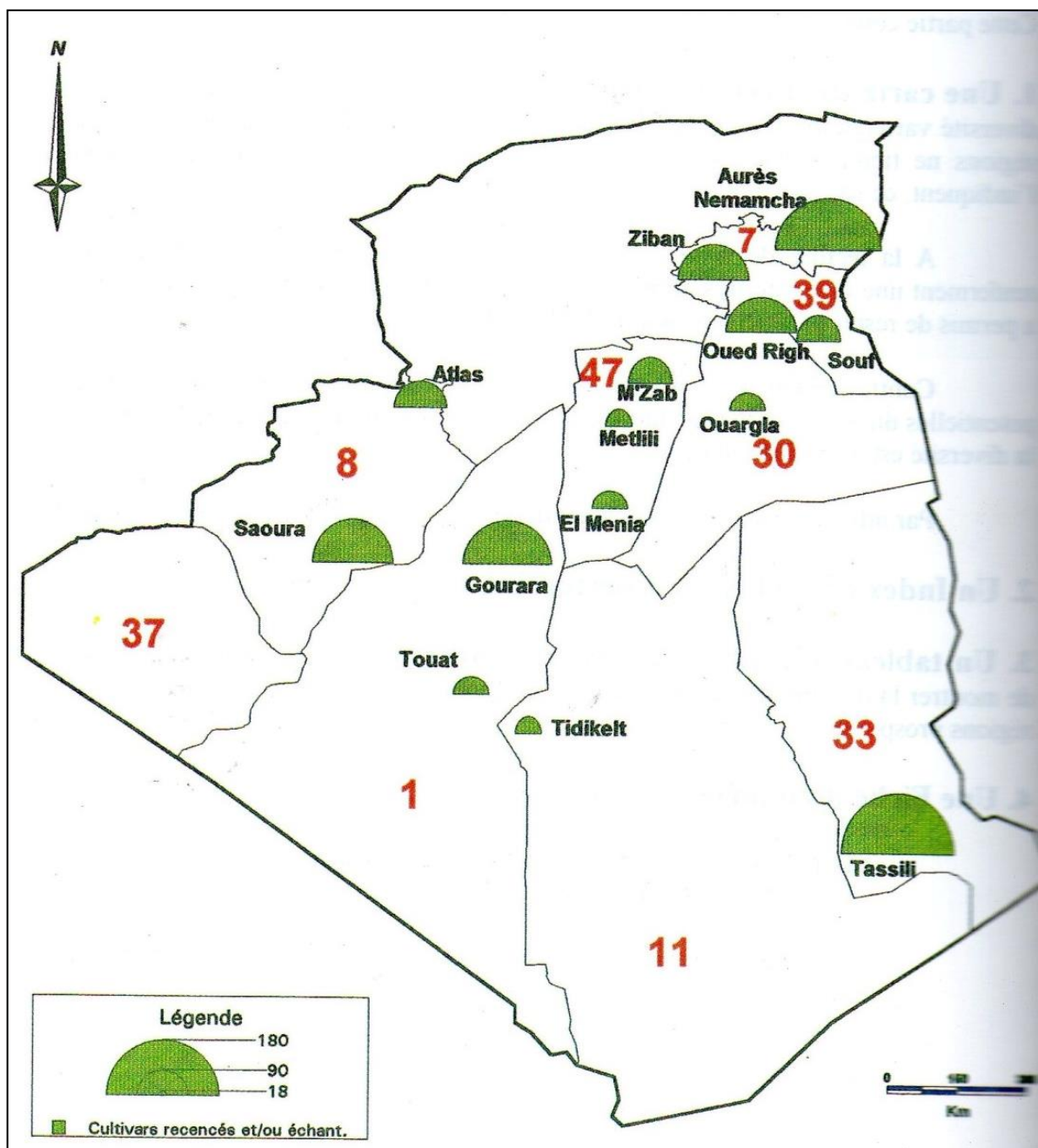


Figure 3. Distribution géographique du palmier dattier en Algérie (Bougedoura, 1991)

Tableau I. Inventaire variétal (cultivar) dans les trois régions phoenicicoles d'Algérie
(Bouguedoura et al., 2010).

	Région	Nombre de cultivars	Cultivars les plus courant
Ouest	Atlas	70	<i>Ghars, 'Asyan, Feggus</i>
	Tidikelt	60	<i>Tgazza, Taqerbuch, Cheddakh, Aggaz, Ghars</i>
	Saoura	80	<i>Feggus, Hartan, Cherka, Hmira, Deglet Talmine</i>
	Gourara	230	<i>Hmira, Tinnaser, Taqerbuch</i>
	Touat	190	<i>Tgazza, Aghamu, Taqerbuch</i>
Centre	El- Menia	70	<i>Timjuhart, Ghars, Timedwel</i>
	M'Zab	140	<i>Azerza, Ghars, Deglet Nour, Taddela</i>
Est	Ouargla	70	<i>Ghars, Deglet Nour, Degla Beida</i>
	Oued Righ	130	<i>Deglet Nour, Ghars, Degla Beida</i>
	Souf	70	<i>Deglet Nour, Ghars, Degla Beida, Mich Degla</i>
	Zibans	140	<i>Deglet Nour, Ghars, Degla Beida, Mich Degla</i>
	Aures	220	<i>Buzrur, 'Alig, Buhles, Mich Degla</i>
	Tassili	180	<i>Tanghimen, Tabanist, Khadaji</i>

1.2.2. Principales variétés

Les principales variétés sont *Deglet noor*, *Degla beida*, *Mech degla* et *Ghars*. Les autres variétés ont une importance économique très réduite car elles sont peu appréciées dans le Nord du pays et nullement à l'étranger (Hannachi et al., 1998) d'une part et d'autre part elles sont méconnues du fait de leur consommation qui est limitée seulement dans les régions productrices.

Deglet Noor

C'est une variété commerciale par excellence. Elle est considérée comme étant la meilleure variété de datte, du fait de son aspect, de son onctuosité et sa saveur. Le rendement varie de 150 à 200 kg/arbre. Elle est caractérisée par une maturation échelonnée sur un même régime qui fait qu'elle se subdivise en plusieurs classes: dattes extra (1^{er} choix), dattes standards, dattes marchandes (**Benziouche et Cheriet, 2012**).

1.2.3. Variétés communes

Ces variétés de dattes improprement appelées «communes», ont une valeur réelle, même si elle n'est pas marchande au sens où elle n'est pas commercialisée de façon formelle à grande échelle, échappant de la sorte aux statistiques officielles. Elles sont systématiquement reproduites depuis toujours par les phoeniculteurs algériens. Leur production est estimée à 53% (**Benziouche et Cheriet, 2012**). Nous nous limitons à décrire quatre (4) variétés qui font objet de cette étude :

Ghars

Variété très rustique qui se trouve dans la plupart des palmeraies algériennes. Le fruit mûr est à consistance molle. Le rendement varie entre 60 et 70 kg/arbre. De bonne valeur marchande au niveau national.

- Date de maturité: Juin au Tidikelt. Juillet partout ailleurs.
- Date de récolte: Juillet au Tidikelt. Août, Septembre ailleurs.
- Utilisation de la datte: Fraîche et conservée (pâte de dattes).

H'mira

Cette variété se trouve dans la plupart des palmeraies algériennes, mais abondante à Adrar. Valeur marchande moyenne.

- Date de maturité: octobre.
- Date de récolte: Octobre.
- Utilisation de la datte: Fraîche et conservée

Tinissine et Tamesrit

Ces variétés sont considérées toutes les deux comme cultivars rares. Valeur marchande faible.

Tamesrit :

- Date de maturité: Août – Septembre.
- Date de récolte: Septembre – Octobre.
- Utilisation de la datte: Fraîche et conservée.
- Mode de conservation: pâte de dattes.

1.3. Evolution de la datte selon les différents stades de développement

L'évolution des dattes chez le palmier dattier jusqu'à maturité passe par cinq stades (**Figures 4 et 5**). 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 sucres (**Eltayeb et al., 1999**) qui se manifestent par le changement de la couleur, texture, flaveur, goût et les caractères physicochimiques.

- **Stade I (Loulou)** : c'est le stade qui suit la pollinisation et qui dure environ cinq (05) semaines (**Eltayeb et al., 1999**). Les dattes sont vertes et globuleuses, de la taille d'un poids.

- **Stade II (Khalal)** : le fruit prend sa forme. C'est le stade de maturation botanique. La taille moyenne est de 27,5 mm de long x 17.8 mm de diamètre et pèse 5,8 g en moyenne. Au cours de ce stade un grossissement rapide du fruit est observé en raison de l'accumulation des hydrates de carbone et de l'humidité.

Il est astringent à cause du taux élevé en tanin, l'acidité est assez élevée, avec des taux moyens en protéines de 5,6%, en lipides 0,5%, et en cendres de 3,7% (**Al-Hooti et al., 1998**). A la fin de ce stade, la couleur commence à devenir jaune ou rouge, selon les cultivars

- **Stade III (Bser)** : la couleur de la datte vire au jaune ou brune, suivant les clones. Il est caractérisé par rapport au stade khalal par une augmentation rapide de la teneur en sucres totaux, diminution de la teneur en eau et de l'acidité. Les teneurs en protéines, lipides et cendres diminuent jusqu'à 2,7 ; 0,3 et 2,8%, respectivement. Les fruits atteignent 32,5 mm de longueur et 21 mm de diamètre, tandis que le poids augmente à 8,7 g (**Al-Hooti et al., 1997**).

Chapitre I : Palmier dattier et dattes

- **Stade IV (Martouba)** : ce stade dure deux à trois semaines, Il se caractérise par un début de ramollissement du fruit en raison d'une augmentation des activités enzymatiques des pectinases et des polygalacturonases et une perte en eau.

A cette étape les protéines et les cendres diminuent respectivement jusqu' à 2,6 et 2,6%, les tanins se fixent sous l'épicarpe du fruit (**Al-Hooti et al., 1998**).

Les dattes sont parfois consommées à ce stade. Les cultivars à dattes demi-molles ou demi-sèches et sèches ne passent pas obligatoirement par ce stade (**Dowson et Aten, 1963 ; Dowson, 1982**).

- **Stade V (Tmar)** : la phase ultime de maturation, au cours de laquelle le fruit perd une quantité importante d'eau. Les fruits ont des niveaux des sucres beaucoup plus élevés, un goût plus doux, une plus faible quantité d'eau et de tanins. La couleur du fruit devient de plus en plus foncée, surtout chez les dattes molles.

Les dattes fraîchement récoltées au stade *Bser et Martouba* sont généralement consommées ou stockée pendant une courte période avant d'être mangées. Un stockage plus long entraîne une perte d'eau des dattes et deviennent *Tmar*.

C'est l'étape la mieux appréciée par le consommateur et s'apprête mieux à la conservation. Un certain nombre de cultivars ne sont pas autorisés à atteindre ce stade et sont vendus dans le commerce, soit comme fruit au stade *Bser et Martouba*. De nombreux auteurs ont adapté la terminologie utilisée en Irak (**Tableau II**).

Tableau II. Stades d'évolution de la datte

	Stades de développement de la datte				
	I	II	III	IV	V
Irak ¹	<i>Hababouk</i>	<i>Kimri</i>	<i>Khalal</i>	<i>Routab</i>	<i>Tamr</i>
Algérie ²	<i>Loulou</i>	<i>Khalal</i>	<i>Bser</i>	<i>Martouba</i>	<i>Tamr</i>

¹ (Barreveld, 1993); ² (Munier, 1973)

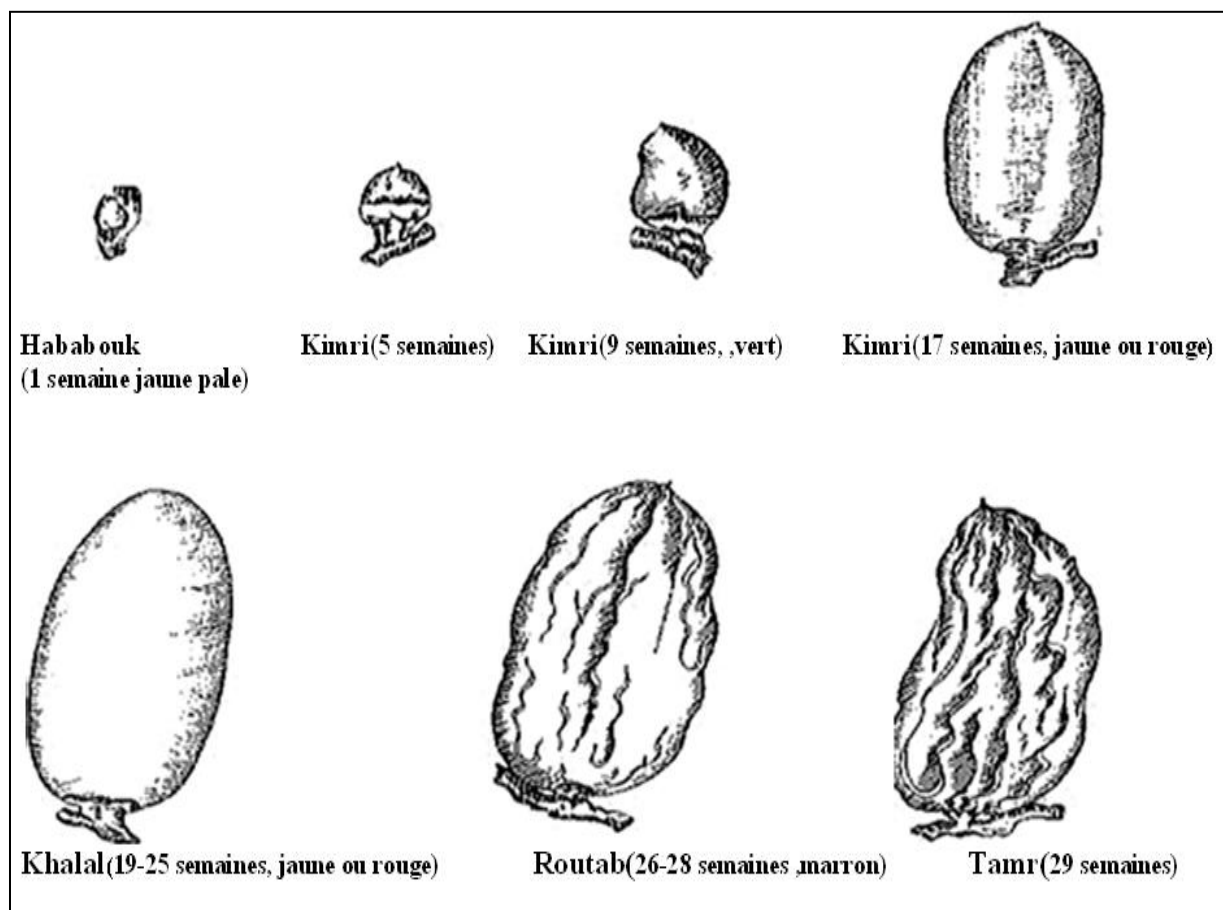


Figure 4. L'évolution des dattes chez le palmier dattier (Barreveld, 1993)

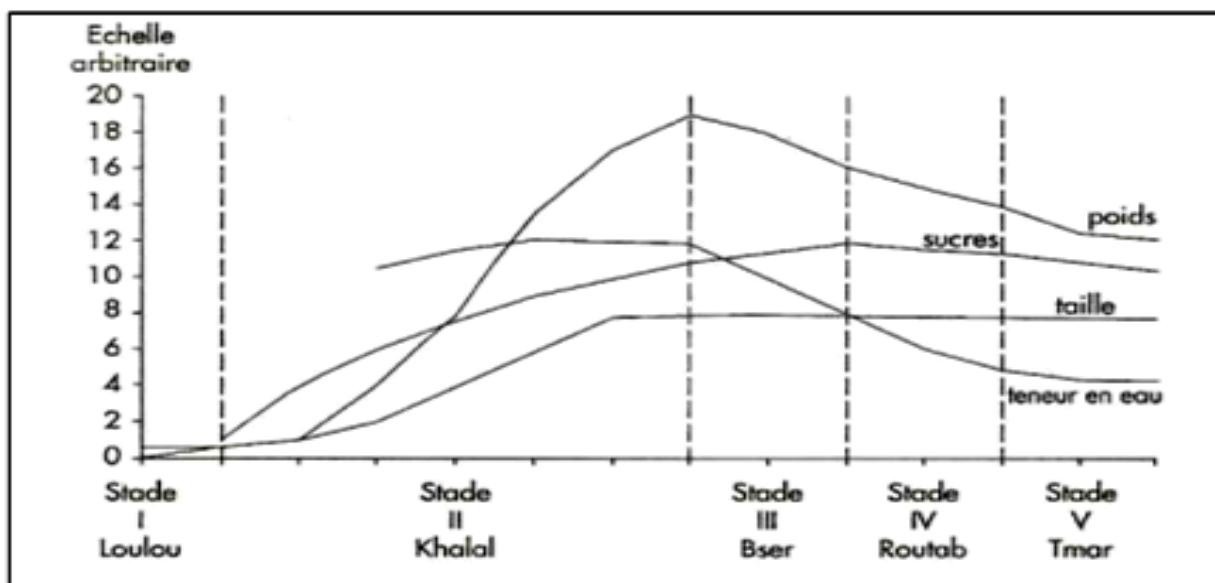


Figure 5. Stades de développement de la datté (Munier, 1973).

1.4. Composition biochimique et valeur nutritionnelle des dattes

La littérature, au cours de ces dernières décennies, a montré un nombre important d'études sur la composition biochimique et valeur nutritionnelle des dattes (Yousif et al., 1976; Vandercook et al., 1977; Fayadh et Al- Showiman, 1990; Al-Hooti et al., 1997; Besbes et al., 2004).

1.4.1. Les glucides

Les dattes constituent un régime très énergétique en raison de leur richesse en hydrates de carbone qui représentent plus de 80% de la matière sèche (Tableau III). L'apport moyen en énergie des dattes fraîches et sèches est 213 et 314 kcal/100g, respectivement (Al-Farsi et Lee, 2008).

Les sucres majoritaires sont le fructose, le glucose (75%), qui sont rapidement absorbés par l'organisme, le rapport de leur teneur varie entre 1 et 2 selon le cultivar et le stade de maturation (Al-Hooti et al., 1997; Myhara et al., 1999; Ahmed et al., 1995). En petite quantité, le mannose, le maltose et d'autres sucres non réducteurs tels que saccharose sont présents.

Deglet Noor est une exception, où le saccharose constitue 38 % des glucides totaux ce qui est probablement dû à une faible activité de l'invertase par rapport aux autres variétés (Duke 2001; Duke et Beckstrom-Sternberg, 2007; Elleuch et al., 2008). Il a été rapporté que les dattes contenaient une faible quantité de cellulose et d'amidon (Shinwari, 1993).

Les dattes sont considérées comme une bonne source en fibres alimentaires (Al-Farsi et Lee, 2008). Leurs teneurs totales varient de 6.04 à 11.05%, selon la variété et le degré de maturité (Al-Shahib et Marshall, 2003).

Elleuch et al. (2008) ont rapporté des concentrations plus élevées pour deux cultivars de dattes tunisiennes *Deglet noor* et *Allig*, soit 14,4 et 18,4 % respectivement. Ces teneurs comparées à l'apport quotidien recommandé (25g/j) (Marlett et al., 2002), représentent 50 et 70 % respectivement des recommandations.

Tableau III. Composition en sucres et en polysaccharides (Al-Farsi et Lee, 2008)

Composition	Minimum reporté	Maximum reporté
Hydrates de Carbone (g/100g)	52,6	88,6
Fructose	13,6	36,8
Glucose	17,6	41,4
Saccharose	0,5	33,9
Fibres (g/100 g)	3,57	10,9
Solubles	0.4	1.3
Insolubles	3,03	7,4

1.4.2. Les protéines

Les dattes contiennent en moyenne 2,5% de protéines. Bien que ces quantités de protéines soient faibles, les dattes sont considérées comme une source nutritionnelle importante car elles contiennent des acides aminés essentiels.

L'acide glutamique, l'acide aspartique, la lysine, la leucine, la glycine ont les acides aminés prédominants dans des dattes fraîches tandis que l'acide glutamique, l'acide aspartique, la glycine, la proline sont dans les dattes sèches (**Tableau IV**)(Al-Farsi et Lee, 2008).

D'autres auteurs ont rapporté que l'extrait de la datte contient des concentrations élevées en acide aspartique, en proline, en glycine, en histidine, en valine, en leucine et en arginine, mais à moindre concentration la thréonine, la sérine, la méthionine, l'isoleucine, la tyrosine, la phénylalanine, la lysine et en plus faible concentration l'alanine (**El-Sohaimy et Hafez, 2010**).

Tableau IV. Composition en protéines et en acides aminés (Al-Farsi and Lee, 2008)

Composition	Minimum reporté	Maximum reporté
Protéines (g/100g)		
	1,1	2,6
Acides aminés (mg/100g)		
Alanine	30	133
arginine	34	148
Acide aspartique	59	309
Cystéine	13	67
Acide glutamique	100	382
Glycine	42	268
Histidine	0,1	46
Isoleucine	4	55
Leucine	41	242
Lysine	42	154
Méthionine	4	62
Phénylalanine	25	67
Proline	36	148
Serine	29	128
Thréonine	23	95
Tryptophane	7	92
Tyrosine	15	156

1.4.3. Les lipides

Les chairs des dattes contiennent de lipides en très faible quantité (0,2-0,5%). bien que le noyau contient 14 acides gras différents ; dans la chair de datte seulement 8 ont été trouvés a très faible concentrations ; les acides gras insaturés acide oléique ,18 :1 ω9 (50,1% des acides gras), acide linoléique 18 :2 ω6 (19,23%) et les acides gras saturés acide laurique (10,24%), palmitique (9,83%), myristique (7,51%) et stéarique (1,66%) (Al- Shahib et Marshall, 2003).

1.4.4. Les minéraux

Plusieurs études ont porté sur la composition minérale des dattes (Ahmed *et al.*, 1995; Al-Hooti *et al.*, 1995; Mohamed, 2000; Al-Farsi *et al.*, 2005; Ismail *et al.*, 2006 ; Sahari *et al.*, 2007)(Tableau V).

Les dattes sont l'une des meilleures sources naturelles de potassium avec des teneurs moyennes élevées (521%), Le potassium est un minéral essentiel, il maintient les contractions musculaires, y compris celles du muscle cardiaque et équilibre le métabolisme. 100 g de dattes fournissent les 15 % des recommandations journalières.

Elles sont de bonnes sources en fer (2,69%), calcium (65%), magnésium (20%) et phosphore (72%). le calcium intervient principalement dans la composition des os et dans la régulation de la coagulation sanguine. Le magnésium assure la cohésion des protéines et agit en activateur des systèmes enzymatiques. Le phosphore a un rôle physiologique fondamental puisque les réactions de phosphorylation sont impliquées dans la production d'énergie et de faibles teneurs moyennes en sodium(Ahmed *et al.*, 1995; Al-Hooti *et al.*, 1995; Mohamed, 2000 ; Al-Shahib et Marshall, 2003; Al-Farsi *et al.*, 2005; Ismail *et al.*, 2006; Sahari *et al.*, 2007).

Tableau V. Composition en éléments minéraux des dattes (selon Al-Farsi and Lee, 2008)

Composition	Minimum reporté	Maximum reporté
Minéraux (mg/100g)		
Mg	31.0	150
Na	1.00	261
Ca	5,0	206
P	35,0	74
K	345	1287
Mn	0,01	0,4
Fe	0,10	1,5
Zn	0,02	0,6
Cu	0,01	0,8
Se	0,24	0,4

Un autre oligoélément important présent dans les dattes est le Zn. Une importance nutritionnelle plus remarquable de dattes est la présence de niveaux élevés de sélénium qui est déficient dans la plupart des fruits; en tant que coenzyme pour enzyme glutathion peroxydase-1 (GPx1), le sélénium joue un rôle immédiat très important dans la protection de l'organisme humain contre le stress oxydant et anti- infectieux (Appel *et al.*, 1997).

1.4.5. Le profil vitaminique

La datte se caractérise par des teneurs modérées en vitamines du complexe B : B2, B3, B6 et B9 (Tableau VI); 100 g de chair de datte fournissent 9% de l'apport nutritionnel journalier recommandé (ANR) d'un adulte (Al-Shahib, 1993 ; El-Sohaimy et Hafez, 2010). La vitamine B3 régule les cycles de transport de l'hydrogène.

La vitamine B5 intervient dans la constitution de la coenzyme A. la vitamine B6 intervient dans la constitution du système nerveux central.

La vitamine B9 contribue au métabolisme. Les vitamines A, B1 et C se trouvent en concentrations moyennes relativement faibles dans les dattes sèches 0,04, 0,08 mg/100g et 3,9 mg/100g respectivement (Al-Shahib, 1993; El-Sohaimy et Hafez, 2010).

Tableau VI : Composition en vitamines (Al-Farsi et Lee, 2008)

Composition	Minimum reporté	Maximum reporté
Vitamin (µg/100 g)		
A (Retinol)	3.0	44,7
B1 (Thiamine)	50	120
B2 (Riboflavine)	60	160
B3 (Niacine)	1274	1610
B6 (Pyridoxal)	165	249
B9 (Folates)	39	65
C (acide Ascorbique)	900	1600
α-Carotenoïde (µg/100 g)	3	3
β-Carotenoïde (µg/100 g)	2,5	146

La teneur en vitamines hydrosolubles semble être liée au stade de développement des dattes ; les vitamines B1, B3, B5, B6 se trouvaient en quantité élevée dans les fruits mûrs et B2, B9, B12 se sont révélés être plus élevés au stade immature (**Junaid et al., 2013**).

La concentration de caroténoïdes dans les dattes est d'environ (0,97 mg/100 mg). Les caroténoïdes participent à de nombreuses fonctions nutritionnelles importantes. Certains d'entre eux sont convertis en vitamine A.

Le complexe vitaminique participe à la synthèse de L'ADN et au métabolisme des glucides, des lipides et des protéines (**Baliga et al., 2011**).

Chapitre II : Effet des dattes sur la santé

2.1. Les métabolites à effets -santé des dattes

Cette étude permettra de cibler quelques familles particulières de molécules en fonction de leur intérêt biologique contenu dans les dattes telles que les fibres alimentaires et les composés phytochimiques.

2.1.1. Les fibres alimentaires

Les teneurs importantes en fibres (**Tableau III**) peuvent contribuer à la dater un effet bénéfique sur la santé. Les fibres solubles: pectines, pentosanes, β -glucanes, arabinoxylanes, mucilages et les gommes pourraient participer à la réduction du taux de cholestérol sanguin, de LDL cholestérol et de la glycémie postprandiale ; ce qui entrainerait une diminution du risque de maladies cardiovasculaires et de diabète (**American Dietetic Association, 2008 ; Brown et al., 1999 ; Esposito et al., 2005**). Plusieurs études épidémiologiques ont rapporté que les fibres insolubles sont associées à un risque réduit de diabète type 2 et maladies cardio-vasculaires. D'autres effets bénéfiques leur sont attribués notamment la prévention du cancer du côlon et la stimulation de la sensation de satiété qui aide à prévenir l'obésité (**American Dietetic Association, 2008**)

Les effets physiologiques bénéfiques des fibres seraient attribués à leur pouvoir hydrophile, elles facilitent le transit intestinal en améliorant le péristaltisme du tube digestif (**Esposito et al., 2005 ; Cherbut et al., 1995**).

2.1.2. Les composés phytochimiques

Ces composés sont très nombreux et variés, et certains sont largement répandus, comme les alcaloïdes, les terpènes et les tanins. Ils ont suscité un très grand intérêt parmi plusieurs chercheurs dont les cliniciens en raison de leur activité antioxydante, leurs propriétés hypocholestérolémiantes, et d'autres avantages pour la santé telles que la prévention du cancer, celle du diabète et des maladies cardiovasculaires.

La dater fraîche est réputée contenir de nombreuses classes de composés bioactifs tels que les caroténoïdes, les polyphénols particulièrement les acides phénoliques, les isoflavones, les lignanes, les flavonoïdes, les tanins, et les stérols (**Maier et Metzler, 1963; Maier et Metzler, 1965; Kikuchi et Miki, 1978; Regnault-Roger et al., 1987; Duke, 2001; Al-Farsi et Lee, 2008; Duke et Beckstrom-Sternberg, 2007**).

2.1.2.1. Les caroténoïdes

Les caroténoïdes sont un groupe de pigments naturels rencontrés dans les dattes à des teneurs importante allant de 913 pour les dattes fraîches à 973 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ pour les dattes sèches (Al-Farsi et Lee, 2008). Les principaux caroténoïdes trouvés dans la datte fraîche sont le β -carotène (3,3-146 $\mu\text{g}/100\text{ g}$), la lutéine (28-541 $\mu\text{g}/100\text{ g}$) et la néoxanthine (230-381 $\mu\text{g}/100\text{g}$) (Gross et al., 1983; Boudries et al., 2007). La consommation des aliments riches en caroténoïdes a été liée à la prévention du cancer, des maladies cardiovasculaires et d'autres processus dégénératifs impliquant le stress oxydatif (Stahl et Sies, 2005).

2.1.2.2. Les polyphénols

La datte fraîche est une bonne source en polyphénols, elle contient 3g/100g (Duke, 2001). L'analyse qualitative des composés phénoliques de la datte a révélée la présence des acides cinnamiques, p- coumarique, férulique, sinapique et des flavonoïdes, y compris procyanidines (Al-Farsi et al., 2005 ; Hong et al., 2006). En plus de leur rôle important dans certaines propriétés sensorielles, plusieurs études ont souligné que beaucoup d'entre eux montrent des activités biologiques liées à leurs propriétés antioxydantes et antiradicalaires, capables de piéger les radicaux libres générés en permanence par l'organisme ou formés en réponse à des agressions de l'environnement (Kanner et al., 1994 ; Vinson et Hontz, 1995).

En effet, leur rôle d'antioxydants naturels permet à l'organisme de lutter contre les agressions de l'oxygène qui sont à l'origine d'un grand nombre de maladies, ce qui suscite de plus en plus d'intérêt pour la prévention et le traitement du cancer (Weiguang et al., 2005), des maladies inflammatoires (Aruoma, 1994), cardiovasculaires (Stoclet et al., 2004 ; Scalbert et Williamson, 2000 ; Leifert et Abeywardena, 2008) et neurodégénératives (Ramassamy, 2006).

2.1.2.3. Flavonoïdes

Les flavonoïdes présentent la plus grande classe de polyphénols. Plusieurs études ont soulignés que les flavonoïdes de différentes sources botaniques agissent comme antioxydants puissants encore plus que la vitamine C. Différents types de flavonoïdes ont été identifiés dans la pulpe fraîche de la datte : flavanes, flavones, flavanones, flavonols et glycosides (lutéoline, lutéoline de méthyle, la quercétine, et quercétine de méthyle) (Vyawahare et al., 2009 ; Mansouri et al., 2005). Ces substances interviennent dans la réduction de certaines maladies chroniques, la prévention de certains troubles cardiovasculaires et processus cancéreux (Tapas et al., 2008).

2.2. Les applications traditionnelles de la datte

Les médecines « douces », particulièrement la phytothérapie, connaissent un succès considérable dans de nombreuses régions d'Afrique, d'Asie et d'Europe.

Des enquêtes révèlent que 3 à 5% des patients des pays occidentaux (OMS, 2002), 80% des populations rurales des pays en développement et 85% des populations au sud du Sahara utilisent les plantes médicinales comme principal traitement

2.2.1. A l'échelle mondiale

L'utilisation des dattes en médecine traditionnelle existe depuis l'antiquité ce qui peut être considérée comme partie intégrante des soins de santé primaire surtout en milieu rural ; en médecine traditionnelle indienne et celle du Moyen-Orient.

Les dattes fraîches sont considérées comme ayant plusieurs propriétés médicinales. Elles sont utilisées comme tonique général, pour le traitement de plusieurs affections : les diarrhées (Puri, 2003), l'anémie, les désordres cardiovasculaire et nerveux, les infections urinaires et respiratoires que ce soit d'origine bactérienne ou virale en raison leur capacité antibactérienne et propriété antifongique, l'anxiété et la paralysie musculaire (The Wealth of India, 1952 ; Nadkarni et Nadkarni, 1976 ; Sallal et Ashkenani, 1989 ; Sallal et al., 1996).

Une enquête ethnopharmacologique menée par Tahraoui et al.(2007) dans le Sud-est du Maroc a montré que les dattes sont traditionnellement utilisées pour traiter l'hypertension et le diabète.

Elles sont également utilisées pour le traitement du cancer (Puri et al., 2000), probablement en raison de leur activité immunomodulatrice (Puri et al., 2000).

2.2.2. En Algérie

Dans quelques régions du sud algérien, l'utilisation de certaines variétés de dattes en médecine traditionnelle s'est montrée très intéressante. Sur le **Tableau VII** figurent les usages fréquents à effets thérapeutiques des dattes seules ou associées à d'autres produits.

Tableau VII. Utilisations pharmacopées des dattes (source **Guerradi et al., 2004**)

Dattes seules ou associées à d'autres produits	Usages ou effet thérapeutique
<i>Ghars + dhane (beurre)</i>	Troubles cardiovasculaires, gerçures et tonique. Rétablissement fracture et inflammation
Variétés de dattes molles	Maladies respiratoires, constipation, stimulation de lactation, furoncle, hypertension artérielle.
<i>Utqbala</i>	Convalescence
Dattes + genévrier + huile d'olive	Grossesse à haut risque
Pate de datte + genévrier + fenugrec	Diarrhées
Dattes + grains de pistache	Fortifiant pour enfants
<i>Tazerzait</i>	Tonique
<i>« Celui qui commence sa journée par manger sept dattes ne sera lésé ni par un poison ni par un envoûtement. »</i>	

2.3. Effets bénéfiques des dattes, travaux antérieurs

De nombreux travaux de recherche ont été effectués dont le but d'étudier les effets biologiques et physiologiques des dattes.

2.3.1. Effets neurologiques

Hashempoor (1991), recommande de donner des dattes aux enfants souffrant de retard mental, car les dattes renforcent le système nerveux.

Steinbrenner et Sies (2009), rapportent que les dattes ont un effet neuroprotecteur ou cérébroprotecteur protégeant ainsi le cerveau contre substances réactives de l'oxygène, qui pourraient provenir du métabolisme de la cellule ou à partir de sources exogènes.

2.3.2. Effets sur le taux du glucose sanguin et le profil lipidique

Bien que certains résultats des études menées sur les dattes soient contradictoires, On peut tout de même noter que, diverses études convergent vers un effet bénéfique des dattes sur le niveau de glucose sanguin.

Razaghi Azar et al. (2005), dans une étude visant à déterminer les niveaux de glucose dans le sang après consommation des dattes au stade *Routab* ou du sucre chez une population de diabétiques de type 1 ; les résultats ont montré qu'aucune différence significative n'a été notée pour les deux cas ; de même pour les aires sous-courbe qui ont été calculées dans les 2 heures qui ont suivi la consommation.

Contrairement à l'étude précédente, d'autres études suggèrent que les aliments contenant des fibres alimentaires et le fructose, cas de la datte, ont un meilleur effet sur la glycémie après les repas que ceux qui sont dépourvus de tels composants (**Sharafetdinov et Meshcheriakora, 1999**).

Forghani et al. (2002) rapportent que les glucides du pain remplacés par les dattes avaient un meilleur effet dans la réduction du niveau de glucose sanguin deux heures après leur ingestion chez les patients atteints de diabète de type 2.

Miller et al. (2003) ; Ali et al. (2009) ; Al Kaabi et al. (2011), démontrèrent que les dattes ont des index glycémiques faibles ; et induisent une faible réponse glycémique post prandiale.

Rock et al. (2009) rapportent que la consommation des dattes réduit les LDL et la réponse glycémique sans aggraver l'état physiologique et possèdent des pouvoirs antioxydants.

2.3.3. Effet sur le transit gastro-intestinal

Al-Qarawi et al. (2003) ont démontré que les extraits (éthanol/eau) de la chair datte ou ceux des noyaux ont augmenté de 4 - 22 % le transit gastro -intestinal.

L'extrait aqueux de la chair induit une diminution dose-dépendante de 4 - 24 % le transit gastro-intestinal. Par conséquent, en fonction de la méthode d'extraction, l'extrait de datte peut induire une augmentation ou une diminution du transit gastro-intestinal.

2.3.4. Effets sur la progression de l'accouchement

Les faibles progressions du travail sont la principale cause de la césarienne. Manger et boire pendant le travail est une politique de prévention de la dystocie chez les femmes primipares à faible risque (Hofmeyr, 2004 et Lowe, 2007).

Kordi *et al.* (2010) ont constaté que la consommation des dattes pendant l'accouchement aboutit à un travail plus efficace chez les femmes primipares. C'est dans la seconde phase du travail (dilatation du col de 4 cm) à la délivrance, que le déroulement du travail était significativement plus élevé que chez celles recevant le placebo et les soins habituels.

2.3.5. Effets sur la mémoire

Zafari Zangeheh *et al.* (2009), dans une étude sur rats, a montré que les dattes améliorent la mémoire.

2.3.6. Effet détoxifiant

Akunna *et al.*, (2012), dans leur étude, suggèrent que l'exposition à l'atrazine, un herbicide, peut conduire à des dommages oxydatifs dans les tissus testiculaires chez le rat. Un traitement avec l'extrait de datte a protégé contre les effets néfastes induits par l'atrazine.

2.3.7. Effets indésirables

En Arabie, c'est une croyance commune, que les dattes peuvent être une cause de la rhinite allergique et démangeaisons du nez.

Harfi *et al.* (1998) a observé des cas d'œdème de Quincke et choc anaphylactique après la consommation des dattes.

Gonzalo *et al.* (1997) a observé un cas d'hypersensibilité immédiatement après la consommation de dattes.

Kwassi *et al.* (2002) indique que la datte est un fruit allergène, qui a son propre allergène spécifique. Cependant, les patients réagissent différemment aux extraits de dattes. La plupart des allergènes de dattes sont associées à des peptides.

Yang (1994) a rapporté le niveau élevé de sélénium (0.34 mg/100g) qui est proche des valeurs toxiques (0.85 mg), ce qui est une préoccupation majeure.

2.4. Synthèse des données bibliographiques

La synthèse des données bibliographiques sur les principaux mots clés de la thèse a permis en premier temps de souligner que plus de 80 % du potentiel de production de dattes est détenu par le monde arabe.

La recherche scientifique sur le palmier dattier et les dattes était sans grand intérêt avant **1970** ; ce n'est qu'en début des années **1970**, en raison de l'importance de la consommation des dattes et de l'organisation agricole dans les Pays arabes, les efforts scientifiques ont été lancés sur la botanique, la composition physicochimique et les aspects pharmacologiques.

L'étude systématique sur les bienfaits pour la santé reste insuffisante et les dattes sont à peine reconnues comme un aliment sain par les professionnels de la santé et le public. Il est difficile de cerner les effets réels des dattes tant les études sont contradictoires et diffèrent dans leur dosage. C'est une des difficultés concernant les extraits de plantes. La provenance de la plante, sa préparation, sa concentration et le dosage peuvent influencer sur les effets finaux.

PARTIE EXPERIMENTALE

Matériel Et Méthodes

Ce travail a été réalisé au sein des laboratoires de Technologie Alimentaire de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie à l'Université Ibn Khaldoun, de la polyclinique «*Benyahya Bakhta* » et de l'hôpital «*Youcef Damardji* » de Tiaret, Algérie; ainsi qu'au niveau du laboratoire de biochimie et microbiologie appliquée, université Badji Mokhtar Annaba, Algérie.

Ce chapitre décrit le matériel végétal utilisé ,dans une première partie de l'étude les méthodes analytiques issues de la littérature, qui ont été directement appliquées pour caractériser les composés d'intérêt nutritionnel et fonctionnel contenus dans la chair de dattes et évaluer la qualité physique et organoleptique des dattes.

Il décrit également, dans une deuxième partie, l'étude in vivo, le déroulement de l'ingestion des dattes et le suivi de la réponse métabolique chez l'homme.

1. Matériels

1.1. Matériel végétal : les dattes

Etant donnée l'existence d'un grand nombre de variétés de dattes en Algérie, le choix des variétés pour la réalisation de ce travail a nécessité une très grande réflexion. Cinq (5) variétés (**Figure 6**), provenant de deux différentes régions : Adrar et Ghardaïa, retenues pour les différentes analyses, ont été récoltées en pleine maturité pendant deux saisons : saison 2012 (**S1**) et saison 2013 (**S2**) et conservées à 4°C afin que le matériel végétal soit le plus frais possible.

Les critères de sélection ont concerné trois aspects : appréciations, consommation et commercialisation (**Tableau VIII**).



Figure 6 : Photos des cinq variétés des dattes de l'étude

Tableau VIII : Critères de sélection des cinq variétés

Variétés	Provenance	Appréciations ou consommation	Commercialisation
<i>Deglet noor</i>	Ghardaïa	Très appréciée à travers tout le pays	Une importance commerciale nationale et internationale (représente 50% de la production).
<i>Ghars</i>	Ghardaïa	Variété communes très consommées	commercialisée à travers tout le pays
<i>H'mira</i>	Adrar	Variété communes très consommées	commercialisée à travers tout le pays
<i>Tinissine:</i>	Adrar	Très appréciée localement	Locale : lieu de production
<i>Tamesrit</i>	Ghardaïa	Très appréciée localement	Locale : lieu de production

1.2. Matériels de laboratoire et produits utilisés

La verrerie, les appareils et les produits chimiques utilisés dans notre travail pour les différentes analyses sont illustrés dans le **Tableau IX**.

Tableau IX : Réactifs et matériels nécessaire pour les différentes analyses

Analyses	Matériels	Réactifs
Teneur en eau	Balance analytique METTLER TULEDO Etuve CHOPIN ; Dessiccateur; Capsule	
Teneur en cendres	Balance analytique METTLER TOLEDO ; Four à moufle BUHLER ; Dessiccateur ; Creuset	Ethanol
pH	pH-mètre HANNA ; balance analytique KERN ; agitateur magnétique IKA RCT ; centrifugeuse SIGMA	
Taux d'azote	Balance analytique ; Distillateur BÜCHI ; Plaques chauffantes ;Ballons Kjeldahl	Acide sulfurique Soude Acide borique
La teneur en Lipides	Soxhlet ; Rotavapor ; Tubes en cellulose, coton carder ; Balance analytique (SARTORIUS Basic) ; Rampe d'extraction muni de chauffe ballon Etuve (MEMMERT	Ether de pétrole (95%)
Dosage des polyphénols	Balance analytique KERN Bain-marie MEMMERT Centrifugeuse HETTICH UNIVERSAL Spectrophotomètre JENWAY	Méthanol Bicarbonate de Sodium Réactif de Folin- Ciocalteu
Dosage de la cellulose brute	Balance analytique KERN Chauffe-ballon LAB HEAT Etuve MEMMERT Four à moufle PYROLABO	Acide sulfurique Soude Acide chlorhydrique Acétone
Analyse Phytochimique	Balance analytique KERN Agitateur magnétique IKA RCT Bain-marie HEIDOLPH spectrophotomètre	Ether éthylique Dichlorométhane Méthanol Trichlorure de Fer Acide sulfurique Ammoniaque Acide chlorhydrique Réactif Wagner

2. Méthodes : première partie de l'étude : caractérisations des variétés

L'objectif de cette étude consiste en la caractérisation des cinq variétés de dattes sur le plan morphologique, physicochimique, biochimique, organoleptique, et phytochimique. Sur Les dattes fraîches ont été effectuées les analyses physicochimiques, biochimiques et organoleptiques ; les chairs de dattes séchées à l'étuve à température 30⁰c ont été broyées afin d'avoir une poudre fine qui a servi à réaliser les diverses analyses du screening phytochimique.

Les différentes étapes réalisées lors de ce travail sont résumées dans la **Figure 7**.

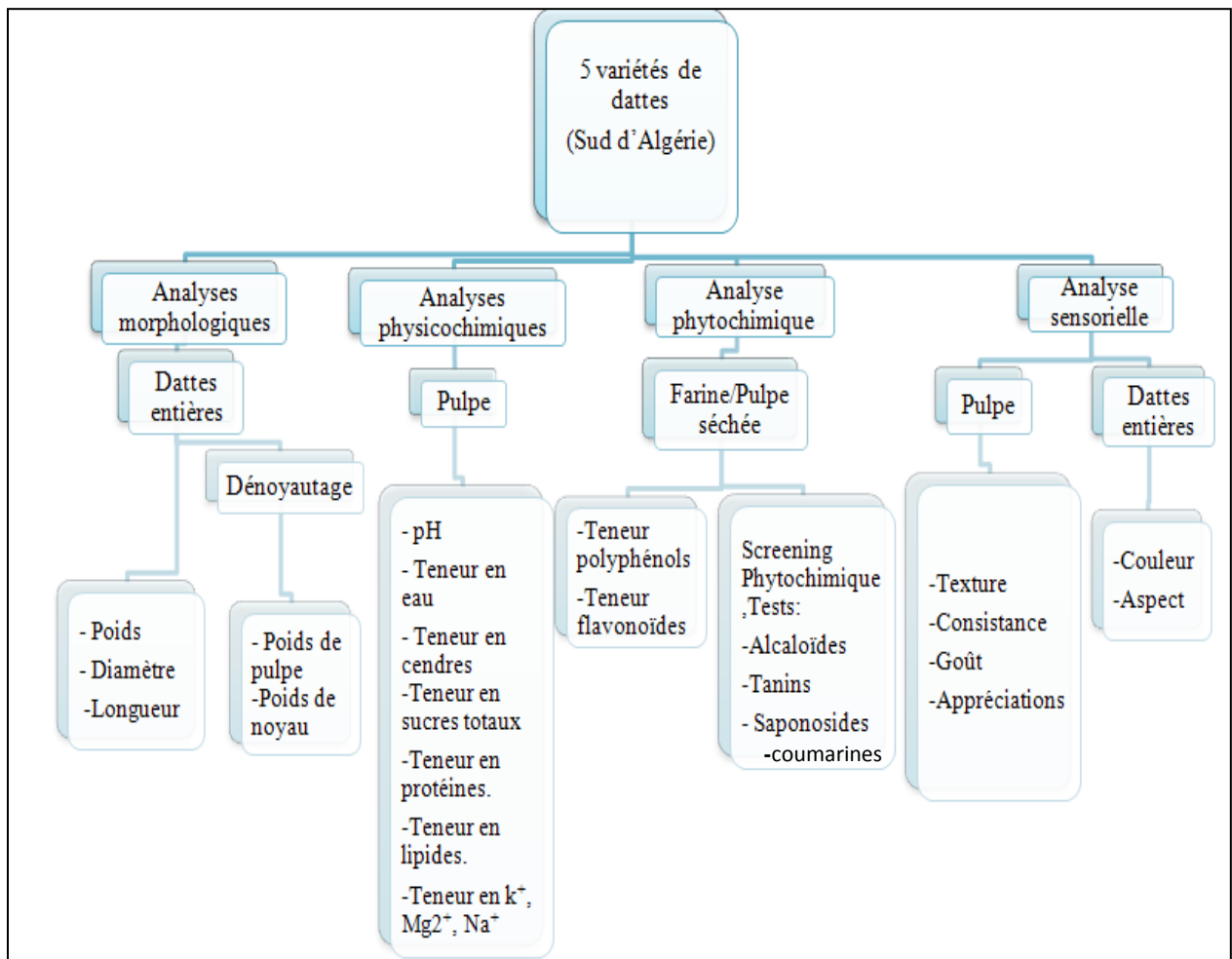


Figure 7 : Schéma du protocole expérimental

2.1. Caractéristiques morphologiques

Elle consiste en la détermination morphométrique : la longueur de la datte entière, la longueur du noyau ont été mesurées à l'aide d'un étrier, les poids de la datte entière, de la pulpe et du noyau ont été effectués à l'aide d'une balance analytique. Une vingtaine de dattes a servi à faire les différentes mesures.

2.2. Caractéristiques physicochimiques

Sur les chairs des différentes variétés de dattes de l'étude ont été réalisées les analyses physico-chimiques : le pH, la teneur en eau, le taux de cendres, dosage du potassium (K^+), magnésium (Mg^{2+}) et sodium (Na^+).

2.2.1. Détermination du pH

La mesure du pH a été effectuée à l'aide d'un pH-mètre de marque Karl Kolb (NF V 05-108, 1970).

2.2.2. Détermination de la teneur en eau

La teneur en eau est mesurée en déterminant la perte de poids de l'échantillon après son séchage dans l'étuve à $103^{\circ}C$ jusqu'à poids constant (Audigie, 1978). Elle est exprimée selon la formule suivante :

$$H\% = [M_1 - M_2 / P] \cdot 100$$

H% : Humidité.

M₁ : Masse de la capsule + matière fraîche avant étuvage (g)

M₂ : Masse de l'ensemble après étuvage (g)

P : Masse de la prise d'essai (g)

$$\text{Matière sèche \%} = (100 - H\%)$$

2.2.3. Détermination du taux de cendres

L'analyse repose sur l'incinération d'une prise d'essai jusqu'à combustion complète des matières organiques suivie d'une pesée du résidu obtenu. 10g de la pulpe de datte broyée sont calcinés à 550 °C dans un four à moufle (AFNOR V18-101, 1977).

Le taux de cendres, en fraction massique par rapport à la matière sèche exprimé en pourcentage, est donné par la formule suivante:

$$\text{Taux de cendres} = (m_2 - m_1) \times \frac{100}{m_0} \times \frac{100}{100 - w}$$

m_0 : masse en grammes de la prise d'essai ;

m_1 : masse en grammes de la capsule d'incinération ;

m_2 : masse, en grammes de la capsule et du résidu d'incinération ;

w : teneur en eau en pourcentage par masse de l'échantillon.

2.2.4. Dosage du potassium, magnésium et sodium

Les éléments minéraux ont été analysés dans les cendres préalablement dissoutes dans l'acide chlorhydrique concentré et à chaud (NF V 05-113, 1972). Les trois minéraux sont dosés après minéralisation par voie sèche par spectrométrie par absorption atomique en présence d'un tampon spectral chlorure de césium pour éviter l'ionisation du minéral. La lecture se fait à une longueur d'onde spécifique pour chaque élément

Mg^{2+} lecture $\lambda = 285 \text{ nm}$

K^+ lecture $\lambda = 769,9 \text{ nm}$.

Na^+ lecture $\lambda = 589 \text{ nm}$.

2.3. Caractéristiques biochimiques

2.3.1. Dosage des sucres totaux

Le dosage des sucres totaux a été réalisé selon la méthode de **Dubois et al. (1956)**. Le principe est basé sur la formation d'une coloration jaune-rouge avec le phénol et l'acide sulfurique dont l'intensité de la couleur est proportionnelle à la concentration des sucres.

Les sucres totaux ont été extraits par macération agitée pendant 24 h de 10g de broyat de pulpe de datte fraîche dans 100 ml d'eau distillée

2 ml d'extrait aqueux sont introduits dans des tubes à essai auxquels sont ajoutés 0,05 ml d'une solution de phénol à 80 % et 3 ml d'acide sulfurique concentré. Après une agitation

lente, les tubes sont incubés à température 100 ° c pendant 10 min puis refroidis et placés à l'obscurité pendant 30 minutes. La lecture de l'absorbance est faite à 490 nm. La concentration en sucres totaux a été déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant le glucose comme solution standard d'étalonnage

La teneur en sucres totaux est exprimée en fonction du glucose :

$$ST = [(X \cdot V \cdot D) / P] \cdot 100$$

ST : Taux de sucres totaux (%) ;

X : Quantité de sucres calculée à partir de la courbe d'étalonnage (mg/ml) (annexe 2)

D : Facteur de dilution ;

V : Volume de la solution analysée (ml) ;

P : Poids de la prise d'essai (g).

2.3.2. Dosage des sucres réducteurs par la méthode Bertrand

Cette méthode de dosage repose sur les propriétés réductrices des glucides (**Audigie et al., 1984**). Elle consiste à doser l'ensemble des glucides dits réducteurs.

Le dosage se déroule en trois étapes :

- Réduction de la liqueur de Fehling par les glucides ;
- Isolement du cuivre ;
- Dosage du cuivre par $KMnO_4$.

Le résultat est déduit d'une table établie expérimentalement par Bertrand qui relie la quantité de cuivre isolé à celle de Glucides.

2.3.3. Dosage du glucose et du fructose

La méthode d'oxydation douce utilisée pour doser le glucose libre consiste en l'oxydation de la fonction aldéhyde du glucose, en milieu basique, en ion gluconate en présence d'un excès d'ions iodates

Cette méthode permet le dosage spécifique des aldoses en présence des cétooses. La quantité du glucose présent est déduite par différence avec un témoin effectué dans les mêmes conditions (**Mesplede et Randon, 2004**).

Le dosage **du fructose libre** par la méthode DNS le fructose est dosé par colorimétrie suivant la méthode utilisant le DNS et décrite par **Fischer et Stein (1961)**. La fonction réductrice se complexe sous certaines conditions avec le réactif DNS (acide Di-Nitro-3,5 Salicylique), ce qui se traduit par une coloration orange.

L'intensité de cette coloration est proportionnelle à la teneur en fructose. La lecture de la densité optique à la longueur d'onde de 540 nm permet de déterminer, à partir de la gamme étalon et en tenant compte des dilutions la teneur en fructose des différents échantillons (exprimée en%).

2.3.4. Dosage du saccharose

La teneur en saccharose est obtenue par la formule suivante :

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

2.3.5. Dosage de l'azote total par la méthode Kjeldahl

La teneur en matières azotées totales de l'aliment est déterminée par la méthode de Kjeldahl qui permet de mesurer la quantité d'azote d'un échantillon (**AFNOR V03-607, 1977a**).

En considérant que toutes les protéines sont constituées de 16 % d'azote, on obtient la teneur en protéines en multipliant le résultat trouvée par un facteur de conversion. Ce facteur est de 5,7 dans le cadre de l'alimentation humaine (**ITCF, 2001**).

La méthode consiste à faire une première étape de minéralisation, en présence d'un acide et d'un catalyseur, pour transformer tout l'azote organique en azote minéral. L'alcalinisation du milieu permet ensuite de transformer l'ammonium en ammoniac.

Ce dernier est enfin distillé et neutralisé par un acide, dont on dose l'excès n'ayant pas réagi. La teneur en azote total de l'échantillon est donnée, en % selon la formule :

$$TA = 0,01401 \times T \times (V1 - V2) \times \frac{100}{m}$$

TA : teneur en azote

T : Normalité de la solution d'acide sulfurique utilisée pour les 2 titrages

V0 : volume en ml, de la solution d'acide sulfurique utilisée pour l'essai à blanc

V1 : volume en ml, de la solution d'acide sulfurique utilisée pour la détermination

m : la masse en g de la prise d'essai.

2.3.6. Détermination de la teneur en lipides

Les corps gras sont les substances organiques qui peuvent être extraites à partir des fruits et végétaux par des solvants organiques non polaires (NF EN ISO734-1, 2000). Le produit est attaqué à chaud par une solution d'acide chlorhydrique.

L'insoluble séparé par filtration et séché, est extrait par l'hexane ou l'éther de pétrole au moyen du Soxhlet. L'extrait est pesé après évaporation du solvant 20 g de broyat de pulpe de datte fraîche ont servi pour la détermination de la teneur en lipides.

Le taux des lipides est calculé par la formule suivante :

$$TL = [P_2 - P_1 / P_0] \times 100$$

TL : Taux de lipides (%) ;

P₀ : Poids de la prise d'essai (g) ;

P₁ : Poids du ballon vide (g) ;

P₂ : Poids du ballon + matière grasse (g)

2.3.7. Dosage de la cellulose brute

Le dosage de la cellulose brute a été effectué par la méthode **Henneberg** et **Stohmann en 1860** appelée aussi méthode **Weende** (NF V 03-040). Elle consiste à traiter successivement l'échantillon par une solution acide et alcaline à chaud (AFNOR, 1993).

- A 1g de l'échantillon placé dans un ballon, 50 ml d' H₂SO₄ sont ajoutés et le mélange est bouilli pendant 30 min. La solution obtenue est refroidie puis filtré et le résidu est rincé à l'eau distillée.
- Au résidu obtenu, 25 ml de NaOH sont ajoutés et le mélange est porté à ébullition pendant 30 min. Après refroidissement et filtration de la solution, le résidu est rincé successivement avec de l'eau distillée, du HCl, de l'eau distillée et enfin de l'acétone.
- Le résidu ainsi obtenu est séché à l'étuve à 105°C pendant 1heure, refroidi puis pesé avant d'être incinéré à 700°C au four durant 1h. Le produit obtenu est repesé. Le taux de cellulose brute en % est déterminé selon la formule :

$$\text{Taux de cellulose} = \frac{P_1 - P_2}{P_0} \times \frac{100}{100 - H}$$

P₀ : poids en g de la prise d'essai

P₁ : poids en g du creuset + résidu avant incinération

P₂ : poids en g du creuset + résidu après incinération

H : teneur en eau de l'échantillon

2.3.8. Dosage des fibres solubles

Le principe est basé sur l'hydrolyse en milieu acide et a chaud suivi d'une précipitation dans l'alcool tel que le 2-propanol à froid (Kalapathy et Proctor, 2001).les différentes étapes de dosage sont présentées sur la **Figure 8**.

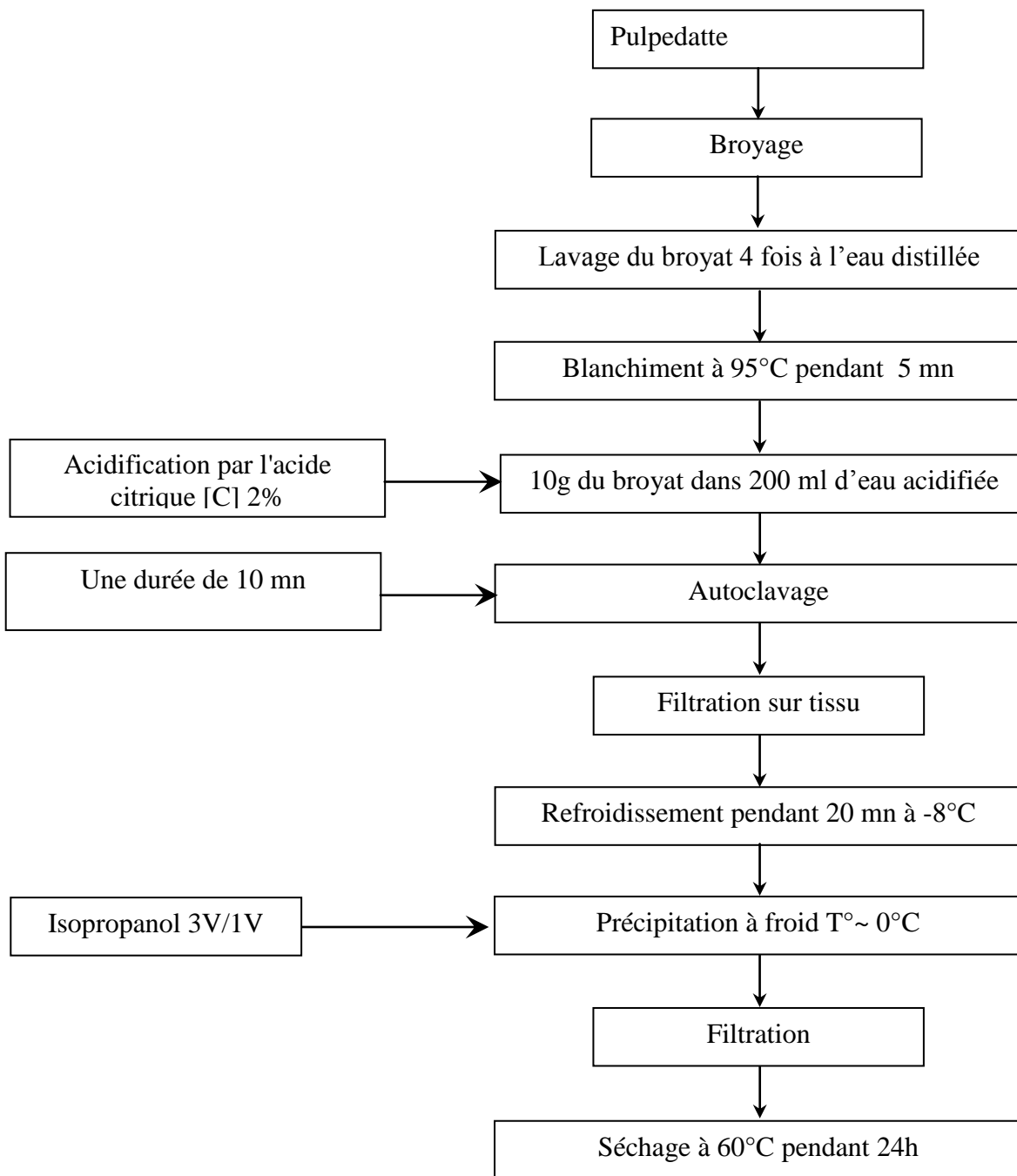


Figure 8 : Différentes étapes d'extraction de la pectine

2.4. Évaluation qualitative des dattes

Deux types d'évaluations ont été suivis pour déterminer la qualité des dattes.

2.4.1. Évaluation de la qualité physicochimique

Les paramètres physiques (poids, longueur, pH) et biochimiques (teneur en eau et sucres totaux) ont permis d'évaluer la qualité des dattes de l'étude en référence aux critères d'évaluation qualitative des dattes rapportés par **Meligi et Sourial (1982)** et **Mohammed et al. (1983)** sur les cultivars Egyptiens et Irakiens (**Tableau X**).

Tableau X : Les critères d'évaluation qualitative des dattes (**Meligi et Sourial, 1982 ; Mohammed et al., 1993**)

Longueur de fruit	Réduite < 3,5 cm	Mauvais caractère
	Moyenne 3,5-6 cm	Acceptable
	Longueur >4 cm	Bon caractère
Poids de la pulpe	Faible < 5g	Mauvais caractère
	Moyenne 5-7g	Acceptable
	Elevé > 7g	bon caractère
Poids de fruit	Faible <6g	Mauvais caractère
	Moyen 6-8g	Acceptable
	Elevé > 8g	Bon caractère
Humidité	Très faible < 10%	Mauvais caractère
	Moyenne 10-24%	Bon caractère
	Elevé 25-30%	Acceptable
	Très élevée > 30%	Mauvais caractère
pH	pH acide	Mauvais caractère
	Compris entre 5,4-5,8	Acceptable
	Supérieur > 5,8	Bon caractère
Sucres totaux	Faible < 50 %	Mauvais caractère
	Moyennes 60-70%	Acceptable
	Elevés > 70%	bon caractère

2.4.2. Propriétés organoleptiques

2.4.2.1. L'évaluation sensorielle

Le panel sensoriel est composé de dix personnes (six femmes et quatre hommes, âgés de 23 à 45ans), familiers avec les dattes. L'évaluation a lieu dans une chambre individuellement, la lumière du jour a servi d'éclairage .le produit a été donné à chaque consommateur dans un ordre aléatoire et l'un à la suite de l'autre chacun des échantillons, Les panélistes ont été invités à se rincer la bouche avec de l'eau avant chaque prise. Les dattes ont été soumises à l'appréciation conformément à une fiche (**Annexe1**) sur laquelle sont inscrites les annotations suivantes : couleur, odeur, goût, forme et texture.

La couleur est évaluée par rapport à l'appréciation visuelle de l'état de brunissement. Le goût a été caractérisé par un test de dégustation mettant ainsi en œuvre le caractère acidulé, astringent et sucré de la variété ; l'odeur par test de sensation olfactive pour caractériser la présence d'arômes La texture des dattes est appréciée par rapport à leur consistance à la mastication, à la perception mécanique pendant la mastication (plasticité, adhésivité) et à la pression des bouts des doigts.

2.4.2.2. L'évaluation hédonique

La préférence des dattes est évaluée, selon le test consommateur, par 60 individus volontaires, non formés âgés de 18 à 55ans. L'évaluation a été structurée sur une échelle numérique allant de 1 à 5 (1: inacceptable; 2: faible; 3: juste; 4: bon et 5: excellent). Le niveau de reconnaissance de la variété des dattes a été calculé par le rapport entre le nombre de sujets reconnaissant le fruit et le nombre total de questionnés. Le niveau d'exploitation est déterminé par le rapport entre le nombre de sujets qui ont consommé des fruits au moins une fois et le nombre total de sujets reconnaissant le fruit.

2.5. Analyses phytochimiques

Afin de mettre en évidence les principales classes chimiques de métabolites secondaires dans les cinq variétés de dattes, un dosage des polyphénols totaux et des flavonoïdes et un criblage phytochimique par des réactions colorées (**Ciulei, 1982**) ont été effectués sur des extraits obtenus à partir de chairs de datte.

2.5.1. Préparation des extraits

-Macération aqueuse : 10 g de poudre avec 100 ml d'eau distillée sont placés sous agitation pendant 24 h. Le résidu est extrait dans les mêmes conditions deux autres fois après filtration.

-Extraction avec des solvants : extrait méthanolique 10 g de l'échantillon additionné à 50 ml de méthanol, et placés sous agitation pendant 2 h en répétant l'extraction deux autres fois successives, après filtration sur papier le filtrat a été récupéré.

2.5.2. Détermination de la teneur des polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols totaux dans les cinq variétés de dattes a été effectué selon la méthode de Singleton et Rossi (**Boizot et Charpentier, 2006**) avec quelques légères modifications. À 0,5 ml d'extrait méthanolique de dattes sont ajoutés 1,5 ml d'une solution de Na_2CO_3 à 17% (m/v) et 0,5 ml de réactif de Folin-Ciocalteu 0,5 N. L'ensemble est incubé à l'obscurité à 37°C pendant 30 min. L'absorbance est mesurée à 730 nm et comparée à celle de l'acide gallique pris comme standard, réalisé avec différentes concentrations et traité avec la même quantité de réactif. La teneur en polyphénols totaux a été calculée en mg équivalent d'acide gallique (EAG) par 100 grammes de matière fraîche selon la formule suivante :

$$T = [(C \times V \times D) / P] \times 100$$

T : Teneur en polyphénols totaux (mg GAE /100g d'extrait) ;

C : Concentration en polyphénols en équivalent d'acide gallique (annexe N).

V : Volume de la solution analysée (ml).

D : Facteur de dilution.

P : Poids de l'échantillon (g).

2.5.3. Détermination de la teneur en flavonoïdes

La méthode colorimétrique utilisée pour l'estimation des taux de flavonoïdes dans les variétés de dattes est celle décrite par **Lamaison et Carnat (1991)**.

La coloration jaunâtre obtenue est due à la formation d'un complexe entre le chlorure d'aluminium et les atomes d'oxygène présent sur les carbones 4 et 5 des flavonoïdes (**Lagnika, 2005**).

A 1 ml de chaque extrait de dattes, 1 ml de la solution méthanolique du chlorure de ferreux à 2 % a été additionné, laisser au repos 10 mn et l'absorbance est lue à 430 nm.

La concentration en flavonoïdes est déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant la quercétine comme standard et calculée en équivalent quercétol (EQ) selon la formule suivante :

$$T = [(0,05 \times A_{\text{ext}} \times D) / C_{\text{ext}} \times A_q] \times 100$$

T : Teneur en flavonoïdes (mg /100g d'extrait) ;

D : Facteur de dilution ;

A_{ext}: Absorption de l'extrait ;

A_q: Absorption du quercétol ;

C_{ext}: Concentration de l'extrait en matériel végétal

2.5.4. Évaluation de l'activité antioxydante

Elle est réalisée selon la méthode FRAP (Ferric reducing antioxydant power assay) décrite par **Oyaizu, 1986** ; cette méthode mesure l'aptitude des antioxydants présents dans les extraits à réduire le (Fe⁺⁺⁺) du complexe ferricyanure en (Fe⁺⁺) ; cette réduction se traduit par une coloration dont l'absorbance est déterminée à 700 nm. Les résultats obtenus sont exprimés en mg équivalent de vitamine C par 100 g d'échantillon.

2.5.5. Détection des composés phytochimiques

La recherche des groupes chimiques a été réalisée par des réactions en tubes sur des extraits. Les résultats sont classés selon l'apparition en +++ : très abondant, ++ : abondant, + : faible, - : non détecté.

2.5.5.1. Les tanins

Les tanins sont mis en évidence à partir de 1 ml d'extrait méthanolique placé dans un tube en présence de quelques gouttes de FeCl₃ (1% préparé au méthanol). Après agitation de l'extrait, la couleur vire au bleu noir en présence de tanins galliques et au brun verdâtre en présence de tanins catéchiques (**Karumi et al., 2004**).

2.5.5.2. Les coumarines

Les coumarines sont révélés à partir de 5 ml d'extrait dichlorométhaniques placé dans un tube porté à ébullition jusqu'à l'obtention d'un volume de 1 ml, a ce volume est ajouté 1ml d'eau chaude. Après agitation, le volume total est divisé en deux volumes, l'un sert de témoin et l'autre est ajouté à 0.5 ml de NH₄OH (10%) puis examiné sous lampe UV. L'émission de la fluorescence indique la présence des coumarines (**Bruneton, 1999**).

2.5.5.3. Les saponosides

Mettre 1g de poudre dans 100 ml d'eau distillée, porté a ébullition au bain marie pendant 30 min tout en agitant régulièrement. Après refroidissement, le mélange est filtré et le filtrat est agité manuellement pendant 15 secondes. La persistance de la mousse indique la présence des saponosides (**Paris et Moyses, 1965**).

2.5.5.4. Les alcaloïdes

A 1 ml de l'extrait macéré est ajouté 5 gouttes du réactif de Wagner. La formation d'un précipité blanc-jaunâtre indique la présence d'alcaloïdes (**Dohou et al., 2003**).

2.6. Analyse statistique

Les résultats des analyses effectués sont exprimés en moyennes, écart-types, la variabilité entre les cultivars des dattes est déterminé par le test ANOVA, elle a été réalisée en utilisant (STATISTICA V6). Le seuil de signification retenu est $p < 0,05$. Pour vérifier la reproductibilité des résultats, toutes les expériences seront réalisées en trois essais. Pour ce qui est du questionnaire de préférence alimentaire et reconnaissance, nous avons attribué à chaque datte un numéro lui correspondant. Nous avons octroyé à une réponse affirmative un signe (+) et à une réponse négative le signe (-). Quant au degré de sensation des réponses étaient codifiées de 1 à 5. Aimer fortement une variété, il lui a été attribuée le chiffre « 5 ». Moyennement aimer le chiffre « 3 ». Concernant la l'exploitation des variétés nous avons attribué un « Y » pour les variétés connues et un « N » pour les variétés inconnues.

3. Méthodes : deuxième partie de l'étude : études biologiques

Nous présenterons ici deux études :

- dans une première étude, on s'est intéressé à l'effet de la consommation de deux variétés de dattes *Tamesrit* et *Ghars* sur l'état pondéral, la glycémie et le profil lipidique chez 52 sujets, cette étude a fait objet d'un article publié.

-Une deuxième étude porte sur l'effet de la consommation de trois variétés de dattes, *H'mira*, *Deglet noor* et *Tinissine* sur la satiété (20 individus), la tension artérielle (73 individus) et la détermination de l'index glycémique des dattes (10 individus).

Consentement et respect des sujets.

Lors de ces études cliniques, toute personne enquêtée a été informée de manière appropriée des objectifs, méthodes, bénéfices attendus et modalités de l'étude selon « les déclarations

d'Helsinki ». Pour chaque personne enquêtée, nous avons demandé son consentement libre et éclairé.

Le droit du sujet à la protection de son intégrité a été respecté : toutes les précautions ont été prises pour respecter la vie privée du sujet, l'anonymat des informations recueillies. L'entretien et les mesures se sont notamment déroulés dans un contexte le plus privé possible.

3.1. ETUDE 1 : DATTES, GLYCEMIE ET PROFIL LIPIDIQUE

Dans cette étude il a été envisagé de déterminer l'impact de l'ingestion des cinq variétés de dattes *Tamesrit*, *Ghars*, *Tinissine*, *Deglet noor* et *H'mira* sur la réponse glycémique et le profil lipidique mais l'ensemble de population concernée a refusé de participer pour deux raisons : Refus de plusieurs prises de sang à des périodes courtes et impossibilité de se présenter à la polyclinique pour les prises de sang à cause des études ou du travail.

Seules les variétés *Ghars* et *Tamesrit*(S1) ont fait l'objet de cette étude.

3.1.1. Population de l'étude

La population est composée de cinquante deux (52) sujets volontaires, sains âgés de 15 à 66 ans (ratio sexe =1); ayant accepté de consommer les dattes pendant vingt et un jours consécutifs et faire des prélèvements sanguins.

Pour minimiser les biais pendant l'étude nous avons demandé aux sujets de ne pas changer leur habitude alimentaire et activité physique jusqu'à ce que l'étude soit achevée. Sont exclus de cette étude les femmes enceintes, sujet n'ayant pas de dents et tout individu n'ayant pas pu terminer la quantité quotidienne expérimentée.

3.1.2. Méthodologie

L'étude que nous avons entreprise s'est étalée sur une période de cinq mois. Les sujets inclus ont d'abord répondu à un interrogatoire et les réponses recueillies ont été enregistrées sur un questionnaire (**Annexe1**) établi par nous même concernant les paramètres anthropométriques (poids, taille), âge et paramètres cliniques.

Les facteurs de risque cardiovasculaire pour évaluer l'état sanitaire des sujets ont été recherché(**Tableau11**).

L'efficacité de l'ingestion des dattes a été évaluée sur les mesures biologiques (faites après trois semaines de prise de dattes) et sur la composition biochimique et phytochimique des dattes. Les différentes étapes méthodologiques sont décrites en **Figure 9**.

Tableau XI : Facteurs de risque cardiovasculaire

Facteurs de risque	Nombre	Prévalence
Age/sexe - Hommes ≥ 45 ans - Femmes ≥ 55 ans et femmes ménopausées		
Antécédents familiaux - Impact myocarde ou mort subite avant 55 ans chez le père ou chez un parent du 1 ^{er} degré de sexe masculin. - Impact myocarde ou mort subite avant 65 ans chez la mère ou chez un parent du 1 ^{er} degré de sexe féminin.		
Dyslipidémie - Hypercholestérolémie (cholestérol total $> 2,6$ g/l) - LDL $> 1,55$ g/l - HDL $< 0,32$ g/l - Triglycérides sanguins $> 1,50$		
Diabète Hyperglycémie		
Tabagisme		
Hypertension		

Le bilan lipidique et la glycémie ont été déterminés par des prises de sang faites au niveau de la polyclinique «*Benyahya Bakhta*» et le traitement des tubes dans le laboratoire d'analyses de l'hôpital «*Youcef Damardji*» de Tiaret le plutôt possible après les prélèvements.

Les sujets ont été répartis en deux groupes, chacun recevant l'équivalent de 7 dattes de l'une ou de l'autre de cultivars par personne et par jour.

Groupe T : constitué de 26 personnes, tout sexe confondu, ingérant la variété *Tamesrit* à raison d'une quantité moyenne de 71 g de dattes dénoyautées par jour et par personne.

Groupe G: constitué de 26 personnes, tout sexe confondu, ingérant la variété *Ghars* à raison d'une quantité moyenne de 69 g de dattes dénoyautées par jour et par personne.

Cette quantité est prise à jeun entre 6 heures 30 et 7 heures 30 (selon le sujet) lentement datte après datte sans interruption pour faciliter leur digestion.

Cet apport en dattes représente une supplémentation du régime habituel. Les participants ont dû se rendre deux fois au centre d'étude pour des bilans réguliers (un à l'inclusion et un

deuxième à la fin de l'étude pour évaluer les différents paramètres biologiques.)

3.1.2.1. Mesures anthropométriques

Des mesures anthropométriques ont été effectuées le matin sur l'ensemble de la population (légèrement habillés et à jeun): le poids (mesuré à l'aide d'un pèse personnes agréé médicalement à 100 g près), la taille mesurée à l'aide d'une toise (à 0,5 cm près).

IMC (indice de Quételet) est calculé par la formule : $IQ (kg/m^2) = \text{poids}/\text{taille}^2$.

3.1.2.2. Mesure de la glycémie

La glycémie a été mesurée sur des échantillons de sang capillaire avec glucomètres Lifescan One Touch II ® qui a été testé pour l'exactitude et la précision contre un analyseur Beckman Synchron CX7 du laboratoire qui utilise la méthode de la glucose oxydase. (Annexe2).

3.1.2.3. Evaluation du profil lipidique

Les dosages de la cholestérolémie totale (CT), HDL-cholestérol, LDL cholestérol et la triglycéridémie (TG) ont été réalisés par des méthodes enzymatiques colorimétriques selon des kits commercialisés par Bio Systems. Les valeurs de référence adoptées sont celles indiquées par les distributeurs de ces kits. (Annexe 2).

3.1.3. Analyse statistique

Les valeurs moyennes des données obtenues de plusieurs observations selon les tests étaient calculées et représentées avec les écart-types au moyen du logiciel Excel de Windows. Ces données ont été analysées statistiquement au moyen du logiciel SPSS version 10.1.

Les probabilités de risque ont été évaluées au seuil à 0,05 et les résultats ont été considérés comme significatifs pour $p < 0,05$

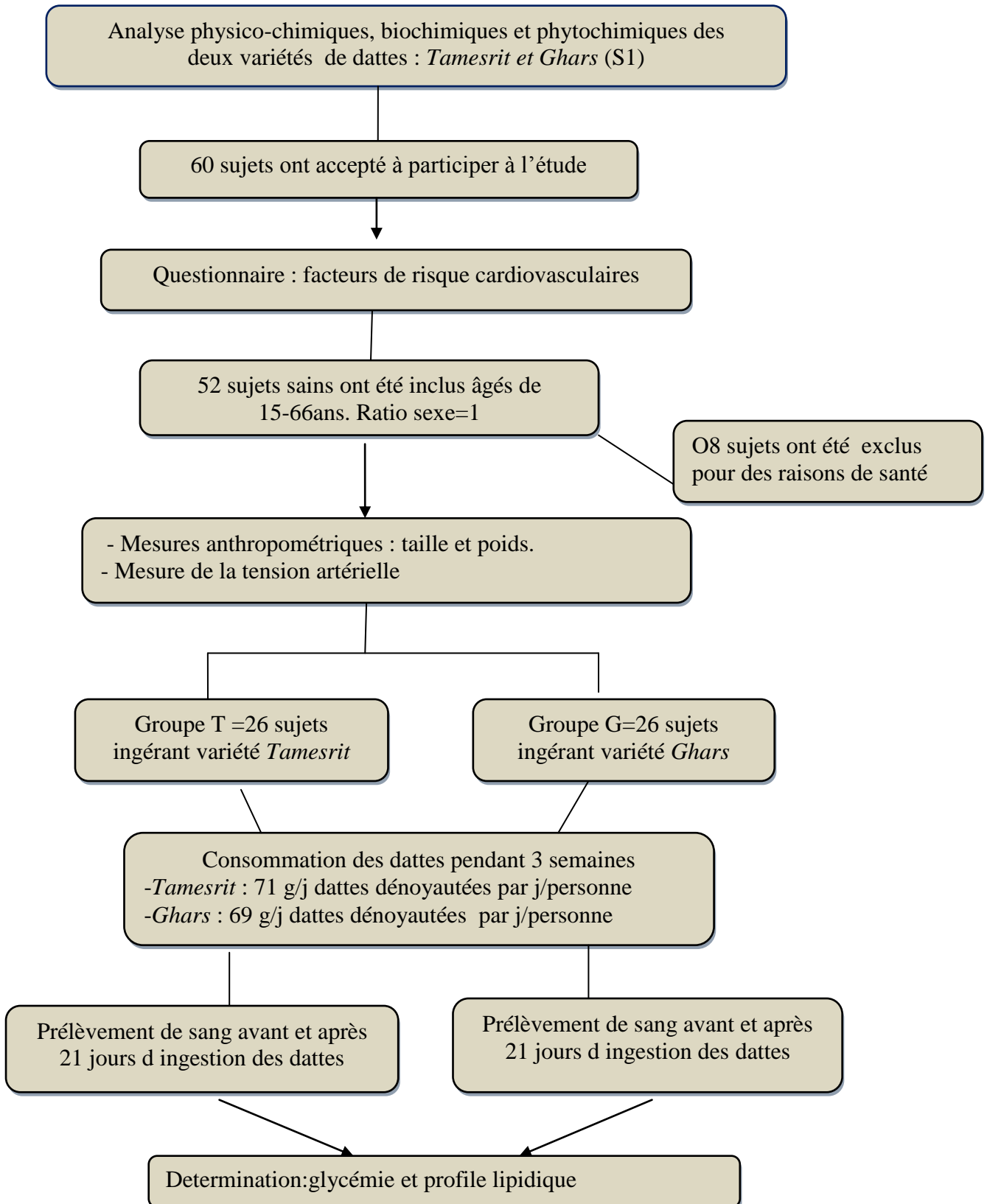


Figure 9 : Etapes méthodologiques de l'étude 1.

3.2. ETUDE 2 : DATTES, INDEX GLYCEMIQUE, SATIETE ET TENSION ARTERIELLE

Les objectifs de cette étude sont la mesure des index glycémiques postprandiaux, de la satiété et de la pression artérielle chez des sujets hypertendus et normotendus à travers trois variétés de dattes *H'mira*, *Tinissine* et *Deglet noor*(S2).

3.2.1. Détermination de l'index glycémique des trois variétés de dattes

3.2.1.1. Sujets

Nous avons choisi d'inclure 10 individus volontaires (7 de sexe féminin) âgés de 19 à 38 ans, IMC =21,6 kg/m², sains, non fumeurs, non soumis à aucun traitement médicamenteux et ne présentant aucune maladie perturbant le métabolisme glucidique.

Seuls les sujets considérés avoir un métabolisme glucidique normal sur la base d'une hyperglycémie provoquée par voie orale (HGPO) réalisée lors de la visite de pré-inclusion et avec une glycémie à jeun <1,10g/l (6,1mmol/l) (**Drouin et al., 1999**) ont été retenus pour l'analyse du suivi de la glycémie post-prandiale.

Il a été demandé aux sujets de ne pas pratiquer d'activités physiques inhabituelles. Pour les sujets féminins, aucune femme n'avait un résultat positif pour le test de grossesse.

3.2.1.2. Protocole expérimental

Cette étude s'est appuyée sur les recommandations de la FAO et la norme **ISO 26642, 2010**.

La randomisation a été établie selon les suggestions de **Brouns et al. (2005)** soit 7 séances individuelles espacées de 48h dont 3 réservées au glucose et 3 aux aliments test (**Figure 10**).

Les participants se sont abstenus de manger ou de boire à l'exception de l'eau pendant les mesures biologiques.

Les indices glycémiques ont été déterminés comme rapports des aires supplémentaires sous les courbes de réponse pour les dattes comparativement au glucose. L'index glycémique (IG) est calculé comme suit :

$$GI = (IAUC \text{ test Food} / IAUC \text{ standard reference Food}) \times 100$$

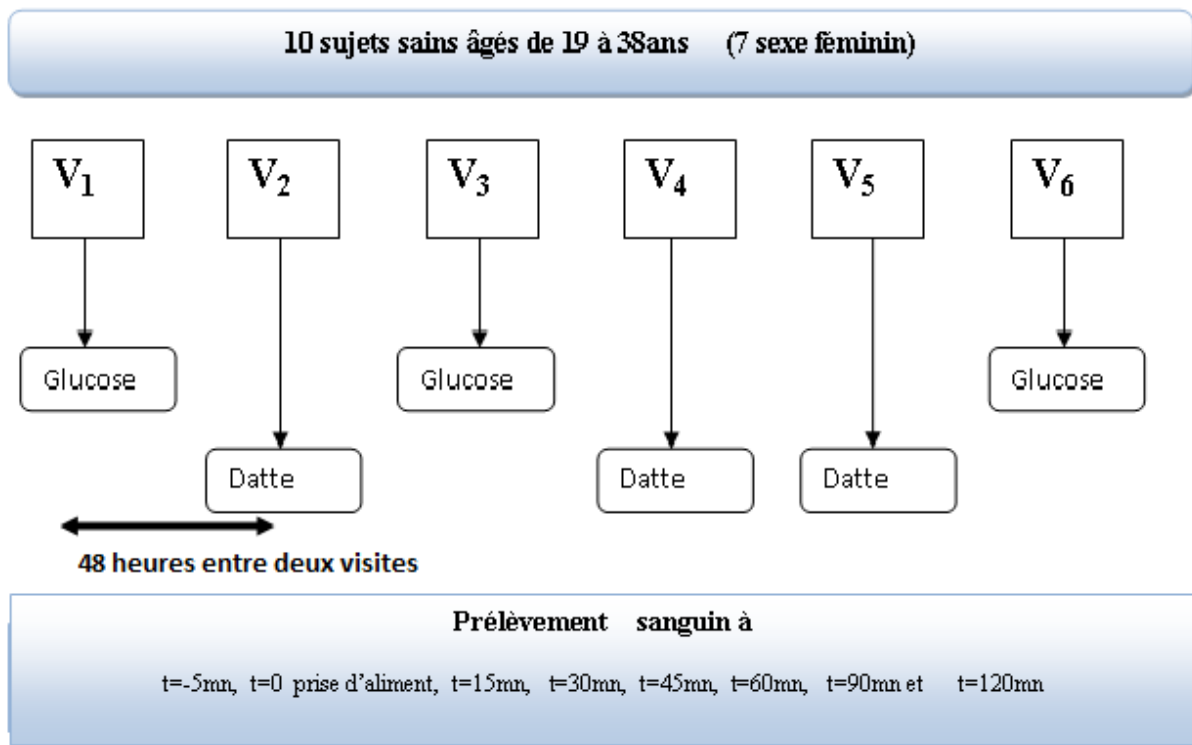


Figure 10 :Protocole expérimental suivi pour la détermination de l’index glycémique

3.2.2. Evaluation de la satiété

3.2.2.1. Sujets

L'étude a suivi un plan randomisé. 20 étudiants à l'université de Tiaret volontaires (de sexe masculin) âgés de 19 à 26 ans, IMC =20 kg/m², sains, non fumeurs d'habitude, pas de médicaments et pas des activités physiques intenses pendant l'expérimentation ont participé.

3.2.2.2. Déroulement de l'étude

Trois variétés *H'mira*, *Deglet noor* et *Tinissine* et 100g pain blanc acheté à la boulangerie avec une petite tasse de café (petit déjeuner habituellement pris par les algériens) ont été utilisés pour l'étude. Pour comparer les effets des quatre aliments, chaque sujet (après 12 heures de jeune) a été vu à quatre reprises (chaque visite correspond à la consommation d'un aliment testé) avec au moins trois jours entre deux visites.

Les sensations subjectives reliées à l'appétit (désir de manger, faim, satiété et propension à la consommation de nourriture) suite à l'ingestion des aliments testés ont été faites par autoévaluation selon la méthode VAS (Visual Analog Scale)(Blundell et al., 2009).

Les VAS ont été mesurées après douze heures de jeûne, après de prise de l'aliment, 30, 60, 90 et 120 minutes après la consommation.

Les sujets ont été tenus à consommer sept dattes de chaque variété et 100 g de pain dans un ordre de succession randomisé. Quatre questions ont été composées après consommation de chaque aliment (Blundell et al., 2009): .

-Quelle est la force de votre désir de manger? (Très faible-très fort).

-Comment sentez-vous la faim? (Pas du tout-faim -comme je ne l'ai jamais ressenti).

-Comment vous sentez-vous, plein? (Pas du tout, très plein)

-Quelle quantité de nourriture pensez-vous que vous pourriez manger? (Rien, une grande quantité à manger)

Les participants sont invités à signaler leur état de faim sur une échelle visuelle analogique de 10cm en plaçant une ligne verticale sur la sensation éprouvée. (Figure 11).

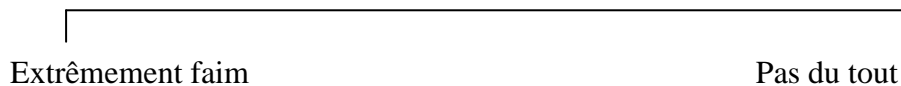


Figure 11 : Echelle analogique visuelle utilisée pour les essais de satiété=

The visual analog scale used in satiety index testing.cas : faim

3.2.3. Mesure de la pression artérielle

3.2.3.1. Population de l'étude

L'étude a porté sur 73 volontaires non diabétiques (glycémie a jeun<1,2g/l).il a été écarté de l'étude toute personne suivant un traitement susceptible de modifier la réponse métabolique, sujets ne possédant pas de dents ou qui ont des caries dentaires.

Pour tout individu inclus a été noté sur un questionnaire les données anthropométriques (poids, taille.), activité physique, tabagisme, âge, fréquence de la consommation des dattes.

45 sujets (28 de sexe féminin) avaient une HTA légère avec PAS de 140 à 159 mm de Hg ou PAD de 89 à 99 mm de Hg selon OMS (Chamontin, 2001), âge moyen 50 ans, IMC moyen pour un ensemble de la population est $24,43 \pm 3,63 \text{ Kg/m}^2$ ($24,77 \pm 4,19 \text{ Kg/m}^2$ chez les femmes et $24,06 \pm 3,11 \text{ Kg/m}^2$ chez les hommes), 30% des sujets de la population sont sédentaires, 70% pratiquent une activité physique modérée et 9% individus sont fumeurs (sexe masculin).

28 sujets (18 femmes) sont normotendus avec une PA < 130/85 mm Hg (OMS, 1999), âge moyen 48 ans, IMC moyen $22,1 \pm 2,31 \text{ Kg/m}^2$, 17% sédentaires, 83% pratiquent une activité physique modérée, 14% individus fumeurs.

Pour tous les participants, la consommation des dattes est plus répandue pendant le mois de Ramadhan et, ce qui nous a permis de conclure que toute modification biochimique sur les paramètres biologiques de la population est issue de notre régime.

3.2.3.2. Déroulement de l'étude

Les sujets ont consommé 62 g /jour de *H'mira*, ou 65 g /jour de *Deglet noor* ou 63,5g de *Tinissine* (correspondant à 7 dattes) pendant 15 jours pour chacune des variétés dans un ordre de succession randomisé, (la consommation des dattes a été faite de manière aléatoire et l'un à la suite de l'autre chacun des échantillons); entre les ingestions de chaque variété de dattes est intercalée une période de drainage de 15 jours.

Les mesures de tensions ont été prises avant et après consommation des dattes pour l'ensemble de la population.

Les dattes dénoyautées ont été prises par chaque individu avant le petit déjeuner, lentement datte après datte, sans interruption. Toute personne n'ayant pas terminé les 15 lots pendant les 15 jours est écartée de l'étude.

A cet effet un questionnaire quotidien a été tenu après le petit déjeuner sur l'ingestion des dattes dédié au suivi et au contrôle des sujets (ingérant la variété de dattes *H'mira*, *Tinissine* et *Deglet noor*).

3.2.4. Analyse statistique

Toutes les analyses ont été faites en triple pour chaque échantillon et les valeurs représentées sur les tableaux, sont les moyennes \pm écarts-types des résultats obtenus. Les différences sont testées par l'analyse de la variance (ANOVA). Elles sont considérées significatives à $P < 0,05$.

L'aire sous la courbe de la glycémie a été calculée de manière géométrique (**FAO/WHO, 1998**) La ligne correspondant à la glycémie à jeun a été choisie comme ligne de base. Les résultats ont été comparés en utilisant les tests t appariés. Les différences sont dites significatives lorsque $p < 0,05$

Pour comparer l'effet des dattes sur la pression artérielle, nous avons eu recours au test T de Student avec les seuils de 95 % et 99,9 % à l'aide de **STATISTICA** (Version 6.1).

Résultats et Discussion

1. Caractérisation et profil sensoriel des cinq variétés de dattes

1.1. Caractérisation morphologique

Sur le **Tableau XII** sont résumées les caractéristiques morphologiques des différentes dattes de l'étude ; les résultats inter-variétales montrent une différence significative ($p < 0,05$) à très significative ($p < 0,001$) entre les valeurs obtenues pour la longueur, le poids des différentes parties étudiées : datte entière, pulpe entière et noyau. D'autres études ont noté des différences significatives quant aux caractères morphologiques entre cultivars (**Nour et al., 1986 ; Ismail et al., 1986**).

Tableau XII : Les caractéristiques morphologiques des différentes dattes de l'étude.

Variétés Paramètres physiques	Saison	<i>Ghars</i>	<i>Tamesrit</i>	<i>H'mira</i>	<i>Deglet noor</i>	<i>Tinissine</i>	P
Longueur cm Fruit entier	S1	4,1± 1,2 ^a	5,1± 0,05 ^b	3,70±0,10 ^a	4,7± 0,45 ^b	3,6± 0,65 ^a	P<0,04
	S2	3,8*±0,06	4,86±0,07	4,4*±1,32	4,60±0,10	4,1*±0,10	
	Moy. S1+S2	3,95	4,98	4,05	4,60	3,85	
Poids (g) Fruit entier	S1	6,73± 0,23 ^{ac}	12,56±0,02 ^b	6,32± 1,06 ^a	7,27± 0,32 ^c	6,24± 0,31 ^a	P<0,001
	S2	6,61±0,04	14,66±0,01*	6,23±0,4*	9± 0,04*	6,58± 0,19*	
	Moy. S1+S2	6,61	13,61	6,28	7,63	6,41	
Poids (g) pulpe	S1	5,84± 0,19 ^a	11,46± 0,23 ^b	5,73± 0,32 ^a	6,63± 0,01 ^c	5,13± 0,38 ^d	P<0,001
	S2	5,56±0,05*	13,21±0,01**	5,58*±0,04	8,12 ±0,10**	5,80± 0,24	
	Moy. S1+S2	5,70	12,33	5,60	7,37	5,46	
Poids (g) noyau	S1	0,49±0,021 ^a	1,1±0,06 ^b	0,62± 0,06 ^c	0,67± 0,04 ^d	1,11± 0,03 ^b	P<0,01
	S2	0,65± 0,02*	1,45±0,01*	0,65± 0,01	0,97±0,06*	0,78±0,01**	
	Moy. S1+S2	0,57	1,23	0,63	0,82	0,94	

Les valeurs dans la même ligne avec des lettres différentes en indice représentent des différences significatives ($p < 0,05$).

*indique un changement, entre saison pour une même variété, statistiquement significatif et ** très significatif dans la même colonne

1.1.1. Longueur du fruit

La longueur moyenne du fruit varie de 3,85 à 5 cm. Les cultivars *Tamesrit* et *Deglet noor* sont les dattes les plus longues, respectivement, avec des valeurs moyennes de 4,98 et de 4,60 cm; la variété *Tinissine* présente la plus petite longueur soit 3,85cm. Ces valeurs d'une part sont proches de celles trouvées pour les mêmes variétés algériennes provenant d'autres régions (**Acourene et al., 2013**); d'autre part comparées à celle trouvées pour des variétés tunisiennes, qui varient de 3,80 à 2,75cm, s'avèrent plus élevées (**El Arem et al., 2011**).

Néanmoins la valeur moyenne la plus élevée (4,98cm) obtenue est légèrement inférieure à celle rapportée par **Acourene et al. (2001)** pour une autre variété algérienne *Sebaa Bydraa* (5,20 cm). **Munier (1973)**, rapporte que la fertilisation et l'irrigation convenable des palmiers donnent des dattes avec des longueurs, des diamètres et des poids meilleurs que ceux mal entretenus.

1.1.2. Poids de la datte entière, du noyau et de la pulpe

Le poids des dattes constitue un critère de qualité qui permet de différencier entre les variétés. Sur le **Tableau XII** sont présentés le poids des dattes étudiées et de leurs différents constituants: pulpe et noyau.

1.1.2.1. Poids du fruit

Le poids moyen varie de 13,61g à 6,28g. La variété *Tamesrit* présente le poids le plus élevé significativement ($p < 0,05$) par rapport aux autres variétés étudiées, suivi de *Deglet noor*.

Les cultivars *H'mira* et *Tinissine* ont les poids les plus bas quelque soit la compagne (S1 ou S2) (**Tableau XII**). Nos résultats ne concordent pas avec ceux rapportés par **Acourene et al. (2013)**, pour les variétés *Tamesrit* et *H'mira* (respectivement 10,59 et 11 g); cette différence pourrait être expliquée par les conditions climatiques, de culture et la localité. En comparaison avec d'autres études, on constate que les poids des dattes diffèrent d'une variété à l'autre et d'une région à l'autre.

Les poids de 54 variétés de dattes algériennes étudiées par **Acourene et al. (2013)** sont compris entre 19,41g et 3,88g pour *Baydh-Ghoul* et *Ech El Oued* respectivement; les

variétés de dattes soudanaises varient de 12,78 – 6,57g respectivement pour *Black Gau* et *Red Gau* (Abdel Moneim et al., 2012).

1.1.2.2. Poids du noyau

Les poids moyens du noyau le plus faible et le plus élevé sont de 0,57g pour *Ghars* et de 1,23g pour *Tamesrit*.

Pendant pour des variétés tunisiennes, il a été rapporté que les poids du noyau le plus élevé et le plus faible, sont respectivement 1,89 g pour la variété *Beidh hmam* et 1,36 g pour *Khalt Ahmar* (El Arem et al., 2011). Ces résultats s'avèrent supérieurs aux nôtres. Cette différence entre poids et longueur de la datte entière et noyaux a permis à certains auteurs l'évaluation de la qualité des dattes irakiennes et égyptiennes (Meligi et Sourial, 1982).

1.1.2.3. Rendement en pulpe

La **Figure 12** montre que la pulpe représente 81 à 91 % selon les variétés étudiées, *Deglet noor* et *Tamesrit* sont les plus charnues, avec un rendement de 91% chacune, ces dernières sont les fruits les plus rentables par rapport aux autres variétés.

Nos résultats sont en accord avec ceux trouvés par **El Arem et al. (2012)** pour la variété *Deglet noor* tunisienne qui présente le rendement le plus élevé au stade tamar. *Ghars*, *H'mira* et *Tinissine* ont un rapport pulpe sur poids de la datte moyen de 89% malgré leur petit poids.

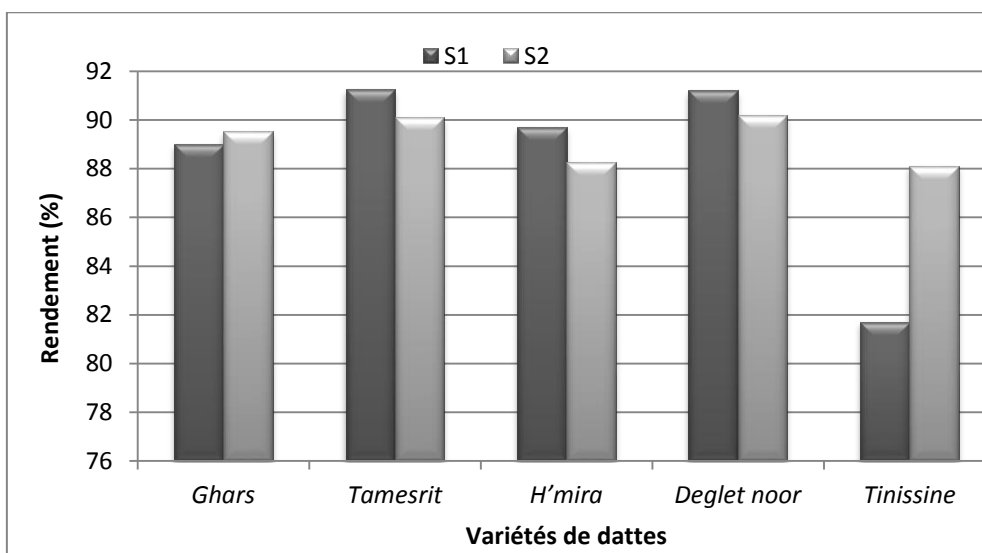


Figure 12 : Rendement en pulpe des variétés de dattes étudiées sur les deux saisons.

1.2. Caractérisation physicochimique

Sur le **Tableau XIII** sont consignées les valeurs du pH, teneur en eau, taux de cendres et éléments minéraux (K^+ , Mg^{2+} et Na^+).

Tableau XIII : Caractérisation physicochimique des cinq variétés de l'étude.

		<i>Ghars</i>	<i>Tamesrit</i>	<i>H'mira</i>	<i>Deglet noor</i>	<i>Tinissine</i>	P value
pH	S1	6,40±0,03 ^a	6,00±0,1 ^a	5,46±0,09 ^b	5,42 ± 0,46 ^b	5,9±0,12 ^a	P<0,05
	S2	5,4±0,07 ^{**}	6,13±0,03	5,56±0,04 ^{**}	6,74±0,1 ^{**}	6,3±0,05	
	Moy.S1+S2	5,90	6,06	5,51	6,08	6,10	
Humidité (%)	S1	26,35±2,1 ^a	21,50±0,98 ^b	14,48±0,8 ^c	20,83±0,39 ^b	18,69±1,1 ^b	
	S2	22,89±0,05 [*]	24,43±0,12	21,6±0,02 ^{**}	24±0,09 [*]	22,6±0,02 ^{**}	
	Moy.S1+S2	24,62	22,96	18,04	22,46	20,64	
Cendres (%)	S1	1,7±0,01 ^a	2,00±0,01 ^a	2,87±0,04 ^b	1,59±0,67 ^a	2,1±0,1 ^a	
	S2	2,31±0,01	1,74±0,02	1,97±0,01 ^{**}	1,7±0,01	2±0,09	
	Moy.S1+S2	2,00	1,87	2,42	1,64	2,05	
K⁺ (mg/100g)		668,7±5,2 ^a	789,6± 7,1 ^b	824±9 ^{bc}	665±8,4 ^a	916,5±5,8 ^{cd}	P<0,05
Mg²⁺ (mg/100g)		39,9±0,98 ^a	66±1,8 ^b	45,2±2 ^a	36,1±0,88 ^a	65,9±0,82 ^b	
Na⁺ (mg/100g)		3,3±0,02	Non détecté	Non détecté	2,9±0,01	Non détecté	

Les valeurs dans la même ligne avec des lettres différentes en indice représentent des différences significatives (p<0,05).

*indique un changement, entre saison pour une même variété, statistiquement significatif et ** très significatif dans la même colonne

1.2.1. pH

Les valeurs des pH obtenues pour les différentes variétés s'étalent sur un intervalle de 6,74 ± 0,05 pour *Deglet noor* à 5,4 ± 0,03 pour *Ghars* entre les deux campagnes (**Tableau XIII**), les valeurs moyennes varient de 6,1 à 5,5, ces résultats sont inférieurs à ceux obtenus pour d'autres variétés algériennes qui s'étalent de 7,15 à 5,62 (**Acourene et al. ,2013**). Selon **Barreveld(1993)**, les valeurs de pH les plus courantes pour les dattes commercialisées vont de 5,3 à 6,3, selon le même auteur le pH peut varier au cours du stockage, résultat d'une certaine détérioration.

Cependant, différents auteurs ont trouvé des valeurs de pH plus élevés (environ 7) dans certaines variétés de dattes de haute qualité (**El Arem et al., 2011; Rastegar et al., 2012**). Nos valeurs sont nettement inférieures (**Tableau XIII**) à celles trouvées par **Acourene et al. (2013)** et ce pour *Tamesrit* (6,57), *Tinissine* (6,15) et *H'mira*(6,90).

Par ailleurs, nos valeurs se situent dans la gamme de pH qui oscillent entre 5 et 6,8 obtenue par **El Arem et al. (2011)**, **Ben Ismail et al. (2013)**, **Reynes et al. (1994)**, pour des variétés tunisiennes, **Khalil et al. (2002)** pour les variétés égyptiennes, **Tafti et Fooladi (2006)**, pour des variétés iraniennes. Il semble que le pH est plus lié à la variété de dattes.

1.2.2. Teneur en eau

La teneur en eau est un paramètre fondamental pour la détermination et la conduite rationnelle des opérations de récolte, de stockage ou de conservation (**Meligi et Sourial, 1982**). Les teneurs élevées en eau rendent les variétés qui ont un caractère mou susceptibles à la colonisation microbienne, dont celle de la flore fongique.

La teneur en eau des différentes variétés étudiées varie de $14,48 \pm 0,8$ à $26,35 \pm 2,1\%$ entre les saisons. La variété *Ghars* présente le taux moyen le plus élevé (24,62 %) et la variété *Hmira* a le taux moyen le plus faible (18%). Ces teneurs sont nettement inférieures à celle de la variété *Aziza* qui possède une teneur en eau de 45% (**Acourene et al., 2001**), c'est l'une des plus hydratée parmi les variétés algériennes.

Chaira et al. (2007) ont trouvé pour la variété tunisienne, *Deglet noor*, 26,68% ; ce résultat est supérieur à la variété de l'étude *Deglet noor*, 22,46 %. Les travaux d'**Ahmed et al. (1995)** ont montré que le taux d'humidité varie entre 9,20% à 32,10%. Cette différence peut s'expliquer par l'humidité du milieu de stockage et la situation géographique (**Booij et al., 1992**), ainsi que l'irrigation de chaque palmier (**Acourene et al., 2001**).

1.2.3. Taux de cendres

Les dattes ayant fait l'objet de ce travail présentent une teneur en cendres qui varie entre 2,87% dans la pulpe de *H'mira* à 1,59 dans la pulpe de *Deglet noor*.

Ces différences entre cultivars ont été constatées au cours d'une étude effectuée par **Acourene et al. (2001)** sur des variétés des dattes algériennes de la région du Zibans et dont les taux varient entre 3,7% pour *Bent-Merague* et 1,1% pour *Laoun-bouarrous*.

Les valeurs moyennes (**Tableau XIII**) sont inférieures à celles rapportées par **Hasnaoui et al. (2010)** pour des variétés marocaines allant de $3,46 \pm 0,01\%$ dans la pulpe de *Tadmamt* à $2,15 \pm 0,05\%$ dans la pulpe de *Taâbdount* et par **Abdel moneim et al. (2012)** pour des variétés soudanaises qui se situent entre 2,53% dans la pulpe de *Gondeila* à 3,20% dans la pulpe de *black Gau*, par contre supérieures à celles trouvées par **Al-Farsi et al. (2005)** pour les variétés

Omanaises qui varient de $1,49 \pm 0,04\%$ dans la pulpe de *Fard* à $1,79 \pm 0,02\%$ dans la pulpe de *Khalas*.

1.2.4. Eléments minéraux

La composition minérale de la pulpe de datte (**Tableau XIII**) montre pour toutes les variétés, le potassium est l'élément prédominant suivi par l'élément magnésium ; les mêmes constatations ont été faites par plusieurs auteurs pour d'autres variétés (**Hasnaoui et al., 2010 ; Elleuch et al., 2008 ; Al-Farsi et al., 2005**). Contrairement au sodium qui se trouve à des concentrations très faibles.

Par ailleurs, pour d'autres variétés d'origine algérienne, des résultats inverses aux nôtres ont été trouvés avec des teneurs en Na^+ trop élevées (30 mg /100g) et des teneurs en Mg^{2+} très faibles (1,2 mg/100g) (**Amellal-Chibane et al., 2014**).

La teneur et composition en minéraux dépendent de l'état de fertilité des sols et des amendements apportés.

1.3. Caractérisation biochimique des dattes

Les résultats de l'analyse biochimique des dattes sont indiqués sur le **Tableau XIV**.

1.3.1. Les sucres totaux

Les résultats obtenus pour les sucres totaux des cinq variétés de dattes étudiées montrent que les sucres constituent la majeure partie de la pulpe (**Tableau XIV**). Ceci leur confère une grande valeur énergétique. *Deglet noor* renferment une teneur en sucres totaux la plus élevée >70% et *Tinissine* contient le taux le plus faible en sucre : inférieur à 60%. Les mêmes observations sur la variabilité ont été faites sur d'autres variétés de dattes :

- En Algérie, les cultivars *Laoun-Bouarrous*, *Oudane*, *Hamrayet-Elgharb*, *Dguel-Maaroufi* et *Dguel-Daim* présentent des teneurs en sucres totaux très élevées, supérieures à 80 % tandis que *Mahdia* et *Noyet-Deglet-nour* ont des teneurs plus faibles : inférieures à 60 % (**Acourene et al., 2001**).

- Au niveau international, pour des variétés marocaines le taux varie de 83% (*Taabbount*) à 61% (*Admam*) (**Hasnaoui et al., 2012**). **El Arem et al. (2011)** rapportent pour des variétés tunisiennes un taux allant de 52,67 pour *Alig* à 61,47% pour *Deglet noor*. Une autre étude menée par **Ben Ismail et al. (2013)** sur d'autres cultivars tunisiens ont trouvé un taux qui

varie de 44 à 62,7% respectivement pour *Zehdi et Mnekher*. **Al-Shahib et Marshall (2003)** ont montré pour les variétés *Naghal* et *Hilali Ahmr* un taux qui varie de 44 à 88%.

Tableau XIV : Composition biochimique (%) des cinq variétés de l'étude.

composés	saison	<i>Ghars</i>	<i>Tamesrit</i>	<i>H'mira</i>	<i>Deglet noor</i>	<i>Tinissine</i>	Anova
Sucres totaux	S1	57,21±0,21 ^a	58,6 ±0,81 ^a	67,04±0,73 ^b	75,21±0,69 ^c	54,30±0,19 ^d	P<0.01
	S2	60,7±0,57*	60,9±0,96	64±0,1	71,7±0,24*	58,6±0,02*	
	Moy. S1+S2	58,95	59,75	65,52	73,45	56,45	
Sucres réducteurs	S1	55,00±0,1 ^a	58,6±0,14 ^{ab}	63,23±0,39 ^b	46,2±0,21 ^c	53,4±0,09 ^a	P<0.01
	S2	59± 0,04*	60,9±0,12	58,9±0,1*	43,2±0,17*	56,13±1	
	Moy. S1+S2	57,00	59,25	61,11	44,60	54,4	
Glucose	S1	28,5±0,1 ^a	30,3±0,09 ^{ab}	33±0,07 ^b	23±0,12 ^b	28,7±0,08 ^a	P<0.01
	S2	30±0,01	30,4±0,2	31,2±0,11	22±0,09	30,1±0,1	
	Moy. S1+S2	29,25	30,3	32,1	22,5	29,9	
Fructose	S1	26,5±0,08	28,1±0,06	33±0,3	23±0,07	24,7±0,18	P<0.01
	S2	29±0,08*	30,4±0,1	31±0,04	21,2±0,05	26±0,1	
	Moy. S1+S2	27,75	29,7	32	22,6	25,35	
Saccharose	S1	2,20 ± 0,03 ^a	0	1,01±0,04 ^b	29±0,21 ^c	0,5± 0,03 ^d	P<0.001
	S2	1,83±0,17	0	0,9±0,09	28,1±0,1	1,8±0,05**	
	Moy. S1+S2	2,00	0	0,98	28,25	0,92	
Fibres solubles	S1	2,00 ± 0,01 ^a	6,22±0,01 ^b	5,9±0,08 ^b	4,2±0,05 ^c	6,3±0,09 ^b	P<0.001
	S2	3,6±0,06	8,8±0,12*	7,6±0,17*	5,5±0,04	6±0,01	
	Moy.S1+S2	2,80	7,50	6,70	4,80	6,10	
Fibres insolubles	S1	3,55 ± 0,45 ^a	8,80±0,01 ^b	4,9±0,07 ^c	6,8±0,3 ^d	5,5±0,21 ^{cd}	P<0.001
	S2	4,31±0,04	9,1±0,01	6,2±0,05*	7,7±0,12	6,5±0,9	
	Moy.S1+S2	3,98	9,00	5,50	5,25	6,00	
Protéines	S1	2,59 ^a ± 0,05	1,88±0,12 ^b	2,2±0,09 ^a	2±0,74 ^{ab}	1,65±0,23 ^c	P<0.05
	S2	2,49±0,08	2,12±0,16	2,5±0,17	1,52±0,09	1,9±0,24	
	Moy.S1+S2	2,54	2,00	2,30	1,75	1,75	
Lipides	S1	0,38± 0,02 ^a	0,18±0,02 ^b	0,53 ±0,03 ^c	0,52±0,11 ^c	0,66±0,08 ^c	P<0.005

Les valeurs dans la même ligne avec des lettres différentes en indice représentent des différences significatives (p<0,05).

*indique un changement dans la même colonne, entre saison pour une même variété, *statistiquement significatif et ** très significatif

Cette variation dans les concentrations des glucides peut être attribuée à des différences entre cultivars, à la nature du sucre, au stockage et à la dispersion géographique.

Plusieurs auteurs confirment la présence du saccharose, glucose et fructose mais à des proportions différentes selon les variétés.

Plusieurs études menées sur les dattes Saoudiennes, Emiriennes et Omaniennes (**Sawaya et al., 1983; Ahmed et al., 1995; Al-Hooti et al., 1997; Al-Farsi et al., 2005**) ont montré que les variétés contenant seulement le glucose et le fructose présentent les taux de sucres totaux faibles.

Dowson et Aten(1963) rapportent que les dattes sèches sont riches en saccharose et les dattes molles et demi-molles sont riches en sucres réducteur. Nos résultats comparés à ceux d'autres dattes : 14, 1% pour la grenade (**Al-Maiman et Ahmed, 2002**), 21% pour l'ananas (**Grizotto et al., 2007**) et 6,25% pour les mûres (**Kafkas et al., 2006**), nous permettent d'en déduire que les dattes sont des fruits sucrés.

1.3.2. Sucres réducteurs

Les sucres réducteurs sont les principaux sucres pour la majorité des dattes étudiées (**Tableau XIV**), *Ghars, H'mira, Tinissine et Tamesrit*, ceci pourrait être attribué à une forte activité de l'invertase (**Barreveld, 1993**). Les sucres réducteurs sont composés essentiellement de glucose et de fructose.

Le ratio Glucose / Fructose peut être intéressant parce que le fructose est environ deux fois plus sucré que le glucose. Les valeurs obtenues varient de 1 à 1,16 (**Figure 13**), ces résultats sont en accord avec la plupart des études précédentes (**Ahmed et al., 1995; Al Aram et al., 2011**). Toutefois, ce ratio était plus élevé dans d'autres cultivars (**Rastegar et al., 2012**).

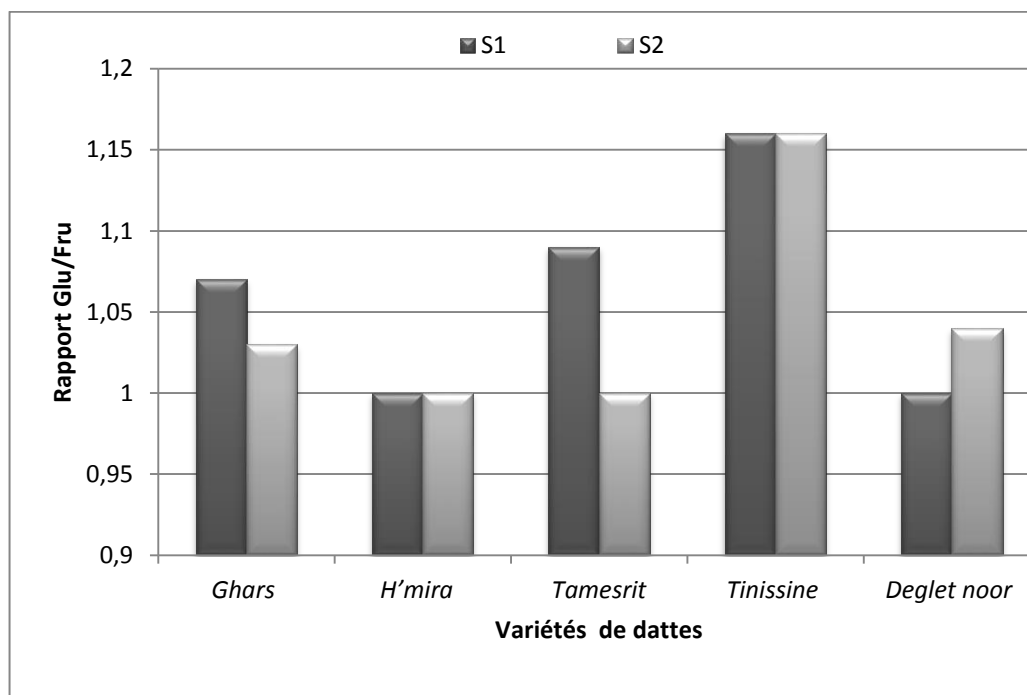


Figure 13 : Rapport Glucose /Fructose des variétés de dattes étudiées pour les deux saisons.

1.3.3. Saccharose

Contrairement aux autres variétés, *Deglet noor* est la variété la plus riche en saccharose, elle est de 28× supérieure (**Tableau XIV**), d'autres études ont montré que *Deglet noor* est riche en sucres non réducteurs (**Barreveld, 1993**) ce qui est probablement dû à une faible activité de l'invertase par rapport aux autres variétés.

1.3.4. Protéines

Le taux en protéines est faible pour les cinq variétés des dattes *Ghars*, *H'mira*, *Deglet noor*, *Tinissine* et *Tamesrit* (**Tableau XIV**). Une différence significative ($p=0,004$) a été notée entre les variétés de dattes étudiées. Cette différence peut être expliquée par l'origine des cultivars et les conditions expérimentales.

Nos résultats sont proches à ceux de deux variétés pakistanaïses : *Karbaline* avec $2,7\pm 0,10$ % et *Dhki* $2,4\pm 0,052$ % (**Faqir et al., 2012**). Il a été rapporté la présence de 12 acides aminés dans la variété *Khalas* de l'Arabie Saoudite ; la datte peut constituer un apport non négligeable en acides aminés.

1.3.5. Lipides

La teneur en lipides de la pulpe de datte est très faible (**Tableau XIV**). Pour les différentes variétés, les valeurs obtenues varient entre $0,38 \pm 0,03\%$ et $0,66 \pm 0,08\%$, respectivement pour *Ghars* et *Tinissine* (S1). Ces teneurs sont comparables à celles rapportées pour des dattes Emiriennes, soit 0,2 à 0,5% (**Al-Hooti et al., 1998**).

1.3.6. Fibres

La teneur en fibres insolubles varie de 3,55 (S1) à 9,1 (S2) % et celle des fibres solubles varie de 2 à 8,8 %. La variété *Ghars* est la plus pauvre et *Tamesrit* est la plus riche en fibres alimentaires par rapport aux autres variétés 18% ; cette différence pourrait être liée à la phase de maturité ou l'activité catalytique des enzymes est élevée.

Les teneurs moyennes (**Tableau XIV**) sont élevées, comparées à celles trouvées pour d'autres variétés (6,04 à 11,05%)(**Al-Shahib et Marshall, 2003**).

Elleuch et al. (2008) ont rapporté des concentrations en fibres de deux cultivars de dattes tunisiennes (*Deglet noor-et Allig*) de 14,4 et 18,4% respectivement. Les niveaux élevés en fibres peuvent contribuer aux dattes un effet bénéfique sur la santé et classe ce fruit parmi ceux qui renferment un taux appréciable d'indigestible glucidique.

1.4. Comparaison entre saisons

Les mesures du poids, de la longueur des dattes entières, pulpes et noyaux ont montré des différences significatives entre les cultivars étudiés (**Tableau XXII**); **Nour et al., (1986)** ; **Ismail et al., (1986)** ont noté des différences significatives quant aux caractères physiques entre cultivars

Cependant la différence significative notée au sein de la même variété entre les deux saisons, bien que les variétés sont issues de la même localité, peut être expliquée par différents facteurs, à savoir ceux météorologiques, les conditions de température pendant la fructification (**Babahani et Eddoud, 2012**); la technique de pollinisation artificielle du palmier, pratique que les phoeniculteurs appliquent en utilisant, dans certains cas, n'importe quel type de pollen.

Iqbal et al. (2012) rapportent des effets très significatifs du type de pollen utilisé, sur les caractères physiques des variétés de dattes pakistanaïses à savoir poids et longueur du noyau et de la datte. **Brac de la Perriere (1988)**, note également une variation entre les cultivars issus de la même localité.

Toutefois les différences significatives observées pour certains composés biochimiques pour la même variété entre les deux saisons pourraient s'expliquer par différents facteurs tels que l'emplacement sur l'arbre, les conditions climatiques, la récolte et la post-récolte.

1.5. Evaluation de qualité des dattes étudiées

1.5.1. Qualité physicochimique des dattes

En se rapportant aux valeurs des paramètres morphologiques (longueur du fruit, poids du fruit et de la pulpe), du pH et des sucres totaux obtenues pour les différentes dattes étudiées et quelque soit la saison, nous constatons que la plupart des variétés présentent une combinaison de bon et acceptable caractères (**Tableaux X et XV**). *Tamesrit* a une bonne qualité morphologique et biochimique. Ces mêmes constatations ont été faites sur la même variété d'origine algérienne (**Acourene, 2014**) suivi de *Deglet noor*.

Tableau XV : Critères de la qualité physicochimique des dattes étudiées

	Longueur du fruit ≥3,5cm	Poids du fruit ≥6g	Poids de la pulpe ≥5g	Humidité ≤25%	pH ≥5,4	Sucres totaux ≥60
<i>Ghars</i>	A	A	A	B C	A	A
<i>Tamesrit</i>	B C	B C	BC	B C	B C	B C
<i>H'mira</i>	A	A	A	B C	A	A
<i>Deglet noor</i>	A	A	BC	B C	B C	B C
<i>Tinissine</i>	A	A	A	B C	B C	A

1.5.2. Caractérisation organoleptique

1.5.2.1. Evaluation sensorielle

Les résultats de l'analyse sensorielle des cinq variétés étudiées de dattes sont présentés sur le **Tableau XVI**.

La couleur des dattes et leur consistance constituent un critère esthétique important pour la commercialisation des dattes. Ils font des différences d'appréciation d'une datte à l'autre.

➤ Couleur des dattes

Les résultats présentés dans le **Tableau XVI**, montrent que dans l'ensemble, la couleur des échantillons n'est pas homogène ; néanmoins la couleur marron prédomine. **Acourene et al., (2013)** ont montré que sur 54 variétés algériennes, 50% étaient de couleur marron suivies de 31% de couleur jaune et 16% de couleur noire contre 3 % de couleur rouge. La liaison des tanins solubles avec les protéines, au cours du développement du fruit, donnent des tanins insolubles. Ces derniers participent aux réactions de brunissement non enzymatique au cours de la maturation de la datte (**Maier et Metzler, 1965**). Les protéines liées aux tanins sont responsables de la réaction de Maillard (**Biglari et al., 2008**). La couleur est due aux pigments produits par les réactions de brunissement, la transformation et le stockage (**Khali et Selselet-Attou, 2007**).

Les consommateurs algériens sont beaucoup plus attirés par la couleur marron avec aspect brillant. La couleur est un critère non négligeable dans l'appréciation des dattes, et dont le choix est différent d'un pays à l'autre, la couleur jaune pour l'Arabie saoudite et les Emirats arabes (**Al-Abdoulhadi et al., 2011**), la couleur rouge pour Oman et Kuwait (**Jaradat et Zaid, 2004**).

➤ Aspect des dattes

L'aspect du péricarpe allant de plissé pour les variétés *H'mira*, *Tamesrit*, *Tinissine* à lisse pour *Deglet noor* et *Ghars*. Les formes des dattes de l'étude sont peu disparates.

➤ Consistance des dattes

La consistance à la mastication des cinq variétés est liée à leur caractère fibreux (**Tableau 16**).

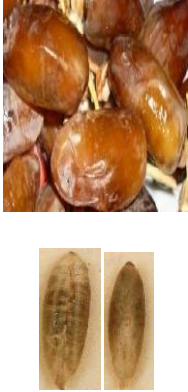




➤ Goût des dattes

Les dattes sont caractérisées par leur goût sucré et non astringent, ces résultats d'analyse sensorielle sont confirmés par leur richesse en glucides et leur faible teneur en tanins. La présence du fructose par son pouvoir sucrant élevé par rapport au glucose, induit la satiété qui par conséquent entraîne une faible prise de poids (**Al-Farsi et al., 2005**).

La teneur en tanins est très élevée au stade *khalal* (*kimri*) (**Tafti et Fooladi, 2006 ; Chaira et al., 2007**) et diminue au fur et à mesure du développement de la datte pour aboutir à la teneur minimale au stade *tmar* (**Bacha et al., 1987**). La formation des tanins insolubles explique en partie la diminution de l'astringence du fruit au cours du développement (**Biglari**

et al., 2008 ; Hashempoor, 1991). Le degré d'astringence constaté dans *Tinissine* dépend de la quantité de tanin plus abondante que pour les autres variétés (Tableau XVII).

Tableau XVI : Caractères organoleptiques des variétés *Deglet noor*, *Ghars*, *Tamesrit*, *Tinissine* et *H'mira*.

Cultivars	<i>Deglet noor</i>	<i>Ghars</i>	<i>Tamesrit</i>	<i>Tinissine</i>	<i>H'mira</i>
					
Couleur	Marron	Marron	Noir à marron foncé	noire	Marron à rougeâtre
Aspect du péricarpe	Lisse, brillant	Lisse	Plissé	gaufré	Plissé
Consistance	Demi-molle	Molle	Demi-molle	Demi-molle	Demi-molle
Texture	fibreuse	Fibreuse	Fibreuse	fibreuse	fibreuse
Arome	Peu parfumée	Parfumée	Peu parfumée	Parfumée	Parfumée
Saveur et Goût	Très sucrée	Sucrée	Sucrée	Peu sucrée, astringente	sucrée
Appréciation	Très bonne	Assez bonne	Très bonne	bonne	Bonne
Disponibilité	Toute l'année	Toute l'année	Saisonnaire	Saisonnaire	Toute l'année
Commercialisation	Importante	Importante	Limitée locale	Limitée locale	importante

Néanmoins certaines tendances peuvent être mises en évidence : la relation est très faible entre l'analyse sensorielle du sucré et le taux de sucre et aussi entre le caractère acide et le pH.

Ceci montre que les perceptions du sucré ou de l'acidité peuvent se masquer l'une l'autre, rendant leur évaluation difficile par analyse sensorielle. Il ressort de cette analyse la très bonne appréciation est attribuée à *Tamesrit* et *Deglet noor*.

1.5.2.2. Consommation et exploitation des dattes

L'évaluation du niveau de connaissance et d'exploitation des cinq variétés de dattes montre que *Tamesrit* et *Tinissine* sont moins connues chez l'ensemble de la population ; ceci peut s'expliquer respectivement par la non distribution à travers tout le pays, mais seulement leur consommation au niveau local dans les régions productrices.

Les variétés *Deglet noor*, *Ghars* et *H'mira* sont connus par toute la population du fait qu'elles sont disponibles une grande partie de l'année sur les marchés.

Si on se limite à l'aspect relatif à la consommation effective (exploitation), il apparaît une importante disparité dans l'importance des variétés de dattes ; Certaines variétés sont bien connues de la population *Ghars* et *H'mira* mais leur consommation suscite peu d'intérêt.

D'autres variétés succulentes, cas de *Deglet noor*, mais sont limitées à un certain niveau socio-économique; seules les populations à revenu élevé en consomment.

1.5.2.3. Score hédonique des préférences

Toutes les variétés de dattes étaient appréciées par l'ensemble de la population. La majorité de la population, soient 90%, préfère la variété *Tamesrit* avec un score de préférence moyen de $4,75 \pm 0,33$, suivie respectivement de *Deglet noor* avec un score de $4 \pm 0,19$, *Tinissine* $3,78 \pm 0,19$, *H mira* $3 \pm 0,27$ et *Ghars* est la moins préférée avec un score de $2,80 \pm 0,08$ (**Figure 14**). Ces résultats reflètent ceux du niveau d'exploitation.

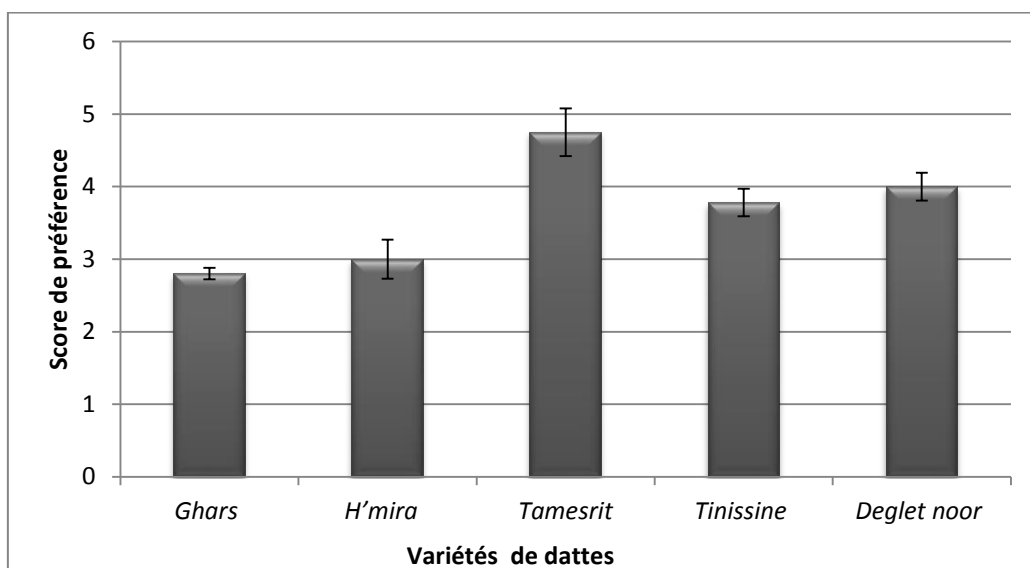


Figure 14 : Score hédonique des préférences des variétés de dattes étudiées.

1.6. Caractérisation phytochimique des variétés étudiées

1.6.1. Screening phytochimique

Le screening phytochimique a montré la présence de la majorité des groupes chimiques recherchés dans toutes les variétés avec des réactions variables allant de la franchement positive à la négative (**Tableau XVII**). Ceci concorde avec d'autres travaux qui ont rapporté que la pulpe de la dattes est riche en composés phytochimiques (**Abdul et Allaith, 2008 ; Faquir et al., 2012**).

Tableau XVII : différents groupes phytochimiques dans les cinq variétés des dattes

Groupes phytochimiques Cultivars	Alcaloïdes	Saponosides	Coumarines	Tanins cathechiques
<i>Ghars</i>	+	+++	++	++
<i>H'mira</i>	+	++	++	++
<i>Tamesrit</i>	-	+++	+++	+
<i>Tinissine</i>	-	+++	++	+++
<i>Deglet noor</i>	+	+++	++	++

- : absence, +++ : très riche, ++ : moyennement riche, + : présence en quantité faible.

1.6.2. Polyphénols totaux

Les taux en polyphénols dans les cinq variétés de dattes sont variables ($p < 0,01$) par ordre décroissant Tin>DN>H>Tam>G (**Figure 15**) ; le plus élevé est observé dans *Tinissine*, 401 ± 1 mg EAG/100g de matière fraîche (MF) et le plus faible dans *Ghars* $88,75 \pm 1,12$ mg EAG/100g MF.

Nos résultats sont largement supérieurs à ceux trouvés par **Mansouri et al. (2005)** et **Biglari et al. (2008)** qui estiment que les dattes renferment des teneurs en polyphénols comprises entre 2 et 8,36 mg EAG/100g MF, respectivement pour des dattes Algériennes et Iraniennes. **Khalil et al. (2002)**, trouvent des valeurs encore plus faibles de 1,8 et 2,35 mg EAG /100g MF de polyphénols totaux pour les variétés Egyptiennes *Siwi et Amhat* ; **Barreveled (1993)**, rapporte des valeurs atteignant les 3% de la pulpe pour différentes variétés de dattes provenant des différentes parties du monde.

En revanche nos résultats pour *Tinissine*, *H'mira*, *Deglet noor* sont compris dans l'intervalle rapporté par **Benmeddour et al.(2013)** qui ont quantifié les polyphénols totaux dans dix variétés algériennes de la région de Biskra et ont trouvé que les taux varient entre 167 a 709 mg EAG /100g MF et à ceux des variétés produites en Oman et en Bahreïn (**AL-Farsi et al., 2005 ; AL-Farsi et al., 2007; Allaith, 2008**) .

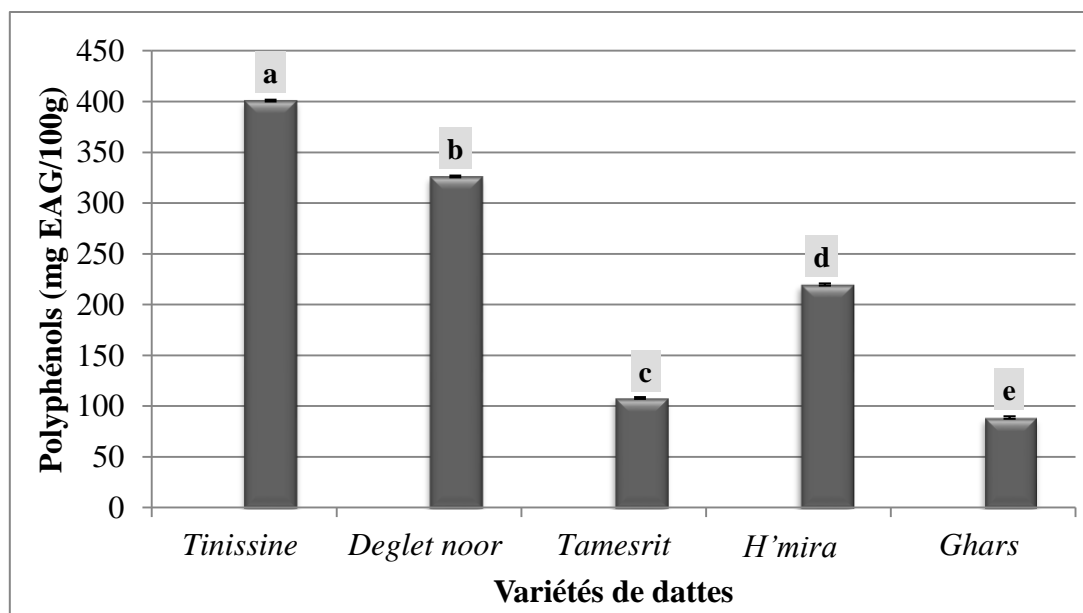


Figure 15 : Taux des polyphénols totaux dans les cinq variétés de dattes étudiées.
a, b, c, d et e : groupes homogènes donnés par l'ANOVA ($p < 0,01$).

Une autre étude conduite aux U.S.A sur *Deglet Noor*, a montré une teneur plus élevée en polyphénols totaux soit 661 EAG/100 g MF. 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 l'origine géographique du cultivar, des conditions de croissance, de la maturité de dattes testées, de la saison, de la fertilisation du sol, du temps d'exposition au soleil, des conditions de stockage, de l'échantillonnage et des méthodes d'extraction (**El Hadrami et Al-Khayr, 2012**).

1.6.3. Flavonoïdes totaux

La teneur en flavonoïdes dans les différentes variétés étudiées ne varie pas de manière très significative ($p < 0,05$) (**Figure 16**) ; les valeurs s'étalent de 5,2 correspondant à *Ghars* et 6,7mg EQ/100g pour *Tinissine*.

Ces résultats sont conformes à ceux de **Biglari et al. (2008)** pour des dattes iraniennes dont les valeurs se situaient entre 1,62 et 81,79 mg d'équivalents de catéchine / 100 g MS. **Benmeddour et al. (2013)** rapportent des valeurs beaucoup plus élevées que les nôtres allant de 11,52 à 225,77 mg EQ/100 g MF. Les différences dans les teneurs entre ces études pourraient être dues à des cultivars, les conditions environnementales, la maturité des fruits et des conditions d'extraction.

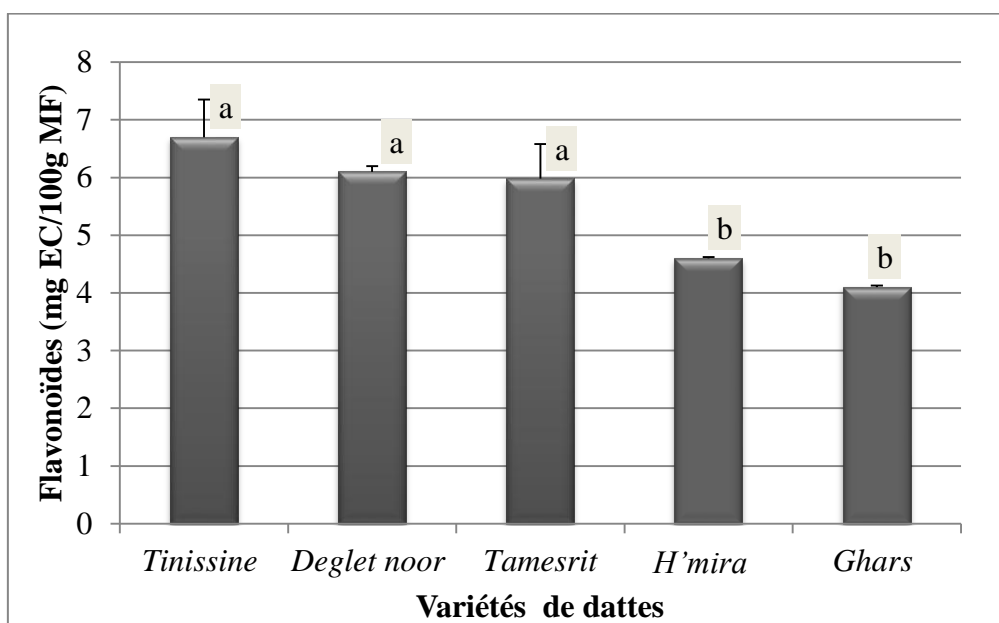


Figure 16 : Taux des flavonoïdes totaux dans les cinq variétés de dattes étudiées.

a, b: groupes homogènes donnés par l'ANOVA ($p < 0,01$).

1.6.4. Activité antioxydante

Les cinq variétés de dattes de l'étude possèdent une activité antioxydante; une corrélation linéaire élevée a été constatée entre l'activité antioxydante et la teneur en flavonoïdes pour les cinq variétés ($r=0,98$).

La variété *Tinissine* suivie par *Deglet noor* et *Tamesrit* présentent une capacité significativement élevée ($p<0,007$) soit 1005, 960, 900 mg EAA /100 g extrait pour réduire le fer par rapport à *H'mira* et *Ghars* Vs 657 et 600 mg EAA/100 g (**Figure 17**).

Cette activité a été expliquée par la présence dans les dattes, des acides p-coumarique, les flavonoïdes et les phénols (**Vayalil et al., 2002 ; Al-Farsi et al., 2005b**).il est important de noter également que certains sucres présents dans les dattes sont doués de propriétés antioxydantes (**Hung et al., 2006 ; Phillips et al., 2009**).

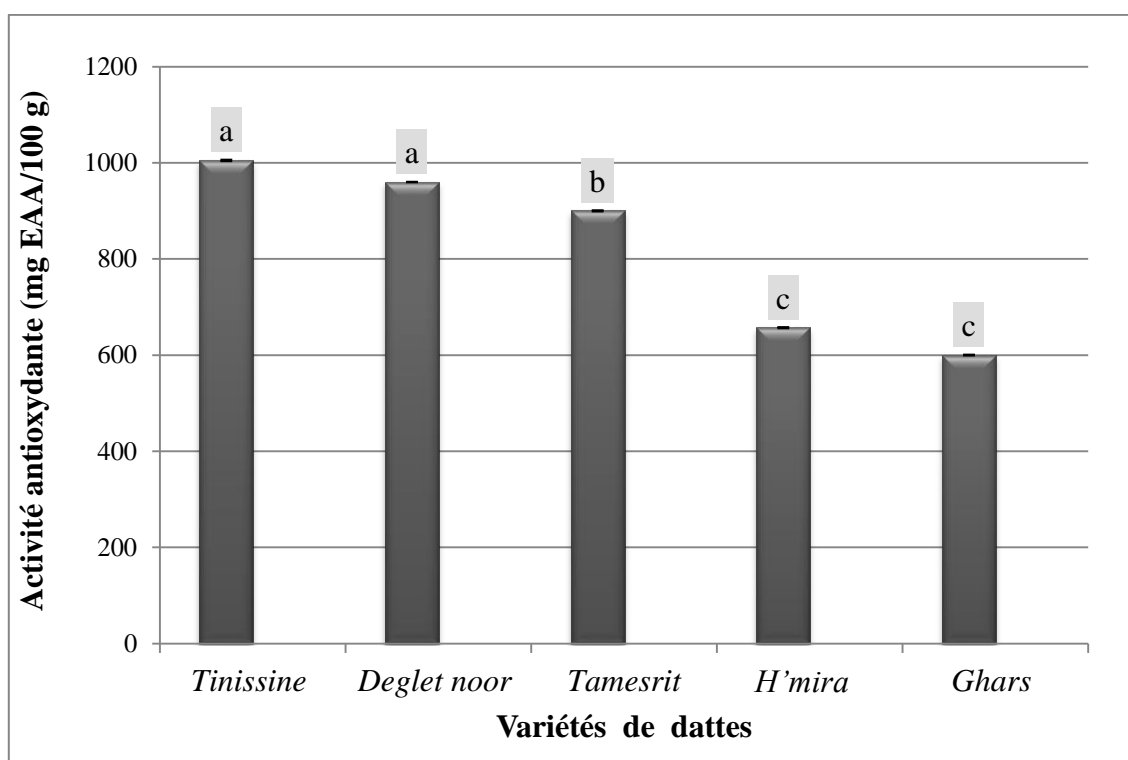


Figure 17 : Activité antioxydante des cinq variétés de dattes étudiées.

a, b et c: groupes homogènes donnés par l'ANOVA ($p<0,01$).

1.7. Bilan des travaux relatifs à la caractérisation et profil sensoriel des dattes étudiées

Il ressort de cette étude que les cinq variétés étudiées sont énergétiques par leur forte teneur en glucides, une bonne source naturelle en potassium, en fibres alimentaires, en antioxydants et leur faible teneur en lipides; chose pour laquelle s'accordent toutes les études menées jusqu'à ce jour sur la caractérisation physicochimiques des dattes quelque soit l'origine géographique.

Outre sa valeur nutritionnelle, la datte pourrait avoir des effets bénéfiques sur la sante par la présence des constituants bioactifs (composés phytochimiques), ces derniers fournissent une protection contre l'oxydation des macromolécules biologiques qui sont responsables de plusieurs affections.

La connaissance et la consommation effective des dattes semblent donc étroitement liées à trois facteurs principaux : la disponibilité dans le temps, le pouvoir d'achat et le goût des fruits. Toutefois l'analyse hédonique a révélé que le consommateur algérien est attiré par des cultivars doux, sucré et charnus avec texture fibreuse en bouche et une meilleure apparence. *Tamesrit*, qui est une variété déclassée, est la plus appréciée.

2. Impact de l'ingestion de deux variétés de dattes *Tamesrit* et *Ghars* sur la réponse glycémique et le profil lipidique

2.1. Caractéristiques des sujets de l'étude

2.1.1. Données anthropométriques et tension artérielle

Les caractéristiques anthropométriques et tension artérielle des sujets de l'étude, à l'inclusion, sont présentées sur le **Tableau XVIII**.

Tableau XVIII: caractéristiques anthropométriques et tension artérielle des sujets de l'étude.

	Moyenne ± E.T.			P
	Femmes n=26	Hommes n=26	Ensemble n=52	
Age (ans)	40,1±14,41	52,40±7	46,25±12,68	<0,05
Poids(Kg)	68,1±12,4	77,3 ± 8,69	72,7 ± 11,31	N.S
Taille (cm)	162±3	171 ± 1,53	167 ± 6,4	<0,05
IMC (Kg/m²)	25,5±3,8	26,26 ± 2,62	25,9 ± 3,19	N.S
Pression Systolique (mm Hg)	114,5±13	119± 0,08	116,6±14	N.S
Pression Diastolique (mm Hg)	76,41±9,1	74,25±11	74,76± 10	N.S

Les données anthropométriques moyennes des sujets de l'étude sont à la limite de la valeur seuil de risque de développer des problèmes de santé (**OMS, 1995**). Toutefois, l'IMC a tendance à être modérément élevé. Les valeurs moyennes de la tension artérielle pour l'ensemble de la population sont dans les normes.

2.1.2. Etat de santé des sujets de l'étude

L'analyse de l'état sanitaire des sujets de l'étude, à travers le questionnaire (**Annexe 1**) et les analyses sanguines des constantes biochimiques à savoir cholestérol total, cholestérol LDL et HDL, triglycérides sériques et taux de glucose, avant la consommation des dattes, peut nous renseigner sur la prévalence des sujets présentant des facteurs de risque, les exposant à diverses pathologies entre autre le diabète et les maladies cardiovasculaires.

Le traitement diététique est proposé à tous les patients qui n'ont pas une concentration optimale. Les fruits et légumes sont des sources importantes de vitamines et de fibres alimentaires contribuant à la diminution de l'index glycémique et par conséquent améliorent les réponses métaboliques.

Dans notre étude la détermination du status lipidique et de la glycémie associés ou non aux facteurs de risque, donne une estimation de l'état sanitaire des sujets (**Figure 18**).

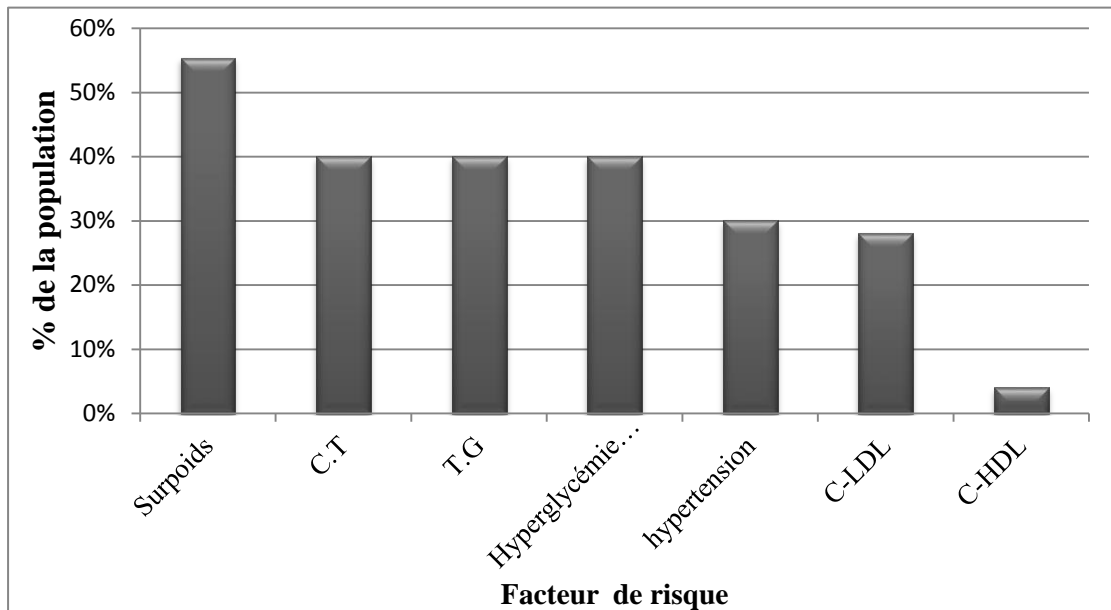


Figure 18 : Prévalence de la population présentant des facteurs de risque.

2.1.2.1. Profil lipidique des sujets de l'étude

En réalité il est très difficile de fixer des valeurs normales de cholestérol, de cholestérol-LDL, de triglycérides puisque toutes les études épidémiologiques prospectives réalisées chez l'homme ont montré que le risque vasculaire augmente avec leurs concentrations sans valeur seuil séparant nettement une zone de risque bas et une zone de risque élevé.

La même constatation a été faite pour le cholestérol-HDL, la corrélation avec le risque étant négative. Ces résultats ont nécessité la réunion de conférences de consensus pour définir les limites de la normalité ainsi que les objectifs à atteindre lors de la prise en charge des patients (**Consensus Conférence, 1985 ; European Atherosclerosis Society, 1992; Conseil d'administration d'ARCOL, 1989**).

Selon **AFSSAPS (2001)**, la cholestérolémie optimale est comprise entre **1,8 à 2,0 g/l (4,70 et 5,20 mmol/l)**. Entre **2,0 et 2,4 g/l (5,2 et 6,2 mmol/l)** on parle d'hypercholestérolémie "limite" ou « modérée », et au delà il s'agit d'hypercholestérolémie à haut risque.

En cas d'hypercholestérolémie "limite" ou élevée, il faut prendre en compte le taux de cholestérol-LDL qui doit être inférieur à **1,3 g/l (3,40 mmol/l)**. Entre **1,3 et 1,6 g/l (3,40 et 4,10 mmol/l)**, on parle d'hyperlipémie "limite" et les taux plus élevés sont qualifiés d'hyperlipémie à haut risque (**Figure 19**).

La triglycéridémie est normale en dessous de **1,5 g/l (1,70 mmol/l)**, "limite" entre **1,5 à 2,0 g/l (1,70 et 2,30 mmol/l)**, et élevée au delà. Lorsque le cholestérol-HDL dépasse **0,60 g/l (1,55 mmol/l)**, il s'agit d'un facteur de protection relative, s'il est inférieur à **0,35 g/l (0,90 mmol/l)** on parle d'hypolipémie.

Une valeur supérieure à **0,97 g/l (2,50 mmol/l)** est tout à fait exceptionnelle, et en pratique une hypercholestérolémie dépassant **2,5 g/l (6,50 mmol/l)** est donc toujours associée à une augmentation du LDL-C.

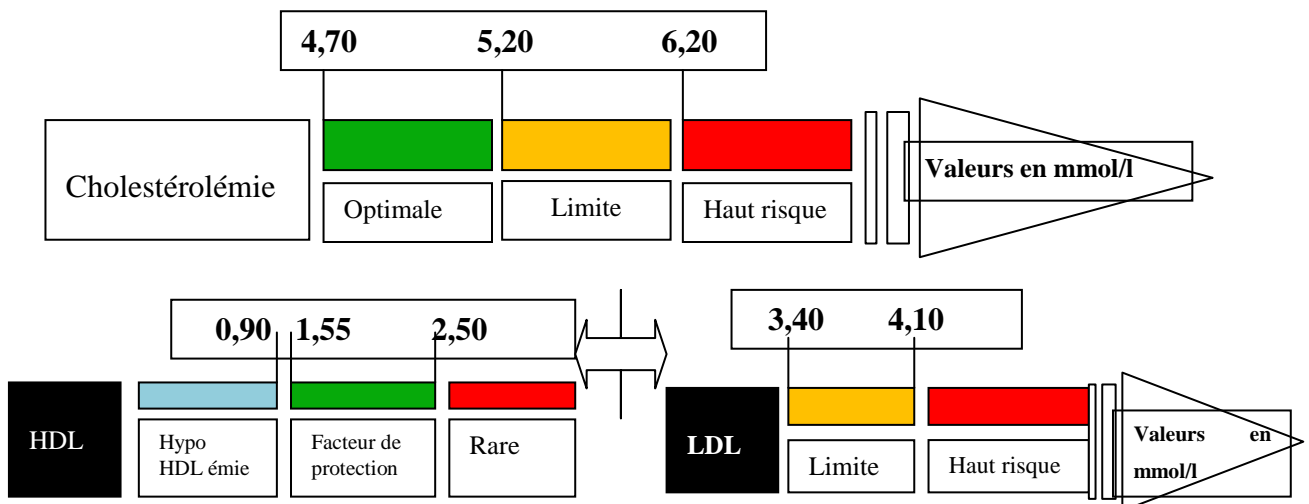


Figure 19 : Valeurs seuils de la cholestérolémie d'après AFSSAPS (2001)

Le cholestérol total

Les résultats de l'évaluation du cholestérol total comparés aux références liquicolor pour les deux groupes T et G sont conformes aux normes à l'exception d'une seule femme du groupe T avec une valeur du taux de cholestérol total de 2,6 g/l.

Ces résultats comparés aux normes définies par l'AFSSAPS, 40% (n=10) des sujets du groupe T sont dans la zone de risque cardiovasculaire, dont un individu est à haut risque avec 2,6 g/l.

De nombreuses études épidémiologiques ont montré qu'une concentration élevée de cholestérol total augmente considérablement le risque coronaire (**Sans et al., 1997**) pour une cholestérolémie de 1,80 à 2,50 g/l (4,6 à 6,4 mmol/l), chaque élévation de 1 mg augmente le risque de 1,4%. Entre 2,50 et 3 g/l (6,4 et 7,7 mmol/l) chaque élévation de 1 mg augmente le risque de 2,25% (**Stamler et al., 1986**) .

Lipoprotéines de faible densité (LDL- C)

L'ensemble de la population de l'étude montre une LDLémie normale. Dans l'étude individuelle trois (3) hommes et deux (2) femmes ont un taux LDL-C >1,5g/l. Mais si on se réfère aux normes de l'AFSSAPS, 28% (sept individus dont trois femmes et quatre hommes) présentent une hyperlipémie, dont une femme se trouve à haut risque avec un taux de 1,99g/l et une femme à la limite du risque cardiovasculaire avec un LDL-C égal à 1,34g/l. Les taux élevés de cholestérol LDL sont directement et de façons causales liées au risque de maladie cardiovasculaire (**Libby, 2001**).

Lipoprotéines de haute densité (HDL-C)

L'estimation du risque cardiovasculaire apparaît très importante soit l'ensemble de la population est exposé au risque (groupe T+groupe G)(comparé aux normes liquicolor). En comparaison avec les normes définies par l'AFSSAPS (**2001**).

Ces seuils sont surestimées, un seul homme du groupe T est exposé au risque avec une valeur de HDL-C égal à 0,26 g/l à niveau de cholestérol total égal, une concentration de HDL-cholestérol inférieure à 0,35 g/l multiplie le risque vasculaire par 4 comparativement aux sujets ayant un cholestérol HDL supérieur ou égal à cette valeur ; à l'inverse, une concentration de HDL-cholestérol supérieure à 0,55 g/l divise le risque par 2.

Une concentration de HDL-cholestérol inférieure à 0,40 g/l est considérée comme un facteur majeur de risque (**Stamler et al., 1986**).

Triglycérides

40% de la population (groupe T) présentent un risque d'hypertriglycéridémie. Des taux élevés de triglycérides de 1,50 à 4 g/l sont associés à un risque augmenté de maladie cardiovasculaire, plus particulièrement quand ils s'accompagnent d'un cholestérol HDL bas inférieur à 0,35 g/l chez l'homme et inférieur à 0,4 g/l chez la femme (**Jeppesen et al., 1998**). L'hyper triglycéridémie est considérée comme un facteur de risque cardiovasculaire indépendant chez le diabétique de type 2, comme pour le non-diabétique.

2.1.2.2. Les facteurs de risques associés à la dyslipidémie

Pour un patient donné ; les valeurs, citées pour les constantes biochimiques du profil lipidique, sont toujours à interpréter en relation avec les autres paramètres cliniques et biologiques qui interviennent dans la détermination du risque artériel.

Le risque cardiovasculaire est déterminé chez les patients dyslipidémiques, non seulement par le niveau des lipides sériques, mais plus encore par l'existence d'une atteinte cardiovasculaire et/ou la présence de facteurs de risque associés : l'hérédité, l'âge, le sexe masculin, l'hypertension artérielle, obésité, le tabagisme, et le diabète, qui sont des facteurs de risque reconnus comme majeurs et indépendants dans la plupart des études épidémiologiques prospectives.

Dans toutes ces études, l'obésité de type androïde n'est pas un facteur de risque indépendant, mais elle est fréquemment associée à une dyslipidémie.

L'hérédité

L'hérédité cardiovasculaire est un facteur de risque majeur. Un antécédent d'infarctus du myocarde chez les parents de premier degré, augmente le risque de maladie coronaire (**Ciruzzi et al., 1997**).

Le dépouillement du questionnaire sur les facteurs de risques (**cf. Matériel et Méthodes Tableau 7**), montre qu'aucun cas n'a été signalé dans notre population avoir des antécédents personnels de pathologie cardiovasculaire artérioscléreuse et familiaux de maladie coronaire précoce.

La relation entre l'âge et le sexe.

Le risque des maladies cardiovasculaires apparaît chez les hommes à partir de 45 ans et chez les femmes à partir de 55 ans, il est nettement plus élevé chez les femmes ménopausées que chez celles qui ne le sont pas, en particulier en cas de ménopause précoce (**Gordon et al., 1978**). La moyenne d'âge pour le sexe masculin est de 52 ± 7 ans, elle varie de 43 (valeur limite du risque) à 65 ans (âge du risque des MCV). 77% hommes et 20% femmes de l'ensemble de notre population d'étude sont exposés au risque coronaire (**Figure 20**). Il a été rapporté par la littérature que l'âge et le sexe masculin sont des facteurs de risque cardiovasculaire. L'incidence de la maladie coronaire augmente de façon régulière avec l'âge dans les deux sexes (**Cambou et al., 1996**).

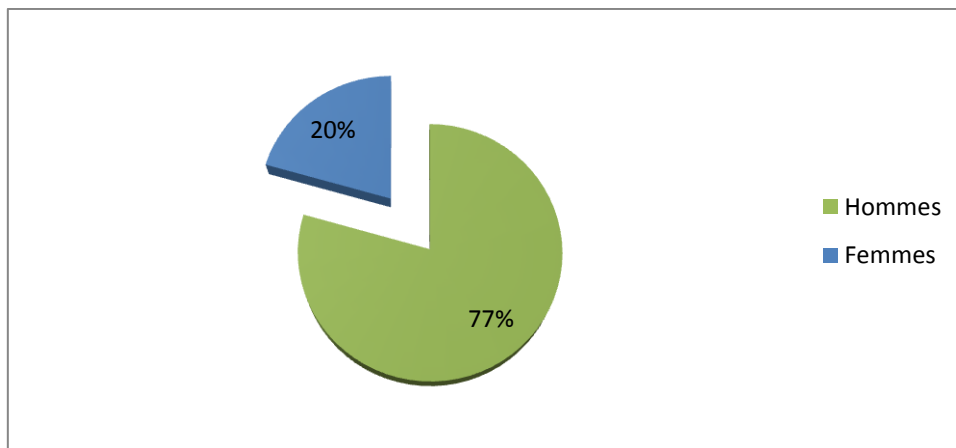


Figure 20 : Risque coronaire chez les deux sexes.

L'hypertension artérielle

30% de l'ensemble des sujets sont Hypertendus (**Figure 21**). L'hypertension artérielle est un facteur de risque cardiovasculaire et reste un facteur de risque après traitement. L'association dyslipidémie-hypertension artérielle augmente le risque cardiovasculaire. Les hypertendus doivent bénéficier d'une surveillance régulière du bilan lipidique.

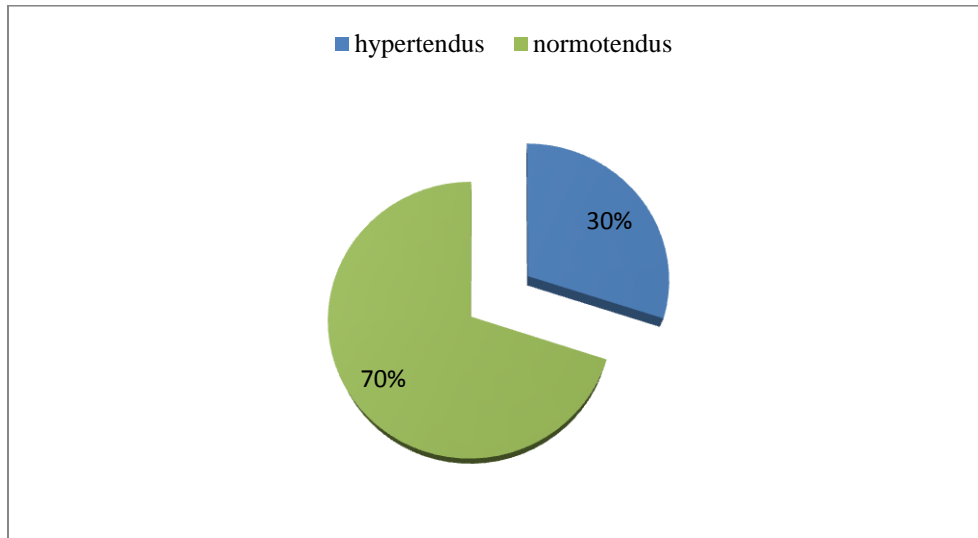


Figure 21. Répartition de la tension artérielle chez l'ensemble des sujets.

Le statut nutritionnel

La valeur du poids seule ne peut évaluer l'état pondéral étant donné qu'elle dépend de la taille, mais une relation entre ces deux paramètres peut nous orienter quant à l'état nutritionnel des sujets.

Quelque soit le groupe considéré, les valeurs moyennes de IMC obtenues comparées aux normes fixées par **OMS(1995)**, montrent que notre population est classée en surpoids.

L'étude individuelle montre que: 17 participants ont un IMC normal ($18,5 \geq \text{IMC} \leq 24,9$), 31 individus sont en surpoids ($25 \geq \text{IMC} \leq 29,9$) dont 15 hommes et 16 femmes et l'obésité ($\text{IMC} > 30$) est présentée par 1 homme et 3 femmes.

L'obésité et la prise de poids au cours de la vie sont des facteurs de risque indépendants de la maladie cardiovasculaire (**Rosengren et al., 1999**) (**Figure 22**).

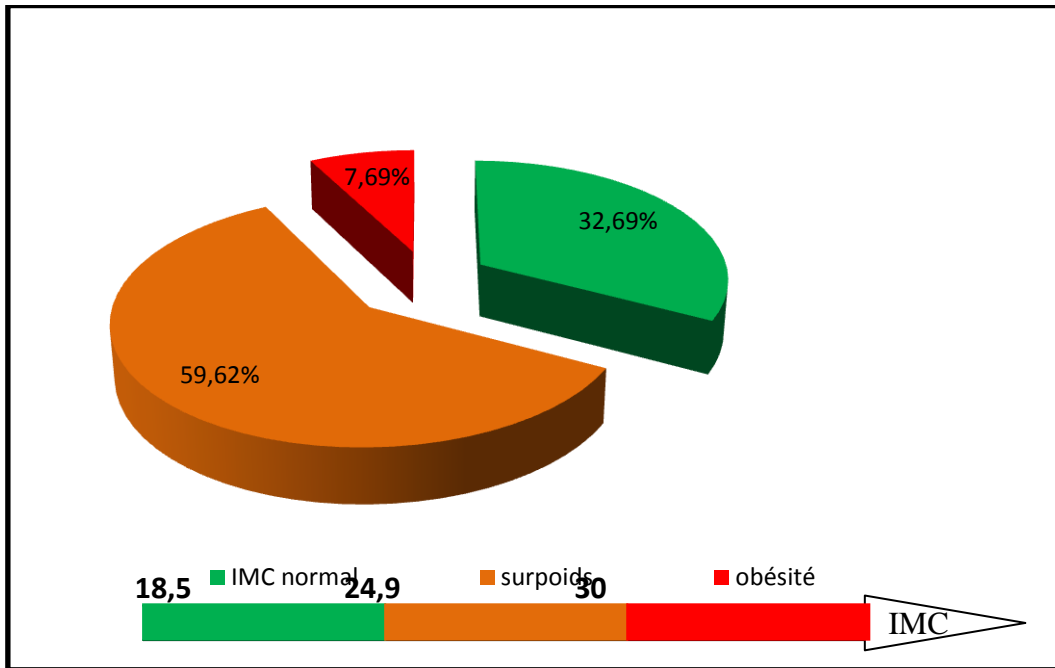


Figure 22 : Répartition de l'IMC chez l'ensemble des sujets

Le tabagisme

La prévalence de la consommation du tabac sur l'ensemble des participants, plus particulièrement chez les hommes est de 25%.

Le diabète

Aucun cas n'a été confirmé avoir une glycémie à jeun $\geq 1,26$ g/l. Si nous tenons compte d'une glycémie à jeun $\geq 1,15$ g/l et $\leq 1,26$ g/l, se traduisant par une hyperglycémie légère à modérée, une prévalence de 40% de l'ensemble des participants sont considérés avoir une hyperglycémie légère et 50% si nous retenons les seuils fixés par l'ADA, soit glycémie $\geq 1,10$ g/l (6,1mmol/l) et $\leq 1,25$ g/l (7mmol/l). L'hyperglycémie est un facteur causal d'athérosclérose (Grimaldi et Heartier, 1999).

2.2. Effet de l'ingestion des dattes sur les paramètres biologiques

Les mesures les plus simples et les plus fiables de l'effet alimentaire sont l'IMC, la glycémie, les taux de cholestérol (CT, LDL et HDL) et les concentrations totales des triglycérides dans le sérum et les tissus (Shaper, 1987).

Les résultats de l'effet à court terme de la consommation moyenne, 71g/j des dattes de la variété Tamesrit ou 69 g de la variété Ghars; qui représente une consommation usuelle dans les régions du sud algérien et moyennement dans notre région (Nord-Ouest algérien) ; sur les concentrations plasmatiques de cholestérol total, LDL-C, HDL-C, triglycérides et glycémie sont présentés sur le **Tableau XIX**. Ils ont été mesurés au début et à la fin de l'expérimentation, soit trois semaines après consommation.

Une variation bénéfique significative a été notée pour la majorité des paramètres étudiés dans le groupe T. Parmi les substances actives potentiellement responsables des effets bénéfiques des dattes, certaines familles particulières de molécules en fonction de leur intérêt biologique ont été détectées à des concentrations variables selon les variétés (**Al-Farsi et Lee, 2008; Mansouri et al., 2005 ; Ahmed et al., 1995**).

Tableau XIX : IMC, glycémie et profil lipidique avant et après consommation des dattes.

		Groupe <i>Ghars</i>	Groupe <i>Tamesrit</i>
IMC ± E.T. (kg/m²)	Avant	25,07 ± 3,31	26,78 ± 3,00
	Après	25,01 ± 0,18	26,82 ± 2,8
Gly. (g/l) ± E.T.	Avant	0,90 ± 0,13	1,06 ± 0,23
	Après	0,92 ± 0,12	0,93 ± 0,30*
TG (g/l) ± E.T.	Avant	1,19 ± 0,27	1,19 ± 0,22
	Après	1,21 ± 0,19	1,15 ± 0,31
C T. (g/l) ± E.T.	Avant	1,80 ± 0,11	1,88 ± 0,21
	Après	1,83 ± 0,32	1,77 ± 0,20*
LDL- C (g/l) ± E.T.	Avant	1,07 ± 0,16	1,26 ± 0,21
	Après	1,11 ± 0,30	1,11 ± 0,19**
HDL-C (g/l) ± E.T.	Avant	0,50 ± 0,08	0,47 ± 0,11
	Après	0,47 ± 0,08	0,47 ± 0,08

* indique un changement, après consommation pour un même paramètre, statistiquement significatif et ** très significatif dans la même colonne.

2.2.1. Effet de la consommation des dattes *Tamesrit* ou *Ghars* sur l'état pondéral

Les IMC moyens avant et après, pour l'ensemble des sujets étudiés, étaient similaires après consommation de *Tamesrit* ou de *Ghars* (7 dattes pour chacune des variétés/jour) pendant trois semaines, malgré l'apport élevé en calories de ces dattes (**Tableau 19**).

Les mêmes observations ont été faites sur la consommation de deux variétés *Medjool* et *Hallawi*, pendant une période de quatre semaines (**Rock et al., 2009**). Par ailleurs, une étude

menée sur modèles animaux recevant un apport quotidien d'un extrait de dattes à raison de 100 mg/kg poids corporel, a montré une baisse du poids corporel au bout de quatre semaines (Vembu *et al.*, 2012).

2.2.2. Effet de l'ingestion de *Tamesrit* ou *Ghars* sur la réponse glycémique

Les concentrations moyennes de glucose dans le sang à jeun, avant consommation des dattes, étaient normales pour l'ensemble des participants (groupe T et groupe G.) (Tableau XIX).

Après trois semaines, la consommation de *Tamesrit* a tendance à entraîner une diminution des concentrations de glucose sanguin à jeun. Cette baisse est de 12%. La variété *Ghars* n'a produit aucun effet significatif (Tableau XIX).

Cette différence des réponses glycémiques entre les deux variétés peut s'expliquer par la qualité et la quantité des composés actifs des dattes. Un apport quotidien plus élevé de *Tamesrit* de 71g contre 69g de *Ghars* d'une part, d'autre part des teneurs en fibres solubles et en flavonoïdes plus grandes dans *Tamesrit* par rapport à *Ghars* (Tableau XIV et Figure 16).

Plusieurs études ont montré que les effets métaboliques indésirables des teneurs élevées en glucides sont neutralisés lorsque les fibres sont augmentées simultanément dans l'alimentation (Wolever et Jenkins, 2001).

Ces mêmes études ont démontré qu'une alimentation riche en glucides et une teneur élevée en fibres améliore significativement le contrôle glycémique et réduit le taux de cholestérol plasmatique par rapport à un régime riche en glucides et pauvre en fibres (Wolever et Jenkins, 2001).

Les fibres alimentaires représentent une catégorie hétérogène. A ce propos, les études observationnelles, menées à court terme, ont rapporté que ce sont seulement les fibres solubles qui présentent les effets métaboliques bénéfiques sur des réponses glycémiques, insuliniq ue et lipidique (Braaten *et al.*, 1991 ; Brown *et al.*, 1999).

De nombreuses études ont documenté le pouvoir de la pectine et même de la gomme de l'agar à abaisser la glycémie postprandiale (Jenkins *et al.*, 1977 et 1978).

Les mécanismes par lesquels les fibres alimentaires exercent des activités hypoglycémiques sont inconnus. Toutefois, la capacité des fibres alimentaires à retarder la

digestion des aliments et l'absorption des éléments nutritifs a certainement une influence importante sur le métabolisme des lipides et des glucides.

Une étude clinique sur 30 femmes post ménopausées traitées par des flavonoïdes plus particulièrement les isoflavones (100 mg) associées à du calcium (300 mg) a montré une diminution des taux de glucose sanguin et d'insuline (**Cheng et al., 2004**).

2.2.3. Effet de la consommation des dattes *Tamesrit* ou *Ghars* sur le profil lipidique

Sur le **Tableaux XIX**, figurent respectivement les profils des triglycérides, cholestérol total, LDL-C et HDL-C avant et après l'ingestion des dattes *Tamesrit* ou *Ghars*.

L'ingestion de la variété *Ghars* n'a montré aucune variation significative des résultats obtenus pour les différentes constantes biochimiques du profil lipidique.

Par ailleurs l'ingestion de la variété *Tamesrit* s'est traduite par une réduction des taux des différents paramètres, on remarque une baisse très significative du cholestérol total, LDL-C, avec des différences respectives de 10.60 % ($p=0.03$), 12% ($p = 0,009$) et une faible diminution pour les triglycérides. Seules les valeurs du HDL-C semblent ne pas s'améliorer.

Ces résultats peuvent être liés à la composition biochimique et phytochimique des dattes. Les glucides, les fibres alimentaires, les flavonoïdes, les alcaloïdes, les tanins, les coumarines et les polyphénols ont été trouvés dans les deux variétés.

La différence, entre l'effet des deux variétés, semble être liée à la variété, mais surtout dépendante de leur teneur en ces différents composants. La variété *Tamesrit* s'avère plus

riche en composés à effet biologique par rapport à *Ghars* (**Tableaux XIV et XVII, figures 15, 16 et 17**).

D'autres études in vivo ont montré l'effet améliorant des dattes sur le profil lipidique, soit sur homme (**Rock et al., 2009**) ou sur modèles animaux (**Vembu et al., 2012 ; Hassan et al., 2010**).

Les métabolites secondaires tels que des saponines, de polyphénols et flavonoïdes trouvés dans les dattes peuvent être responsables de l'activité anti- hyperlipidémiant.

Des études menées sur des modèles animaux ont attribué aux saponines des propriétés hypocholestérolémiantes (**Potter et al., 1993 ; Rodrigues et al., 2005**).

Par ailleurs, plusieurs études ont montré qu'une consommation régulière de saponines pourrait entraîner une diminution des risques d'athérosclérose, soit par une action antioxydante (**Rodrigues et al., 2005**), soit en induisant une augmentation de l'excrétion des acides biliaires (**Lee et al., 2005**). Les saponines pourraient interférer avec leur circulation entérohépatique par la formation de micelles de poids moléculaire élevé, bloquant ainsi leur réabsorption au niveau de l'iléon (**Oakenfull et Sidhu, 1990**).

Les flavonoïdes peuvent augmenter l'activité de la lécithine cholestérol acyltransférase (LCAT), qui joue un rôle clé dans l'intégration du cholestérol libre dans les HDL.

Le rôle protecteur des HDL vis-à-vis du risque cardiovasculaire a été documenté par un grand nombre d'études épidémiologiques et d'essais thérapeutiques (**Fukushima et al., 1997 ; Guimaraes et al., 2000 ; Devi et Sharma, 2004**). D'autres études ont rapporté l'effet antihyperlipidémiant des dattes.

Les effets hypolipidémiant des dattes peuvent être également dus à son contenu en phytostérols tel que campasterol, isofucosterol (**Kikuchi et Miki, 1978 ; Cleahorn et al., 2003**). Par leur capacité à pouvoir s'adhérer sur les membranes cellulaires et leur structure chimique similaire à celle du cholestérol ; Les phytostérols réduisent l'absorption du cholestérol alimentaire dans le flux sanguin (**Mattson et al., 1982**). Par conséquent multiplie l'excrétion fécale des stéroïdes, et inhibe la réabsorption du cholestérol des acides biliaires dans le processus de digestion ; ceci se traduit par la diminution du retour du cholestérol dans le sang (**Pollak et Kritchevsky, 1981**).

Les résultats de plusieurs essais contrôlés ou randomisés montrent que l'ingestion de 1-3 g/jour de stérols végétaux diminue les concentrations du cholestérol total et des lipoprotéines de faible densité chez des sujets avec un niveau normal ou légèrement élevé de cholestérol (**Moghadasian et Frohlich, 1999**).

2.2.4. Effet des dattes sur le profil lipidique chez les sujets à poids normal et sujets en surpoids

Sur les **Tableaux XX** et **XXI** sont indiquées les valeurs des différents teneurs des lipides sanguins en fonction de l'état pondéral.

Les différents paramètres sanguins du profil lipidique analysés ont subi des changements (légère augmentation) sans atteindre les valeurs seuil des troubles métaboliques (**Figure 19**), quelque soit l'état pondéral et ce pour la variété *Ghars*.

Tableau XX : Profil lipidique avant et après consommation de *Tamesrit* selon l'état pondéral

	Etat pondéral ±E.T.(Min- max)			
	Normal		Surpoids	
	Avant	Après	Avant	Après
CT	1,9 ± 0,17 (1,78-2,02)	1,7 ± 0,12 (1,62-1,79)	2,03 ± 0,31 (1,57-2,6)	1,88 ± 0,22 (1,38-2,04)
HDL-C	0,42 ± 0,08 (0,36-0,48)	0,49 ± 0,14 (0,39 ± 0,6)	0,42 ± 0,13 (0,3-0,73)	0,47 ± 0,12 (0,26-0,63)
LDL-C	1,19 ± 0,28 (0,99-1,39)	1,09 ± 0,18 (0,96-1,22)	1,28 ± 0,34 (0,87-1,91)	1,12 ± 0,2 (0,83-1,39)
TG	1,05 ± 0,2 (0,91-1,2)	0,95 ± 0,12 (0,87-1,04)	1,22 ± 0,22 (0,93-1,56)	1,2 ± 0,33 (0,87-1,74)

Tableau XXI : Profil lipidique avant et après consommation de *Ghars* selon l'état pondéral

	Etat pondéral X±E.T. (Min- max)			
	Normal		Surpoids	
	Avant	Après	Avant	Après
CT	1,76 ± 0,08 (1,67-1,87)	1,73 ± 0,31 (1,47-2,33)	1,92 ± 0,12 (1,81-2,06)	2,10 ± 0,09 (2,05-2,17)
HDL-C	0,51 ± 0,1 (0,43-0,67)	0,51 ± 0,07 (0,41-0,61)	0,41 ± 0,06 (0,33-0,46)	0,43 ± 0,04 (0,40-0,45)
LDL-C	1,02 ± 0,18 (0,79-1,23)	0,98 ± 0,29 (0,64-1,48)	1,15 ± 0,12 (1,08-1,34)	1,38 ± 0,12 (1,35-1,43)
TG	1,21 ± 0,19 (0,99-1,47)	1,11 ± 0,09 (0,81-1,2)	1,23 ± 0,4 (1,01-1,53)	1,33 ± 0,21 (0,94-1,87)

2.2.5. Effet des dattes sur le profil lipidique chez les sujets normo et hypercholestérolémiques

Nous avons tenu compte seulement des effets de l'ingestion de *Tamesrit*. Etant donné, seul dans le groupe *Tamesrit* se trouve des cas (n=10) présentant une hypercholestérolémie modérée.

L'étude individuelle est plus concluante, le **Tableau XXII** et la **Figure 23** montrent que la consommation de 7 dattes de *Tamesrit*/jour pendant trois semaines par les individus normocholestérolémiques et hypercholestérolémiques, entraîne, chez les sujets ayant un niveau normal du profil lipidique; une diminution non significative ($p>0.05$) du CT, LDL-C, TG sans affecter les HDL et sans altérer les teneurs des lipides sanguins.

L'effet le plus important est marqué chez les sujets présentant une hypercholestérolémie modérée, une nette diminution du cholestérol total, portant sur le LDL (cholestérol contenu dans les LDL, athérogène), une légère augmentation de la concentration de HDL-cholestérol (protecteur vis-à-vis de l'athérosclérose), et une diminution du taux de triglycérides. Le cholestérol total a été réduit de 27% ($p<0,00$), les LDL-cholestérol sont abaissées de 23,12%, ces diminutions sont respectivement de 5 et 2,5 fois plus importantes que chez les sujets ayant des taux normaux. Le HDL-cholestérol a augmenté de 12%.

Le bénéfice de la consommation des dattes apparaît beaucoup plus lorsque l'individu a un cholestérol total et LDL-C élevés. Ces résultats concordent avec les conclusions d'**Alsaif et al. (2007)** qui ont rapportés que la consommation des dattes aide à réduire significativement le niveau du cholestérol total plasmatique dans le cas de l'hypercholestérolémie.

D'autres études ont mis en évidence l'efficacité des dattes en termes de réduction des taux élevés de cholestérol, par conséquent l'effet favorable des dattes sur l'hypercholestérolémie (**Al-orf, 1992 ; Maria et al., 2008; Zulkhairi et al., 2010**).

Toutes ces observations peuvent être attribuées entre autre à la présence des protéines et isoflavones dans les dattes (**Mansouri et al., 2005 ; Zhan et Ho, 2005**): dans une méta-analyse de 23 études d'intervention contrôlée, publiées de 1995 à 2002 évaluant l'effet d'une association protéines isoflavones sur les risques de maladies cardiovasculaires ont rapporté

une diminution du cholestérol total, des LDL-C et des triglycérides et une augmentation des HDL-C.

L'effet est plus significatif chez les patients hypercholestérolémiques. Les extraits enrichis en isoflavones uniquement ne présentent aucun effet sur le cholestérol. Les isoflavones pourraient réguler le métabolisme lipidique par une activation des récepteurs œstrogéniques (Ricketts et al., 2005).

Les rapports **CT / HDL** ou **LDL / HDL** constituent l'indice d'athérogénéité qui est un indice révélateur du risque artériel et surtout coronarien. Si le rapport **CT / HDL** est $> 4,85$ et le rapport **LDL / HDL** $> 3,55$ le risque athérogène est statistiquement important.

Dans tous les cas, l'indice d'athérogénéité a diminué significativement ($p < 0,01$) après consommation des dattes.

Le rapport **CT / HDL** est passé de 6,19 avant consommation des dattes (valeur exposant les sujets au risque athérogène) à 4,28 après consommation (valeur ramenant les sujets à un profil lipidique normal).

Le rapport **LDL / HDL** a également baissé après consommation des dattes, de 4,12 à 2,89 (Figure 23). Le lien entre risque coronaire, et plus largement vasculaire et hypocholestérolémie par élévation des LDL-cholestérol est largement démontré (Castelli, 1984). Il est également acquis qu'une diminution de la concentration de LDL-cholestérol s'accompagne d'une réduction du risque d'événements cardiovasculaires (Scandinavian Simvastatin Survival Study Group, 1994).

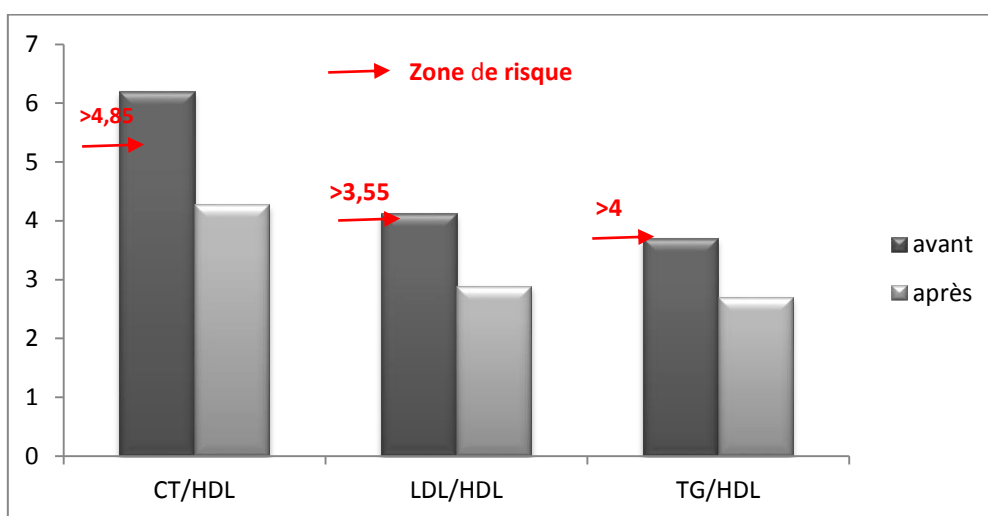


Figure 23 : Variation des rapports du profil lipidique après consommation des dattes.

Tableau XXII : Effet des dattes sur les taux anormaux et normaux de cholestérol et triglycérides.

		Taux anormal	Taux normal
CT (g/l)	Avant	2,2±0,12 (2,1-2,6)	1,99±0,19 (1,93-2)
	Après	1,59±0,09** (1,57-1,65)	1,74±0,14* (1,55-1,80)
LDL-C (g/l)	Avant	1,73± 0,25 (1,55-1,91)	1,14±0,2 (0,96-1,23)
	Après	1,33± 0,007** (1,33-1,34)	1,06±0,17 (0,96-1,2)
HDL-C (g/l)	Avant	0,42 ± 0,12 (0,3-0,52)	–
	Après	0,47 ± 0,11 (0,36-0,63)	–
TG (g/l)	Avant	1,56 ±0,01 (1,55-1,58)	1,1±0,13 (0,91-1,28)
	Après	1,41±0,16* (1,2-1,43)	0,98±0,06 (0,87-1,24)

2.2.6. Effet des dattes sur les triglycérides sanguins chez les sujets à taux élevé et normal

Les triglycérides ont diminué de 16%, au bout de trois semaines de consommation des dattes, chez les sujets à taux élevé, et de 11% chez les sujets à taux normal. Bien que cette diminution n'est pas très significative, mais accompagnée d'une augmentation modérée des HDL, reste importante par le fait qu'elle a baissé le rapport TG/ HDL qui est passé de 3,7 à 2,7 (**Figure 23**). Un rapport TG/ HDL élevé (>4) indique un profil lipidique athérogène et un risque pour le développement de la maladie coronarienne.

2.2.7. Effet de la consommation de *Tamesrit* ou *Ghars* chez les sujets normo et hyperglycémiques

30% (8 individus) du groupe T avait une glycémie comprise entre 1,20 et 1,26 avec une valeur moyenne de 1,21±0,08g/l valeurs exposant les sujets au risque (**Figure 24**).

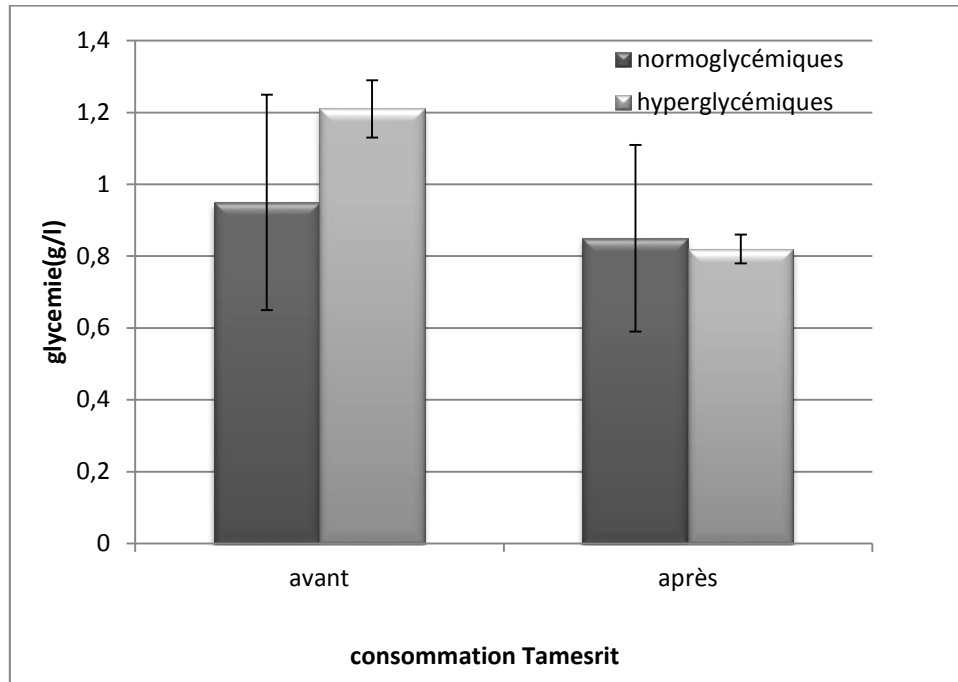


Figure 24 : Variation de la glycémie avant et après consommation des dattes chez les normo et les hyperglycémiques.

La valeur moyenne de la glycémie après consommation pendant trois semaines de datte variété *Tamesrit* à raison de 71g quotidiennement, est passée à $0,82 \pm 0,04$ (**figure24**) avec une baisse significative de 32%. Ces mêmes observations ont été faites par d'autres auteurs (**Rock et al., 2009**).

2.3. Bilan de l'étude de l'effet de *Ghars* ou *Tamesrit* sur la glycémie et le profil lipidique

Cette étude nous a permis de corriger une idée fautive de notre imaginaire, nous croyons que toutes les variétés de dattes étaient comme un produit générique alors que chaque variété présente des spécificités qui la rendent adéquate pour un usage particulier ou une cible particulière.

3. Index glycémique, effet sur la satiété et la pression artérielle de trois variétés de dattes : *Tinissine*, *H'mira* et *Deglet noor*.

3.1. Évaluation de l'index glycémique des trois variétés de dattes

Un grand nombre d'études empiriques a prouvé que différents glucides exercent différents effets quant à l'absorption et le métabolisme du glucose.

Le résultat d'absorption des hydrates de carbone se traduit par la différence dans la réponse glycémique. L'index glycémique d'un aliment est considéré comme un indicateur utile pour rétablir un régime pour les diabétiques, comme il est important pour encore abaisser l'index glycémique lui associer de la matière grasse et/ ou de fibres (**Frost et al., 1994**).

Notre étude a été menée sur trois variétés de dattes : *Deglet noor*, *Tinissine* et *H'mira* provenant du sud Algérien. Cette étude pilote est originale, elle se fait pour la première fois en Algérie sur les dattes ; donc très peu de données sont disponibles ; ce qui explique des difficultés dans les comparaisons bibliographiques avec les variétés algériennes.

L'étude randomisée sur une période de 4 mois a été entreprise auprès de 10 individus volontaires. Nos objectifs sont la mesure des IG des trois variétés, et valider chez l'homme la mesure de l'IG faible en comparaison au glucose (témoin).

3.1.1. Glycémie post prandiale

Les comparaisons des réponses glycémiques postprandiales pour des aliments test à savoir variétés de datte *Tinissine*, *H'mira* et *Deglet noor* avec référence glucose (50 g de glucose en poudre dissous dans 200 ml d'eau) sont présentées sur les **Figures 24, 25 et 26** et sur le **Tableau XXIII**.

Tableau XXIII : glycémies moyennes (g/l), pour chacun des dattes testées à différents temps.

Glycémie (g/l) Aliment	t=0mn	t=15mn	t=30mn	t=45mn	t=60	t=90	t=120
Glucose	0,89±0,04a	1,21±0,07a	1,37±0,05a	1,48±0,12a	1,36±0,11a	1,06±0,06a	0,91±0,03a
<i>H'mira</i>	0,91±0,03a	1,16±0,05b	1,2±0,05b	1,14±0,07b	1,069±0,01b	0,97±0,06a	0,92±0,05a
<i>Tinissine</i>	0,89±0,01a	1,13±0,03b	1,16±0,01c	1,1±0,02c	1,06±0,05b	0,96±0,02a	0,93±0,02a
<i>Deglet Noor</i>	0,9±0,04a	1,12±0,07b	1,23±0,03b	1,14±0,04b	1,1±0,03b	0,97±0,04a	0,94±0,08a

Les valeurs dans la même colonne suivies des lettres différentes représentent des différences significatives (p<0,05).

0 mn : à jeun, après consommation 15mn, 30mn, 45mn, 60mn, 90mn, 120mn.

▪ La moyenne des glycémies à jeun ($t=0$) et celles comprises entre $t=90$ mn et $t=120$ mn :

L'ensemble des aliments testés ne présentait pas de différences significatives ($p < 0,05$).

Ce résultat nous a permis de noter que les variations glycémiques pour les 4 dattes testées se situaient de $t=15$ à $t=60$ mn ($p < 0,01$).

▪ A $t=15$ et $t=60$ mn on pouvait noter une différence significative ($p < 0,01$) entre: le glucose et les trois variétés

▪ A $t=30$ mn et $t=45$ mn une différence significative ($p < 0,01$) entre: le glucose et les trois variétés d'une part et d'autre part entre *Tinissine*, et les deux variétés *H'mira* et *Deglet Noor*.

De même, Une variation significative ($p < 0,05$) de la glycémie après consommation des dattes ou du glucose par rapport à la glycémie à jeun ; est apparue respectivement

Pour le glucose de $t=15$ mn jusqu'à $t=60$ mn, avec un pic glycémique à $t=45$ mn ;

Pour les dattes de $t=15$ mn jusqu'à $t=45$ mn, avec un pic glycémique précoce à $t=30$ mn,. Ces mêmes observations sur les dattes ont été faites par **Alkaabi et al., (2011)** et **Ali et al., (2009)**.

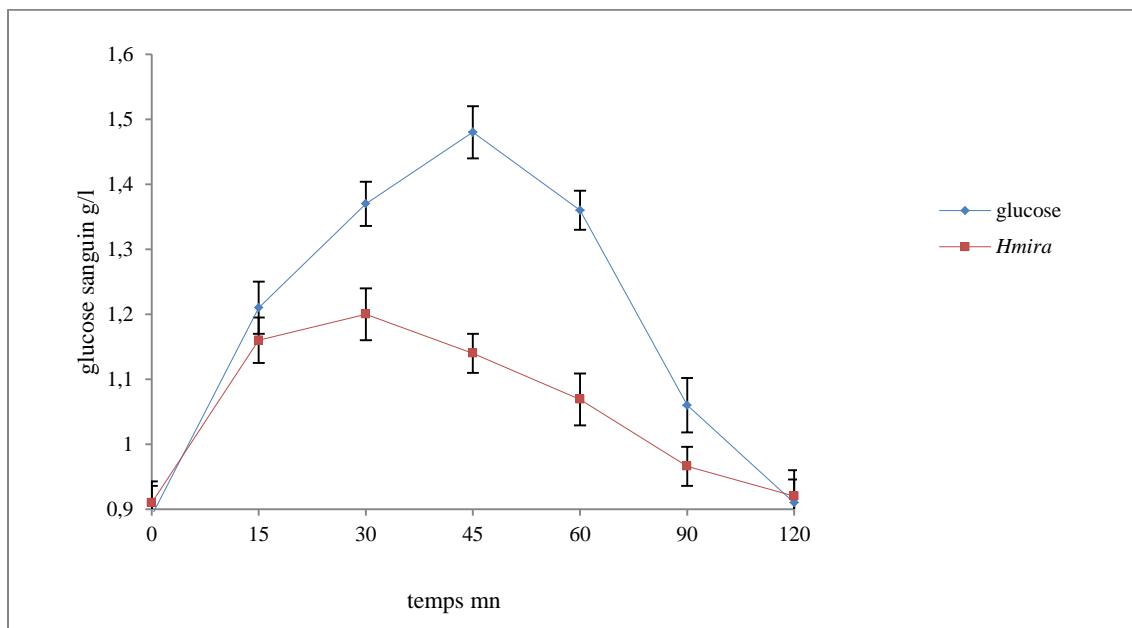


Figure 25 : Evolution de la glycémie après consommation de *H'mira* comparée à celle du glucose.

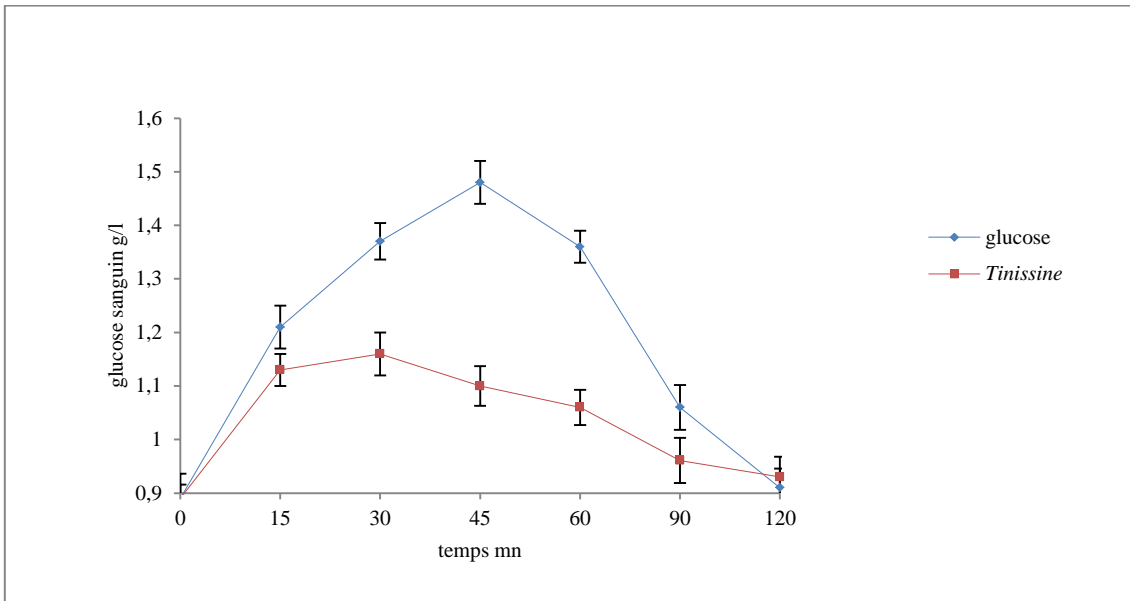


Figure 26 : Evolution de la glycémie après consommation de *Tinissine* comparée à celle du glucose.

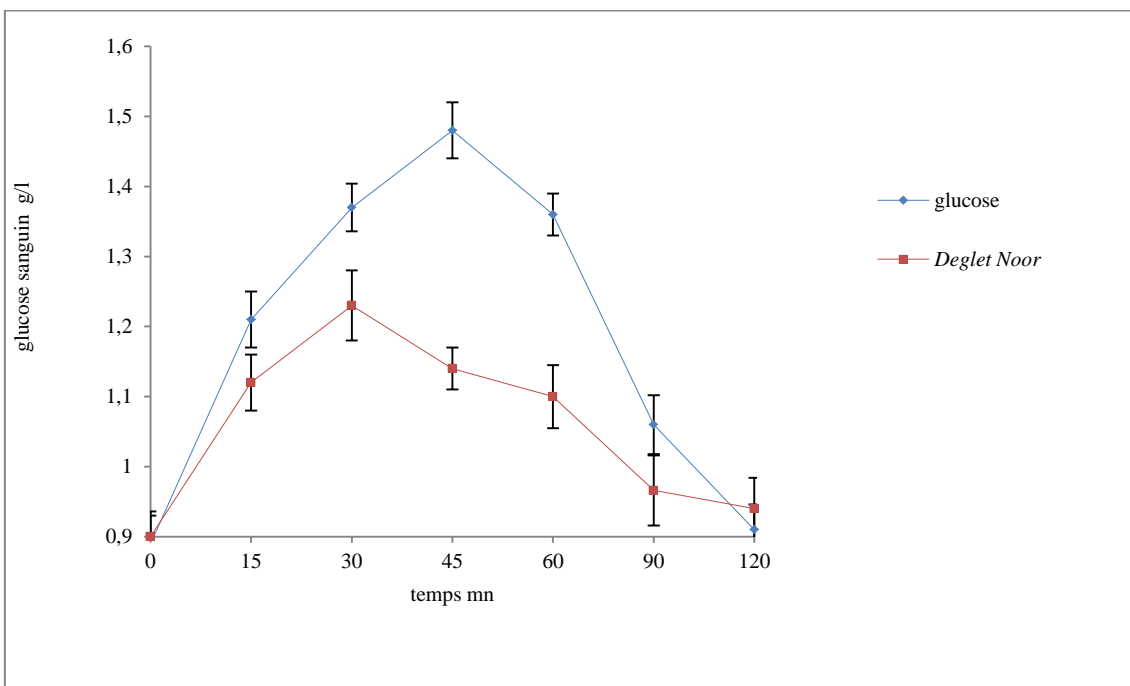


Figure 27 : Evolution de la glycémie, après consommation de *Deglet noor*, comparée à celle du glucose.

Ceci est confirmé par les résultats de l'évolution de la glycémie, après consommation de *H'mira*, *Tinissine* et *Deglet noor*, comparée à celle du glucose (**Figures 25, 26 et 27**). Les courbes illustrent une faible montée du taux de glucose sanguin.

Un pic glycémique précoce et peu élevé, post-ingestion, déterminant ainsi la survenue d'une glycémie moins atténuante.

Contrairement à un pic glycémique tardif et important qui traduit une ascension de glycémie importante.

3.1.3. L'aire sous la courbe et l'index glycémique

Les aires sous la courbe pour le glucose, *H'mira*, *Tinissine* et *Deglet noor* ont été calculées selon (FAO/WHO, 1998). Le glucose qui était l'aliment de référence avait la plus importante aire sous la courbe (Figures 28, 29 et 30).

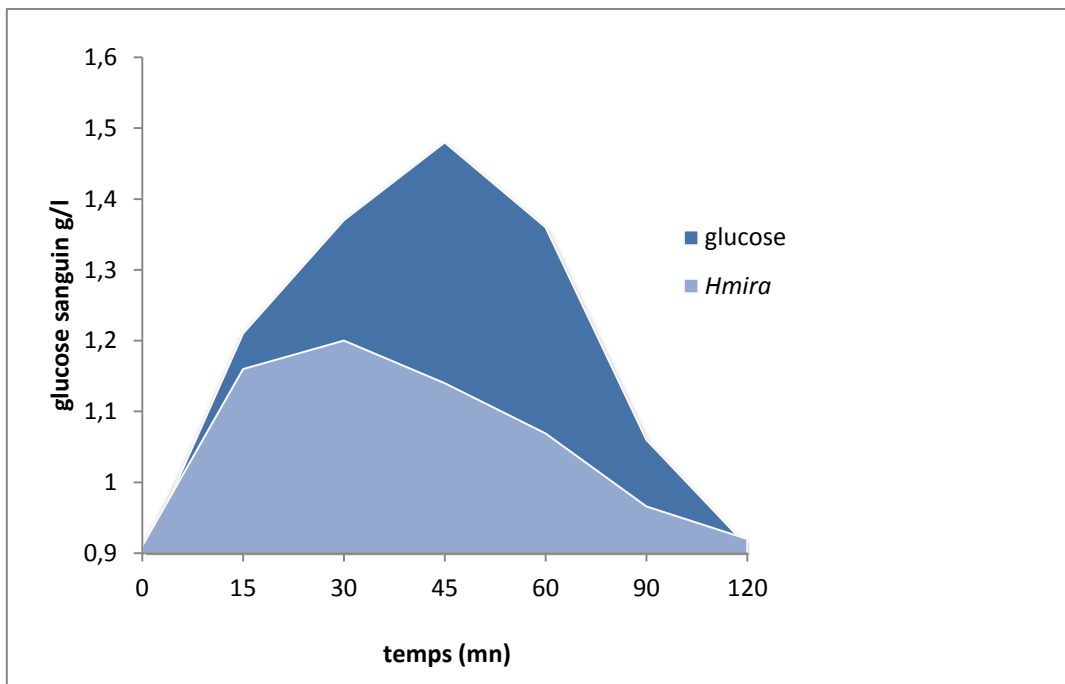


Figure 28 : Aire sous la courbe de *H'mira* comparée à celle du glucose.

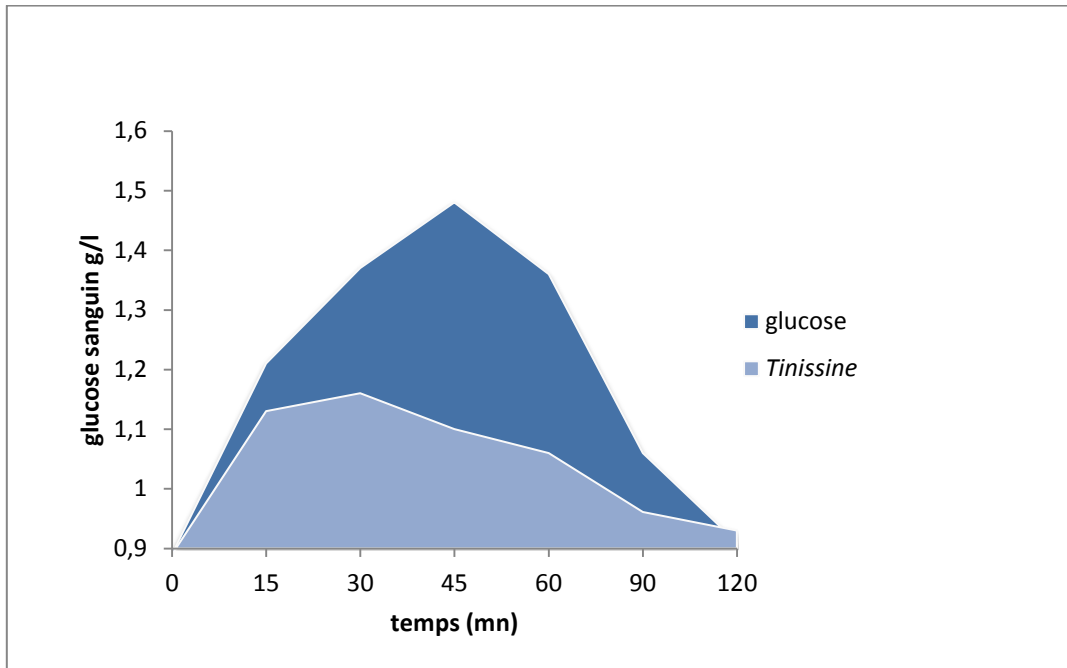


Figure 29: Aire sous la courbe de *Tinissine* comparée à celle du glucose.

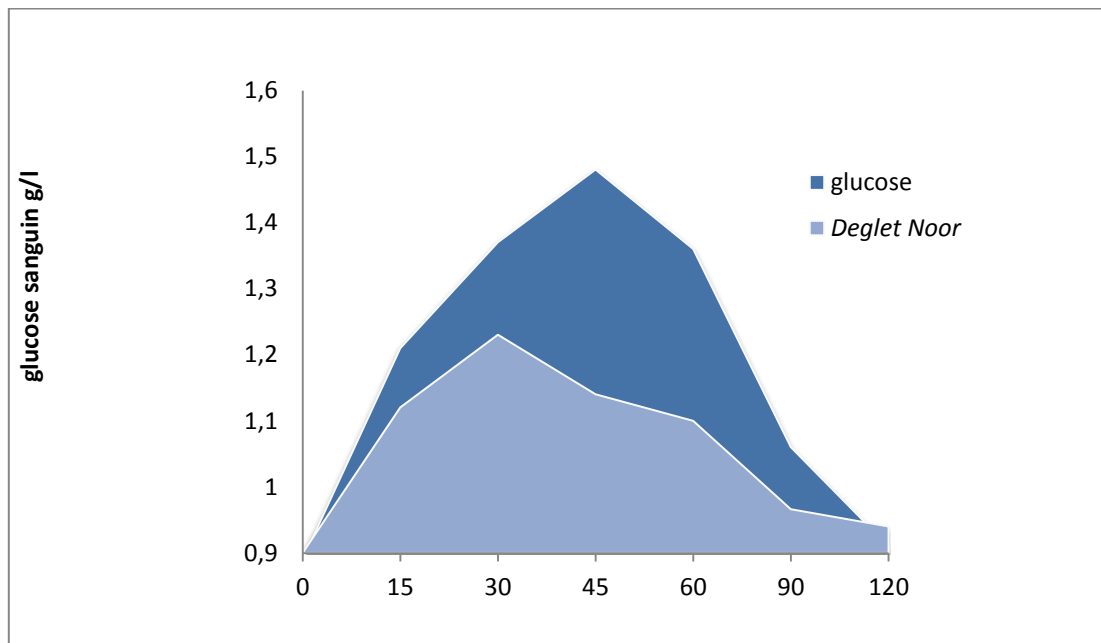


Figure 30 : Aire sous la courbe de *Deglet noor* comparée à celle du glucose.

Les aires sous les courbes des dattes étaient nettement inférieures par rapport à l'aire sous la courbe du témoin, le glucose, de 55,62%, 51,89% et 47,65% respectivement pour *H'mira*, *Tinissine* et *Deglet noor* (Tableau XXIV).

Tableau XXIV : Aire sous les courbes (AUC) et IG des dattes test *H'mira*, *Tinissine Deglet noor* et aliment référence glucose.

AUC g x mn/l Glucose	<i>H'mira</i>		<i>Tinissine</i>		<i>Deglet noor</i>	
	AUC g x mn/l	IG	AUC g x mn/l	IG	AUC g x mn/l	IG
30,6±4,71	13,58±2,14 (55,62 %↓)	44,31±2,9	14,72±2,24 (51,89%↓)	48±3,6	16,02±2,4 (47,65%↓)	52,35±4,2

Les résultats globaux obtenus dans la présente étude fournissent des preuves que les dattes possèdent des effets significatifs quant à la réduction du taux de glucose sanguin d'où de faibles index glycémiques.

En outre les valeurs des IG obtenues confirment des IG faibles (55ou moins); selon la classification préconisée par **Brand Miller (1998)**; 44,31 ±2,9,48±3,6et 52,35 ±4,2 pour *Tinissine*, *H'mira* et *Deglet noor* respectivement, conformément à ce qui a été trouvé pour les variétés d' Emirat, Khalas et Bo Ma'an ou les IG étaient de 35,5 et 49,7 respectivement (**Miller et al., 2002**), *Khalas* mélangée au yaourt était de 35,5 (**Miller et al., 2003**), et *Fara'd*, *Lulu*, *Bo ma'an*, *Dabbas* et *Khalas* avaient des IG de 53,5 ± 8,6, 46,3 ±7,1, 49,1 ± 3,6 et 55,1 ± 7,7 respectivement (**Alkaabi et al., 2011**). Les IG de trois variétés de dattes d'Oman se situaient entre 47,6 et 57,7 (**Ali et al., 2009**).

L'IG bas des dattes peut être attribué, en partie à leur haute teneur en fructose, pour *H'mira* et *Tinissine*. Une étude a montré que le fructose natif des fruits a un IG très faible de 11 (**Aurelie, 2011**) du fait de son métabolisme hépatique. Il a été également rapporté qu'il existe une corrélation inverse entre le fructose et les valeurs de l'IG des Dattes (**Ali et al., 2009**). Selon **Wolever, (1990)** la teneur en fibres alimentaires est significativement corrélée à IG des aliments.

Un certain nombre d'essais cliniques et épidémiologiques ont montré qu'une alimentation à faible IG améliore l'équilibre glycémique voire lipidique (**Jenkins et al., 1981 ; Wolever et al., 1991; Augustin et al., 2002; Foster-Powell et al., 2002; Jenkins et al., 2002; Ludwig, 2002; Brand-Miller et al., 1998**) et protège contre les maladies chroniques tels que le diabète type 2, l'obésité et les maladies cardiovasculaires (**Liu et al., 2000**).

Par ailleurs d'autres études sur les dattes ont rapportés des IG élevés. Un IG des dattes testé sur des femmes avec diabète gestationnel était de 61,1 (Lock et al., 1988) ; un IG des dattes séchées australiennes était de 103 (Krinsky, 1993; Foster-Powell et al., 2002; Denyer et Dickinson, 2005).

Jusqu'à nos jours la détermination de l'IG des aliments souffre de variabilité du aux facteurs intrinsèques de l'aliment tel que la composition exacte, qui peut varier selon les pays, la provenance, la variété et les méthodes expérimentales (Wolever et al., 2003).

3.2. Validation de l'effet satiétogène des trois variétés de dattes : étude à court terme

Au vu de la littérature, nous avons fait l'hypothèse que les dattes, aliments riches en fibres, entraîneront une diminution de la sensation de faim subséquente.

Cette étude a également permis de suivre l'évolution de la sensation de faim au cours de la matinée, après l'ingestion des dattes consommées au petit-déjeuner. En particulier, nous avons distingué l'effet de la consommation des dattes fruits riches en fibres sur le rassasiement, c'est-à-dire la sensation de satiété pendant la période consécutive à un repas et qui dure jusqu'à la prise alimentaire suivante.

Dans cette étude, la condition « ingestion des dattes » a été comparée à une condition contrôle, « ingestion du pain».

3.2.1. Compositions des aliments testés

L'étude a été réalisée avec quatre aliments : le pain et trois variétés de dattes : *Deglet noor*, *H'mira* et *Tinissine*. Le **Tableau XXV** montre la composition moyenne des aliments testés en glucides, lipides, protéines et fibres ainsi que leur apport calorique.

Tableau XXV : Composition de dattes testées.

Composition		Glucides	Lipides	Protéines	Fibres	Apport calorique
Aliment		(g)	(g)	(g)	(g)	(Kcal)
	100g de pain	51,20	3,40	8,10	3,00	265,60
7 dattes	65 g de <i>Deglet noor</i>	46,80	0,34	0,98	8,58	191,20
	62g de <i>H'mira</i>	39,7	0,11	1,36	8,55	165,00
	63,5g de <i>Tinissine</i>	37,21	0,44	1,20	7,94	157,60

3.2.2. Evaluation des sensations de l'appétit

L'évaluation des sensations de l'appétit avec VAS est présentée de la **Figure 31** à **34**. Sur la **Figure 31**, un effet significatif ($p < 0,02$) intéressant est observé, une réaugmentation de la sensation de la faim au cours de l'expérience, plus lente pour les dattes que pour le pain.

Les dattes ont été également associées à une augmentation significative des valeurs mesurées de plénitude que le pain à 60,90 et 120 minutes (**Figure 32**).

Les **Figure 33** et **Figure 34** présentent le désir de manger et la consommation alimentaire prospective ; aucune différence significative n'a été observée entre les quatre conditions pour les deux sensations d'appétit bien que le pain est pauvre en fibres par rapport aux dattes.

Il est possible que les fibres naturellement contenues dans le pain (comme la cellulose) et/ou l'interaction entre les fibres et la matrice du pain (amidon + gluten) potentialisent l'effet satiétogène du pain

Sur le **Tableau XXVI**, l'AUC 0-120 min pour toutes les sensations de l'appétit a tendance à être plus basse avec les dattes pour désir à manger, la faim, la consommation alimentaire prospective et plus haute pour plénitude.

Toutes ces observations confirment les résultats de plusieurs études menées, sur des sujets sains, qui rapportent que les aliments à faible IG agissent sur la faim entre 2 et 6 h après leur ingestion et apportent une satiété (**Leathwood et Polet, 1988 ; Brand Miller et al., 1998**).

Les dattes, par leur teneur importante en fibres alimentaires peuvent influencer sur la satiété: principalement en raison de deux mécanismes : augmentation du temps de mastication et de la distension gastrique, notamment pour les fibres insolubles, et d'autre part augmentation des temps de vidange gastrique et intestinale ; ce qui retarderait l'absorption des nutriments, principalement pour des fibres solubles visqueuses (**Delargy et al., 1997 ; Holt et al., 2001 ; Wood, 2007**).

Les fibres solubles visqueuses ont montré des effets bénéfiques sur les sensations relatives à l'appétit (**Turnbull et al., 1995 ; Kovacs et al., 2001**). ; Puisque ceci est relié à la viscosité des aliments dans le tractus gastro-intestinal (**Malkki, 2001**).

Comme il a été démontré une corrélation positive entre la viscosité de l'aliment dans l'estomac, le ralentissement de la vidange gastrique et l'impression d'être rempli chez l'humain (Marciani *et al.*, 2000).

il n'existe à ce jour aucune étude montrant de façon claire que les fibres solubles sont plus satiétogène que les fibres insolubles ou vice versa (Howarth *et al.*, 2001).

De même la présence du fructose dans les dattes, qui par son pouvoir sucrant élevé par rapport au glucose, induit la satiété qui par conséquent entraîne une faible prise de poids (Al-Farsi *et al.*, 2005).

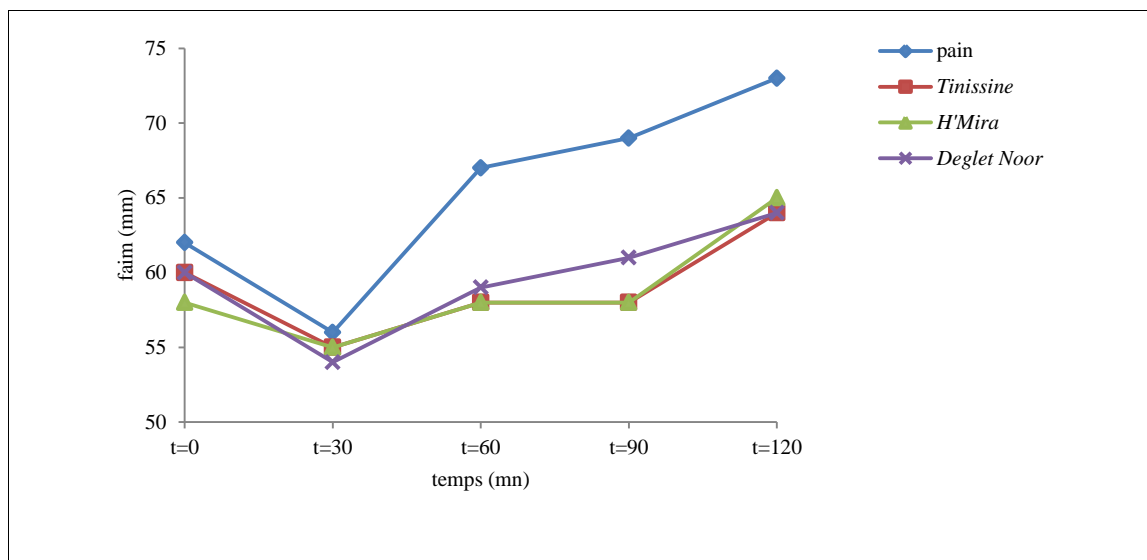


Figure 31 : Changement dans la sensation de faim évaluée par échelle visuelle analogique, avant et après la consommation de chaque datte et du pain.

Chaque point de données représente la moyenne de tous les scores d'auto-évaluation.

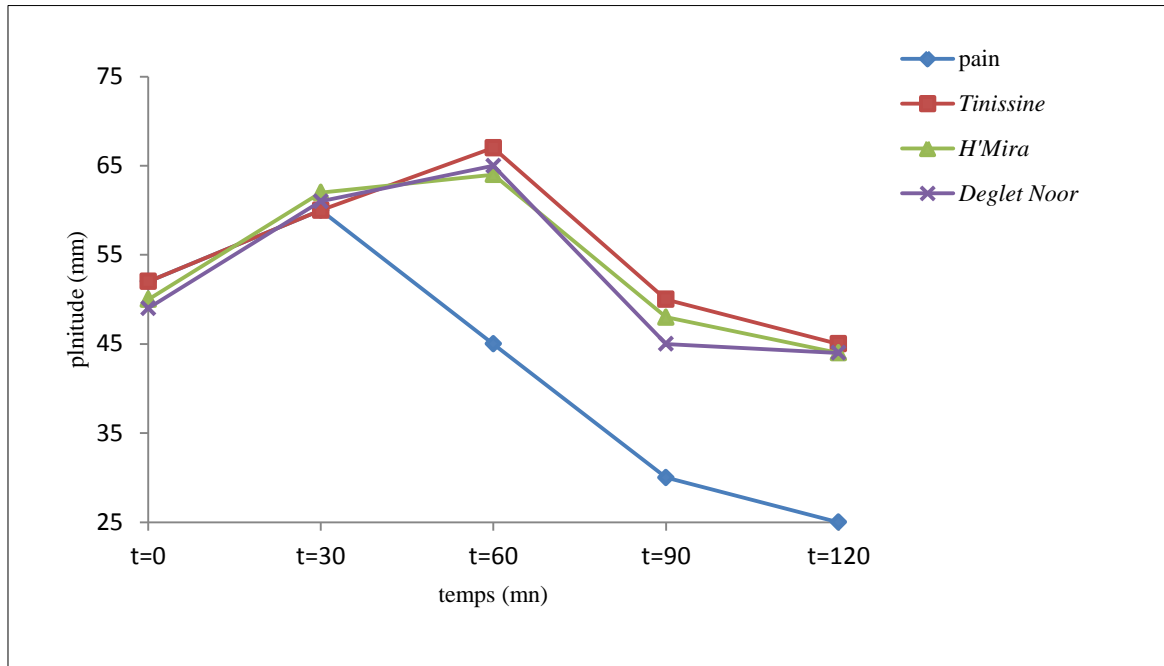


Figure 32 : Changement dans la sensation de plénitude évaluée par échelle visuelle analogique, avant et après la consommation de chaque datte et du pain. Chaque point de données représente la moyenne de tous les scores d'auto-évaluation

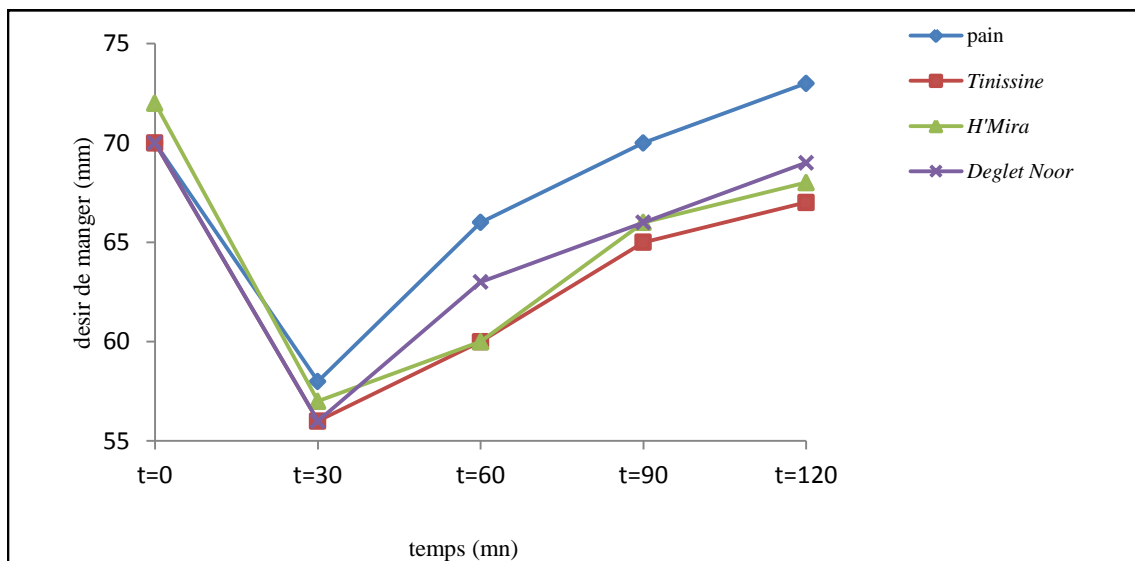


Figure 33 : Changement dans la sensation de désir de manger évaluée par échelle visuelle analogique, avant et après la consommation de chaque datte et du pain. Chaque point de données représente la moyenne de tous les scores d'auto-évaluation

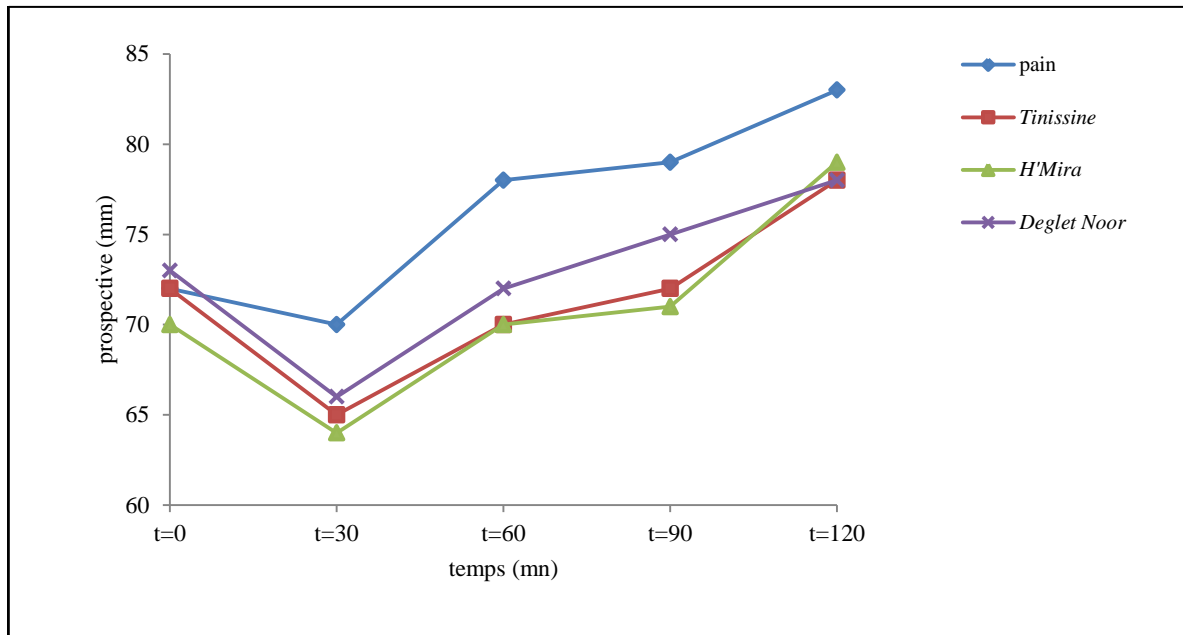


Figure 34 : Changement dans la sensation de la prospective de la consommation alimentaire évaluée par échelle visuelle analogique, avant et après la consommation de chaque dattes et du pain.

Chaque point de données représente la moyenne de tous les scores d'auto-évaluation

Tableau XXVI : Comparaisons entre les groupes pour aire sous la courbe mm x mn (AUC0-120 pour chaque sensation de l'appétit obtenu par échelle visuelle analogique VAS).

	Pain	Tinissine	H'mira	Deglet noor	p
Faim	11055 ± 3316,50	9810±2452,50	9870±2170,22	9900±2403,70	0,98
Plénitude	6510±1492,20	8895±2045,85	8700±2001	8520±2257,10	0,90
Désir de manger	11205±3585,60	10545±2636,25	10710±2945,45	10755±3000,21	0,70
Consommation alimentaire Prospective	12705±4319,70	11605±3248,45	11303±3390,70	11780±3270,30	0,81

3.3. Effet de l'ingestion des dattes sur la pression artérielle

3.3.1. Chez les normotendus

La consommation des dattes pendant 21 jours a provoqué une diminution de la pression artérielle chez les sujet normotendus. Un effet antihypertenseur au niveau des pressions systolique et diastolique a été observé après l'ingestion des trois variétés. L'importance de chute était dans le même ordre pour les trois variétés de dattes (**Tableau XXVII**) bien qu'il est significatif ($p < 0,01$) pour H'mira et Tinissine.

Tableau XXVII : PAS et PAD avant et après consommation des dattes chez les normotendus

		PAS mm Hg		PAD mm Hg	
		Avant ingestion des dattes	Après ingestion des dattes	Avant ingestion des dattes	Après ingestion des dattes
H'mira	Ensemble	117,50±0,90	111,10±0,50*	75,10±0,42	67,3±0,87**
	Femmes	116,33±0,78	109,81±0,37*	74,9±0,22	66,43*±0,39
	Hommes	118,60±0,55	112,36±0,44*	75,32±0,54	68,17*±0,67
		NS	NS	NS	NS
Deglet noor	Ensemble	122±1	118,8±1,10	76,06±0,52	72,4±0,67
	Femmes	121,98±0,86	117,09±1,03	75,86±0,45	72,02±0,80
	Hommes	122,10±0,76	119±1	75,09±0,34	72,30±0,70
		NS	NS	NS	NS
Tinissine	Ensemble	116,68±1,20	109,60±0,99*	74,76±0,56	71,5±0,78
	Femmes	116,1±1	109,03 ±0,79*	74,01±0,52	69,87 ±0,97*
	Hommes	116,65±0,95	110±0,77*	74,70±0,44	73,13±0,64
		NS	NS	NS	NS

3.3.2. Chez les hypertendus

Les différents résultats de la PAS et PAD sont résumés dans le **Tableau XXVIII**. Un effet antihypertenseur significatif au niveau des pressions systolique et diastolique a été observé après l'ingestion des dattes pendant 21 jours quelque soit la variété étudiée.

Cette diminution est beaucoup plus importante par rapport à celle observée chez les normotendus, une baisse significative ($p < 0,001$) de la PAS est de l'ordre de 9 ± 2 mm Hg, $8,7 \pm 2,1$ mm Hg et $13,1 \pm 1,67$ mm Hg respectivement pour *H'mira*, *Deglet noor* et *Tinissine*.

L'effet hypotenseur des dattes est plus marquée pour la PAD ; il se traduit par une diminution ($p < 0,001$) $13 \pm 3,16$ mm Hg, $12,94 \pm 3$ mm Hg et de $15,47 \pm 31,98$ mm Hg pour *H'mira*, *Deglet noor* et *Tinissine* respectivement. Aucune différence significative entre les deux sexes n'a été notée. La présence en quantité importante dans les trois variétés de dattes de l'étude du K^+ et du Mg^{2+} (**Tableau XIII**) et des composés chimiques, tanins, flavonoïdes, polyphénols, coumarines (**Tableau XVII et Figures 15 et 16**), est responsable des effets hypotenseurs selon certains auteurs. Cette richesse expliquerait l'intérêt thérapeutique de ces fruits. Plusieurs travaux ont rapportés que la présence de (Na^+ , K^+ , Mg^{2+}) dans les aliments peuvent potentiellement affecter la tension artérielle (**Kotchen et Carron, 1998**). Un apport

important en k^+ et Mg^{2+} couplé à un apport faible en sodium (Na^+) est souvent aussi efficace qu'un antihypertenseur dans le traitement de l'hypertension (**Houston, 2011**). Ceci explique l'effet hypotenseur de *H'mira*, *Deglet noor* et *Tinissine* d'une part et d'autre part la chute de la pression plus importante pour *Tinissine*.

Les tanins et les flavonoïdes sont reconnus pour leurs propriétés d'augmentation de la résistance capillaire du tonus veineux. Elles ont des activités inhibitrices de la décarboxylase, de l'élastase et de l'enzyme de conversion d'angiotensine (**Bruneton, 2009**).

Les polyphénols, tanins, coumarines et les flavonoïdes, par leur propriété antioxydante rentrent dans la lutte contre l'athérosclérose et les cancers qui constituent les facteurs favorisant l'HTA (**Chevalley et al., 2000**).

La présence de ces derniers dans les dattes, les rend bénéfique dans le traitement de l'HTA. Toutes ces données pourraient justifier l'utilisation traditionnelle des dattes au Maghreb pour le traitement de HTA (**Tahraoui et al., 2007**).

Tableau XXVIII : PAS et PAD avant et après consommation des dattes chez les hypertendus

		PAS mm Hg		PAD mm Hg	
		Avant ingestion des dattes	Après ingestion des dattes	Avant ingestion des dattes	Après ingestion des dattes
H'mira	Ensemble	140,58±1,88	131,5±2,11**	91,83±1,91	78,40±2**
	Femmes	140±1,66	130,5±2,07**	92,83±2	79,16±1,63**
	Hommes	141,16±2	132,49±1,76**	90,83±1,94	77,66±2**
		NS	NS	NS	NS
Deglet noor	Ensemble	140,41±1,7	131,7±1,53**	91,35±2	78,41±2**
	Femmes	140,87±1,49	131,5±1,69**	92,20±1,98	78,5±1,7**
	Hommes	139,55±1,52	131,88±1,45**	90,55±1,66	78,33±1,82**
		NS	NS	NS	NS
Tinissine	Ensemble	142,10±1,68	129,37 ± 2,10**	90,87±1,09	75,12 ± 0,99 **
	Femmes	142,23±1,61	128,76±1,56**	91,01±1,89	74,38±0,73**
	Hommes	142,01±1,09	130,01±1,66**	89,35±2,1	75,64±0,93**
		NS	NS	NS	NS

3.4. Bilan sur les essais portés sur l'index glycémique, la satiété et la pression artérielle

Les résultats obtenus permettent déjà à distinguer que les dattes, comme des fruits à fort intérêt nutritionnel présentent un faible index glycémique et assure le maintien de l'homéostasie glucidique.

Il faut rappeler que le suivi d'un régime à IG faible est utile pour la prévention primaire en diminuant la prévalence du diabète (**Tuomihetho et al., 2001**), comme on peut atteindre facilement un niveau satisfaisant de satiété tout en mangeant moins.

Cette étude prouve la pertinence, pour la prévention et le traitement de l'hypertension artérielle de grade 1.

CONCLUSION

Conclusion générale

Ce travail de recherche a été consacré à l'étude de l'évaluation des dattes en tant qu'aliments naturels particulièrement riche en glucides et en métabolites secondaires biologiquement actifs.

Une première étape de développement analytique a permis la caractérisation de cinq variétés de dattes à savoir *Tamesrit*, *Ghars*, *Tinissine*, *H'mira* et *Deglet noor* provenant de deux régions du sud Algérien, Adrar et Ghardaïa.

Les dattes analysées pour leurs teneurs en glucides, en protéines, lipides, minéraux, se sont révélées avoir des compositions variables selon les variétés et les saisons ($p < 0,05$). L'étude a montré que les cinq variétés sont une source importante de glucides (varient de 54,3 à 75,21%), de fibres alimentaires (varient de 6 à 17,9%) de minéraux particulièrement potassium (varient de 665 à 916,5 mg/100g) et magnésium (varient de 36,1 à 66 mg/100g).

Toutes les variétés de dattes étudiées s'apprêtent à une bonne conservation (teneurs en eau variant de 14,48 à 26,35%), et par conséquent à une bonne commercialisation.

Le profil des métabolites secondaires a révélé une richesse en polyphénols (s'étalent de 88,75 à 401 mg EAG/100g), flavonoïdes (s'étalent de 5,2 à 6,7 mg EQ/100g) et saponosides pour les cinq variétés. L'évaluation des propriétés antioxydantes de *Tinissine*, *H'mira*, *Deglet noor*, *Tamesrit* et *Ghars* a mis en évidence un important pouvoir antioxydant lié à leurs teneurs élevées en métabolites secondaires.

La caractérisation hédonique des différentes variétés de l'étude a montré que la variété *Tamisret* a eu le score le plus élevé soit 4,5 pour les préférences suivie de *Deglet noor* soit 4. L'étude de l'effet de la consommation de *Tamesrit* ou de *Ghars* sur le profil lipidique et le glucose sanguin à court terme a montré que l'ingestion de *Tamesrit* a donné le meilleur résultat : une quantité de 71g de *Tamesrit* (7 dattes) prise quotidiennement, pendant 21 jours a permis :

-de réduire très significativement ($p < 0,005$) le cholestérol total, les LDL-C les triglycérides chez des sujets avec un profil lipidique athérogène (l'hypercholestérolémie, hyperlipidémie et hypertriglycéridémie modérées, et un taux faible du cholestérol HDL), avec des différences respectives de 27%, 23 % et 12 %.

-de baisser la glycémie dans le cas d'une hyperglycémie modérée

Tinissine, *H'mira* et *Deglet noor* ont induit des pics postprandiaux précoces, atteints à $t=30$ mn et avaient des index glycémiques bas respectivement 44,31 ; 48 et 52,35. Par conséquent les dattes pourraient être un choix alimentaire pour les diabétiques. Elles ont également induit un effet hypotenseur chez les hypertendus de grade 1 avec une diminution significative de la tension artérielle systolique ($p<0,01$), de l'ordre de 9 ± 2 mm Hg, $8,7\pm 2,1$ mm Hg et $13,1\pm 1,67$ mm Hg respectivement et une baisse très hautement significative de la tension artérielle diastolique ($p<0,001$) de $13 \pm 3,16$ mm Hg, $12,94 \pm 3$ mm Hg et de $15,47\pm 31,98$ mm Hg respectivement.

L'Algérie étant très riches en variétés, les variétés *Tamesrit* et *Tinissine* dont la connaissance est limitée dans les zones productrices ainsi que d'autres variétés non connues, mériteraient d'être valorisées. Une attention particulière doit être accordée à ces deux variétés ; leur sensibilisation, leur vulgarisation et la subvention aux agriculteurs permettrait leur mise en valeur commerciale et technologique au niveau national et international.

Les Dattes méritaient une mention particulière les distinguant. Cependant, la caractérisation précise des dattes faisant l'objet d'études cliniques s'avère absolument nécessaire afin d'établir des recommandations justes. Il serait alors très intéressant d'exploiter les résultats et de rechercher des principes actifs responsables de ces propriétés pharmacologiques.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **Abdel Moneim E., Sulieman 1., Itimad A., Abd Elhafise., Awad M., Abdelrahim 2012.** Comparative Study on Five Sudanese Date (*Phoenix dactylifera* L.) Fruit Cultivars. *Food and Nutrition Science*. 3: 1245-1251.
2. **Abdul A., & Allaith A., 2008.** Antioxidant activity of Bahraini date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruit of various cultivars. *International Journal of Food Science and Technology*. 43: 1033–1040.
3. **Aberlenc-Bertossi F., 2012.** La détermination du sexe du palmier dattier. *Dia de news letters*. 3 : 1-8.
4. **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*. Ed. INRA. 8: 19-39.
5. **Acourene S., Djafri K., Benchabane A., Tama M. and Taleb B., 2013.** Dates Quality Assessment of the Main Date Palm Cultivars Grown in Algeria, *Annual Research & Review in Biology*. 4 (3): 487-499.
6. **AFNOR. 1977a.** Dosage de l'azote en vue du calcul de la teneur en protéines brutes. NF V 18-100. Association Française de Normalisation, Paris-La Défense. 4 p.
7. **AFNOR. 1977b.** Dosage des cendres brutes. NF V 18-101. Association Française de Normalisation, Paris-La Défense. 2p.
8. **AFNOR. 1993 :** Produits agricoles et alimentaires. Détermination de la cellulose brute, méthode générale. NF V 03-040. Association Française de Normalisation, Paris-La Défense. 5p.
9. **AFSSAPS., 2001.** (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Produits de Santé). La prise en charge thérapeutique du patient dyslipidémiques. Recommandation de bonne pratique. *Rev. Prat.* **15**(522): 58-62.
10. **Ahmed A. I., Ahmed A. W. K. & Robinson R. K., 1995.** Chemical composition of date varieties as influenced by the stage of ripening. *Food Chem*. 54:305–309.
11. **Akunna G.G., Saalu C.L., Ogunmodede O.S., Ogunlade B., Bello A.J. et Salawu E.O., 2012.** Ameliorative Effect of *Moringa oleifera* (drumstick) Leaf Extracts on Chromium-Induced Testicular Toxicity in Rat Testes. *World J. Life Sci. Med. Res.* 2:20-6.

12. Al-Abdoulhadi A., Al-Ali S., Khurshid K., Al-Shryda F., Al-Jabr A.M. & Ben Abdallah A., 2011. Assessing fruit characteristics to standardize quality norms in date cultivars of Saudi Arabia. *Indian Journal of Science and Technology*. 4 (10): 2-10.
13. 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 Chem*. 104: 943-947.
14. Al-Farsi M., Alasalvar C., Morris A., Baron M. & Shahidi F., 2005. 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. DOI: 10.1021/jf050578y.
15. Al-Farsi M.A., Lee C.Y., 2008. Nutritional and functional properties of dates: a review. *Crit Rev Food Sci. Nutr*. 48(10): 877-87.
16. Al-Hooti S., Sidhu J.S., Qabazard H., 1997. Physiochemical characteristics of five date fruit cultivars grown in the United Arab Emirates. *Plant Food for Human Nutrition*. 50:101–113.
17. Al-Hooti S., Sidhu JS., Qabazard H., 1998. Chemical composition of seeds of date fruit cultivars of United Arab Emirates. *J. Food Sci. Technol*. 35: 44-46.
18. Ali A., Al Kindi Y.S., Al Said F., 2009. Chemical composition and glycemic index of three varieties of Omani dates. *Int. J. Food Sci. Nutr*. 60 (Suppl) 4:51-62.
19. Ali A., Al-kindi Y.S.M. & Al-said F., 2009. Chemical composition and glycemic index of three varieties of Omani dates. *Int. J. Food Sci. Nutr*. 60 (suppl.4): 51-62. DOI:10.1080/09637480802389094.
20. Alkaabi J., Al-Dabbagh B., Ahmad S., Saadi H., Gariballa S., Ghazali MA., 2011. Glycemic indices of five varieties of dates in healthy and diabetic subjects. *Nutr. J*. 10:59. DOI: 10.1186/1475-2891-10-59.
21. Allaith A.A.A., 2008. Antioxidant activity of Bahraini date palm (*Phoenix dactylifera L.*) fruit of various cultivars. *Int. J. Food Sci. Technol*. 43(6):1033-1040.
22. Al-Maiman S.A et Amed D., 2002. Changes in physical and chemical proprieties during pomegranate (*Punica granatum L.*) fruit maturation. *Food.Chem*. 76: 437-441.
23. Al-Orf L., 1992. The effect of gahwa (Arabian coffee) and dates on tissue lipids, serum lipids and lipoproteins in rats. *M.Sc Thesis*, Applied Medicine College, King Saud University, Riyadh, KSA.p152.

24. **Al-Qarawi AA., Ali BH., Al-Mougy SA., Mousa HM., 2003** .Gastrointestinal transit in mice treated with various extracts of date (*Phoenix dactylifera L.*).*Food Chem. Toxicol.* 41(1): 37-39.
25. **Alsaif M.A., L.K. Khan., A.A.H. Alhamdan., S.M. Alorf., S.H. Harfi., A.M. Al-Othman & Z. Arif.,2007**.Effect of dates and gahwa (Arabian Coffee) supplementation on lipids in hypercholesterolemic hamsters. *Int. J. Pharmacol.* 3: 123-129.
26. **Al-shahib W. & Marshall R.J., 2003**. The fruit of the date palm: Its possible use as the best food for the future.*Int. J. Food Sci. Nutr.* 54: 247-259. .DOI: 10.1080/09637480120091982.
27. **Amellal-Chibane H., Noui Y., Djouab A., Benamara S., 2014**. Compositional and Morphological Characteristics of the Tissues of Three Common Dates Grown in Algeria *International Journal of Biological, Veterinary, Agricultural and Food Engineering.* 8 (10): 1068-1071.
28. **American Dietetic Association. 2008**. *International Dietetics and Nutrition Terminology (IDNT) Reference Manual*. 1st ed. Chicago, IL: American Dietetic Association.
29. **Amoprec, 2014**. <http://www.radioalgerie.dz/news/fr/article/20141011/16173.html>), [consulté en février 2015].
30. **Amrani Y., 2002**. Comportement d'un stock de la pâte de datte traitée par thermisation en atmosphère modifié et au froid, Mémoire d'Ingéniorat d'état en Agronomie, Mostaganem, 16p.
31. **Appel L.J., Moore T.J., Obarzanek E., Vollmer W.M., Svetkey L.P., Sacks F.M., Bray G.A., Vogt T.M., Cutler J.A., Windhauser M.M., Lin P.H., Karanja N.A., 1997**. Clinical trial of the effects of dietary patterns on blood pressure: DASH Collaborative Research Group. *N. Engl. J. Med.* 336: 1117–1124.
32. **Aruoma O.I., 1994**. Nutrition and health aspects of free radicals and antioxidants. *Food Chem. Toxic.* 32: 671-683.
33. **AudigieC.L., 1978**. Manipulation d'analyse biochimique. Ed. Doin. Paris, pp: 27-74.
34. **Augustin L.S., Franceschi S., Jenkins D.J., Kendall C.W., & La Vecchia C., 2002**. Glycemic index in chronic disease: A review. *Eur. J. Clin. Nutr.* 56 (11): 1049–71.

35. **Babahani S., Eddoud A., 2012.** Effet de la température sur l'évolution des fruits chez quelques variétés du palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*). *Algerian journal of arid environment*. 2 (1) : 36-41.
36. **Bacha M.A., Nasr T.A. & Shaheen M.A. 1987.** Changes in Physical and Chemical Characteristics of the Fruits of Four Date Palm Cultivars. *Proc. Saudi BioI. Soc.* 10:285-295.
37. **Baliga S., Baliga V. & Kandathil S. 2011.** A review of the chemistry and pharmacology of the date fruits (*Phoenix dactylifera L.*). *Food Research International*. 44: 1812-22.
38. **Barreveld, W. H., 1993.** Date palm products. *Agricultural Services Bulletin*. N° 101. FAO, Rome, Italy.
39. **Barrow S., 1998.** A monograph of *Phoenix L.* (Palmae: *Coryphoideae*). *Kew bulletin*. 53: 513-575.
40. **Ben Aïssa I., Bouarfa S., Perrier A., 2008.** Utilisation de la mesure thermique du flux de sève pour l'évaluation de la transpiration d'un palmier dattier. "*Economies d'eau en systèmes irrigués au Maghreb*", Mostaganem. Algérie. 18.
41. **Ben Ismail H.D., Jendoubi N., Kodia A., Ben Hassine D. & Ben Slama M., 2013.** Sensory profile of principal Tunisian dates' cultivars. *Emir. J. Food Agric.* 25(5): 331- 341.
42. **Benkhelifa A. 1996.** Diversity of date palm (*Phoenix dactylifera L.*) in the Algerian oases. *Options Médit, Série A*. 28: 142-160.
43. **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: 346–354.
44. **Benziouche S.E. et Cheriet F., 2012.** Structure et contraintes de la filière dattes en Algérie. *New. Medit*. 49-57.
45. **Besbes S., Blecker C., Deroanne C., Drira N., & Attia H., 2004.** Date seeds: chemical composition and characteristic profiles of the lipid fraction. *Food Chem.* 84:577-584.
46. **Biglari F., AlKarkhi Abbas FM., Easa AM., 2008.** Antioxidant activity and phenolic content of various date palm (*Phoenix dactylifera*) fruits from Iran. *Food Chem.* 107:1636 1641.

47. **Blundell J.E., De Graaf K., Finlayson G., Halford J.C.G., Hetherington M., King N. & Stubbs J., 2009.** Chapter 8, Measuring food intake, hunger, satiety, and satiation in the laboratory. *In: Allison DB and Baskin ML (Eds).* Handbook of assessment methods for eating behaviors and weight-related problems: measures, theory and research. 2nd Edition, SAGE Publications Inc. pp.283-325. ISBN 9781412951357.
48. **Boizot N. & Charpentier J.P. 2006.** Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. *Cahier des Techniques de l'INRA* Bulletin de Liaison Interne, pp. 79-82. ISSN: 0762-7939.
49. **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.
50. **Boudries H., Kefalas P., & Hornero-Mendez D., 2007.** Carotenoid composition of Algerian date varieties (*Phoenix dactylifera*) at different edible maturation stages. *Food Chem*. 101(4): 1372–1377.
51. **Bougedoura N., 1979.** Contribution à la connaissance du palmier dattier *phœnix dactylifera L.* Etude des productions axillaires. *Thèse de fin de 3ème cycle en science biologique*. Université Montpellier II, France 153p.
52. **Bougedoura N., 1991.** Connaissance de la morphogenèse du palmier dattier. Étude In situ et in vitro du développement morphogénétique des appareils végétatifs et reproductifs. *Thèse de Doctorat*. U.S.T.H.B.Alger. 201p.
53. **Bougedoura N., Bennaceur M. et Benkhalifa A., 2010.** "Le palmier dattier en Algérie : situation, contraintes et apports de la recherche". Dans ouvrage « *Biotechnologies du palmier dattier* ». Edition IRD. p15-22.
54. **Braaten J.T., Wood P.J., Scott F.W., Riedel K.D., Poste L.M., Collins M.W., 1991.** Oat gum lowers glucose and insulin after an oral glucose load. *American Journal of Clinical Nutrition*. 53: 1425-1430.
55. **Brac de La Perriere R.A., 1988.** Les recherches sur les ressources génétiques du palmier dattier en Algérie In « *Premier séminaire sur les ressources phylogénétiques* » du 15 au 18 juin.

56. **Brand-Miller J.C., Allwan C., Mehalski K. & Brooks D., 1998.** The glycaemic index of further Australian foods. *P. Nutr. Soc. Aust.* ISSN: 0314-1004.
57. **Brand-Miller J., Hayne S., Petocz P., Colagiuri S., 2003.** Low-glycemic index diets in the management of diabetes: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Diabetes Care.* 26: 22-61
58. **Brouns F., Bjorck I., Frayn K. Gibbs A., Lang V. Slama G. & Wolever T.M.S., 2005.** Glycaemic index methodology. *Nutr. Res... Rev.* 18: 145-171.
59. **Brown L., Rosner B., Willett W.W., & Sacks F.M., 1999.** Cholesterol-lowering effects of dietary fiber: a meta-analysis. *Am. J. Clin. Nutr.* 69(1): 30-42.
60. **Bruneton J., 1999.** Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales. Lavoisier Technique & Documentation. Paris. ISBN: 978-2-7430-1188-8.
61. **Cambou J.P., Ferrieres J., Ruidavets J.B., Ducimetiere P., 1996.** Epidemiology according to the European and French scales of myocardial infarction. Data of the MONICA project]. *Arch. Mal. Coeur. Vaiss.* 89 (Spec N° 3): 13-18.
62. **Castelli, W.P., 1984.** Epidemiology of coronary heart disease: The Framingham study. *Am. J. Med.* 76: 4-12.
63. **Chaira N., Ferchichi A ., Mradet A ., Sghairoun M., 2007.** Chemical composition of the flesh and the pit of date plam fruit and radical scavenging activity of their extracts. *Pakistan Journal of Biological Sciences.* 10(13): 2202-2207. ISSN. 1028-8880.
64. **Chamontin B., 2001.** Hypertension Artérielle de l'adulte. *La Revue du Praticien.* 51 : 1697-1713.
65. **Cheng S., Shaw N.S., Tsai K.S., Chen C.Y. 2004.** The hypoglycemic effects of soy isoflavones on postmenopausal women. *J Women's health,* 13(10): 1080-1086.
66. **Chevalley I., Marston A. & Hostettmann K., 2000.** New phenolic radical scavengers from *Saxifraga cuneifolia*. *Pharmaceut. Biol.* 38(3): 222-228. DOI: 10.1076/1388-0209(200007)3831-SFT222.
67. **Ciruzzi M., Schargrodsky H., Rozlosnik J., Pramparo P., Delmonte H., Rudich V., Piskorz D., Negri E., Soifer S., La Vecchia C., 1997.** Frequency of family history of acute myocardial infarction in patients with acute myocardial infarction. Argentine FRICAS (Factores de Riesgo Coronario en America del Sur) Investigators. *Am. J. Cardiol.* 80: 122-127.

68. **Ciulei I., 1982.** Practical Manuals on the Industrial Utilization of Chemical and Aromatic Plants. Methodology for Analysis of Vegetable Drugs. 1st Edn, Ministry of Chemical Industry. Bucharest. 67p.
69. **Cleahorn C.L., Skeaff C.M., Mann J., Chisholm A. 2003.** Plant sterol-enriched spread enhances the cholesterol-lowering. *Eur.J. Clin. Nutrition.* 57:170.
70. **Conseil d'administration d'ARCOL., 1989 .**Consensus français sur le cholestérol et les dyslipoprotéinémies. *Rev. Prat.* (Paris). 39: N°11.
71. **Consensus Conférence. 1985.** Lowering blood cholesterol to prevent heart disease. *J.A.M.A.* 253: 2080-2086.
72. **Delargy H. J., Osullivan K. R., Fletcher R. J., & Blundell J. E., 1997.** Effects of amount and type of dietary fiber (soluble and insoluble) on short-term control of appetite. *International Journal of Food Sciences and Nutrition.* 48: 67-77.
73. **Delbarre B. et Delbarre G., 1993.** Hypertension artérielle: physiopathologie et pharmacologie, Edition Masson. Paris. ISBN: 978-2-225-84114-9.
74. **Denyer G. & S. Dickinson. 2005.** GI database. Glycemic Index, University of Sydney, Sydney, Australia website (www.glycemicindex.com).
75. **Devi R., & Sharma DK., 2004.** Hypolipidemic effect of different extracts of *Clerodendron colebrookianum* Walp in normal and high-fat diet fed rats. *J. Ethnopharmacology.* 90(1) : 63-68.
76. **Dohou N., Yani K., Thahrouch S., Idrissi Hassani L-M., Badoc A., Mira N., 2003.** Screening phytochimique d'une endémique Ibéro-Marocaine; *Thynelealythroides.* *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux.* 142 : 61-78.
77. **Dowson V.H.W. 1982.** Date Production and Protection. FAO Plant Production and Protection Paper No. 35. *Food and Agriculture Organization of the United Nations.* Rome.
78. **Dowson V.W.H. et Aten B., 1963.** Composition et maturation, récolte et conditionnement des dattes, collection F.A.O. Rome, p 397.
79. **Drouin P., Blickle J.F., Charbonnel B., Eschwege E., Guillausseau P.J., Plouin P.F., Daninos JM., Balarac. N. 1 Sauvanet J.P., 1999.** Diagnostic et classification du diabète sucré; les nouveaux critères. Rapport des experts de l'ALFEDIAM. *Diabetes Metab.* 25: 72-83. DOI: DM-0525-1-1262-3636-101019-ART66.

80. **Dubois M., Gilles K.A., Hamilton J.K., Rebers P.A., Smith F. (1956).** Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.* 28: 350-356.
81. **Duffy S.J., Gokce N., Holbrook M., et al. 1999.** Treatment of hypertension with ascorbic acid. *Lancet.* 354(9195): 2048-2049.
82. **Duke J. A. & Beckstrom-Sternberg S., 2007.** Dr. Duke's Ethnobotanical Databases. <http://www.ars-grin.gov/duke/plants.html>. [consulté: juillet 2012].
83. **Duke J.A., 2001.** Handbook of Phytochemical Constituents of GRAS Herbs and other Economic Plants. CRC Press, Boca Raton, FL.
84. **El Arem A., Flamini G.E., Saafi B., Issaoui M., Zayene N., Ali F., Mohamed H., Helal A.N. & Achour L., 2011.** Chemical and aroma volatile compositions of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruits at three maturation stages. *Food Chem.* 127:1744–1754.
85. **El Hadrami I., & A. El Hadrami. 2009.** Breeding date palm. In: Jain, S. M. and P. M. Priyadarshan (Eds.). Breeding plantation tree crops. Springer, New York . pp. 191–216.
86. **El Hadrami A., F. Daayf, S. Elshibli, S. M. Jain & I. El Hadrami. 2011a.** Somaclonal variation in date palm. In: Jain, S. M., J. M. Al-Khayri and D. V. Johnson (Eds.). Date palm biotechnology. Springer, Dordrecht pp. 183-203.
87. **El Hadrami A., F. Daayf & I. El Hadrami 2011b.** In vitro selection for abiotic stress in date palm. In: S. M., Jain, J. M. Al-Khayri and D. V. Johnson (Eds.) Date palm biotechnology, Springer, Dordrecht. pp. 237–252.
88. **El Houmaizi M. A., 2002.** Modélisation de l'architecture du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) et application à la simulation du bilan radiatif en oasis. Thèse de fin d'étude du troisième cycle, Université Cadi-Ayyad, Marrakech, Maroc.
89. **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 fiber. *Food Chem.* 111(3): 676–682.
90. **El-Sohaimy S.A., & Hafez E.E., 2010.** Biochemical and nutritional characterizations of date palm fruits (*Phoenix dactylifera* L.). *J. Appl. Sci. Res.* 6(8): 1060-1067.

91. **Eltayeb E.A., Alhasani A.S. et Farooq S.A., 1999.** Changes in soluble sugar content during development of fruits in some varieties of Oman date palm (*Phoenix dactylifera* L.). *Pakistan J. of Biological Sciences*. 2(1): 255-258.
92. **Esposito F., Arlotti G., Bonifati A.M., Napolitano A., Vitale D., et Fogliano V., 2005.** Antioxidant activity and dietary fiber in durum wheat bran by-products. *Food Res. Int.* 38:1167-1173.
93. **European Atherosclerosis Society., 1992.** Prevention of coronary heart disease: Scientific background and new clinical guidelines. *Nutr. Metab. Cardiovasc Dis.* 2: 113–156.
94. **FAO STAT, 2013** – <http://faostat.fao.org/default.aspx>. [consulté en septembre 2014].
95. **FAO/WHO. 1997.** Carbohydrates in human nutrition. Report of a joint FAO/WHO Expert consultation Rome. 14-18 April. *FAO Food and Nutrition*. Rome: FAO.
96. **FAO/WHO, 1998.** Carbohydrates in human nutrition. FAO, Rome 1998.
97. **Faqir M.A., Iqbal Bukhat S., El-Ghorab A H. Issa Khan Muhammad M., Shahzad H., Sajid Arshad M., 2012.** Phytochemical characteristics of Date Palm (*Phoenix dactylifera*) extracts fruit Pak. *J. Food Sci.* 22(3): 117-120.
98. **Fayadh J.M., & Al-Showiman S. S., 1990.** Chemical composition of date palm (*Phoenix dactylifera* L.). *J. Chem. Soc. Pakistan*. 12: 84- 103.
99. **Fischer E.H. & Stein E.A., 1961.** DNS colorimetric determination of available carbohydrates in foods. *Biochemical Preparation*. 8: 30-37.
100. **Forghani B., Kasaian N., Tala Mianei M., Zare M., Haghghi S., Amini M., 2002.** Effect of date palm on postprandial glucose in woman with type 2 diabetes mellitus referred to Esfahan endocrinology institute. *Yazd shahid Sadughi med Univ* . 4:52.
101. **Foster-Powell K., Holt S. H.A., & Brand-Miller J.C., 2002.** International table of glycemic index and glycemic load values. *Am. J. Clin. Nutr.* 76(1): 5–56.
102. **Frost G., Wilding J., & Beecham J., 1994.** Dietary advice based on the glycaemic index improves dietary profile and metabolic control in type 2 diabetic patients. *Diabetic Medicine*. 11: 397-401.

103. **Fukushima M., Matsuda T., Yamagishi K., Nakano M., 1997.** Comparative hypocholesterolemic effects of six dietary oils in cholesterol fed rats after long term feeding. *Lipids*. 32(10): 1069-1074.
104. **German J.B. & Walzem R.L., 2000.** The health benefits of wine. *Annu. Rev. Nutr.* 20: 561–593.DOI: 10.1146/ An. Rev. Nutr.20.1.561.
105. **Gilles P. (2000).** Cultiver le palmier dattier .Ed. CIRAS, 110p.
106. **Gonzalo MA., Moneo I., Ventas P., Polo F., Garcia JM., 1997.** Immediate hypersensitivity reaction to date. *Allergy*. 52: 598-599.
107. **Gordon T., Kannel W.B., Hjortland M.C., Mc-Namara P.M., 1978.** Menopause and coronary heart disease. The Framingham Study. *Ann. Intern. Med.* 89: 157-161.
108. **Govaerts R. et Dransfield J., 2005.** World Checklist of Palms. Royal Botanic Gardens, Kew.
109. **Grimaldi A., Heurtier A., 1999.** Epidemiology of cardio-vascular complications of diabetes. *Diabetes Metab.* 25 (Suppl 3): 12-20.
110. **Grizotto R. K., Bruns R.E., Aguirre J.M., & Menezes, H. C., 2007.** Technological aspects for restructuring concentrated pineapple pulp. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 40: 759-765.
111. **Gross J., Haber O., & Ikan R., 1983.** The carotenoid pigments of the date. *Scientia Horticulturae*. 20(3): 251–257.
112. **Guerradi M., Outlioua K. et Hamdouni N., 2004.** Rôle de la femme dans la gestion de la diversité génétique du palmier dattier dans les oasis du Maghreb. *Revue des régions arides, Numéro spécial*: 869-873.
113. **Guimaraes PR, Galavao AMP, Batista CM, Azovedo GS, Oliveira RD, Frieire RP, Barros AMD, Sakurai E, Olivera JP, Vieira EC, Aalvarez JL., 2000.** Eggplant (*Solanum melongena*) infusion has a modest and transitory effect on hypercholesterolemic subjects. *Braz. J. Med. Biol. Res.* 33: 10-27.
114. **Hannachi S., Benkhalifa A., Khitri D. et R.A. Brac de la Perière., 1998.** Inventaire variétal de la palmeraie Algérienne .C.DA.R.S et U.R.Z.A. Algérie. 225p.
115. **Harfi H., Kwaasi AA., Al-Mohanna F., Al-Sedairy ST.,1998.** Sensitization to fruits of the date palm (*Phoenix dactylifera* L.) in an atopic population in Saudi Arabia. *J. Allergy Clin. Immunol.*101: 92-389.

116. **Hasan Nawal S., Zulkhairi H. Amom, A.I. Nor, Daryl J. Arapoc & Azrina Azlan 2010.** The Role of Dates (*Phoenix dactylifera*) Aqueous Extract in Improving the Plasma Lipid Profiles of Diet-Induced Hypercholesterolemic Rabbits. *Research Journal of Biological Sciences*.5: 632-637.
117. **Hashempoor M., 1991.** Treasure of date palm. *Amozesh keshavarzi Publisher*. Karaj, Tehran: 35-70.
118. **Hasnaoui A., Elhoumaizi A., Asehraou A., Sindic M., Deroanne C., Hakkou A., 2010.** Chemical Composition and Microbial Quality of Dates Grown in Figuig Oasis of Morocco. *Int. J. Agric. Biol.* 12 (1): 311-314.
119. **Hassan N.S., Amom Z.H., AI 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. J. Clin. Nutr.* 2: 208–214. DOI:10.3923/ajcn.2010.208.214.
120. **Henderson A. 2009.** Palms of Southern Asia. Princeton, Princeton University Press.
121. **Henneberg W. & Stohmann F., 1860.** Beitrage zur Begrundung einer rationellen Fütterung der Wiederkauer, I. Braunschweigpp. 100 and 227; 2nd ed. (1864), 342p. Brunswick: Schwetschke.
122. **Hofmeyr G.J., 2004.** Obstructed labor: using better technologies to reduce mortality. *Int. J. Gynecol. Obstet.* 85 (1): 62-72.
123. **Holt S.H.A., Brand-Miller J.C. & Stitt P.A., 2001.** The Effects of Equal-energy Portions of Different Breads on Blood Glucose Levels, Feelings of Fullness and Subsequent Food Intake. *Journal of the American Dietetic Association*, 101: 767-773.
124. **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*). *J. Agric. Food Chem.* 54(6): 2405–2411.
125. **Houston M., 2011.** The role of magnesium in hypertension and cardiovascular disease. *J. Clin. Hypertens.* (Green wich). 13 (11): 843-7. DOI: 10.1111/j.1751-7176.2011.00538.x.
126. **Howarth N.C., Saltzman E., & Roberts S.B., 2001.** Dietary fibre and weight regulation. *Nutr. Rev.* 59: 129–139.
127. **Iqbal M., Niamatullah & Munir M., 2012.** Effect of various *dactylifera* males pollinizer on pomological traits and economical yield index of cv's shakri, zahidi and

- dhakkidate palm (*phoenix dactylifera* L.). *The Journal of Animal & Plant Sciences*. 22(2): 376-38.
- 128. 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. *Int. J. Food Sci. Technol.* 41 (8): 919–926. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2005.01143.
- 129. Ismail M.M, AL-Dirbak B.A. & AL-Ogaili F., 1986.** Morphological and chemical properties of date palm cultivars grown in Tripoli. *Proc. 2nd Sym. On date palm. Saudi Arabia*. 305-310.
- 130. Jain S.M., 2006.** Radiation-induced mutations for developing bayoud disease resistant date palm in North Africa. In: A. Zaid (Ed.) pp.31–41. Proceedings of the international workshop on true-to-typeness of date palm tissue cultured-derived plants. Plant Tissue Culture Laboratory, UAE University, Al Ain,UAE.
- 131. Jain S.M., Al-Khayri J. M. & Johnson D.V. (Eds). 2011.** Date Palm Biotechnology. Springer, Dordrecht, 743 p.
- 132. Jaradat A.A. & Zaid A., 2004.** Quality traits of date palm fruits in a centre of origin and centre of diversity. *Food, Agri. & Environ.* 2(1): 208-217.
- 133. Jenkins D.J.A., Kendall C.W.C., Augustin L.S.A., Franceschi S., Hamidi M., Marchie A., Jenkins A.L. & Axelsen M., 2002.** Glycemic index: Overview of implications in health and disease. *Am. J. Clin. Nutr.* 76(suppl) pp. 266S -273S. ISSN 0002-9165.
- 134. Jenkins D.J.A., Leeds A.R., Gassull M.A., Cochet B., Alberti K.G.M.M., 1977.** Decrease in Postprandial Insulin and Glucose Concentration by Guar and Pectin. *Annals of International Medicine*. 86: 20-23.
- 135. Jenkins D.J.A., Wolever T.M.S., Ledds A.R., Gassull M.A., Haisman P., Dilawari J., Goff D.V., Metz G.L., Alberti K.G.M.M., 1978.** Dietary fibres, fibre analogues, and glucose tolerance importance of viscosity. *British Medical Journal*. 1: 1392-1394.
- 136. Jenkins D.J.A., Wolever T.M., Taylor R.H., Barker H., Fielden H., Baldwin J.M., Bowling A.C., Newman H.C., Jenkins A.L. & Goff D.V., 1981.** Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *Am. J. Clin. Nutr.* 34:362-366.

137. **Jeppesen J., Hein H.O., Suadicani P., Gyntelberg F., 1998.** Triglyceride concentration and ischemic heart disease: an eight year follow-up in the Copenhagen Male Study. *Circulation*. 97: 1029-1036.
138. **Junaid Aslam; Sheba Haque Khan Saeed Ahmad Khan; Abdul Jaleel Cheruth; Abdul Mujib., 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: 9-16.
139. **Kafkas E., Kosar M., Turemis N., Baser K.H.C., 2006.** Analysis of sugars, organic acids and vitamin C contents blackberry genotypes from Turkey. *Food Chem*. 9: 732-736.
140. **Kalapathy U. & Proctor A., 2001.** Effect of acid extraction and alcohol precipitation conditions on the yield and purity of soy hull pectin. *Food Chem*. 73: 393-396.
141. **Kanner J., Frankel E.N., Grant R., German J.B., Kinsella J.E., 1994.** Natural antioxidants in grapes and wines. *J. Agric. Food Chem*. 42: 64-69.
142. **Karumi Y., Onyeyili, P.A. & Ogugbuaja V.O., 2004.** Identification of active principals of *M. balsamina* (Balsam apple) leaf extract. *J. Med. Sci*. 4: 179-182.
143. **Kaur C. & H.C. Kapoor., 2001.**Antioxidants in fruits and vegetables-the millennium's health. *Int. J. Food Sci. Technol*. 36: 703-725.
144. **Khali M. & Selselet-Attou G., 2007.** Effect of heat treatment on Polyphenol oxidase and peroxidase activities in Algerian stored dates. *Afr. J. Biotechnol*. 6 (6): 790-794.
145. **Khalil K.E., Abd-El-Bari M.S., Hafiz N.E., Ahmed E.Y., 2002.** Production, evaluation and utilization of date syrup concentrate (Dibis). *Egyptian Journal of Food Science*. 30: 179–203.
146. **Kikuchi N. & Miki T., 1978.** The separation of date (*Phoenix dactylifera*) sterols by liquid chromatography. *Microchimica Acta*. 69(1): 89–96.
147. **Kordi M., Salek Nasiri N., Safarian M., Esmaeili H., Shadju K., 2010.** Effect of date Oral Honey- Date Syrup Intake during Labor on Labor Progress of Nulliparous Women. *I.J.O.G.I*. 13(2): 23-30.

148. **Kotchen T.A. & Mc Carron D.A., 1998.** Dietary electrolytes and blood pressure: A statement for healthcare professionals from the American Heart Association Nutrition Committee. *Circulation*. 98: 613–617.
149. **Kovacs E.M.R., Westerterp-Plantenga M.S., Saris W.H.M, Goossens I., Geurten P., Brouns F., 2001.** The effect of addition of modified guar gum to a low-energy semi-solid meal on appetite and body weight loss. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* 25:307–315.
150. **Krinsky N.I., 1993.** Actions of carotenoids in biological systems. *Annu. Rev. Nutr.* 13: 561–587.
151. **Krueger R., 1998.** Date palm germplasm: overview and utilization in USA. *Proceedings, 1st international conference on Date palms. Alain, UAE, March 1998.*
152. **Kwaasi AA., Harfi HA., Parhar R., Saleh S., Collison KS., Panzani RC., Al-Sedairy ST., Al-Mohanna FA., 2002.** Cross reactivities between date palm (*Phoenix dactylifera L.*) polypeptides and foods implicated in the oral allergy syndrome, *Allergy*. 57(6):508-18.
153. **Lagnika L., 2005.** Étude phytochimique et activités biologiques de substances naturelles isolées de plantes béninoises. *Thèse de doctorat*, Strasbourg et Abomey-Calavi. 168p.
154. **Lamaison J.L. & Carnat A., 1991.** Teneurs en principaux flavonoïdes des fleurs et des feuilles de *Crataegus monogyna* Jacq. et de *Crataegus laevigata* (Poiret) DC., en fonction de la végétation. *Plants Medicinal Phytother.* 25: 12-16.
155. **Leathwood P. & Pollet P., 1988.** Effects of slow release carbohydrates in the form of bean flakes on the evolution of hunger and satiety in man. *Appetite*. 10 (1): 1-11. DOI: 10.1016/S0195-6663(88)80028-X.
156. **Lee S., Simons A.L., Murphy P.A., Hendrich S.2005.** Soya saponins lowered plasma cholesterol and increased fecal bile acids in female golden Syrian hamsters. *Exp. Biol. Med.* 230(7): 472-478.
157. **Leifert W.R, Abeywardena M.Y., 2008.** Cardioprotective actions of grape polyphenols. *Nutrition Research*. 28: 729–737.
158. **Libby P., 2001.** Current concepts of the pathogenesis of the acute coronary syndromes. *Circulation*. 104: 365-372.

159. Linné C. (von) 1753. Species Plantarum, tome 2. Stockholm, Impensis Laurentii Salvii, 776 p.
160. Liu S., Liu W.C., Willett M., Stampfer J., Frank B., Hu M., Franz L., Sampson C., Hennekens H. & Manson J. E., 2000. A prospective study of dietary glycemic load, carbohydrate intake, and risk of coronary heart disease in U.S. women. Intake and the risk of coronary heart disease among women in the United. *Am. J. of Clin. Nutr.* 71: 1455–61.
161. Lock D., Bar-Eyal A., VOET H. & Madar Z., 1988. Glycemic indices of different foods given to pregnant diabetic subjects. *Obstetric Gynecology.* 71: 180-183.
162. Lowe NK., 2007. A review of factors associated with dystocia and cesarean section in nulliparous women. *J. Midwifery Womens Health.* 52(3): 21-28.
163. Ludwig D.S., 2002. The glycemic index: Physiological mechanisms relating to obesity, diabetes, and cardiovascular disease. *JAMA.* 287(18): 2414–2423.
164. Maier V.P. & Metzler D.M., 1963. *Proceedings of the 144th American Chemical Society Meeting*, Los Angeles, CA.
165. Maier V.P. & Metzler D.M., 1965. Changes in individual date polyphenols and their relation to browning. *Journal of Food Science.* 30(5): 747–752.
166. Malkki Y., 2001. Physical Properties of dietary fiber as keys to physiological functions. *American Association of Cereal Chemists Inc.* 46(5): 196-199.
167. Mansouri A.G., Embared E., Kokkalou E. & Kefalas P., 2005. Phenolic profile and antioxidant activity of the Algerian ripe date palm fruit (*Phoenix dactylifera*). *Food Chem.* 89: 411-420. DOI:10.1016/j. Food chem.2004.02.051.
168. Marciani L., Gowland P.A., Spiller R.C., Manoj P., Pretima M., Moore R.J., Young P., Al-Sahab S., Bush D., Wright J., Fillery-Travis A.J., 2000. Gastric Response to Increased Meal Viscosity Assessed by Echo-Planar Magnetic Resonance Imaging in Humans. *The Journal of Nutrition.* 130 (1): 122-127.
169. Maria A.M., M. Marta., E. Jeane, H. Rosaio, A. Amaya & L.F. Rosina, 2008. Effect of the long term intake of an egg white hydrolysate on the oxidative status and blood lipid profile of spontaneously hypertensive rats. *Food Chem.* 109: 361-36.
170. Marlett JA., Mc Burney MI. & Slavin JL., 2002. American Dietetic Association. Position of the American Dietetic Association: health implications of dietary fiber. *J. Am. Diet. Assoc.* 102: 993–1000.

171. **Mattson FH., Grundy SM. et Crouse JR., 1982.** Optimizing the effect of plant sterols on cholesterol absorption in man. *Am. J. Clin. Nutr.* 35: 697- 700.
172. **Meligi M. A., Sourial G. F.,1982.**Fruit quality and general evaluation of some Iraqi date palm cultivars grown under conditions of barrage region,” *Ed: First symposium on the date palm, Saudi-Arabia, 23-25 March.* 212-220.
173. **Mesplede J. & Randon J., 2004.** 100 manipulations de chimie – Générale. Editions Bréal, 249 pages.
174. **Messar E.M. 1996.** Le secteur phoenicicole algérien : Situation et perspectives à l'horizon 2010. *Options Méditerranéennes.* 28: 23-44.
175. **Miller J., Dunn E. & Hashim I. 2003.** The glycaemic index of dates and date/yoghurt mixed meals. *Eur. J. Clin. Nutr.* 57: 427-430. DOI:10.1038/sj.ejcn.1601535
176. **Miller J., Dunn E. & Hashim I., 2002.** Glycemic index of 3 varieties of dates. *Saudi. Med. J.* 23: 536-538.
177. **Moghadasian MH. et Frohlich JJ., 1999.** Effects of dietary phytosterols on cholesterol metabolism and atherosclerosis: clinical and experimental evidence. *Am. J. Med.* 107: 588 – 594.
178. **Mohamed A.E., 2000.** Trace element levels in some kinds of dates. *Food Chem.* 70(1): 9-12. DOI: 10.1016/S0308-8146(99)00232-0.
179. **Mohamed D.A. & S.Y. Al-Okabi., 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: 397-402.
180. **Mohammed S., Shabana H.R., Mawlod EA., 1983.** Evaluation and identification of Iraqi date palm cultivars: Fruits characteristics of fifty cultivars. *Date Palm Journal.* 2(1):27–55.
181. **Munier P., 1973.** Le palmier dattier. Ed. Maisonneuve, Paris, 221 p.
182. **Myhara R.M., KarkalaJ., Taylor M.S., 1999.**The composition of maturing Omani dates.*J. Sci. Food Agri.* 79: 1345–1350.
183. **Nadkarni A.K., Nadkarni K.M., 1976.**Indian Materia Medica, Popular Prakashan Bombay, 3, Vol.1, 263,269, 1292.

184. **Nour G.M., Khalifa A.S., Hussein A.A.M. & Moustafa A.A., 1986.** Studies on the evaluation of fruit characteristics on nine dry date palm cultivars grown at Aswan. *Proc. 2nd. sym. On the date palm. Saudi Arabia.* 163-170.
185. **Oakenfull D., Sidhu G.S., 1990.** Could saponins be a useful treatment for hypercholesterolemia? *Eur. J. Clin. Nutr.* 44: 79-88.
186. **O.M.S., 1995.** Utilisation et interprétation de l'anthropométrie. *Séries de rapports techniques*, 854, Genève.
187. **O.M.S., 1999.** World Health Organisation - International Society of Hypertension Guidelines for the Management of Hypertension. *J. Hypertens.* 17: 151-183.
188. **O.M.S., 2002.** Stratégie de l'OMS pour la médecine traditionnelle Genève, 65 p.
189. **Oyaizu M., 1986.** Studies on products of browning reactions: antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Jpn. J. Nutr.* 103: 413-419.
190. **Paris M. & H. Moyse., 1965.** Matière médicinale, 1, 2^e édition. Masson, Paris.
191. **Pollak O.J. & Kritchevsky D., 1981.** Phytosterols-sitosterol as cholesterol depressants. In: "*Sitosterol. Monographs on Atherosclerosis*". Vol. 10, pp.60–118. Karger, Basel, Switzerland.
192. **Popenoe W., 1938.** Manual of tropical and subtropical fruits. New-York, The Macmillan Company, 544 p.,
193. **Potter S. M., Jimenez-Flores R., Pollack J., Lone T. A., Berber-Jimenez M. D., 1993.** Protein-saponin interaction and its influence on blood lipids. *J. Agri. Food Chem.* 41: 1287-1291.
194. **Praveen K., & Vayalil, 2002.** Antioxidant and Antimutagenic Properties of Aqueous Extract of Date Fruit (*Phoenix dactylifera* L. Arecaceae). *J. Agric. Food Chem.*, 50 (3): 610–617.
195. **Puri A., Sahai R., Singh K. L., Saxena R. P., Tandon J. S & Saxena K. C., 2000.** Immunostimulant activity of dry fruits and plant materials used in Indian traditional medical system for mothers after child birth and invalids. *J. Ethnopharmacol.* 71(1-2): 89-92.
196. **Puri H.S., 2003.** *Rasayana: Ayurvedic Herbs for Longevity and Rejuvenation.* Taylor & Francis, London.

197. **Ramassamy C., 2006.** Emerging role of polyphenolic compounds in the treatment of neurodegenerative diseases: a review of their intracellular targets. *European Journal of Pharmacology*. 545: 51–64.
198. **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.
199. **Razaghi Azar M., Nouri N., Afsharian K., 2005.** Study the effect of Rotab on blood sugar of patients with type1 diabetes mellitus. *Ira. J. diabetes and lipid*. 4: 27-34.
200. **Regnault-Roger C., Hadidane R., Biard J.F., & Boukef K., 1987.** High performance liquid and thin-layer chromatographic determination of phenolic acids in palm (*Phoenix dactylifera*) products. *Food Chemistry*. 25(1): 61–67.
201. **Reynes M., Bouabid H., Piombo G. et Risterucci M., 1994.** Characterization of the principal varieties of dates cultivated in the area of Djérid in Tunisia Fruits. 49: 289-298.
202. **Ricketts M.L., Moore D.D., Banz W.J. 2005.** Molecular mechanisms of action of the soy isoflavones includes activation of promiscuous nuclear receptors. A review. *J. Nutr. Biochem*. 16(6): 321-330.
203. **Rizkalla S., Belliste F. & Slama G., 2002.** Health benefits of low glycaemic index foods, such as pulses in diabetic patients and healthy individuals. *Br. J. Nutr*. 38: S255-S262. DOI: 10.1079/BJN2002715.
204. **Rock W., Rosenblat M., Borochoy-Neori H., Volkova N., Judeinstein S., Elias M., Aviram M., 2009.** Effects of date (*Phoenix dactylifera L.*, Medjool or Hallawi Variety) consumption by healthy subjects on serum glucose and lipid levels and on serum oxidative status: a pilot study, *J. Agri. Food. Chem*. 57: 8010-8017.
205. **Rodrigues H.G., Diniz Y.S., Faine L.A. 2005.** Antioxidant effect of saponin: potential action of a soybean flavonoid on glucose tolerance and risk factors for atherosclerosis. *Int. J. Food Sci. Nutr*. 56(2):79-85.
206. **Rosengren A., Wedel H., Wilhelmsen L., 1999.** Body weight and weight gain during adult life in men in relation to coronary heart disease and mortality. A prospective population study. *Eur. Heart. J*. 20: 269-277.

207. **Saha, 2014.** 12e congrès annuel de la Société algérienne d'hypertension artérielle (Saha) à Sétif. Algérie.
208. **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.
209. **Sakin Abdrabo S., 2013.** Analytical methods applied to the chemical characterization and classification of palm dates (*Phoenix dactylifera L.*) from Elche's Palm Grove. <http://hdl.handle.net/10045/28817> [consulté en janvier 2015].
210. **Sallal A.-K., El-Teen K. H. A., & Abderrahman S., 1996.** Effect of date extract on growth and morphology of *Candida albicans*. *Biomed. Lett.* 53: 179–184.
211. **Sallal, A. K. & Ashkenani, A., 1989.** Effect of date extract on growth and spore germination of *Bacillus subtilis*. *Microbios*. 59(240–241): 203–210.
212. **Sans S., Kesteloot H., Kromhout D., 1997.** The burden of cardiovascular diseases mortality in Europe. Task Force of the European Society of Cardiology on Cardiovascular Mortality and Morbidity Statistics in Europe. *Eur Heart J.* 18: 1231-1248.
213. **Sawaya W-N., Khalil J-K., Safi W-M., Al-Shalat A., 1983.** Physical and chemical characterization of three Saudi Date Cultivars at Various Stages of development. *Can. Ins. Food Sci. Technol. J.* 16(2): 87-93.
214. **Scalbert A., Williamson G., 2000.** Dietary intake and bioavailability of polyphenols. *Journal of Nutrition*. 130: 2073-2085.
215. **Scandinavian Simvastatin Survival Study Group, 1994.** Randomised trial of cholesterol lowering in 4,444 patients with coronary heart disease: the Scandinavian Simvastatin Survival Study (4S). *Lancet*. 344: 1383-9.
216. **Shaper A. G., 1987.** Environmental factors in coronary heart disease: *Diet. European Heart Journal*. 8 (Suppl.E): 31–38.
217. **Sharafetdinov K.N.K.H., Meshcheriakora VA., 1999.** Effect of fructose containing beverages on glycemic parameters in patients with type 2 diabetes mellitus. *Vorp-pitan*. 68 (1): 42-5.
218. **Shinwari M.A. 1993.** Date palm. In: Macrae. R., R. K. Robinson and M. J. Sadler. (Eds.) *Encyclopaedia of Food Science, Food Technology & Nutrition*. Vol. 2. London, Academic Press. pp. 1300-1305.

219. **Stahl W., Sies H., 2005.** Bioactivity and protective effects of natural carotenoids. *Biochimica et Biophysica Acta*. 1740: 101– 107.
220. **Stamler J., Wentworth D., Neaton J.D., 1986.** Is relationship between serum cholesterol and risk of premature death from coronary heart disease continuous and graded? Findings in 356,222 primary screenees of the Multiple Risk Factor Intervention Trial (MRFIT). *J.A.M.A.* 256: 2823-2828.
221. **Steinbrenner H. et Sies H., 2009.** Protection against reactive oxygen species by selenoproteins. *Biochim. Biophys. Acta*. 1790 (11):1478-85.
222. **Stoclet J.-C., Chataigneau T., Ndiaye M., Min-Ho O., El Jasser B., Marta C., Valerie B., Schini K., 2004.** Vascular protection by dietary polyphenols. *European Journal of Pharmacology*. 500: 299-313.
223. **Tafti G.A., Fooladi M.H., 2006.** A study on the physico-chemical properties of Iranian Shamsaei date at different stages of maturity. *World Journal of Dairy and Food Sciences*. 1: 28–32.
224. **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). *J. Ethnopharmacol.* 110: 105-117. ISSN 0378-8741.
225. **Tapas A.R., Sakarkar D.M., Kakde R.B., 2008.** Flavonoids as nutraceuticals: a review *Trop. J. Pharm. Res.* 7 (3): 1089–1099.
226. **Tengberg M., 2012.** Beginnings and early history of date palm garden cultivation in the Middle East. *Journal of arid environment*. 86: 139-147.
227. **The Wealth of India. 1952.** An Encyclopedia of India's Raw Material Resources, ISBN 9788185038001.
228. **Turnbull W.H. & Thomas H.G., 1995.** The effect of a *Plantago ovata* seed containing preparation on appetite variables, nutrient and energy intake. *journal of the International Association for the Study of Obesity* 19: 338-342.
229. **Vandercook C.E., Hasegawa S., & Maier V.P., 1977.** Quality and nutritive value of dates as influenced by their chemical composition. *Date Grow. Inst. Rep.* 54: 3-11.

230. Vasdev S., Gill V., Parai S., Longerich L. & Gadag V. 2002. *Dietary vitamin E and C supplementation prevents fructose induced hypertension in rats. Molecular and Cellular Biochemistry.* 241: 107-114.
231. Vembu S., Sivanasan D. & Prasanna G. 2012. Effect of *Phoenix dactylifera* on high fat diet induced obesity. *J. Chem. Pharm. Res.* 4(1): 348-352.
232. Vinson J., Hontz B., 1995. Phenol antioxidant index: Comparative antioxidant effectiveness of red and white wines, *J. Agric. Food Chem.* 43: 401–403.
233. Vyawahare, N.S.; Deshmukh, V.V.; Gadkari, M.R. et Kagathara, VG., 2009. Plants with Antiulcer Activity. *Pharmacognosy Reviews.* 3 (5): 118-125, ISSN 0973-7847.
234. Weiguang Y., Joan F., Casimir C.A., 2005. Study of anticancer activities of muscadine grape phenolics *in vitro*. *J. Agric. Food Chem.* 53: 8804–8812.
235. Wolever T.M., Jenkins D.J., Jenkins A.L., Josse R.G., 1991. The glycemic index: methodology and clinical implications. *Am. J. Clin. Nutr.* 54: 846-854.
236. Wolever T.M.S. et Jenkins D.J.A., 2001. Effect dietary fibre and food on carbohydrate metabolism. In “*CRC Handbook of dietary fibre*”, 3 Edition, 321-360.
237. Wolever T.M.S., 1990. *The glycemic index.* *World. Rev. Nutr. Diet.* 62: 120–85.
238. Wolever T.M.S., Vorster H.H., Bjorck I., Brand-Miller J., Brighenti F., Mann J.I., Ramdath D.D., Granfeldt Y., Holt S., Perry T.L., Venter C. & Xiaomei W.u., 2003. Determination of the glycemic index of foods. Interlaboratory study. *Eur. J. Clin. Nutr.* 57: 475-482. DOI:10.1038/sj.ejcn.16015.
239. Young I.S. & J.V. Woodside., 2001. Antioxidants in health and disease. *J. Clin. Pathol.* 54: 176-186.
240. Yousif A.K., Benjamin N.D., Idin S.M.A & Ali S.M., 1976. Nutritive value of commercial Iraqi date cultivars. *Palm & Date Res. Cent., Tech. Bull.* 7, Baghdad, Iraq.
241. Zafari Zangeheh F., Moezi L., Amir Zargar A., 2009. The effect of palm date, Fig, Olive fruits regimen on weight, pain threshold and memory in mice. *Iranian J. of medical and aromatic plants.* 25(2(44)): 149-15.

242. Zhan S., Ho S.C., 2005. Meta-analysis of the effects of soy protein containing isoflavones on the lipid profile. *Am. J. Clin. Nutr.* 81: 397–408.
243. Zulkhairi H.A., A.F. Khairunnuur, M.R.N. Hafipah, A. Azrina & M.A. Rasadah., An aqueous extract of *Citrus mitis* possesses antioxidative properties and improves plasma lipid profiles in rat induced with high cholesterol diet. *J. Med. Plants.*

ANNEXES

ANNEXE 1 : Questionnaires

1.1 : Questionnaire des données du sujet

Numéro du participant: <input type="text"/>		
Sexe	Homme : H Femme : F	<input type="text"/>
Quel âge avez-vous ?	Mois Année	<input type="text"/> <input type="text"/>
Mesures anthropométriques		
Taille (cm)	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
Poids (kg)	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
Activité physique		
Durant votre temps libre, êtes- vous la plupart du temps en position assise, couchée, ou debout, sans activité physique durant au moins 10 minutes d'affilée ?	Oui Non	<input type="text"/>
Est – ce que vous effectuez des trajets d’au moins 10 minutes à pied ?	Oui Non	<input type="text"/>
Antécédents de diabète		
Antécédents de diabète	Oui Non	<input type="text"/>
Est-ce qu’un professionnel de la santé vous a déjà dit que vous avez du diabète ?	Oui Non	<input type="text"/>
A-t- on mesuré votre glycémie ces 12 derniers mois ?	Oui Non	<input type="text"/>
Antécédents de tension artérielle		
Antécédents de tension artérielle	Oui Non	<input type="text"/>
Au cours des 12 derniers mois, est ce qu’un professionnel de la santé vous avez dit que vous aviez une tension artérielle élevée ou basse ?	Oui Non	<input type="text"/>
Consommation de tabac		
Consommation de tabac	Oui Non	<input type="text"/>
Fumez-vous actuellement des produits à base de tabac ?	Oui Non	<input type="text"/>
Fréquence consommation dattes Mangez- vous les dattes seulement pendant la période de Ramadhan ? Si non, donc, consommez- vous les dattes souvent?	Oui Non	<input type="text"/> <input type="text"/>

1.2. Fiche du relevé des mesures des Paramètres Biologiques

Numéro du participant :

Glycémie	
Pression artérielle	
01	Mesure 01 Pression artérielle systolique mm Hg avant <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> après <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
02	Mesure 02 Pression artérielle diastolique mm Hg avant <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> après <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
01	Glycémie à jeun g/l <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
02	Après consommation dattes g/l <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Lipides sanguins (g/l)	
Cholestérol total	Avant <input type="text"/> <input type="text"/> après <input type="text"/> <input type="text"/>
LDL	Avant <input type="text"/> <input type="text"/> après <input type="text"/> <input type="text"/>
HDL	Avant <input type="text"/> <input type="text"/> après <input type="text"/> <input type="text"/>
Triglycerides	Avant <input type="text"/> <input type="text"/> après <input type="text"/> <input type="text"/>

1.3. Questionnaire : pour critères sensoriels

Numéro participant :

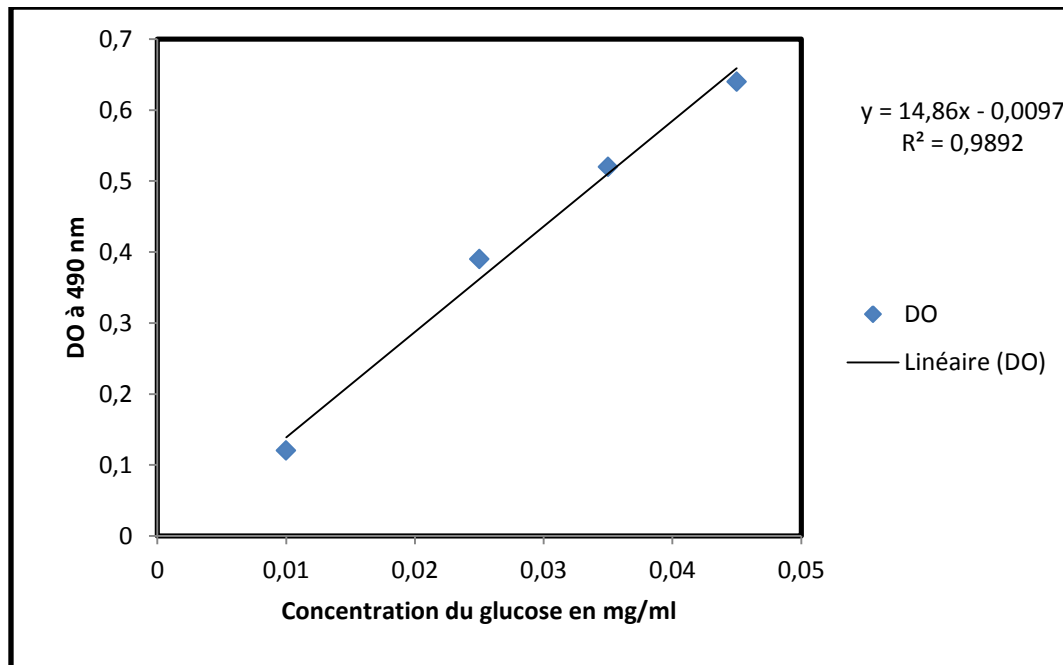
	question	
	Analyse hédonique : sujets naïfs	
<i>Mesure du Plaisir</i>	Quel est la variété de datte préférée ?	notation
<i>Mesure de connaissance et exploitation</i>		
<i>Classement</i>	Analyse sensorielle : sujets familiarisés avec les dattes	
	odeur	intensité
	saveur :	
	Pouvoir sucrant	
	Très	moyen
		faible
	Pouvoir acide	
	Très	moyen
		faible
	Pouvoir astringent	
	Très	moyen
		faible
	consistance	
	molle	Demi molle
		sèche
	texture	
	Fibreuse	farineuse
	couleur	
	claire	foncée

NB : Il est indispensable que vous fassiez un choix.

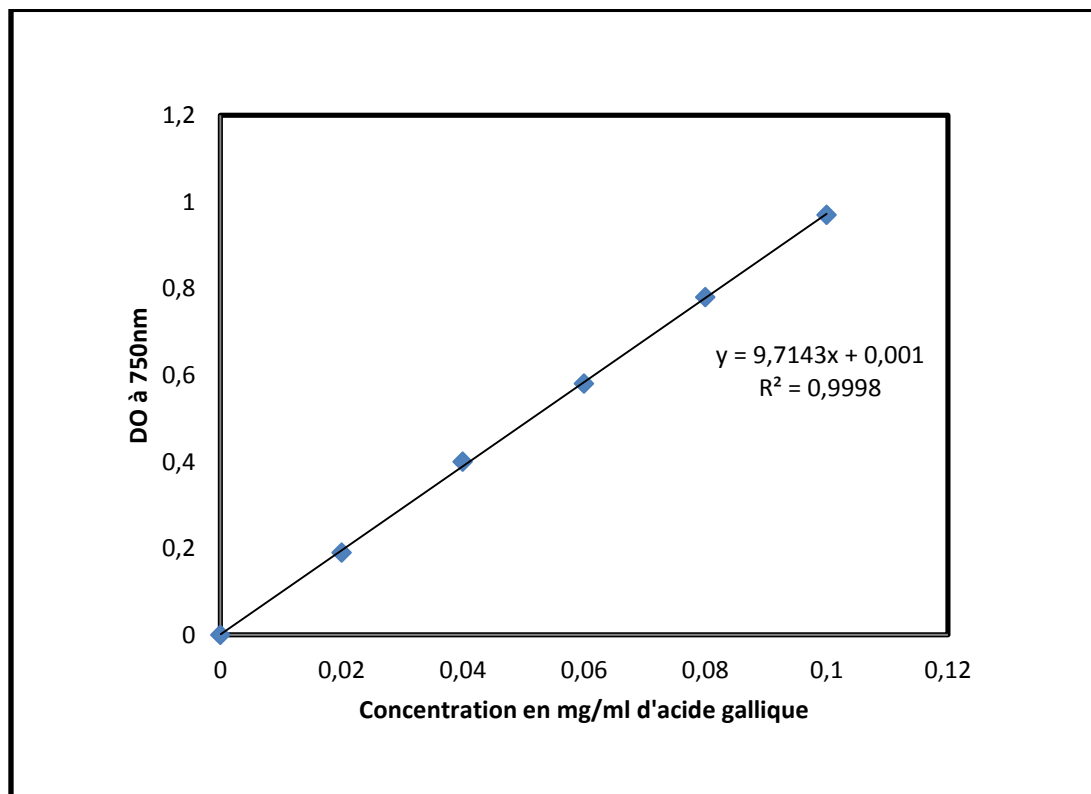
Minimum de 10 sujets en dégustation finale

Recrutement 40 sujets « naïfs »**Sélection** 20 sujets**Entraînement** 18 sujets connaisseurs**Dégustation** 10-12 sujets « familiarisés avec le produit.

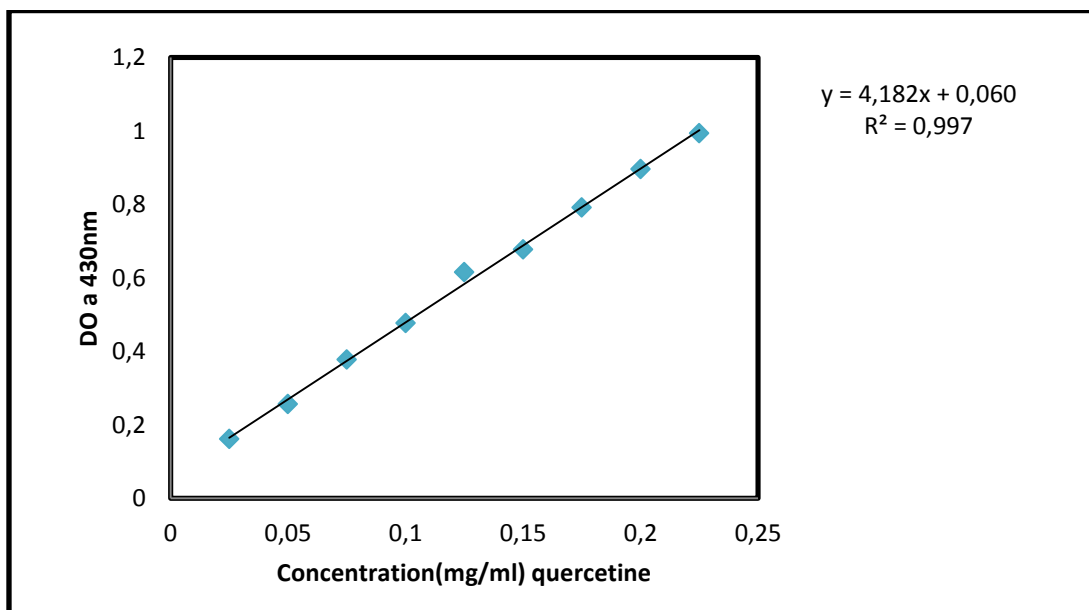
ANNEXE 2 : Eléments pour la Méthodologie



2.2. Courbe d'étalonnage pour le dosage des polyphénols totaux



2.3. Courbe d'étalonnage pour le dosage des flavonoïdes



Méthode de dosage du glucose sanguin

Biomaghreb

PRESENTATION

Réf. 20121, (1000 Tests) R1 : 2 x 500 ml R2 : 2 flacons (lyoph) R3 : 2 x 6 ml	Réf 20124, (3000 Tests) R1 : 6 x 500 m R2 : 6 flacons (lyoph) R3 : 3 x 11 ml	Réf 20127, (400 Tests) R1 : 4 x 100 ml R2 : 4 flacons (lyoph) R3 : 1 x 5 ml
Réf 20122, (3000 Tests) R1 : 3 x 1000 ml R2 : 3 flacons (lyoph) R3 : 3 x 11 ml	Réf 20126, (1000 Tests) R1 : 5 x 200 ml R2 : 5 flacons (lyoph) R3 : 2 x 10 ml	

PRINCIPE
Détermination enzymatique du glucose selon les réactions suivantes :

Glucose oxydase
Glucose + O₂ + H₂O → Acide gluconique + H₂O₂

Péroxydase
2 H₂O₂ + Phénol + 4-Amino-antipyrine → Quinoneimine rose + 4H₂O

REACTIFS

Réactif 1	Tampon Tris pH= 7	100 mmol/l
Solution tampon	Phénol	0,3 mmol/l
Réactif 2	Glucose oxydase	10 000 U/l
Enzymes	Péroxydase	1000 U/l
	Amino 4 -Antipyrine	2,6 mmol/l
Réactif 3	Glucose	100 mg/dl
Standard		1g/l
		5,56 mmol/l

PREPARATION ET STABILITE
Dissoudre le lyophilisat R2 dans le tampon R1.
Protéger de la lumière.
Stabilité du réactif de travail
- 8 semaines à 20 - 25°C
- 8 mois à 2 - 8°C

ECHANTILLONS
Sérum (non hémolysé)
Plasma recueilli sur fluorure-héparine ou héparine-ioda-
cétate (non hémolysé)
Liquide Céphalo-rachidien.

MODE OPERATOIRE

Longueur d'onde : 505 nm (492-550)
Température : 37° C (20-25°C)
Cuve : 1 cm d'épaisseur

Ajuster le zéro du spectrophotomètre sur le blanc réactif.

	Blanc	Standard	Echantillon
Standard	--	10 µl	--
Echantillon	--	--	10 µl
Réactif de travail	1 ml	1 ml	1 ml

Mélanger, lire les DO après une incubation de 10 minutes à 37 °C ou 30 mn à 20-25 °C.
La coloration est stable 30 minutes.

GLUCOSE

Méthode enzymatique (GOD - PAP)

CALCUL

$$\text{Glucose} = \frac{\text{D.O Echantillon}}{\text{D.O Standard}} \times n$$

mg/dl n = 100
g/l n = 1
mmol/l n = 5,56

LINÉARITÉ
La méthode est linéaire jusqu'à 5 g/l (500 mg/dl-27,8 mmol/l).
Si la concentration en glucose est supérieure à 5 g/l, recommencer le dosage sur l'échantillon dilué au 1/2 avec une solution de NaCl à 9 g/l. Multiplier le résultat par 2.

VALEURS USUELLES

Sérum, plasma	70 - 105 mg/dl 0,70 - 1,05 g/l 3,39 - 5,84 mmol/l
Liquide céphalo rachidien	50 - 70 mg/dl 0,50 - 0,70 g/l 2,78 - 3,89 mmol/l

NOTES
Les substances suivantes n'interfèrent pas :
Hémoglobine (jusqu'à 4 g/l), Bilirubine (jusqu'à 200 mg/l), créatinine (jusqu'à 100 mg/l), Galactose (jusqu'à 1 g/l) et EDTA (jusqu'à 2 g/l).

BIBLIOGRAPHIE
Dingeon B., Ann. Biol. Clin. 33,3 (1975)
Lott J.A. Clin. Chem. 21. 1754 (1975)
Trinder P.n Ann. Clin. Biochem 6,24 (1969)

HDL CHOLESTEROL

Précipitant et étalon, pouvant être utilisé avec le kit CHOLESTEROL liquicolor

Présentation			
[REF]	10018	4 x 80 ml 1 x 3 ml	Précipitant Etalon

[IVD]

Méthode

Les chylomicrons, les VLDL (lipoprotéines à très basse densité) et les LDL (lipoprotéines à basse densité) sont précipités en ajoutant de l'acide phosphotungstique et du chlorure de magnésium. Après la centrifugation, le liquide surnageant contient la fraction HDL (lipoprotéines à densité élevée) qui est analysée pour la présence de cholestérol-HDL à l'aide du kit CHOLESTEROL liquicolor.

Réactifs, composition

[PREC]	4 x 80 ml Précipitant		
	Acide phosphotungstique	0,55 mmol/l	
	Chlorure de magnésium	25,00 mmol/l	
[STD]	1 x 3 ml Etalon		
	Cholestérol	50 mg/dl ou 1,29 mmol/l	

Préparation des réactifs

Précipitant pour dosages macro [PRECa]

Utiliser du [PRECa] non dilué.

Précipitant pour dosages semi-micro [PRECb]

Diluer le contenu d'un flacon de [PRECa] avec 20 ml d'eau distillée, ou diluer 4 parties du flacon avec 1 partie d'eau distillée (4+1).

[STD]

[STD] est prêt à l'usage et peut être utilisé directement dans le dosage. **Aucune précipitation n'est nécessaire !** Le facteur dans la formule de calcul tient compte du rapport de dilution.

Stabilité des réactifs

Conservé à 2...25°C, [PRECa] est stable, même après ouverture, jusqu'à la date de péremption indiquée. Eviter toute contamination.

Echantillons

Sérum, plasma héparinisé ou à l'EDTA.

Mode opératoire

Voir CHOLESTEROL liquicolor.

1. Précipitation

Pipetter dans des tubes de centrifugation	Macro	Semi-micro
Echantillon	500 µl	200 µl
[PRECa]	1000 µl	---
[PRECb]	---	500 µl

Mélanger bien, incubé 10 minutes à température ambiante. Centrifuger pendant au moins 2 minutes à 10 000 g, en alternative pour 10 minutes à 4 000 g.

Après la centrifugation, séparer le surnageant clair du précipité dans 1 heure et déterminer la concentration en cholestérol en utilisant le réactif CHOLESTEROL liquicolor.

2. Détermination du cholestérol

Pipetter dans des cuvettes	Blanc de réactif	[STD]	Echantillon
Eau dist.	100 µl	---	---
[STD]	---	100 µl	---
Surnageant HDL	---	---	100 µl
Réactif	1000 µl	1000 µl	1000 µl

Mélanger, incubé 5 minutes à 37° ou 10 minutes à 20...25°C. Lire l'absorbance de l'échantillon et du [STD], respectivement, contre le blanc de réactif dans 60 minutes (ΔA).

Calcul de la concentration en cholestérol HDL à l'aide d'un facteur

Longueur d'onde	Macro		Semi-micro	
	C [mg/dl] = ΔA x	C [mmol/l] = ΔA x	C [mg/dl] = ΔA x	C [mmol/l] = ΔA x
Hg 546 nm	274	7,09	320	8,2
500 nm	180	4,65	210	5,43

Calcul de la concentration en cholestérol HDL à l'aide du [STD]

1. Méthode macro

$$C = 150 \times \frac{\Delta A_{\text{Echant.}}}{\Delta A_{\text{[STD]}}} \text{ mg/dl}; \quad C = 3,87 \times \frac{\Delta A_{\text{Echant.}}}{\Delta A_{\text{[STD]}}} \text{ mmol/l}$$

2. Méthode semi-micro

$$C = 175 \times \frac{\Delta A_{\text{Echant.}}}{\Delta A_{\text{[STD]}}} \text{ mg/dl}; \quad C = 4,52 \times \frac{\Delta A_{\text{Echant.}}}{\Delta A_{\text{[STD]}}} \text{ mmol/l}$$

Calcul de la concentration en cholestérol LDL^{1,2}

La concentration en cholestérol LDL (LDL-C) est calculée à partir de la concentration en cholestérol total (TC), la concentration en cholestérol HDL (HDL-C) et la concentration en triglycérides (TG) selon Friedewald et al.³

$$\text{LDL-C} = \text{TC} - \text{HDL-C} - \frac{\text{TG}}{5} \text{ [mg/dl]}$$

ou

$$\text{LDL-C} = \text{TC} - \text{HDL-C} - \frac{\text{TG}}{2,2} \text{ [mmol/l]}$$

Interprétation clinique des résultats¹

1. Cholestérol HDL

	Hommes		Femmes	
	[mg/dl]	[mmol/l]	[mg/dl]	[mmol/l]
Pronostic favorable	> 55	> 1,42	> 65	> 1,68
Niveau de risque usuel	35 - 55	0,9 - 1,42	45 - 65	1,16 - 1,68
Indicateur de risque	< 35	< 0,9	< 45	< 1,16

2. Cholestérol LDL

Suspect : 150 mg/dl ou 3,9 mmol/l

Elevé : 190 mg/dl ou 4,9 mmol/l

Performances du test

Pour les performances de ce test, veuillez consulter la fiche technique accessible sur

www.human.de/data/gb/vr/su-hdl.pdf ou

www.human-de.com/data/gb/vr/su-hdl.pdf

Contrôle de qualité

Tous les sérums de contrôle présentant des valeurs pour le cholestérol HDL déterminées avec cette méthode peuvent être employés.

Il est recommandé d'utiliser notre sérum de contrôle de qualité basé sur du sérum animal HUMATROL ou notre SERODOS à base de sérum humain.

Remarques

- Si le surnageant n'est pas clair (niveau élevé de triglycérides), diluer l'échantillon avant la précipitation au 1:1 avec du sérum physiologique à 0,9% (multiplier le résultat par 2).
- Des concentrations élevées en acide ascorbique (> 2,5 mg/dl) donneront des valeurs inférieures.
- Des niveaux d'hémoglobine supérieurs à 100 mg/dl et des niveaux de bilirubine supérieurs à 10 mg/dl influencent le test.

Bibliographie

- Gordon, T. *et al.*, *Amer. J. Med.* **62**, 707 (1977)
- Friedewald, W.T. *et al.*, *Clin. Chem.* **18**, 499 (1972)

SU-HDL INF 1001801 F 05-2007-15



Human

Human Gesellschaft für Biochemie und Diagnostica mbH

PUBLICATIONS

STUDY OF THE EFFECT OF DATES ON BLOOD GLUCOSE AND LIPID PROFILE IN HEALTHY HUMAN SUBJECTS

GOURCHALA Freha¹ and HENCHIRI Cherifa^{2*}

¹Laboratory of Agro-Biotechnology and Nutrition in semi-arid area. Ibn-Khaldoun University, Tiaret, Algeria.

²Laboratory of Applied Biochemistry and Microbiology, Badji Mokhtar University, Annaba, Algeria.

ABSTRACT

The present study had the objective of evaluating the quality of two dates derived from two varieties of date palms, Ghars and Tamesrit, by the determination of physicochemical and biochemical characteristics and the effect of their consumption on blood glucose and lipid profile. The results obtained showed that both dates have morphological and physicochemical characteristics ranging from acceptable to good characters showing their commercial value. The phytochemical study showed their richness in Alkaloids, Polyphenols, Tannins, Flavonoids and Coumarins with different amounts depending on the variety. Tamesrit and Ghars have proved their richness in phenolic compounds, but the rate of total polyphenols was significantly higher ($p < 0.05$) in the variety Tamesrit compared to Ghars with an antioxidant activity of 900 mg for Tamesrit and 600 mg expressed by EAA / 100 g Ghars extract. Biochemical composition revealed that Ghars and Tamesrit are also rich in fiber and have water content between 21 and 26 %, values classifying them in the semi-soft to soft category, the amount of reducing sugars is important in both cultivars, the glucose content is higher in the variety Ghars whereas sucrose is absent in Tamesrit. The effect of dates on blood glucose showed that only the variety Tamesrit had a significant decrease on blood glucose ($p < 0.01$). Concerning lipid profile, we noted that Ghars variety induced no significant variation of different lipid parameters while the variety Tamesrit reduced the LDLc level (bad cholesterol), thus improving the lipid profile.

Keywords: quality dates, Tamesrit, Ghars, Blood Glucose, lipid profile.

INTRODUCTION

The dates, fruit of the tree *Phoenix dactylifera L.*, considered as a symbol of the Saharan oasis, accounted since the antiquity as an everyday consumed products. They were an essential component of the diet in the majority of arid and semi-arid regions of the world¹. In Algeria, in southern areas, dates are an important part of the diet. Many studies have shown the nutritional richness of dates in simple carbohydrates, vitamins, minerals, amino acids and dietary fiber²⁻⁵, in addition to their nutritional value, their antioxidant content and their therapeutic effect in the treatment of several affections: anemia, cancer, obesity; continues to be demonstrated⁶⁻¹⁰. But there are only few numbers of studies concerning the link

between the consumption of dates and metabolic responses such as glucose and lipid profile in humans¹¹. In this context, this study consisted in the evaluation of the effect of dates consumption on blood glucose and lipid profile in healthy adults.

MATERIAL AND METHODS

Plant material

The choice of dates focused on varieties Tamesrit and Ghars from Ghardaia (Algeria). Ghars is one of the most marketed and consumed varieties in Algeria, fresh and particularly as date paste, whereas consumption of Tamesrit is very important, especially in the producing regions of southern Algeria.

Study population

The population consisted in fifty-two (52) healthy subjects aged between 15 and 66 years and volunteers (sex ratio = 1). They have agreed to consume dates for twenty-one consecutive days and to have blood sampling, in the same time, monitoring the follow-up of the intake of dates. To minimize the bias during the study, subjects were asked not to change their eating habits and physical activity until the study is completed. We excluded from this study, the pregnant women, persons having no teeth, and anyone who does not finish the daily experienced quantity.

Biochemical analysis dates

For each variety of date, total sugars were determined using Dubois method, and Bertrand method¹² was used to determine reducing sugars. Sucrose content is obtained by the following formula:

$$\text{sucrose} = \% \text{ total sugars} - \% \text{ total reducing sugars.}$$

The free glucose was measured by oxidation of the aldehyde function of glucose to gluconate ion, in a basic medium, in the presence of excess iodate ion; and the free fructose by the DNS method. Proteins by kjeldahl method (**AFNOR V03-607**), insoluble fiber by **Weende method (NF V 03-040)**, soluble fiber according to **Multon**¹³, water content by drying at $103 \pm 2^\circ\text{C}$ of the crushed sample (spread out on the surface of a capsule) to constant mass¹². (Humidity, $H\% = m_1 - m_2 / p \times 100$; dry substance $\% = 100 - H\%$).

The pH was measured using a Karl Kolb pH meter (**NF V 05-108.1970**), the total ash were determined by incineration consisting in stoving the samples at 105°C for 24 hours followed by calcination in a muffle furnace for 5 hours at 500°C ¹⁴.

(Organic matter, $OM = m_1 - m_2 / p \times 100$, Ash $\% = 100 - OM\%$).

Quality assessment of dates

The biochemical quality of dates was evaluated according to the standards set by the Ministry of Agriculture in the ministerial order of November 17th, 1992; for common varieties¹⁵ and quality standards applied internationally reported by Meligi and Sourial¹⁶.

Phytochemical screening

The phytochemical screening and characterization of substances were performed on aqueous extracts and methanol/water extracts (80v/20v)¹⁷.

For the identification of different chemical

groups by color reactions, according to¹⁸; we detected alkaloids by Dragendorff reagent; polyphenols and tannins by the FeCl_3 test; the coumarins by ammoniacal test followed by exposure to UV; the flavonoids by shibata test. The determination of the total polyphenols content was performed by the Folin-Ciocalteu reagent according to Singleton and Rossi method¹⁹ using gallic acid as standard. The resulting color, with maximum of absorption comprised between 725 and 750 nm, is proportional to the quantity of polyphenols present in the plant extracts, the results are expressed as mg GAE / 100 g of dry mass of plant material:

$$C\% = c \times D \times 10 / m \times 100.$$

C: mg Gallic Acid Equivalent for 100 mg of extract; **c:** the read concentration of the sample; **D:** Dilution factor; **m:** mass of the sample.

Evaluation of the antioxidant activity

It is performed using the FRAP method (ferric reducing antioxidant power assay) described by **Oyaizu**²⁰, this method measures the ability of antioxidants presents in the extracts to reduce the Fe^{+++} , of the ferricyanide complex, to Fe^{++} ; this reduction is observed by the formation of a color whose absorbance is determined at 700 nm. The results obtained are expressed in mg of vitamin C per 100 g of the sample.

Experimental protocol

Subjects were divided into two groups, each one receiving the equivalent of 7 dates of one of the two cultivars per person and per day.

Group T: consisted in 26 persons, adult men and women, ingesting Tamesrit variety at a rate of 71 g of pitted dates per day per person.

Group G: consisted in 26 persons, adult men and women, ingesting Ghars variety at a rate of 69 g of pitted dates per day and per person.

This dose is taken on an empty stomach between half past six and half past seven in the morning (depending on the subject); slowly, date after date, without interruption to facilitate digestion. This intake represents a supplementation of normal diet. The participants had to go twice to the study center for regular checkups (one before inclusion and a second at the end of the study) to evaluate certain parameters. This study was performed in agreement with guidelines of the Declaration of Helsinki and Tokyo for humans²¹.

Anthropometric measures

Anthropometric measures were performed in the morning on the whole population (lightly dressed and fasted): weight, measured using a

medically authorized weighing -machine digital scale ($\pm 100\text{g}$), the size, measured using a stadiometer ($\pm 0,5\text{cm}$). BMI (Quetelet index) calculated by the formula:

$$\text{IQ (kg/m}^2\text{)} = \text{weight} / \text{height}^2.$$

Blood sugar measuring

Blood sugar was measured in capillary blood samples with Lifescan One Touch II ® Glucometer, which has been tested for accuracy and precision against a Beckman Synchron CX7 analyzer of a laboratory that uses the glucose oxidase method.

Evaluation of lipid profile

The assays of total cholesterol (TC), HDL-cholesterol, LDL cholesterol and triglycerides (TG) were performed by enzymatic colorimetric methods using kits marketed by Bio Systems, Spain. Reference values adopted are those given by the distributors of these kits.

Statistical Analysis

The mean values of the results obtained from several observations were calculated and shown with standard deviations using Excel software. These data were statistically analyzed using SPSS version 10.1 using the LSD Post-hoc analysis, applicable in data comparisons. The risk probabilities were evaluated at the 0.05 level and the results were considered significant at $p < 0,05$.

RESULTS AND DISCUSSION

Evaluation of the quality of dates

The results of morphological and physicochemical characterization of the dates, Ghars and Tamesrit, are given in Table 1.

According to the quality criteria reported by **Meligi and Sourial**¹⁶ and **Mohammed et al.**²² on the Iraqi and Egyptian cultivars, both varieties have acceptable to good quality criteria, suggesting that these two dates are of good quality and deserve to be exploited. Their culture should be extended to other regions; especially Tamesrit that has better characteristics and whose culture is very limited currently, compared to Ghars²³.

In this study the analysis of results obtained, shows that the two varieties have a fair to good character with a $\text{pH} > 5,8$, moisture content between 10-30%, total sugar levels acceptable, a large size for Tamesrit and average size for Ghars and acceptable weight.

The water content of the date's pulp varies sensibly, that obtained for the variety Ghars 26.35%, is in accordance with that recommended for the marketing of varieties of

common dates which is 26% According to EEC UN DF-08 standards; but it is lower than that reported by **Munier**²⁴ (30%). According to Hussein and Hussein²⁵, the water content of mature dates depend on the frequency and volume of irrigation at BSER stage (maturation stage), the relative humidity at the harvesting and during storage; the water content of Tamesrit variety (21%) is similar to that found by **Acourene et al.**¹⁵ for the same variety.

Phytochemical screening

The results of the phytochemical characterization are presented in Table 2.

These tests revealed in the two varieties of dates the presence of alkaloids, polyphenols, tannins, flavonoids and Coumarins. Tamesrit and Ghars have proved to be rich in phenolic compounds, but the rate of total polyphenols was significantly higher ($p < 0,05$) in Tamesrit variety compared to Ghars (**Fig.1**). **Al-Farsi et al.**²⁶ noted that the difference in the phenolic content of dates is due to several factors, such as: variety, growing conditions, maturity season, geographical origin, soil fertility, storage conditions and time of exposure to the sun. Tamesrit and Ghars have antioxidant activity; a high linear correlation was found between the antioxidant activity and polyphenol content for both varieties ($r = 0,98$). But the variety Tamesrit, has a significantly higher capacity ($p = 0,007$) to reduce the iron compared to Ghars, that is 900 mg EAA / 100 g extract Vs 600 mg EAA/100 g.

This activity has been explained by the presence of p-coumaric acids, flavonoids and phenols in the dates⁷. It is also important to note that some sugars in dates have antioxidant properties^{27,28}.

Biochemical characterization of dates

The results of the biochemical analysis are shown in Table 3.

Tamesrit and Ghars varieties are rich in total sugars; they contain respectively 58,7% and 57,5% (FM) that is, 75.1% Vs 76.1% (DM); these rates are in agreement with literature data²⁴, the main ones are reducing sugars (glucose and fructose) with the glucose content higher in the variety Ghars.

The water content is 26% for Ghars and 21% for Tamesrit; these values allow classifying the two varieties as semi-soft to soft date. The values of ash rate obtained in the two varieties of dates, Tamesrit and Ghars are respectively 2% and 1.7% (DM), they are close to those found by **Acourene et al.**¹⁵, who reported values ranging from 1.8 to 2,9% (DM). **Al-Hooti et al.**²⁹ have also reported rates varying from 1.6 to 2% for the Emirati varieties

Protein content for the two varieties Ghars and Tamesrit are respectively 1.88 and 2.59 %, these results are in accordance with those reported by **Sawaya et al**,³⁰.

The total fiber content varies from 5.55 to 13% respectively for Ghars and Tamesrit; our results are comparable with those found in thirteen varieties of dates whose values range between 6.5 and 11%².

The content of soluble dietary fiber showed that Tamesrit variety is the richest ($p = 0.001$) that is 4% against 2% for Ghars, these values are close to those reported by **Al-Fayadh and showiman**³¹, that is 0.5 to 3, 9%.

Effects of dates on biological parameters

Results of the impact of the consumption of Tamesrit or Ghars dates, by healthy subjects, for three weeks, on some biological parameters (BMI, blood glucose, plasma triglycerides, cholesterol, and LDLChol HDLChol) are presented in Table 4.

They were measured at the beginning and the end of consumption, that is, three weeks later.

The mean BMI of the whole population studied before and after consumption of 71 g/day Tamesrit and 69 g/day Ghars, for three weeks; was not accompanied by any weight change at the end of the study (Table 4).

A significant decrease in blood glucose in the group T was also observed with a difference of 12% ($p=0.01$). Among the studied population, nine subjects whose blood sugar was at the beginning of the study, slightly elevated (≥ 1.15 g/l), was significantly decreased, with an average of 1.16 ± 0.20 before consumption Vs 1.02 ± 0.12 after consumption ($p = 0.004$). No significant change was observed in the group G.

The blood sugar decrease in group T could be related to its high fiber content. It has been shown through *in vitro* studies and in humans that the fibers in the digestive system act as the main factor slowing the absorption of glucose, moderating the rise in blood glucose^{32,33}; they are much more effective at lowering blood glucose when hydrated³⁴. Similarly fructose of Tamesrit could also be the cause of its hypoglycemic effect; in fact, the fructose with a low glycemic index, when at high concentration in food may result in the reduction of postprandial blood glucose³⁵.

Concerning the lipid profile, the two groups did not show significant changes in blood levels of total cholesterol at the beginning and the end of dates consumption; whereas we noticed a

significant decrease in the LDLChol of the group T with a difference of 12% ($p = 0.009$).

This decrease is even more important as the rate of LDLChol was initially high (> 1.5 g/l) with an average value of 1.73 ± 0.25 g/l before consumption of Tamesrit and went to 1.33 ± 0.007 g/l after consumption that is, a decrease of 23% ($p = 0.001$) in nine subjects.

A non-significant decrease was observed in the rate of HDLChol as well as a tendency in the decrease of the ratio LDLChol / HDLChol for both groups. The absence of significant change in triglyceride levels in both groups was observed.

Based on these results, we note that the variety Ghars induces no significant variation in lipid parameters; conversely, the variety Tamesrit reduced the rate of LDLChol (bad cholesterol), thus enhancing the lipid profile. This effect could be related to the intake of soluble fiber, confirmed by several epidemiological studies, showing that the soluble fiber, independently of the fat intake, are dietary component, important in preventing cardiovascular disease^{36,37}.

CONCLUSION

Two varieties of dates Ghars and Tamesrit were studied for their morphological, physicochemical, biochemical and biological characteristics to assess their commercial nutritional and functional qualities. It has been shown that the two varieties have acceptable to good character¹⁶.

They are also a source of carbohydrates, dietary fiber, polyphenols, having antioxidant activity that would protect against free radicals and cancer⁷.

Regarding their effect on lipid profile and blood glucose rate, only the variety Tamesrit contributed to the improvement of circulating lipids and blood glucose.

This positive result on blood glucose should be assessed with consumption of Tamesrit or variety whose chemical composition is similar and see if it can improve the lipid profile or blood glucose levels in patients with type 2 diabetes or with a disorder of lipid profile.

This study has allowed us to correct the misconception of our imagination, we believe that all varieties of dates were as a generic product, whereas, each variety has characteristics which make it suitable for a particular purpose or a particular target.

Table 1: Morphological and physicochemical characteristics of dates (Ghars and Tamesrit)





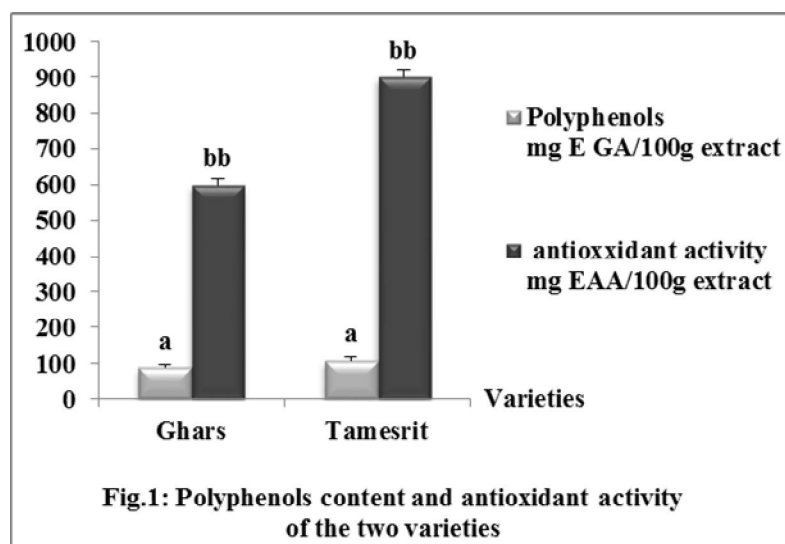
Varieties characteristics	Ghars	Tamesrit	Characters [16]
pH	6,40	6,00	<5.4 : bad characters 5.4 - 5.8 : acceptable >5.8 : good character
Humidity	26,35	21,50	<10 % : bad characters 10 - 24 % : good character 25 - 30 % : Acceptable >30 bad characters
Total sugars	55,00	58,00	60 - 70 % : Acceptable > 70% : good character
Fruit length	4,1	5,2	<3.5 cm : bad characters >3.5 , 4 ≥ cm : Acceptable ≥4 cm : good character
Fruit weight (g) (average of 7 fruit)	7,5g	12,5 g	< 6 g : : bad characters 6 - 8 g : Acceptable 8 g : good character
Fruit diameter	2,5	2,9	<1.5 cm : bad characters 1.5 - 1.8 cm : Acceptable >1.8 cm : : good character
Pictures of fruits			  <p>Ghars Tamesrit Cores</p>

Table 2: Chemical groups present, antioxidant activity of dates

Varieties Chemical groups	Ghars	Tamesrit
alkaloids	++	++
coumarins	++	++
polyphenols	++	+++
tannins	+++	++
flavonoids	+++	+++

Strongly Positive Reaction: +++; moderately positive reaction ++.



Polyphenols: a: Ghars Vs Tamesrit significant difference ($p \leq 0.05$),
Antioxidant activity: bb: Ghars Vs Tamesrit highly significant difference ($p \leq 0.01$).

Table 3: Biochemical composition (%) of the two varieties, Ghars and Tamesrit

Varieties Parameters	Ghars	Tamesrit
glucose	34,60 ± 0,21	30,00 ± 0,9
fructose	20,00 ^a ± 0,34	28,00 ^b ± 0,6
Reducing sugars	55,00	58,6
Sucrose	2,20 ± 0,03	0
insoluble fibers	3,55 ^a ± 0,45	8,80 ^b ± 0,01
soluble fibers	2,00 ± 0,01	4,22 ± 0,01
proteins	2,59 ± 0,05	1,88 ± 0,12
Ashes	1,7 ± 0,001	2,00 ± 0,01
water content	26,35 ± 2,1	21,50 ± 0,98

The means followed by the letters a and b in the same row are significantly different ($p \leq 0.05$).

Table 4: BMI (body mass index), blood glucose and lipid profile before and after consumption of dates

Parameters		Varieties	Ghars	Tamesrit
BMI (kg/m ²) ± SD	Before		25.07 ± 3.31	26.78 ± 3.00
	After		25.01 ± 0.18	26.82 ± 2.8
Gly (g/l) ± SD	Before		0.90 ± 0.13	1.06 ± 0.23
	After		0.92 ± 0.12	0.93 ± 0.30*
TG (g/l) ± SD	Before		1.19 ± 0.27	1.19 ± 0.22
	After		1.21 ± 0.19	1.15 ± 0.31
Chol. T. (g/l) ± SD	Before		1.80 ± 0.11	1.88 ± 0.21
	After		1.90 ± 0.32	1.77 ± 0.20
LDL Chol (g/l) ± SD	Before		1.07 ± 0.16	1.26 ± 0.21
	After		1.11 ± 0.30	1.11 ± 0.19**
HDLChol (g/l) ± SD	Before		0.50 ± 0.08	0.47 ± 0.11
	After		0.47 ± 0.08	0.47 ± 0.08

* indicates a statistically significant change and ** significant.

ACKNOWLEDGMENTS

The study was conducted in the laboratories of the Faculty of nature and life sciences, Ibn Khaldoun University, the polyclinic "Benyahya Bakhta" and "Youcef Damardji" hospital; Tiaret, Algeria.

REFERENCES

1. Biglari, F., Alkarkhi AFM and Azhar ME, Antioxidant activity and phenolic content of various date palms (*Phoenix dactylifera*) fruits from Iran. Food Chem., 2008, 107: 1636-1641.
2. Al-Shahib W and Marshall RJ, Dietary fibre content of 13 varieties of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) J Food Sci Technol., 2002, 37:719-721.
3. Al-Shahib W and Marshall RJ, The fruit of the date palm: Its possible use as the best food for the future. Int. J. Food. Sci. Nutr., 2003, 54: 247-259.
4. Al-Farsi M, Alasalvar C, Morris A, Baron M and Shahidi F. Compositional and Sensory Characteristics of Three Native Sun-Dried Date (*Phoenix dactylifera* L.) Varieties Grown in Oman. J. Agric. Food Chem. 2005, 53: 7586-7591.
5. Al-Farsi MA AND Lee CY. Nutritional and functional properties of dates: a review. Crit Rev Food Sci Nutr., 2008, 48(10):877-87.
6. Ishurda O, John FK. The anti-cancer activity of polysaccharide prepared from Libyan dates (*Phoenix dactylifera* L.) Carbohydr. Polym. 2005, 59: 531-535.
7. Al-Farsi M, Alasalvar C, Morris A, Baron M, Shahidi F. Comparison of antioxidant activity, anthocyanins, carotenoids and phenolics of three native fresh and sun-dried date (*Phoenix dactylifera* L.) varieties grown in Oman. J. Agric. Food Chem. 2005, 53: 7592-7599.
8. Mansouri, A., Embared G., Kokkalou E. and Kefalas P., Phenolic profile and antioxidant activity of the Algerian ripe date palm fruit (*Phoenix dactylifera*). Food Chem., 2005, 89: 411-420.
9. Barh D and Mazumdar BC, Comparative nutritive values of palm saps before and after their partial fermentation and effective use of wild date (*Phoenix sylvestris* Roxb) sap in treatment of anemia. Res. J. Med. Med. Sci., 2008, 3: 173-176.
10. Vayalil PK. Date fruits (*Phoenix dactylifera* Linn): an emerging medicinal food Crit Rev Food Sci Nutr. 2012, 52(3):249-71.
11. Rock W, Rosenblat M, Borochoy-Neori H, Volkova N, Judeinstein S, Elias M and Aviram M, Effects of date (*Phoenix dactylifera* L.) consumption by healthy subjects on serum glucose and lipid levels and on serum oxidative status: A pilot study. J. Agric. Food Chem., 2009, 57, 8010-8017.
12. Audigie C L., Manipulation d'analyse biochimique. Ed. Doin. Paris, 1978, 27-74.
13. Multon JL, Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires. Vol 4 : analyse des constituants alimentaires Ed. tech. et doc- Lavoisier, 1991, 121-137.
14. Linden G., Principales techniques d'analyse. Vol 2. Ed Tec et Doc-Lavoisier. Paris, 1981, 434.
15. Acourene S., Buelguedj M., Tama M., Taleb B., Caractérisation, évaluation de la qualité de la datte et identification des cultivars rares de palmier dattier de la région des Ziban. Rev. Rech. Agron. 2001, 8th Ed. INRA, p19-39.
16. Meligi MA and Sourial GF, Fruit quality and general evaluation of some Iraqi date palm cultivars grown under conditions of barrage region Ed: First symposium on the date palm, Saudi-Arabia, 23-25 March, 1982, 212-220.
17. Owen P. and Johns T., Xanthine oxidase inhibitory activity of northeastern North American plant remedies used for gout. J. Ethnopharmacol. 1999, 64, 149-160.
18. Ciulei I., Practical Manuals on the Industrial Utilization of Chemical and Aromatic Plants. Methodology for Analysis of Vegetable Drugs. 1st Edn. Ministry of Chemical Industry, Bucharest, 1982, p: 67.
19. Boizot N., Charpentier JP., Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques Des organes d'un arbre forestier. Méthodes et outils pour l'observation et évaluation des milieux forestiers, prairiaux et aquatiques, 2006, N° spécial : 79-83.
20. Oyaizu M., Studies on the product of browning reaction prepared from glucose amine. Japan J. Nutr., 1986, 44: 307-315.
21. AMIEL P., « Déclarations d'Helsinki », appendice électronique de Des cobayes et des hommes : expérimentation sur l'être humain et justice, Paris, Belles Lettres, 2011.

22. Mohammed S, Shabana HR and Mawloud EA, Evaluation and identifications of Iraqi date cultivars: Fruit characteristics of fifty cultivars, *Date Palm J.* 1983, 2(1), 27 – 55.
23. Hannachi S., Khetri D., Benkhalifa A. and Brac De La Preriére R.A. Inventaire variétal de la palmeraie Algérienne, URZA/CDARS, 1998, 225 p
24. Munier P., *Le palmier dattier*. Ed. Maisonneuve, Paris, 1973, 221p.
25. Hussein, F. and Hussein MA. Effect of irrigation on growth, yield and fruit quality of dry dates grown at Aswan. Proc. of the 1st Symp. On Date Palm, K.F. Univ., March 23-25, 1982, Al-Hassa, Saudi Arabia. 1983, 168-172.
26. Al-Farsi M., Alasalvar C., Al-Abid M., Al-Shoaily K., Al-Amry M., Al-Rawahy F., Compositional and functional characteristics of dates, syrups, and their by-products. *J. Food Chem.*, 2007, 104, 943-947.
27. Hung YJ, Tomas-Barberan FA, Kader AA and Mitchell AE, The flavonoids glycosides and procyanidin composition of Deglet Noor dates (*Phoenix dactylifera*). *J. Agric. Food Chem.* 2006, 54, 2405–2411.
28. Phillips KM, Carlsen MH and Blomhoff R. Total antioxidant content of alternatives to refined sugar. *J. Am. Diet. Assoc.* 2009, 109, 64–71.
29. Al-Hooti S; Sidhu JS; Qabazard H, Physicochemical characteristics of five date fruit cultivars grown in the United Arab Emirates. *Plant Foods Hum Nutr.* 1997, 50:101–113.
30. Sawaya WN, Safi L, Black LT and Al-Muhamed MM, Physical chemical characterization of the major date varieties grown in Saudi-Arabia, *Date Palm J.* 1983, 2(2), 183.
31. Fayadh JM and Al-Showiman SS, Chemical composition of date palm (*Phoenix dactylifera* L.). *J. Chem. Soc. Pak.*, 1990, 12, 84-103.
32. Leclere CJ, Champ M., Boillot J., Guille G., Lecannu G., Molis C., Bornet F., Kempf M., Delort-Laval J. and Galmiche JP, Rôle of viscous guar gums in lowering the glycemia response after a solid meal, *Am. J. Clin. Nutr.* 1994, 59; 914-921.
33. Ou S., Kwok K., Li Y., Fu L., In vitro study of possible role of dietary fiber in lowering postprandial serum glucose, *J. Agric. Food Chem.* 2001, 49; 1026-1029.
34. Wood PJ, Relationship between solution properties of cereal P-glucon and physiological effects- a review, *Trends Food Sci. Tech.* 2002, 13, 313-320.
35. Stanhope KL; Havel PJ. Fructose consumption: considerations for future research on its effects on adipose distribution, lipid metabolism, and insulin sensitivity in humans. *J. Nutr.* 2009, 139(6):1236S-1241S.
36. Anonymous, Dietary pectins: metabolic effects. *J. Am. Diet. Assoc.*, 1987, 87, 812-813.
37. Rimm EB, Ascherio A, Giovannucci E, Spiegelman D, Stampfer MJ and Willett WC. Vegetable, fruit, and cereal fiber intake and risk of coronary heart disease among men. *Jama – J. Am. Med. Assoc.*, 1996, 275(6), 447-451.



Compositional analysis and sensory profile of five date varieties grown in south Algeria

F. Gourchala^{1*}, M. Ouazouaz², F. Mihoub¹ and C. Henchiri²

¹Laboratory of Agro-Biotechnology and Nutrition in semi-arid area, Ibn-Khaldoun University, Tiaret, Algeria

²Laboratory of Applied Biochemistry and Microbiology, Badji Mokhtar University, Annaba, Algeria

ABSTRACT

Morphological, physicochemical, biochemical, phytochemical and sensory characteristics of date fruits of cultivars Deglet Noor, Tamesrit, Ghars, Tinissine and H'mira were investigated. External and internal fruit quality was assessed by different parameters: fruits and cores weights and dimensions, pH, salt content, water, sugar, proteins, lipids, polyphenols and Flavonoids. Sensory quality was performed by panel tests of size, aroma, color, texture and sweet/acid taste of fruits. The studied varieties showed a low content in fat and proteins, but important amounts of sugars, dietary fiber, potassium and polyphenols. These results suggest that the five varieties are a good source of essential and important nutrients on health. The dates have significantly distinct characteristics; Tamesrit had the highest weight (14,66 g) compared to other varieties; Deglet Noor showed significantly ($p < 0,05$) higher level of sugar (70%) particularly sucrose (29%) against 0% in Tamesrit and finally Tinissine contained significantly ($p < 0,05$) higher levels of polyphenols. Differences in sensory scores of fruit were found between cultivars; showing a high preference score for Tamesrit cultivar.

Key words: date palm, compositional analysis, sensory quality.

INTRODUCTION

Dates, fruits of *Phoenix dactylifera*, are widely cultivated in arid and semi-arid areas in Algeria. The appreciation of the fruits by the population depends on a combination of several quality criteria that are associated with maturity, physicochemical (size, color, sugar content and consistency) and sensory properties (taste and flavor) [1].

Dates are important to human health due to their antioxidant capacity related to their high content of polyphenols; they are also rich in fiber and some minerals such as potassium, magnesium [2]. Date fruits are considered as a good source of sugars; it provides natural sugar in the form of glucose and fructose, which are easily absorbed by the human body [3]. Fruit quality is determined by sensory evaluation and physicochemical and biochemical measurements [4].

Algeria have a rich biodiversity of about 1900 date cultivars, but only some are evaluated for their fruit quality [5]. The aim of this study was the characterization of physicochemical, biochemical, phytochemical and a sensory evaluation of five Algerian date varieties. We try to discuss the health aspects of different components found in dates.

EXPERIMENTAL SECTION

1. Plant material

Five date palm cultivars grown in Algeria were used for this study. The dates in "Tamr" stage (maturity stage) are obtained from the farmers. Varieties H'mira and Tinissine originated from Adrar (south-west of Algeria); Deglet

Noor, Ghars and Tamesrit from Ghardaïa (600 km south of Algiers, south-central of Algeria). The samples were collected during 2013 season. 3 kg of each variety were used for experimentation. Each sample was cleaned and placed in polyethylene bags with labels, and stored in refrigerator until analysis.

2. Morphological Parameters

The samples consist of 20 dates randomly taken. Morphological measurements were realized on each fruit: weights of flesh, core and the whole date were determined using a precision scale, the length of the fruit was measured with a micrometer caliper.

3. Physicochemical and biochemical analysis of dates

For each date variety, pH measurement was performed using a pH meter of Karl Kolb trademark; total ash is obtained by incineration. Sample drying at 105°C during 24 hours is followed by calcination in muffle furnace for 5 hours at 500°C (% Ash= 100-% OM) (AFNOR, 1977: NF V 18-101). Potassium, sodium and magnesium assessment was carried out using an atomic absorption spectrophotometer; the contents are determined by the standard curves.

Total sugar has been identified by Dubois method and Bertrand method for reducing sugar; the sucrose content is obtained by the following formula: % Sucrose = % Total sugar - % total reducing sugar [6]. Proteins were measured by Kjeldahl method, according to AFNOR, 1977 (NF V 18-100) using a Kjelfoss automatic apparatus (Foss-Electric, Denmark) N×6,25; crude. Insoluble fiber was assessed by Weende method reported in AFNOR, 1993 (NF V 03-040) and soluble fiber by Kratchanova method [7]. water rate was evaluated by drying at 103± 2°C of ground sample until getting constant dried weight (% Humidity (H) = $m_1 - m_2 / p \times 100$) [6].

4. Phytochemical characterization

Phytochemical screening was carried out by colored reactions according to Ciulei [8]. The evaluation of total polyphenols rate is carried out by Folin-Ciocalteu reagent according to Singleton and Rossi method [9] using gallic acid as standard; the color produced is proportional to polyphenols amount in the plant extracts; absorbance is measured at 725-750 nm. Results are expressed in mg Gallic Acid Equivalent (GAE)/100g of fresh weight. Flavonoids content was evaluated according to the method described by Lamaison and Carnat [10] using quercetin as standard, the coloration produced is proportional to Flavonoids amount; absorbance is measured at 430 nm. Results are expressed in mg of Quercitrin Equivalent (QE)/100g of fresh weight.

5. Sensory evaluation

The sensory panel includes ten (10) individuals (6 women and 4 men, aged 23-45 years) having already consumed dates fruit. Fruit quality was assessed by comparing external aspect, color, flesh firmness, texture, astringency and sweet taste. For visual evaluation or flavor, the samples order was randomized. During flavor evaluation panelists rinsed their mouth with water at room temperature after intake of each variety of dates. The preference of dates (hedonic score) is evaluated by 60 volunteers, aged 18-55 years; the evaluation of the appreciation was expressed on a numerical scale ranging from 1 to 5 (1: unacceptable; 2: low; 3: fairly good; 4: good and 5: excellent).

6. Statistical analysis

Results are expressed as mean ± standard deviation; variability between cultivars of dates is determined by the ANOVA test, using STATISTICA software (STATISTICA V6). Significance was accepted at 0.05 level of probability ($p < 0.05$).

RESULTS AND DISCUSSION

1. Morphological characterization

The measurement of length and weight of the entire date, flesh and cores have allowed some authors to evaluate the quality of Iraqi and Egyptian dates [11]. Morphological properties of dates are shown in Table 1. There were statistical differences among cultivars in the most of characteristics ($P < 0.05$).

Table 1: Morphological characteristics of the five varieties grown at southern Algeria

	<i>Ghars</i>	<i>Tamesrit</i>	<i>H'mira</i>	<i>Deglet Noor</i>	<i>Tinissine</i>
Date length (cm)	4,10± 1,20 ^a	5,10±0,05 ^b	3,70±0,10 ^c	4,70±0,45 ^b	3,60 ±0,65 ^c
Date weight (g)	6,61±0,04 ^a	14,66±0,01 ^b	6,23±0,04 ^d	9,00±0,04 ^e	6,58±0,19 ^a
Flesh weight (g)	5,56 ±0,05 ^a	13,21±0,01 ^b	5,58±0,04 ^a	8,12±0,10 ^c	5,80± 0,24 ^a
Core weight (g)	0,65±0,02 ^a	1,45±0,01 ^b	0,65±0,01 ^a	0,97±0,06 ^c	0,78±0,01 ^c
Flesh Yield (%)	84,11	90,11	89,56	90,22	88,14

On same line, Means followed by the same letters are not statistically different.

1.1. Date length

Varieties length ranges from 3,60 cm to 5,10 cm. Cultivars *Deglet Noor* and *Tamesrit* are the longest dates; 4,70 cm and 5,10 cm respectively, while *H'mira* and *Tinissine* present the smallest date length; 3,70 cm and 3,60 cm respectively. These values are similar to those found for the same Algerian varieties from other regions [5]. Compared to those found for Tunisian varieties, ranging from 2, 75 to 3, 80 cm, these results prove higher dimensions. Munier [12] reported that fertilization and adequate irrigation of date palms provide dates with length, diameter and weight better than poorly maintained ones.

1.2. Date, core and flesh weights

-Date weight

Date fruit of *Tamesrit* cultivar had significantly the highest weight (14,66 g) compared to studied cultivars, followed by *Deglet Noor* (9 g) ($p < 0,05$). Whereas the smallest date weights were observed in *Tinissine* and *H'mira* varieties i.e. 6,58 g and 6,23 g respectively. The obtained results are not in agreement with those reported by Acourene *et al.* [5] for the varieties *Tamesrit* and *H'mira*, which were 10,59 and 11 g respectively, this difference could be explained by climatic and cultural conditions. Compared to other studies, it was found that weights of different dates can change from one cultivar to another and from one region to another; dates weights of 54 Algerian cultivars studied by Acourene *et al.* [5] ranged from 3,88 g to 19,41 g.

-Core weight

The smallest core weight was observed in *Ghars* and *H'mira* cultivars; i.e. 0,65 g for each one. Whereas the highest core weight was recorded in *Tamesrit* cultivar; i.e. 1,45 g. These results are lower than those found by El Arem *et al.* [13] who reported that weights of cores ranged from 1.36 g to 1.89 g respectively, for some Tunisian varieties.

-Flesh yield

Results showed that dates flesh present 84 to 90 % depending on the studied cultivars, *Deglet Noor* and *Tamesrit* are the most fleshy varieties, with a yield of 90 % each one, these ones are the most profitable fruit compared to other cultivars. These results are in agreement with those found by El Arem *et al.* [13] for the Tunisian *Deglet Noor* cultivar which registered the highest yield at the "Tamr" stage. *Ghars*, *H'mira* and *Tinissine* have a low ratio of flesh weight / date weight, i.e. 84 to 89 % despite their low weights.

2. Physicochemical and biochemical analysis of dates

2.1. Physicochemical characteristics

In Table 2 are reported the values of the pH, water content, ash levels and mineral elements (K^+ , Mg^{2+} and Na^+).

Table 2: physicochemical characteristics of the five studied dates

	<i>Ghars</i>	<i>Tamesrit</i>	<i>H'mira</i>	<i>Deglet Noor</i>	<i>Tinissine</i>
pH	6,40±0,03	6,00±0,1	5,46±0,09	5,42 ± 0,46	5,9±0,12
Moisture	26,35±2,1 ^a	21,50±0,98 ^b	14,48±0,8 ^c	20,83±0,39 ^b	18,69±1,1 ^b
Ash %	1,7±0,01 ^a	2,00±0,01 ^a	2,87±0,04 ^b	1,59±0,67 ^a	2,1±0,1 ^a
K ⁺ (mg/100g)	668,7±5,2 ^a	789,6±7,1 ^b	824±9 ^{bc}	665±8,4 ^a	916,5±5,8 ^{cd}
Mg ²⁺ (mg/100g)	39,9±0,98 ^a	66±1,8 ^b	45,2±2 ^a	36,1±0,88 ^a	65,9±0,82 ^b
Na ⁺ (mg/100g)	3,3±0,02	Not detected	Not detected	2,9±0,01	Not detected

On same line, Means followed by the same letters are not statistically different.

-pH measurement

The pH values obtained for cultivars varied over a range of 5,42 ± 0,03 (*Deglet Noor*) to 6,40 ± 0,05 (*Ghars*); these results are in agreement with those of Barreveld [14], who showed that the most common pH values for the marketed dates range from 5,3 to 6,3; according to the same author, the pH can change during storage, result of some deterioration. Moreover, Ben Ismaïl *et al.* have found that pH of dates oscillate between 5 and 6,8 ; for Tunisian varieties [15]. However, different authors have shown higher pH (approximately 7) in certain varieties of high quality dates [16]; results registered of pH for *Tamesrit*, *Tinissine* and *H'mira* are lower than those found by Acourene *et al.* [5] for these varieties (6.57, 6.15 and 6.90 respectively).

-Water content

The water content is a basic parameter for the determination and rational conduct of harvesting, storage and conservation [11]. High water contents make varieties having a soft character, susceptible to microbial colonization, including that of the fungal flora. The water content of different varieties studied ranged from 14,48 ± 0,8 to 26,35 ± 2,1 %. Varieties *Tamesrit* and *Ghars* had the highest rates and *H'mira* variety showed the lowest rate. These values are in agreement with the studies conducted by Ahmed *et al.* [3] who showed that the moisture content ranged from 9,20% to 32,10 %. But these levels are significantly lower than that found in the *Aziza* variety reported by

Acourene *et al.* [17], this difference can be explained by the humidity of the storage and geographical distribution, as well as irrigation of each palm [17].

- Total ash

Dates analyzed in this study showed an ash content of the flesh ranging from 1,59 (*Deglet Noor*) to 2,87 % (*H'mira*). These differences between cultivars were recorded during a study conducted by Acourene *et al.* [17] on other Algerian varieties in the Zibans region with rates ranging between 1,1% to 3,7 %. Similarly, some authors [11, 18] reported changes in ash content of flesh; i.e. 2,15 to 3,46 % for Moroccan varieties, 2,53 % to 3,20 % for Sudanese varieties and 1,49 to 1,79 % for Omani ones respectively. These last contain the lowest levels.

- Mineral elements

Mineral composition of the flesh of dates showed, for all varieties, that potassium is the predominant element followed by magnesium; the same findings were observed by several authors with other varieties [18, 19]. However, sodium exists at very low concentrations. Moreover, for other Algerian varieties, the results were reversed to the obtained in this study showing overly high contents of Na^+ (30 mg/100 g) and very low levels of Mg^{2+} (1,2 mg/100 g) [20]. Mineral content and composition depend on the soil fertility status and realized amendments. Several studies have reported that the presence of Na^+ , K^+ and Mg^{2+} in food can potentially affect blood pressure; an important input in K^+ and Mg^{2+} associated to a low intake of sodium (Na^+) is often as effective as antihypertensive agent in the treatment of high blood pressure [21].

2.2. Biochemical characterization

Results of the biochemical analysis of dates are shown in Table 3.

Table 3: Biochemical composition (%) of the five studied dates

	<i>Ghars</i>	<i>Tamesrit</i>	<i>H'mira</i>	<i>Deglet Noor</i>	<i>Tinissine</i>
Total sugars	57,21±0,21 ^a	58,6 ±0,81 ^a	67,04±0,73 ^b	75,21±0,69 ^c	54,30±0,19 ^d
Reducing sugars	55,00±0,1 ^a	58,6±0,14 ^b	63,23±0,39 ^b	46,2±0,21 ^c	53,4±0,09 ^a
Glucose	28,5±0,1 ^a	30,3±0,09 ^a	33±0,07 ^a	23±0,12 ^b	28,7±0,08 ^a
Fructose	26,5±0,08	28,1±0,06	33±0,3	23±0,07	24,7±0,18
Sucrose	2,20 ± 0,03 ^a	0 ^b	1,01±0,04 ^c	29±0,21 ^d	0,5±0,03 ^c
Soluble fibers	3,6±0,06 ^a	8,8±0,12 ^b	7,6±0,17 ^b	5,5±0,04 ^c	6±0,01 ^c
Insoluble fibers	4,31±0,04 ^a	9,1±0,01 ^b	6,2±0,05 ^c	7,7±0,12 ^d	6,5±0,9 ^c
Proteins	2,59± 0,05 ^a	1,88±0,12 ^b	2,2±0,09 ^b	2±0,74 ^b	1,65±0,23 ^d
Lipids	0,38± 0,02	0,18±0,02 ^a	0,53±0,03 ^b	0,52±0,11 ^b	0,66±0,08 ^b

On same line, Means followed by the same letters are not statistically different.

- Total sugars

Results obtained from analysis of total sugars of the five varieties of dates showed that sugars represent the major part of the flesh (Table 3) giving them an important energy value. *Deglet Noor* contains the highest content of total sugars (75%) and *Tinissine* shows the lowest level in sugar, less than 60 %. Similar observations on variability were reported by other authors on other varieties of dates. In Algeria, Acourene *et al.* [17] found very high levels of total sugars, greater than 80 % for some levels ranging from 61 % to 83 % for Moroccan varieties and Ben Ismail *et al.* [15] observed rates oscillating between 44 and 62,7 % for Tunisian varieties. Several studies conducted on Saudi, Emirati and Omani dates [3] showed that the varieties containing only glucose and fructose have low total sugar rates. This change in carbohydrate concentrations may be due to the variety, the nature of sugar, harvesting conditions, storage, geographical distribution of dates and other environmental factors.

- Reducing sugars

Reducing sugars are the principal sugars for the majority of the studied dates; *Ghars*, *H'mira*, *Tinissine* and *Tamesrit*; this could be attributed to high activity of invertase [14]. Reducing sugars are mainly composed of glucose and fructose. The presence of sugars provides the sweet taste to dates, especially fructose having a high sweetening power compared to glucose, therefore induces satiety which consequently leads to low weight gain [2].

- Sucrose

Results showed that *Deglet Noor* is the richest variety of sucrose, its level is 28 times higher than other studied varieties; other studies have shown that *Deglet Noor* is rich in non-reducing sugars [14] which is probably due to low activity of invertase compared to other varieties. Literature reported that dry dates are rich in sucrose, while soft and semi-soft dates are rich in reducing sugars [22].

-Proteins

Protein levels are low in the five studied varieties. A significant difference ($p=0,004$) was found between the varieties rates. These results are similar to those for two varieties of Pakistan ($2,7\pm 0,10\%$ and $2,4\pm 0,05\%$) [23]; this difference in proteins levels can be explained by the origin of cultivars and experimental conditions.

-Lipids

The lipid content of date flesh is very low for the different varieties, the values obtained ranged from 0,38 to 0,66 % for *Ghars* and *Tinissine* respectively. These levels are comparable to those reported for Emirati dates, i.e. 0,2 to 0,5% [24].

-Dietary fiber

The insoluble fiber content ranges from 4,31 to 9,1 % and that of soluble fiber oscillates between 3,6 and 8,8 %. *Ghars* variety is the poorest one in dietary fiber (8 %) and *Tamesrit* is the richest variety compared to other varieties (18%). These levels are high compared to 6,04 to 11,05 % found for other varieties [25]. However, the result obtained seems lower than that reported by Elleuch *et al.* [19] for two cultivars of Tunisian dates (14,4 and 18,4 %). This difference could be related to the maturity phase, where catalytic activity of enzymes is elevated. High levels of fiber may give to dates a beneficial impact on health and can classify this fruit among those containing important levels of indigestible carbohydrate; the high content of soluble dietary fiber slows digestion and absorption of glucose thereby moderating the increase of postprandial glycemia [26]. It has already been demonstrated that dietary fiber is significantly correlated to the glycemic index of food [27].

3. Phytochemical characterization of dates**3.1. Phytochemical screening**

The phytochemical screening, presented in Table 4, showed the presence of certain chemical groups in the varieties studied at different proportions.

Table 4: Phytochemical screening results

Phytochemical compounds Cultivars	Alkaloids	Saponosids	Coumarins	Catechic tannins
Ghars	+	+++	++	++
H'mira	+	++	++	++
Tamesrit	-	+++	+++	+
Tinissine	-	+++	++	+++
Deglet Noor	+	+++	++	++

+++ : Presence in high quantity; ++ : Presence in average quantity; + : Presence in low quantity; - : Absence.

All the dates are rich in Saponosids, Coumarins and catechic Tannins; this result agrees with other studies reporting that date flesh is rich in phytochemical groups [23]. The abundance of Tannins in *Tinissine* variety could provide it a high degree of astringency.

3.2. Total polyphenols

The results obtained for the determination of total polyphenols, compounds which are known for their antioxidant properties, are shown in Figure 1.

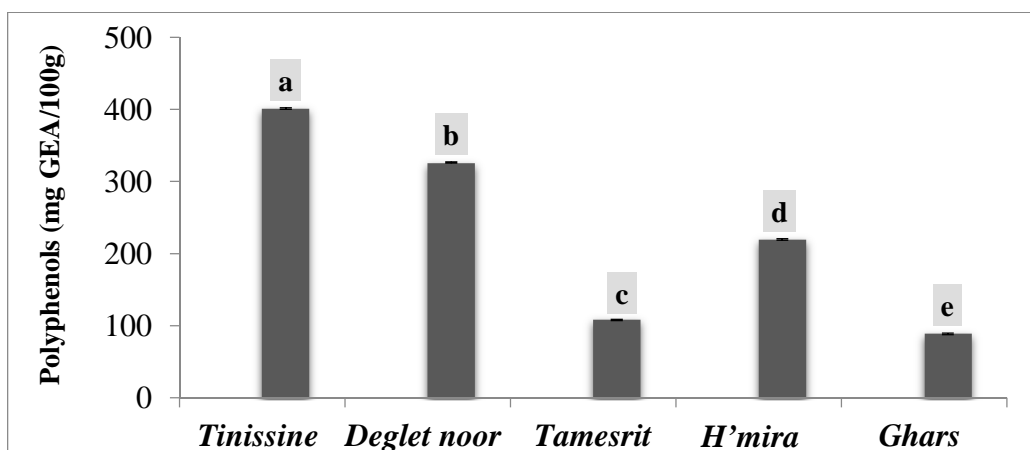


Figure 1: Rate of total polyphenols in five studied varieties of dates
a, b, c, d and e: homogeneous groups given by ANOVA ($p < 0,01$)

The polyphenol content was significantly important in *Tinissine* compared to other varieties ($p < 0,01$); contents in decreasing order are: *Tinissine* > *Deglet Noor* > *H'mira* > *Tamesrit* > *Ghars*; ie: 401; 326,2; 219,75; 108 and 88,75 mg EAG / 100 g of fresh matter (FM), respectively.

Polyphenol levels for *Tinissine*, *H'mira*, *Deglet Noor* ranged from 167 to 709 mg GAE/100 g FM in the study reported by Benmeddour *et al.* [28] for other Algerian varieties. Many factors can affect the polyphenol content: the geographical origin of the cultivar, maturity, season, soil fertilization, the time of exposure to sunlight, storage conditions, sampling and extraction methods [29].

3.3. Total flavonoids

Figure 2 shows the results of determination of total flavonoids in five varieties.

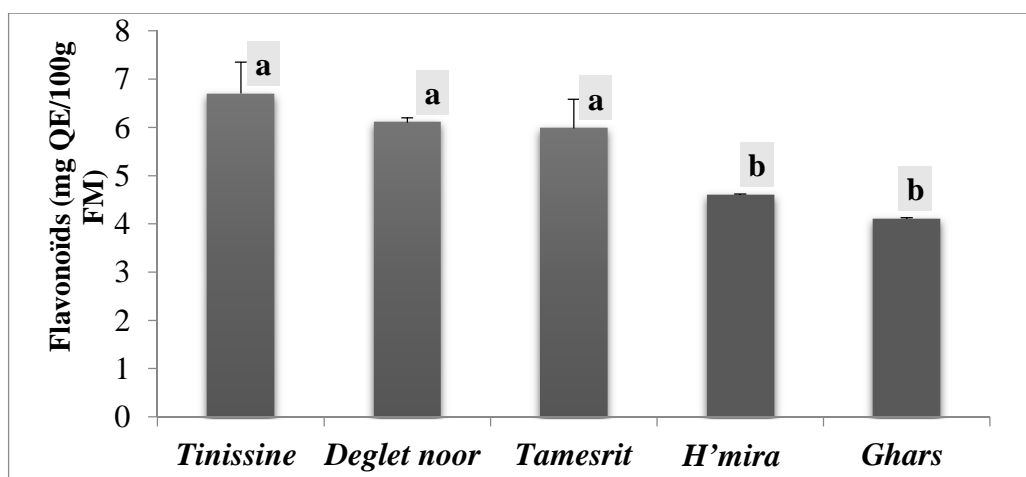


Figure 2: Rate of total Flavonoids in five studied varieties of dates
a and b: homogeneous groups given by ANOVA ($p < 0,01$)

Flavonoids rates vary from 4,2 (for *Ghars*) 6,7 mg QE/100g (for *Tinissine*). Benmeddour *et al.* [28] report much higher contents than those found in this study (11,52 to 225,77 mg CE/100g FM). The differences in the levels between these studies could be due to the type of cultivar, environmental conditions, fruit maturity and extraction conditions.

4. Sensory evaluation

Table 5: Organoleptic characteristics of studied cultivars

Cultivars	<i>Deglet Noor</i>	<i>Ghars</i>	<i>Tamesrit</i>	<i>Tinissine</i>	<i>H'mira</i>
Couleur	Brown	Brown	Black/darkbrown	Black	Brown/reddish
Appearance of pericarp	Smooth, brilliant	Smooth	Pleated	Embossed	pleated
Consistency	Semi-soft	Soft	Semi-soft	Semi-soft	Semi-soft
Texture	Fibrous	Fibrous	Fibrous	Fibrous	Fibrous
Taste	Very sweet	Sweet	Sweet	Slightly sweet, astringent	Sweet
Aroma	Slightly fragrant	fragrant	Slightly fragrant	fragrant	fragrant
Hedonic score	4,75 ± 0,33 Good	2,80 ± 0,08 Low	4 ± 0,19 Good	3,78 ± 0,19 Fairly good	3 ± 0,27 Fairly good

The results presented in Table 5 show that samples color is not homogeneous, however, the brown color predominates; this result is in agreement with Acourene *et al.* [5] who showed that from 54 varieties Algerian, 50 % are brown followed by 31 % yellow colored 16 % black and 3 % red. Color is an important factor in the appreciation of dates of which the choice is different from country to another; Algerian consumers are much more attracted by brown dates with glossy appearance (*Deglet Noor*), yellow colored for Saudi Arabia and the United Arab Emirates and red dates for Oman and Kuwait [30].

The appearance of the pericarp ranges from pleated for *H'mira*, *Tamesrit* and *Tinissine* cultivars to smooth for *Deglet Noor* and *Ghars* ones.

The consistency of dates of all varieties varies from semi-soft (*Deglet Noor*, *Tamesrit*, *Tinissine* and *H'mira*) to soft (*Ghars*) this consistency during chewing is related to their fibrous nature.

Dates are characterized by their sweet taste linked to their richness in carbohydrates, but perception of sweet taste depends on acidity; these last two characters can cover up each other [31], making sweet taste assessment difficult by sensory analysis.

The most appreciated varieties of dates by the volunteers (*Deglet Noor* and *Tamesrit*) are slightly fragrant than the other studied dates (*Ghars*, *Tinissine* and *H'mira*).

All date cultivars were appreciated by the whole population of study; volunteers preferred *Tamesrit* cultivar with a mean hedonic score preference of $4,75 \pm 0,33$, followed by *Deglet Noor* ($4 \pm 0,19$), *Tinissine* ($3,78 \pm 0,19$), *H'mira* ($3 \pm 0,27$) respectively than *Ghars* the least preferred one with a score of $2,80 \pm 0,08$ (Table 5).

Sensory analysis revealed that Algerian consumers are attracted by soft, sweet and fleshy cultivars with fibrous texture in the mouth and better appearance.

CONCLUSION

The outcome of the research was that the five varieties studied are rich in K^+ and Mg^{++} ; glucose and fructose, dietary fiber and are poor in proteins and lipids. These dates may have beneficial effects on health due to the presence of bioactive constituents such as polyphenols and flavonoids.

The results of the compositional and hedonic analysis revealed that *Tamesrit* and *Deglet Noor* varieties have the best characteristics and are most appreciated by Algerian consumers who are attracted by soft, sweet and fleshy date fruits with fibrous texture in the mouth and better appearance. *Deglet Noor* is already very cultured and widely known, even abroad, where it is exported; whereas *Tamesrit*, an unknown variety, produced and consumed locally, is the most appreciated of all varieties and presents a wealth of fructose, sugar with a low glycemic index beneficial on health, an absence of sucrose very hyperglycemic, which would be recommended for diabetics. This variety of high nutritional quality and very well accepted by study volunteers, would deserve a better exploitation; it should be grown in other regions of southern Algeria.

Acknowledgements

Authors are extremely grateful to Laboratory of applied biochemistry and Microbiology, Badji-Mokhtar Annaba University, Algeria and Laboratory of Agro-Biotechnology and Nutrition in semi-arid area, Ibn-Khaldoun University, Tiaret, Algeria for providing necessary facilities.

REFERENCES

- [1] GE Lester; RM Turley. *J Rio Grande Valley Hort Sci.*, **1990**, 43, 71-77.
- [2] MA Al-Farsi; CY Lee. *Crit Rev Food Sci Nutr.*, **2008**, 48(10), 877-87.
- [3] AI Ahmed; AWK Ahmed; RK Robinson. *Food Chem.*, **1995**, 54:305-309.
- [4] M Čolarić; R Veberič; F Štampar; M Hudina. *J Sci Food Agr.*, **2005**, 85, 2611-2616.
- [5] S Acourene; K Djafri; A Benchabane; A Tama; B Taleb. *Annu Res Rev Biol.*, **2014**, 4(3), 487-499.
- [6] CL Audigie. Manipulation d'analyse biochimique, Edition Doin, Paris, **1978**; 27-74.
- [7] M Kratchanova; E Pavlova; I Panchev. *Carbohydr Polym.*, **2004**, 56, 181-185.
- [8] Ciulei I. Practical Manuals on the Industrial Utilization of Chemical and Aromatic Plants. Methodology for Analysis of Vegetable Drugs. 1st Edition, Ministry of Chemical Industry, Bucharest, **1982**; 67.
- [9] N Boizot; JP Charpentier. Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. Cahier des Techniques de l'INRA Bulletin de Liaison Interne, ISSN:0762-7939, France, **2006**; 79-82.
- [10] JL Lamaison; A Carnat. *Plantes Medicinales et Phytotherapie*, **1991**, 25, 12-16.
- [11] MA Meligi; GF Sourial. Fruit quality and general evaluation of some Iraqi date palm cultivars grown under conditions of barrage region," Ed: First symposium on the date palm, Saudi-Arabia, 23-25 March **1982**; 212-220.
- [12] P Munier. Le palmier dattier. Ed. Maisonneuve, Paris, **1973**; 221.
- [13] A El- Arem; G Flamini; EB Saafi; M Issaoui; N Zayene; A Ferchichi; M Hammami; N Helal Ahmed; L Achour. *Food Chem.*, **2011**, 127, 1744-1754.
- [14] WH Barrevel. Date palm products. Agricultural Services Bulletin N° 101. FAO, Rome, Italy, **1993**; 268.
- [15] HD Ben Ismail; N Jendoubi; A Kodja; D Ben Hassine; M Ben Slama. *Emir J Food Agric.*, **2013**, 25(5), 331-341.
- [16] S Rastegar; M Rahemi; A Baghizadeh; M Gholami. *Food Chem.*, **2012**, 134, 1279-1286.
- [17] S Acourene; M Belguedj; M Tama; B Taleb. *Rev Rech Agr.*, **2001**, 8, 19-39.
- [18] A Hasnaoui; A Elhoumaizi; A Asehrou; M Sindic; C Deroanne; A Hakkou. *Int J Agric Biol.*, **2010**, 12 (2), 311-314.

-
- [19] M Elleuch; S Besbes; O Roiseux; C Blecker; C Deroane; NE Drira; H Attia. *Food Chem.*, **2008**, 11, 676–682.
- [20] H Amellal-Chibane; Y Noui; A Djouab; S Benamara. *Int J Biol Vet Agric Food Eng.*, **2014**, 8 (10), 1068-1071.
- [21] M Houston. *J Clin Hypertens.*, **2011**, 13 (11), 843–847.
- [22] M Al-Farsi; C Alasalvar; M Al-Abid; K Al-Shoaily; M Al-Amry; F Al-Rawahy. *Food Chem.*, **2007**, 104, 943-947.
- [23] MA Faqir; S Iqbal Bukhat; AH El-Ghorab; M Issa Khan; H Shahzad; M Sajid Arshad. *J. Food Sci.*, **2012**, 22(3), 117-127.
- [24] S Al-Hooti; JS Sidhu; H Qabazard. *Plant Food Hum Nutr.*, **1997**, 50,101–113.
- [25] W Al-Shahib; RJ Marshall. *Int. J. Food Sci. Nutr.*, **2003**, 54, 247-259.
- [26] KA Meyer; LH Kushi; DR Jacobs; J Slavin; TA Sellers; AR Folsom. *Am J Clin Nutr.*, **2000**, 71(4), 921-930.
- [27] Wolever TM. *Am J Clin Nutr.* **1990**, 51(1), 72-75.
- [28] Z Benmeddour; E Mehinagic; D Le Meurlay; H Louaileche. *J Funct Food.*, **2013**, 5, 346–354.
- [29] A El Hadrami; JM Al-Khayri. *Emir J Food Agric.*, **2012**. 24 (5), 371-385
- [30] A Al-Abdoulhadi; S Al-Ali; K Khurshid; F Al-Shryda; AM Al-Jabr; A Ben Abdallah. *Indian J Sci Techn.*, **2011**, 4(10), 2-10.
- [31] P Melgarejo; DM Salazar; F Artes. *Eur Food Res Tech.*, **2000**, 211, 185–190.