

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



Université Batna 1-Hadj Lakhdar



Institut des Sciences Vétérinaires et des Sciences Agronomiques  
Département de Technologie Alimentaire

Laboratoire Sciences des Aliments

Thèse présentée en vue de l'obtention du diplôme de  
Doctorat Sciences

Spécialité : Technologie Alimentaire

Réalisée par M. NOUI Yassine

**Thème**

---

**Fabrication et caractérisation des produits  
alimentaires élaborés à base de dattes  
(*Phoenix dactylifera* L.)**

---

Soutenue devant le jury :

M. FAHLOUL D.	Professeur	Université Batna1	Président
M <sup>me</sup> ALLOUI LOMBARKIA O.	Professeur	Université Batna 1	Rapporteur
M <sup>me</sup> ROUABEH HAMBABA L.	Professeur	Université Batna 2	Examinatrice
M <sup>me</sup> SAHIR HALOUANE F.	Professeur	Université de Boumerdès	Examinatrice
M <sup>me</sup> AMELLAL CHIBANE H.	Maître de conférences	Université de Boumerdès	Examinatrice
M. OUCHEMOUKH S.	Maître de conférences	Université de Béjaia	Examineur

Année universitaire : 2016-2017

# Remerciements

Je souhaite exprimer ma profonde reconnaissance à mon encadreur : M<sup>me</sup> ALLOUI LOMBARKIA O., Professeur à l'université de Batna, pour avoir accepté de diriger ce travail, pour sa confiance, sa patience et pour ses conseils tout au long de la réalisation de cette thèse. Sa disponibilité et ses qualités humaines ont contribué à l'achèvement de ce travail.

Je tiens à remercier :

M. FAHLOUL D., Professeur à l'université de Batna, pour m'avoir fait l'honneur de juger ce travail et d'avoir accepté de présider ce jury.

M<sup>me</sup> ROUABEH HAMBABA L., Professeur à l'université de Batna, de m'avoir fait l'honneur d'examiner ce travail.

M<sup>me</sup> SAHIR HALOUANE F., Professeur à l'université de Boumerdès, pour avoir accepté d'évaluer mon travail.

M<sup>me</sup> AMELLAL CHIBANE H., Maître de conférences à l'université de Boumerdès, d'avoir accepté de participer au jury en tant que examinatrice.

M. OUCHEMOUKH S., Maître de conférences à l'université de Béjaia, pour avoir accepté de participer à ce jury.

Mes remerciements s'adressent également à:

M. NOURI L., Directeur du Laboratoire de Recherche de Technologie Alimentaire (LRTA)- Université de Boumerdès.

M. BEZZAZI B., Directeur du Laboratoire de Recherche des Matériaux de construction (LRMC). Université de Boumerdès.

M. BENMOURALLAH R., Directeur du Laboratoire Régional du Contrôle de la Qualité et de la répression des fraudes (CACQE)-Wilaya de Constantine.

Pour m'avoir accueilli au niveau de leurs laboratoires, pour avoir permis à ce travail d'avoir lieu et pour la confiance qu'ils m'ont accordé.

Un grand merci aux personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail. Merci tout d'abord à M. DJOUAB A., et Mlle HADERBACHE L., pour leur appui pour les tests antioxydants, ainsi qu'à Mlle DJAMEL F., pour son aide en analyse rhéologique.

# Dédicaces

Je dédie ce travail à :

Mes chers parents

Ma petite famille

Mes frères

Mes sœurs

Mes amis

## Résumé

Le présent travail entre dans le cadre de la valorisation des dattes de seconde qualité. Il a pour objectif principal, l'utilisation de sirop de la datte "Mech Degla" comme substituant partiel (50 %) ou total (100 %) du saccharose, dans la formulation des compotes à base de pomme et d'abricot. Cette étude englobe la caractérisation physicochimique des trois fruits choisis (datte, abricot et pomme) et le sirop de dattes ainsi que la détermination de leur pouvoir antioxydant, évalué par les deux tests : DPPH et FRAP. L'étude est suivie par la formulation de trois compotes : la première est sucrée par le sirop de saccharose, la deuxième par le sirop de saccharose et de dattes, la troisième par le sirop de dattes seul. L'effet de sirop de dattes sur leurs propriétés physicochimiques, organoleptiques et rhéologiques est également étudié.

Le sirop de dattes est un ingrédient qui présente des avantages nutritionnels par rapport au sucre blanc raffiné : il est accompagné d'une fraction non énergétique très complexe : protéines, minéraux, fibres (la pectine) et polyphénols, ce qui permet de le classer comme aliment fonctionnel.

L'addition de sirop de dattes dans la formulation des compotes a permis de les enrichir en différents nutriments (sucres réducteurs, protéines, éléments minéraux, pectines et polyphénols). Les compotes élaborées à base de dattes sont plus riches en substances phénoliques et sont dotées d'activités antioxydantes plus élevées par rapport à celle produite à base de saccharose. Le test de dégustation a fait ressortir le classement de préférence selon le sens décroissant suivant : compote enrichie de sirop de dattes (substitution totale) > compote sucrée par le mélange sirop de saccharose et de dattes (substitution partielle) > compote sucrée par le sirop de saccharose. Du point de vue rhéologique, les trois compotes formulées présentent un comportement rhéologique identique : un écoulement non Newtonien, il s'agit des fluides rhéofluidifiants.

**Mots clés** : Sirop de dattes, valorisation, incorporation, compote, qualité physicochimique et sensorielle, comportement rhéologique.

## ملخص

يدخل هذا العمل في إطار تثمين التمور الجافة. الهدف الرئيسي هو استعمال شراب التمر من صنف (مش دقلة) كبديل جزئي (50%) أو كلي (100%) للسكر في صناعة الكمبوت المشكل من التفاح والشمش.

هذا البحث يشمل دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية للفواكه الثلاثة المختارة (تفاح، شمش، تمر) بالإضافة الى شراب التمر. كما انه تم أيضا تقييم الخصائص المضادة للأكسدة بواسطة التقنيتين: DPPH و FRAP

الدراسة استكملت بتشكيل ثلاثة عينات من الكمبوت: الأولى مسكرة بشراب السكر، الثانية بشراب مزيج السكر -التمر والثالثة بشراب التمر فقط.

من جانب آخر، تم دراسة مدى تأثير شراب التمر على الخصائص الفيزيوكيميائية والحسية والريولوجية للكمبوت.

من خلال النتائج المحصل عليها، شراب التمر هو غذاء ذو قيمة عالية مقارنة بالسكر الأبيض المكرر (السكر) حيث يحتوي على مجموعة من العناصر الغذائية غير الطاقوية مثل: الأملاح المعدنية، الألياف (بكتين)، والبوليفنولات. هذا ما يسمح بتصنيفه كغذاء وظيفي.

إضافة شراب التمر في صناعة الكمبوت زاد من قيمته الغذائية. فهو الغني بالسكريات المرعبة، البروتينات، العناصر المعدنية والبوليفنولات.

النتائج بينت أيضا أن الكمبوت المصنع بشراب التمر يتميز بخصائص مضادة للأكسدة مرتفعة مقارنة بمثليه المصنع بالسكر.

الخصائص الحسية أظهرت أن ترتيب العينات الثلاثة للكمبوت حسب الأفضلية هو كما يلي:

كمبوت مصنع بشراب التمر (استبدال كلي) < كمبوت مسكر بمزيج شراب السكر و شراب التمر (استبدال جزئي) < كمبوت مسكر بشراب السكر.

من جهة أخرى، بينت الدراسة أن المنتجات الثلاثة للكمبوت تتميز بنفس السلوك الريولوجي (غير نيوتوني).

**الكلمات الدالة:** شراب التمر، تثمين، استعمال، الكمبوت، النوعية الفيزيوكيميائية والحسية، سلوك ريولوجي.

## **Summary**

The present work aims the valorization of Mech-Degla dry date. It was used to substitute totally (100%) or partially (50%) refined white sugar in the formulation of apple and apricot compote. First, used fruits and date syrup were physicochemically characterized and the antioxidant powers was valued using DPPH and FRAP tests. Three formulations, apple and apricot compotes basis, were prepared, the first with sucrose syrup, the second with a mix of date and sucrose syrup and the last with only date syrup. The effects of this addition (possible differences) on physic-chemical, organoleptic and rheological quality in comparison with standard compote were measured.

Date syrup use in our formulations permitted to enrich the matrix in different nutrients (reducing sugars, minerals, pectins and polyphenols). The manufactured date based compotes were richer in phenolics and endowed with elevated antioxidant activities compared to sucrose basis product. Tasting test reveal the follow classification of preference: compote elaborated with Mech-Degla syrup (100%) (total substitution) > compote elaborated with mixture sucrose/date syrup (partial substitution) > compote with sucrose 100 % (control). Regarding to rheological comportment, all formulations present a non Newtonien comportment, showing rheo-fluidifiants behavior.

**Keywords:** dates syrup, valorization, incorporation, compote, physicochemical and sensory quality, rheology.

## Liste des publications et communications liées à ce travail

Les résultats de ce travail ont fait objet des publications et communications suivantes :

### ▪ Publications internationales en premier auteur

-**Yassine NOUI**, Ourida ALLOUI LOMBARKIA, Amel BEKRAR, Hayet AMELLAL CHIBANE, Adel LEKBIR, Mohamed ABDEDDAIM, Djamel FAHLOUL and Ali BACHA, 2014. Comparative study of the physicochemical characteristics and antioxidant activity of three dates varieties (*Phoenix dactylifera* L.) Grown in Algeria. *Annals Food Science and Technology*, 15 (2), 1-8.

-**Yassine NOUI**, Ourida ALLOUI LOMBARKIA, Amel BEKRAR, Hayet AMELLAL CHIBANE and Adel LEKBIR, 2015. Quality characteristics and sensory evaluation of apricot jams made with date palm products (syrup). *Carpathian Journal of Food Science and Technology*, 7 (2), 53-62.

### ▪ Publications internationales en collaboration

-LEKBIR Adel, Ourida ALLOUI LOMBARKIA, MEKENTICHI Sihem, **NOUI Yassine** and BAISSISE Salima., 2013. Optimization of Deglet-Nour date (*Phoenix dactylifera* L.) phenols extraction conditions. *International journal of biological, Agricultural and Food Engineering*, 7 (11), 685-688.

-LEKBIR Adel, Ourida ALLOUI LOMBARKIA, Soumia Haddad, Bouchra Mizane, **Yassine NOUI**, Mouhamed Abdeddaim, Salima Baissise and Radhia Ferhat., 2015. Phenolic contents and antioxidant activity of six algerian date palm (*Phoenix dactylifera*L.) cultivars. *Annals Food Science and Technology*, 16 (1), 201-206.

### ▪ Communications internationales

-**NOUI Yassine**, ALLOUI O.L., BEKRAR Amel, LEKBIR Adel, FAHLOUL Djamel and HADERBACHE Latifa., 2015. Physicochemical characterization and antioxidant activity of dates syrups (*Phoenix Dactylifera* L.). Communication affichée. Six international scientific agricultural symposium "Agrosym 2015". Organisé par l'université de l'Est de Sarajevo, Bosnie-Herzégovine.

-**NOUI Yassine** et ALLOUI O.L., 2011. Propriétés physicochimiques et nutritionnelles de sirops de dattes. 1<sup>er</sup> Symposium international sur le palmier dattier (Communication orale). Organisé par le laboratoire de recherche sur les zones arides. Université des Sciences et de la Technologie HOUARI BOUMEDIENE (USTHB).

-**NOUI Yassine**, Amrane Djouab, Amellal Hayet et Benamara Salem, 2008. Le pouvoir antioxydant des polyphénols de la datte Mech-Degla (Communication affichée). Séminaire international sur la valorisation des zones semi-arides. Université d'Oum El Bouaghi, Algérie.

▪ **Communications internationales en collaboration**

-DJOUAB Amrane, **NOUI Yassine**, AMELLAL Hayet, MEZIRI Sarah et BENAMARA Salem, 2009. Valorisation des dattes communes d'Algérie. Est il possible d'utiliser un sirop de dattes comme excipient en pharmacologie ?. Congrès international sur la santé et l'agroalimentaire. Organisé par le centre de recherche scientifique et technique en analyse physicochimique (CRAPC). Communication orale.

# **TABLE DES MATIÈRES**

# TABLE DES MATIERES

Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction générale.....	1

## ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

### CHAPITRE I : LA DATTE

I.1. Le palmier dattier.....	4
I.2. La datte.....	4
I.3. Les variétés de dattes.....	5
I.4. Production des dattes ...	5
I.4.1. Dans le monde .....	5
I.4.2. En Algérie.....	6
I.5. Étude biochimique de la datte .....	8
I.5.1. Partie comestible pulpe.....	8
I.5.1.1. L'eau.....	8
I.5.1.2. Les sucres.....	9
I.5.1.3. Les protéines.....	10
I.5.1.4. Les lipides .....	11
I.5.1.5. Les éléments minéraux.....	11
I.5.1.6. Les vitamines .....	12
I.5.1.7. Les acides organiques.....	13
I.5.1.8. Les fibres .....	13
I.5.1.9. Les polyphénols.....	14
I.5.2. Partie non comestible "noyau".....	15
I.6. Transformation des dattes .....	17

I.6.1. Transformation technologique directe.....	17
I.6.2. Transformation biotechnologique. ....	19
I.7. Intérêt nutritionnel et thérapeutique de la datte.....	23

## **CHAPITRE II : L'ABRICOT**

II.1. L'abricotier.....	24
II.2. L'abricot .....	24
II.3. Variétés d'abricot.....	25
II.4. Production de l'abricot .....	26
II.4.1. Dans le Monde .....	26
II.4.2. En Algérie.....	27
II.5. Etude biochimique de l'abricot .....	28
II.5.1. L'eau.....	28
II.5.2. Les sucres.....	28
II.5.3. Les protéines.....	29
II.5.4. Les lipides.....	29
II.5.5. Les éléments minéraux.....	29
II.5.6. Les vitamines.....	29
II.5.7. Les fibres.....	29
II.5.8. Les polyphénols.....	29
II.6. Composition biochimique du noyau d'abricot.....	29
II.7. Intérêt nutritionnel et diététique de l'abricot .....	30
II.8. Transformation industrielle de l'abricot.....	31

## **CHAPITRE III : LA POMME**

III.1. Le pommier.....	32
III.2. La pomme .....	32

III.3. Production .....	33
III.3.1. Dans le monde.....	33
III.3.2. En Algérie.....	34
III.4. Etude biochimique de la pomme.....	35
III.4.1. L'eau .....	35
III.4.2. Les sucres.....	35
III.4.3. Les protéines .....	35
III.4.4. Les lipides.....	36
III.4.5. Les éléments minéraux.....	36
III.4.6. Les fibres totales.....	36
III.4.7. Les polyphénols.....	36
III.4.8. Les acides organiques.....	36
III.5. Intérêt nutritionnel et diététique de la pomme .....	37
III.6. Transformation de la pomme .....	38

## **CHAPITRE IV : LES COMPOTES**

IV.1. Définition.....	39
IV.2. Composition biochimique de la compote .....	39
IV.2.1. L'eau.....	40
IV.2.2. Les sucres .....	40
IV.2.3. Les protéines.....	40
IV.2.4. Les lipides.....	40
IV.2.5. Les minéraux.....	40
IV.2.6. Les vitamines.....	40
IV.2.5. Les fibres.....	40
IV.2.6. Les polyphénols.....	40

IV.3. Fabrication des compotes .....	41
--------------------------------------	----

## **ÉTUDE EXPÉRIMENTALE**

### **CHAPITRE I : MATÉRIEL ET MÉTHODES**

I.1. Matériel végétal.....	42
I.1.1. La datte .....	42
I.1.2. L'abricot.....	43
I.1.3. La pomme.....	43
I.2. Méthodes d'analyses.....	44
I.2.1. Caractérisation morphologique des fruits.....	44
I.2.2. Composition biochimique des fruits (dattes, abricot et pomme).....	44
I.2.2.1. L'eau .....	45
I.2.2.2. Le pH .....	45
I.2.2.3. Le résidu sec soluble (brix) .....	46
I.2.3.4. Les sucres totaux.....	47
I.2.3.5. Les sucres réducteurs .....	47
I.2.3.6. Le saccharose .....	46
I.2.3.7. Les protéines.....	48
I.2.3.8. Les cendres .....	49
I.2.3.9. Les éléments minéraux.....	49
I.2.3.10. Les polyphénols totaux.....	49
I.2.3.11. Les flavonoïdes .....	50
I.3. Préparation de sirop de dattes.....	50
I.4. Élaboration des compotes. ....	51
I.4.1. Préparation des purées d'abricots et de pommes.....	51
I.4.2. Formulation des compotes.....	52

I.5. Caractérisation physicochimique de sirop de dattes et des compotes.....	53
I.6. L'analyse sensorielle des compotes .....	54
I.7. Détermination de la couleur des compotes et sirop de dattes.....	55
I.8. Étude de la rhéologie des compotes. ....	55
I.9. Étude de l'activité antioxydante des fruits, de sirop de dattes et des compotes.....	56
I.9.1. Test de réduction du fer (FRAP : Ferric Reducing Antioxidant Power).....	56
I.9.2. Mesure de l'activité antiradicalaire (DPPH).....	57
I.10. Analyse statistique.....	57

## **CHAPITRE II : RÉSULTATS ET DISCUSSION**

II.1. La datte.....	58
II.1.1. Caractérisation morphologique de la datte Mech Degla.....	58
II.1.2. Caractérisation physicochimique de la pulpe de dattes.....	59
II.1.3. Le pouvoir antioxydant de la datte.....	61
II.2. L'abricot.....	62
II.2.1. Caractéristiques morphologiques de l'abricot.....	62
II.2.2. Caractérisation physicochimique de l'abricot.....	63
II.2.3. Le pouvoir antioxydant de l'abricot.....	64
II.3. La pomme.....	65
II.3.1. Caractérisation morphologique de la pomme .....	65
II.3.2. Caractérisation physicochimique de la pomme .....	65
II.3.3. Le pouvoir antioxydant de la pomme.....	67
II.4. Comparaison de la teneur en polyphénols totaux, en flavonoïdes et le pouvoir antioxydant des	68
II.5. Le sirop de dattes.....	70
II.5.1. Caractérisation physicochimique de sirop de datte.....	72
II.5.2. Le pouvoir antioxydant de sirop de dattes.....	72

II.5.3. La couleur de sirop de dattes.....	73
II.6. Les compotes.....	74
II.6.1. Composition biochimique des compotes formulées.....	74
II.6.1.1. L'eau .....	75
II.6.1.2. Le pH.....	75
II.6.1.3. Le brix.....	75
II.6.1.4. Les sucres totaux .....	75
II.6.1.5. Les sucres réducteurs.....	75
II.6.1.6. Les cendres.....	76
II.6.1.7. Les éléments minéraux.....	76
II.6.1.8. Les polyphénols totaux et les flavonoïdes.....	78
II.6.2. Le pouvoir antioxydant des compotes.....	80
II.6.3. La couleur des compotes .....	81
II.6.4. L'analyse sensorielle des compotes .....	82
II.6.5. Le comportement rhéologique des compotes.....	83
Conclusion générale .....	86
Références bibliographiques	
Annexes	

## Liste des abréviations

AOAC : Association of Analytical Chemists.

Ca : calcium.

Cu : cuivre.

DPPH : 2,2-Diphenyl-1-picrylhydazyle.

EAA : équivalent acide ascorbique.

EAG : équivalent acide gallique.

EC : équivalent catéchine.

EQ : équivalent quercétine.

FAO : Food Agricultural Organisation of the United Nations.

Fe: fer.

FRAP: Ferric reducing antioxidant potential.

g: gramme.

JC : Jésus -Christ

K : potassium.

L : litre.

MF : matière fraîche.

Mg : magnésium

mg : milligramme.

min : minute.

mL: millilitre.

mmol : millimole.

Mn : manganèse.

$\mu$ L : microlitre.

MS : matière sèche.

MT: million de tonnes.

Na : sodium.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

P : phosphore.

Pa.s : Pascal par seconde.

PNDA : Programme National de Développement Agricole.

TSS : taux de solides solubles.

## Liste des tableaux

Tableau n°	Titre	Page
1	Production mondiale de dattes, en tonnes.....	06
2	Production des dattes en Algérie, en quintaux.....	07
3	Consistance de quelques variétés de dattes et leur aire de culture.....	08
4	Teneur moyenne en eau de quelques variétés de dattes algériennes, en %.....	09
5	Teneur moyenne en eau de quelques dattes tunisiennes, émiraties et omanaises, en %.....	09
6	Profil en sucres de différentes variétés de dattes cultivées dans le monde, en % de poids sec.....	10
7	Teneur moyenne en protéines des dattes, en %.....	10
8	Teneur moyenne en lipides des dattes, en %.....	11
9	Profil en acides gras des lipides de dattes tunisiennes.....	11
10	Composition minérale moyenne des variétés de dattes, en mg/100g.....	12
11	Composition vitaminique moyenne de la datte sèche, en mg/100g.....	12
12	Teneurs moyenne en acides organiques des dattes omanaises, en mg/100g de poids frais.....	13
13	Teneur moyenne en fibres des dattes tunisiennes, en % de poids sec.....	13
14	Teneur moyenne en polyphénols totaux des dattes algériennes, en mg EAG/100g de poids sec.....	14
15	Composition biochimique moyenne des noyaux de dattes.....	15
16	Profil en acides gras de l'huile de noyaux de dattes, en %.....	16
17	Composition physicochimique moyenne de sirop de dattes.....	18
18	Produits élaborés par valorisation biotechnologique des dattes.....	21
19	Principaux cultivars d'abricots dans le monde.....	25
20	Production mondiale d'abricots, en tonnes.....	26
21	Production d'abricots en Algérie, en quintaux.....	27
22	Composition biochimique de l'abricot frais.....	28
23	Composition biochimique des noyaux de différentes variétés d'abricot cultivées en Turquie, en %.....	30
24	Production mondiale de pomme, en tonnes.....	33
25	Production de pommes en Algérie, en quintaux.....	34
26	Composition biochimique de la pomme fraîche.....	35
27	Teneur en polyphénols totaux et flavonoïdes de la pomme, en mg/100g de matière fraîche.....	36
28	Teneur en acides organiques de trois variétés de pomme, en mg/100g de matière fraîche.....	36
29	Composition biochimique d'une compote de fruits divers.....	39
30	Caractéristiques morphologiques de la datte Mech-Degla.....	58
31	Caractéristiques physicochimique de la datte Mech Degla.....	59

32	Pouvoir antioxydant de la datte évalué par le test FRAP et DPPH.....	62
33	Caractéristiques morphologiques de la variété d'abricot Rosé de Menâa.....	62
34	Caractéristiques physicochimiques de l'abricot .....	63
35	Pouvoir antioxydant de l'abricot évalué par les deux tests FRAP et DPPH...	65
36	Caractéristiques morphologiques de la pomme Golden Delicious.....	65
37	Caractéristiques physicochimiques de la pomme Golden Delicious.....	66
38	Pouvoir antioxydant de la pomme évalué par les deux tests FRAP et DPPH	67
39	Teneur en polyphénols totaux, en flavonoïdes et le pouvoir antioxydant des fruits étudiés.....	68
40	Corrélation de Pearson entre les teneurs en polyphénols totaux, en flavonoïdes et les activités antioxydantes.....	69
41	Caractéristiques physicochimiques de sirop de dattes.....	70
42	Pouvoir antioxydant de sirop de dattes évalué par les deux tests FRAP et DPPH.....	72
43	La couleur de sirop de la datte Mech Degla.....	74
44	Caractéristiques physicochimiques des compotes.....	74
45	Pouvoir antioxydant des compotes évalué par les deux tests FRAP et DPPH	80
46	Couleur des compotes.....	81
47	Caractéristiques sensorielles des compotes.....	82
48	Modèles rhéologiques appliqués aux compotes.....	83
49	Valeurs de l'indice d'écoulement et de consistance des trois compotes.....	83

## Liste des figures

Figure n°	Titre	Page
1	Schéma de la transformation technologique de la datte.....	22
2	Transformation industrielle de l'abricot.....	31
3	Transformation industrielle de la pomme.....	38
4	Schéma technologique de la préparation des compotes et des purées de fruits.....	41
5	La datte Mech-Degla entière et en coupe.....	42
6	L'abricot Rosé de Menâa entier et en coupe.....	43
7	La pomme Golden Delicious entière et en coupe.....	43
8	Schéma d'obtention de sirop de dattes.....	51
9	Schéma de la préparation des purées d'abricots et de pommes pour les essais de formulation des compotes.....	52
10	Schéma de fabrication des compotes.....	53
11	Géométrie cône-plan.....	56
12	Composition physicochimique moyenne des compotes.....	79
13	Teneur en polyphénols totaux, en flavonoïdes et le pouvoir antioxydants des trois compotes .....	81
14	Evolution de la viscosité $\eta$ des compotes en fonction du taux de cisaillement ( $\gamma$ ), à 20°C.....	84

# **INTRODUCTION GÉNÉRALE**

## Introduction générale

Les fruits et légumes sont des produits végétaux de haute valeur nutritionnelle. Ces aliments contiennent : l'eau, les glucides, les protéines, les lipides, les sels minéraux, les vitamines et des microconstituants divers. De plus, ils possèdent des vertus biologiques très intéressantes liées à la présence des fibres indispensables au tractus digestif et les polyphénols qui sont impliqués dans la protection contre les maladies dégénératives et neurodégénératives (Pincemail *et al.*, 2007).

Depuis ces dernières années, la consommation des fruits et légumes est largement encouragée, en recommandant au moins 5 fruits et légumes par jour sous toutes leurs formes : frais, cuits, congelés, ou en conserves (compotes, jus sans sucres et fruits secs) pour manger mieux (PNNS, 2006).

En Algérie, pour satisfaire les besoins nationaux en terme de ces produits végétaux, voir même l'exportation, la politique de l'Etat vise l'augmentation de la production par l'exploitation des nouvelles surfaces agricoles et le soutien des agriculteurs par les différents programmes de financement lancés par le ministère de l'agriculture, tel que le PNDA (Programme National de Développement Agricole), qui a débuté en l'an 2000 (MINAGRI, 2012). Comme fruit de ce programme, l'Algérie a connu au cours de la dernière décennie une évolution remarquable au niveau de la production des fruits et légumes en particulier les dattes, les pommes, les abricots, les tomates, les olives et la pomme de terre (ONS, 2009 ; MINAGRI, 2012).

La datte fruit du palmier dattier présente en effet, un excellent aliment de grande valeur nutritive et énergétique, les sucres y sont les constituants majeurs, ils représentent 70 à 80 % (El Arem *et al.*, 2011). De plus, elle renferme d'autres nutriments comme les protéines (2,3-5,6 %), les lipides (0,2-0,5%), les cendres (1-1,9 %), les fibres (6,4-11,5 %), les vitamines (vitamine C, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, riboflavine, A et niacine), les acides organiques et les polyphénols (Booij *et al.*, 1992; Al-Shahib et Marshal, 2003; Barreveled 1993 ; Al-Farsi *et al.*, 2005 ; Vayalil *et al.*, 2012). En outre, les dattes montrent des effets thérapeutiques ; elles facilitent le transit intestinal, préviennent contre le cancer colorectal, grâce à leur richesse en fibres alimentaires et possèdent un pouvoir antioxydant intéressant dû aux composés phénoliques, vitamine C, caroténoïdes et sélénium (Allaith, 2008 ; Baliga *et al.*, 2011).

L'Algérie est le 4<sup>ème</sup> producteur mondial de dattes (plus 789 milles de tonnes), issues de 13,8 millions de palmiers productifs (MINAGRI, 2012 ; FAO, 2012), et avec un patrimoine génétique très riche atteignant 940 cultivars (Hannachi *et al.*, 1998). Environ 49,80 % de cette production est constituée de la fameuse variété : Deglet Nour (MINAGRI, 2012), le reste représente les dattes communes (seconde qualité), qui sont peu appréciées par les consommateurs et restent non valorisées et généralement sont destinées à l'alimentation animale.

Récemment, il a été enregistré une hausse de la production de la datte Deglet Nour, pour satisfaire une demande sans cesse croissante de ce cultivar au profit des autres variétés dites communes (Mech Degla, Degla Beida, Tantboucht et Tinicine) qui présentent une valeur nutritionnelle intéressante et comparable à celle du fruit de haute valeur marchande, cette situation a conduit à une fragilisation de la biodiversité du système phoenicole. Pour parer à cette menace, il serait important de mettre en œuvre une industrie de transformation des dattes de seconde qualité par des procédés technologiques assez simples et qui aideraient l'agriculteur à trouver des débouchés pour sa récolte afin de répondre parfaitement aux exigences socioéconomiques des régions désertiques et à donner un nouveau souffle à la phoeniculture.

Bien que la transformation des dattes soit devenue depuis quelques années l'une des industries les plus importantes dans les pays du Golf Arabe (l'Arabie Saoudite, l'Emirates Arabes Unis et l'Irak), il faut signaler qu'en Algérie, aucune activité de transformation moderne à l'échelle industrielle ou semi-industrielle n'a été identifiée, et la technologie existante ne permet que la production de pâtes de dattes (Ghars) ou de dattes fourrées, pratiquée par certains conditionneurs malgré l'incitation au développement de ce secteur (Benziouche et Cheriet, 2012).

Plusieurs études ont montré la possibilité de transformer les dattes en divers produits alimentaires et non alimentaires de forte valeur ajoutée et facilement commercialisables comme le sirop, le jus, le vinaigre, les confitures et l'alcool (Espiard 2002, Al-Farsi *et al.*, 2007, Benamara *et al.*, 2008 ; Cheikh-Rouhou *et al.*, 2006). Le sirop de dattes est un produit, de haute valeur nutritionnelle, il est consommé en l'état ou utilisé comme ingrédient dans la formulation de certains produits alimentaires comme la crème glacée, les boissons, les confiserie et les produits de la boulangerie (Barreveld, 1993 ; Razavi *et al.*, 2007; Roukas et Kotzekidou, 1997).

Ce travail de thèse rentre dans cette optique, et porte sur la valorisation des dattes communes. Cette étude a pour objectif, de transformer la datte commune Mech Degla en sirop, disponible en grande quantité et à bas prix en sirops. Ce sirop sera par la suite utilisé comme substituant de saccharose (sucre blanc) dans la formulation d'une compote à base d'abricots et de pommes. Aucune étude à ce jour, à notre connaissance, n'est consacrée à l'incorporation de sirops de dattes comme substituant de saccharose dans la formulation des compotes.

Les caractéristiques physicochimiques des compotes produites sont déterminées, ainsi qu'une analyse sensorielle est réalisée pour juger de la qualité organoleptique par rapport à une compote standard sucrée par le saccharose, et voir l'influence de l'addition des sirops de dattes sur le degré d'acceptabilité de ces compotes par les consommateurs. Un test rhéologique est effectué aussi pour voir l'influence de l'ajout de sirop de datte sur le comportement technologique du produit fini.

Cette étude comporte deux parties :

-Partie théorique : nous traitons des généralités concernant la datte, l'abricot, la pomme et les compotes.

-Partie expérimentale :

Chapitre1: Matériel et méthodes, où sont mentionnés les techniques d'analyses et les procédés technologiques de l'obtention de sirop de dattes et des compotes.

Chapitre 2 : Résultats et discussion, où sont discutés les différents résultats obtenus.

**ÉTUDE**  
**BIBLIOGRAPHIQUE**

# **CHAPITRE I**

## **LA DATTE**

### I.1. Le palmier dattier

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) provient du mot "Phoenix" qui signifie dattier chez les phéniciens, et *dactylifera* dérive du terme grec "*dactulos*" signifiant doigt, allusion faite à la forme du fruit (Djerbi, 1994).

Le dattier est un arbre probablement originaire du golfe persique, cultivé dans les régions chaudes et humides. C'est une espèce dioïque, monocotylédone arborescente, appartenant à une grande famille d'arbres à palmes et produisant des dattes (Gilles, 2000 ; Mazoyer, 2002 ; Benchelah et Maka, 2006).

Le dattier, constitue le symbole et la charpente de l'écosystème oasien (Haddouch, 1996). Il a une grande importance sur le plan socioéconomique et environnemental.

La place du palmier dattier dans le règne végétal est rappelée ci-dessous (Djerbi, 1994) :

Groupe : Spadiciflores

Ordre : Palmale

Famille : Palmacées

Sous famille : Coryphoidées

Tribu : Phoenicées

Genre : *Phoenix*

Espèce : *Phoenix dactylifera* L.

Le palmier dattier est cultivé comme arbre fruitier dans les régions chaudes arides et semi-arides. Il est principalement cultivé dans le Nord de l'Afrique, le Moyen-Orient, le Sud de l'Europe (l'Espagne: Palmeraie d'Elche) et le Sud des Etats-Unis (Californie, Texas et Arizona). Il s'adapte à de nombreuses conditions grâce à sa grande variabilité (Gilles, 2000). Le dattier est une espèce thermophile ; il exige un climat chaud, sec et ensoleillé. C'est un arbre qui s'adapte à tous les sols. Il est sensible à l'humidité pendant la période de pollinisation et au cours de la maturation (Munier, 1973 ; Toutain, 1979).

### I.2. La datte

Les dattes, fruits du palmier dattier constituent l'aliment de base pour les populations du désert. Elles se présentent en régimes (Benchelah et Maka, 2006). La datte est une baie généralement de forme allongée oblongue ou arrondie. Elle est composée d'un noyau, ayant une consistance dure, entouré de chair, ce dernier représente approximativement 10 à 15 % du poids total de la datte (Hossain *et al.*, 2014).

La partie comestible de la datte dite chair ou pulpe est constituée de (Espiard, 2002) :

- Un péricarpe ou enveloppe cellulosique fine dénommé peau.
- Un mésocarpe généralement charnu, de consistance variable selon sa teneur en sucre et de couleur soutenue.
- Un endocarpe de teinte plus clair et de texture fibreuse, parfois réduit à une membrane parcheminée entourant le noyau.

Les dimensions de la datte sont très variables, de 2 à 8 cm de longueur et d'un poids de 2 à 8 grammes selon les variétés. Sa couleur va du blanc jaunâtre au noir en passant par les couleurs ambres, rouges, brunes plus ou moins foncées (Djerbi, 1994).

### **I.3. Les variétés de dattes**

Selon Vayalil (2012), plus de 600 variétés de dattes y compris les cultivars, sont cultivées dans le monde. En Algérie, les principales variétés cultivées sont représentées par :

La Deglet Nour : c'est une variété de premier choix. Elle représente 49,80 % de la production nationale (MINAGRI, 2012). C'est une datte d'excellent goût, très appréciée sur le marché national et international du fait de son aspect, de sa saveur et de son onctuosité (Djidel, 2007).

Les dattes communes : elles sont représentées essentiellement par les trois variétés: Ghars, Mech Degla et Degla Beida. Leur production est estimée à 50,2 % (MINAGRI, 2012).

### **I.4. Production des dattes**

#### **1.4.1. Dans le monde**

Le tableau 1, montre la production mondiale des dattes en tonnes. Les 6 premiers pays producteurs de dattes sont : l'Égypte, l'Iran, l'Arabie Saoudite, l'Algérie, l'Iraq et le Pakistan.

L'Algérie est le 4<sup>ème</sup> pays producteur de dattes, ce qui représente environ 11,23 % de la production mondiale. Cependant, elle occupe la 1<sup>ère</sup> position du point de vue qualitatif grâce à la célèbre variété Deglet Nour, la plus appréciée mondialement (Amellal Chibane, 2008).

Tableau 1. Production mondiale des dattes, en tonnes (FAO, 2012)

Position	Pays	Production
1	Égypte	1 470 000
2	Iran	1 066 000
3	Arabie Saoudite	1 050 000
4	Algérie	789 357
5	Iraq	650 000
6	Pakistan	600 000
7	Oman	270 000
8	Émirats Arabes Unis	250 000
9	Tunisie	190 000
10	Chine	150 000
11	Libye	170 000
12	Maroc	113 397
13	Yémen	55 181
15	Koweït	34 600
16	Turquie	31 765
17	États-Unis d'Amérique	28 213
18	Mauritanie	22 000
19	Qatar	21 843
20	Tchad	20 000
	Total	7 025 222

#### I.4.2. En Algérie :

La production nationale de dattes en l'an 2012, a assurée un chiffre total de 7 893 570 quintaux (MINAGRI, 2012).

D'après le tableau 2, près de 63% de la production nationale de dattes est réalisée par les deux wilayas : El-Oued et Biskra avec un pourcentage respectif de 37 et 26 %.

La variété de Deglet Nour occupe la première place et représente 49,80 % de la production totale des dattes. Quant aux dattes molles et sèches, elles représentent respectivement un pourcentage de l'ordre de 17,54 et 32,66 % de la production dattière algérienne.

Tableau 2. Production de dattes en Algérie, en quintaux (MINAGRI, 2012)

Wilayas	Deglet Nour (dattes demi-moles)	Ghars et analogues (dattes molles)	Degla Beida et analogues (dattes sèches)
Adrar	0	0	865 083
Laghouat	1108	4859	2 800
Batna	4616	3772	4 891
Biskra	1 729 650	398 436	789 098
Bechar	0	0	239 240
Tamanrasset	0	0	108 590
Tebessa	7 400	10 600	0
Djelfa	1 100	280	110
Ouargla	634 346	435 946	61 009
El-Bayed	46	6 760	0
Ilizi	685	9 230	5 669
Tindouf	0	6 075	0
El-Oued	1 334 793	392 150	295 927
Khenchela	22 500	29 600	6 800
Naama	0	8 800	0
Ghardaia	195 000	78 000	197 000
Total	3 931 244	1 384 508	2 577 818

D'après le tableau 2, la production de la datte Deglet Nour est principalement assurée par la wilaya de Biskra, d'El-Oued et d'Ouargla. Pour les dattes molles (Ghars et analogues), elles sont produites essentiellement par la wilaya d'Ouargla, de Biskra et d'El-Oued, tandis que pour les dattes sèches (Degla Beida et analogues), la wilaya d'Adrar est classée première.

## I.5. Etude biochimique de la datte

### I.5.1. Partie comestible "pulpe"

#### I.5.1.1. L'eau

Selon Benchabane (2007), aux différents stades de développement du fruit, la teneur en eau passe d'un extrême, soit 85 % à l'état vert, à l'autre 5 à 10 % à l'état mûr, pour les dattes sèches. Le pourcentage des composés solides totaux augmente en parallèle au cours de la maturation de la datte.

Dans ce sens, la consistance des dattes est variable, elle dépend du rapport entre la teneur en sucres totaux et la teneur en eau. Ce rapport est appelé indice de qualité ou de dureté, il est désigné par le symbole "r", qui est défini comme le rapport de la teneur en sucres sur la teneur en eau des dattes, jugé optimal s'il est égal à 2. Il permet également d'estimer le degré de stabilité du fruit et d'apprécier son aptitude à la conservation (Munier, 1973 ; Reynes *et al.*, 1994). Cet indice, conduit à classer les dattes selon leur consistance qui sont qualifiées molles pour un "r" inférieur à 2, demi-molles pour "r" compris entre 2 et 3,5 et sèches quand il est supérieur à 3,5.

D'après Booij *et al.* (1992), les dattes sont classées selon leur teneur en eau en trois catégories (tableau 4 et 5) :

- Dattes molles : taux d'humidité supérieur ou égale à 30 %.
- Dattes demi-molles : avec une teneur en eau comprise entre 20 et 30%.
- Dattes sèches de consistance dure : moins de 20 % d'humidité.

Le tableau 3, montre la consistance des dattes de différentes origines.

Tableau 3. Consistance de quelques variétés de dattes et leur aire de culture (Espiard, 2002)

Variétés de dattes	Consistance	Aire de culture
Ahmar	Molle	Mauritanie
Kashram et Miskani	Molle	Egypte et Arabie Saoudite
Deglet Nour	Demi-molle	Algérie et Tunisie
Mehjoul	Demi-molle	Mauritanie
Sifri et Zahidi	Demi-molle	Arabie Saoudite
Mech Degla	Sèche	Algérie, Tunisie
Degla Beida	Sèche	Algérie, Tunisie
Amersi	Sèche	Mauritanie

Tableau 4. Teneur moyenne en eau de quelques variétés de dattes algériennes, en %

Variétés de dattes	Teneur en eau	Références
Deglet Nour	26,40	Benchabane (2007)
Mech Degla	14,71	Noui (2007)
Degla Beida	14,55	Boukhiar (2009)
Ghars	25,40	Daas Amiour (2009)
Sbo Lucif	31,80	Bousdira (2007)

Tableau 5. Teneur moyenne en eau des dattes tunisiennes, émiraties et omanaises, en %

Variétés de dattes	Teneur en eau	Pays d'origine	Références
Allig	31,70	Tunisie	Abbès <i>et al.</i> (2011)
Kentichi	23,60	Tunisie	Abbès <i>et al.</i> (2011)
Khalas	22,10	Emirats Arabes Unis	Ismail <i>et al.</i> (2006)
Barhee	20,60	Emirats Arabes Unis	Ismail <i>et al.</i> (2006)
Um Sellah	09,73	Oman	Al Farsi <i>et al.</i> (2007)
Mabseeli	14,58	Oman	Al Farsi <i>et al.</i> (2007)

### 1.5.1.2. Les sucres

Les sucres sont les constituants majeurs de la datte. Le profil des sucres de la datte montre la présence de trois types de sucres : le saccharose, le glucose et le fructose (Reynes *et al.*, 1994 ; Al-Farsi et Lee, 2008 ; Baliga *et al.*, 2011). Favier *et al.* (1993) signalent l'existence de sorbitol en faible quantité.

La teneur en sucres totaux est très variable, elle dépend de la variété. Elle varie entre 44 et 88 % de poids frais (Jain *et al.*, 2011).

D'après Booij *et al.* (1992), les dattes molles sont à sucre inverti, alors que les dattes sèches sont à saccharose, les dattes demi molles occupant une position intermédiaire, à l'exception de la Deglet Nour, datte à saccharose par excellence.

Le tableau 6, montre le profil en sucres des dattes de différentes origines.

Tableau 6. Profil en sucres de différentes variétés de dattes cultivées dans le monde, en % de poids sec

Variétés de dattes	Sucres totaux	Sucres réducteurs	Saccharose	Glucose	Fructose	Pays d'origine	Références
Deglet-Nour	63,16	29,79	33,32	15,83	14,01	Tunisie	El Arem <i>et al.</i> (2011)
Horra	55,44	29,32	26,12	14,72	14,60	Tunisie	El Arem <i>et al.</i> (2011)
Mech-Degla	80,77	28,98	51,79	14,91	14,07	Algérie	Ait Aneur (2001)
Allig	84,59	72,10	12,25	39,40	32,70	Tunisie	Borchani <i>et al.</i> (2010)
Lulu	78,50	78,50	ND	38,55	39,95	Emirats Arabes Unis	Al Hooti <i>et al.</i> (1997)
Zahdi	86,80	73,40	12,70	32,77	39,15	Iraq	Youssif <i>et al.</i> (1982)

ND : Non détecté

### I.5.1.3. Les protéines

Les dattes présentent des teneurs appréciables en protéines. Cependant, les protéines des dattes contiennent certains acides aminés essentiels en quantité significative (Al Hooti *et al.*, 1997).

Le tableau 7, montre les teneurs en protéines de différentes variétés de dattes.

Tableau 7. Teneur moyenne en protéines des dattes, en %

Variétés de dattes	Teneur en protéines	Pays d'origine	Références
Deglet Nour <sup>1</sup>	2,10	Tunisie	Elluch <i>et al.</i> (2008)
Khalas <sup>2</sup>	2,7	Emirats Arabes Unis	Ismail <i>et al.</i> (2006)
Fard <sup>2</sup>	2,6	Emirats Arabes Unis	Ismail <i>et al.</i> (2006)
Mech Degla <sup>2</sup>	2,41	Algérie	Amellal Chibane (2008)
Barhi <sup>2</sup>	2,3	Emirats Arabes Unis	Ahmed <i>et al.</i> (1995)
Naghal <sup>2</sup>	2,7	Emirats Arabes Unis	Ahmed <i>et al.</i> (1995)
Allig <sup>1</sup>	1,22	Tunisie	Borchani <i>et al.</i> (2010)

<sup>1</sup> : poids sec<sup>2</sup> : poids frais.

#### I.5.1.4. Les lipides

Les dattes se caractérisent par des faibles teneurs en lipides (tableau 8). Ces teneurs sont de l'ordre de 0,2 à 0,5 % (Al Shahib *et al.*, 2003). Ahmed *et al.* (1995) donnent un intervalle de 0,1 à 0,2 % de poids frais pour les 10 variétés émiraties étudiées.

Tableau 8. Teneur moyenne en lipides des dattes, en %

Variétés de dattes	Teneur en lipides	Pays d'origine	Références
Deglet Nour <sup>1</sup>	0,15	Tunisie	El Arem <i>et al.</i> (2011)
Horra <sup>1</sup>	0,25	Tunisie	El Arem <i>et al.</i> (2011)
Mech Degla <sup>2</sup>	0,27	Algérie	Amellal Chibane (2008)
Barhi <sup>2</sup>	0,10	Emirats Arabes Unis	Ahmed <i>et al.</i> (1995)
Alig <sup>1</sup>	0,56	Tunisie	Borchani <i>et al.</i> (2010)

<sup>1</sup> : poids sec

<sup>2</sup> : poids frais

Le tableau 9, donne la teneur en lipides et le profil en acides gras de deux variétés de dattes tunisiennes.

Tableau 9. Profil en acides gras des lipides des dattes tunisiennes (El Arem *et al.*, 2011)

Dattes	Lipides totaux <sup>1</sup>	Acides gras saturés <sup>2</sup>	Acides gras monoinsaturés <sup>2</sup>	Acides gras polyinsaturés <sup>2</sup>	Acide linoléique <sup>2</sup>	$\alpha$ -Acide linoléique <sup>2</sup>
Gosbi	0,50	58,23	28,62	13,14	1,82	1,51
Horra	0,25	55,91	37,22	06,86	3,44	1,09

<sup>1</sup> : % de poids sec.

<sup>2</sup> : % des acides gras totaux.

#### I.5.1.5. Les éléments minéraux

L'étude faite par Acourene *et al.* (1997), sur 58 variétés de dattes cultivées dans la région de Ziban montre que le taux de cendres est compris entre 1,10 et 3,69 % du poids sec. La datte est l'un des fruits les plus riches en éléments minéraux essentiellement le potassium, le magnésium, le phosphore et le calcium.

Le tableau 10, donne la teneur en éléments minéraux de quelques variétés de dattes algériennes, tunisiennes, omanaises et émiraties.

Tableau 10. Composition minérale moyenne des variétés de dattes, en mg/100g

Variétés de dattes	K	Ca	Mg	P	Na	Fe	Pays d'origine	Références
Kentich <sup>1</sup>	476,36	36,52	62,30	ND	08,12	1,89	Tunisie	Borchani et al. (2010)
Goundi <sup>1</sup>	641,02	20,82	57,43	ND	11,77	1,30	Tunisie	Borchani et al. (2010)
Mech-Degla <sup>1</sup>	678,00	278,95	2,28	ND	30,00	0,99	Algérie	Chibane et al. (2007)
Degla-Beida <sup>1</sup>	575,00	286,22	2,55	ND	12,25	2,74	Algérie	Chibane et al. (2007)
Khasab <sup>2</sup>	603	55,00	66,08	63,00	2,43	1,09	Oman	Al-Farsi et al. (2005a)
Naghal <sup>2</sup>	788,00	15,00	47,00	ND	287,00	1,2	Emirats Arabes Unis	Ahmed et al. (1995)
Barhi <sup>2</sup>	855,00	12,00	82,00	ND	75,00	0,3	Emirats Arabes Unis	Ahmed et al. (1995)

<sup>1</sup>: Poids sec.

<sup>2</sup>: poids frais.

ND : non déterminé.

### I.5.1.6. Les vitamines

En général, la datte ne constitue pas une source importante de vitamines notamment liposolubles. La fraction vitaminique se caractérise par des teneurs appréciables en vitamines du groupe B (tableau 11). Ce sont des précurseurs immédiats des coenzymes indispensables à presque toutes les cellules vivantes où elles jouent un rôle primordial (Vilkas, 1993).

Tableau 11. Composition vitaminique moyenne de la datte sèche, en mg/100g

(Favier *et al.*, 1995)

Vitamines	Teneur
Vitamine C	2,00 mg
Thiamine (B <sub>1</sub> )	0,06 mg
Riboflavine (B <sub>2</sub> )	0,10 mg
Niacine B <sub>3</sub> (PP)	1,70 mg
Acide pantothénique (B <sub>5</sub> )	0,80 mg
Pyridoxine (B <sub>6</sub> )	0,15 mg
Folates (B <sub>9</sub> )	0,028 mg

### I.5.1.7. Les acides organiques

Les acides organiques sont, en général des intermédiaires des processus métaboliques. Ils influencent la croissance des microorganismes. Ils sont directement impliqués dans la croissance, la maturation et la sénescence de la datte. Ces acides influent également sur les propriétés sensorielles du fruit (Al-Farsi *et al.*, 2005a).

Le tableau 12, présente les teneurs en acides organiques de trois dattes omanaises.

Tableau 12. Teneurs moyenne en acides organiques des dattes omanaises, en mg/100g de poids frais (Al-Farsi *et al.*, 2005a)

Acides organiques	Variétés de dattes		
	Fard	Khasab	Khalas
Acide citrique	140	101	134
Acide malique	197	125	215
Acide succinique	702	196	410

### I.5.1.8. Les fibres

La datte est riche en fibres, elle en apporte 3,57 à 10,9 % du poids sec (Al-Farsi et Lee, 2008). Selon Benchabane (1996), les constituants pariétaux de la datte sont : la pectine, la cellulose, l'hémicellulose et la lignine.

Du fait de leur pouvoir hydrophile, les fibres facilitent le transit intestinal et exercent un effet préventif des cancers colorectaux, des appendicites, de la diverticulose, des varices et des hémorroïdes. Ils ont également un effet hypocholestérolémiant (Jaccot et Campillo, 2003 ; Albert, 1998).

Le tableau 13, montre la teneur en fibres totales, solubles et insolubles des dattes.

Tableau 13. Teneur moyenne en fibres des dattes tunisiennes, en % de poids sec (Elleuch *et al.*, 2008)

Composants	Variétés de dattes	
	Deglet Nour	Allig
Fibres totales	14,40	18,40
Fibres solubles	05,16	06,68
Fibres insolubles	09,19	11,70

### I.5.1.9. Les polyphénols

Les polyphénols sont connus par leur pouvoir antioxydant et leurs vertus biologiques. Ils contribuent à la prévention des maladies dégénératives et neurodégénératives (Scalbert *et al.*, 2002 ; Henk *et al.*, 2003 ; Manach *et al.*, 2004). Ils ont un effet de prévention sur diverses maladies chroniques telles que le cancer, la maladie de Parkinson et l'athérosclérose (Ndhlala *et al.*, 2007 ; Ben Thabet *et al.*, 2009).

Tableau 14. Teneur moyenne en polyphénols totaux des dattes algériennes, en mg EAG/100g de poids sec (Benmeddour *et al.*, 2013)

Variétés de dattes	Teneur
Mech Degla	277,26
Deglet Ziane	288,66
Deglet Nour	225,57
Thouri	255,82
Sebt Mira	858,71
Ghazi	954,59
Degla Beida	331,27
Arechti	947,56
Halwa	562,12
Itima	229,92

Wu *et al.* (2004), donnent un contenu phénolique de 572 à 661 mg EAG/100g de poids frais, respectivement pour les variétés Deglet Nour et Medjol.

Les dattes possèdent un potentiel antioxydant important, ce qui est rapporté dans plusieurs travaux (Vayalili, 2002 ; Mansouri *et al.*, 2005, Al-Farsi *et al.*, 2007 ; Biglari *et al.*, 2008). En effet, elles constituent une bonne source d'antioxydants naturels (polyphénols) et pouvaient être considérées comme aliment fonctionnel (Al-Farsi *et al.*, 2005b).

### I.5.2. Partie non comestible "noyau"

La composition biochimique des noyaux de trois variétés de dattes : Zahidi (Iran), Deglet-Nour et Khouat Allig (Tunisie), est donnée dans le tableau 15.

Tableau 15. Composition biochimique moyenne des noyaux de dattes (Mistrello *et al.*, 2014)

Composants	Variétés de dattes		
	Zahidi	Deglet Nour	Khouat Allig
Eau (%) <sup>2</sup>	10,26	10,21	9,95
Carbohydrates totaux (%) <sup>1</sup>	74,13	75,46	76,54
Protéines (%) <sup>1</sup>	5,51	4,35	4,68
Lipides (%) <sup>1</sup>	8,84	8,74	7,64
Cendres (%) <sup>1</sup>	1,25	1,24	1,18
K (mg/100g) <sup>1</sup>	293,13	280,55	290,44
Ca (mg/100g) <sup>1</sup>	11,32	12,34	12,87
Mg (mg/100g) <sup>1</sup>	44,71	44,52	47,60
Na (mg/100g) <sup>1</sup>	13,41	10,17	4,56
Mn (mg/100g) <sup>1</sup>	0,49	0,35	0,24
Fe (mg/100g) <sup>1</sup>	2,49	0,51	4,00
Polyphénols totaux (mg/100g) <sup>2</sup>	2058	2983	2061

<sup>1</sup>:% de poids sec.

<sup>2</sup>: % de poids frais.

Le profil des acides gras de l'huile de noyaux de dattes révèle la présence de 13 acides gras avec la prédominance de l'acide oléique (Al Juhaimi *et al.*, 2012). L'huile de noyau de dattes est une huile oléique (Besbes *et al.*, 2004 ; Besbes *et al.*, 2005). Selon Al Juhaimi *et al.* (2012), les acides gras les plus répandus de cette huile sont l'acide oléique (40,51-45,74 %), l'acide laurique (17,95-25,01%), l'acide myristique (12,07-13,94%), l'acide palmitique (9,75-11%) et l'acide linoléique (7,03-9,28%).

Le tableau 16, montre le profil en acides gras de l'huile de noyaux de dattes.

Tableau 16. Profil en acides gras de l'huile de noyaux de dattes, en %  
(Al Juhaimi *et al.*, 2012)

Acides gras	Variétés de dattes						
	Soughi	Monaif	Soulag	Soukari	Barhi	Khulas	Rozaiz
Acide caproïque	0,33	0,39	0,38	0,46	0,28	0,47	0,31
Acide caprylique	0,44	0,30	0,47	0,44	0,34	0,85	0,25
Acide laurique	23,53	21,31	22,69	23,40	19,21	25,01	17,95
Acide myristique	13,94	12,69	13,37	13,28	12,22	12,94	12,07
Acide palmitique	10,33	10,45	10,16	10,21	9,95	9,75	11,00
Acide palmitoleique	0,040	0,10	0,05	0,08	0,056	0,05	0,16
Acide stéarique	2,15	2,49	2,53	2,30	2,61	2,43	2,73
Acide oleique	40,51	43,13	42,40	40,41	45,41	40,73	45,74
Acide linoleique	7,97	7,72	7,27	8,66	9,28	7,03	8,76
Acide linolenique	0,11	0,25	0,16	0,19	0,19	0,22	0,26
Acide arachidique	0,09	0,36	0,03	0,06	0,08	0,18	0,09
Acide gadoléique	0,33	0,35	0,34	0,28	0,28	0,21	0,34
Acide béhénique	0,08	0,22	0,06	0,05	0,06	0,07	0,09

Les noyaux de dattes constituent un sous produit agricole prometteur. Ils constituent une source d'huile, de bonne stabilité oxydative et comparable à celle de l'huile d'olive (Besbes *et al.*, 2004 ; Mohamed Basuny et Al-Marzooq, 2011). Récemment, l'huile de noyaux de datte est utilisée dans la production de la mayonnaise en donnant une très bonne qualité organoleptique par rapport à la mayonnaise standard (Hossain *et al.*, 2014). En effet, Abdul Afiq *et al.* (2013), suggèrent l'utilisation de cette huile dans la fabrication de la margarine.

Cette huile peut même être utilisée en industrie pharmaceutique et cosmétique. De plus, ces noyaux peuvent être utilisés pour la production des fibres diététiques et des antioxydants naturels (polyphénols). Les noyaux de dattes sont aussi utilisés comme aliment de bétail (Hossain *et al.*, 2014).

## **I.6. Transformation des dattes**

En Algérie, la transformation des dattes communes n'est pas développée et elle se limite pratiquement à la production de la pâte de dattes, alors qu'elles peuvent faire l'objet de plusieurs formulations alimentaires et/ou non alimentaires, ce qui permet de leur trouver des sérieux débouchés et ainsi sauvegarder ce patrimoine génétique. La figure 1, montre les différents produits obtenus à base de dattes par des simples transformations.

### **I.6.1. Transformation technologique directe**

La transformation directe des dattes est basée sur des procédés manuels ou mécaniques simples qui font appel généralement au dénoyautage, macération, broyage, filtration et concentration. Ces transformations sont généralement pratiquées à l'échelle familiale, à part la fabrication des pâtes de dattes qui est réalisée à l'échelle industrielle.

Les différents produits obtenus à base de dattes par des simples transformations sont :

#### **-Les dattes fourrées**

Les dattes saines sont nettoyées et dénoyautées, puis fourrés par la pâte d'amandes ou également la noix. Les dattes aussi peuvent être enrobées par le chocolat (Harrak et Boujnah, 2012).

#### **-La pâte de datte**

Les dattes molles ou ramollies par humidification donnent lieu à la production de pâte (Espiard, 2002). Le procédé de fabrication comporte les étapes du lavage, du blanchiment et du dépulpage. La datte dénoyautée est écrasée avec un broyeur. Une fois la pâte est obtenue, elle est affinée pour éliminer les fibres. D'après Harrak et Boujnah (2012), la pâte de datte est utilisée en biscuiterie et en pâtisserie.

#### **-La farine de datte**

Elle est préparée à partir de dattes sèches ou susceptibles de le devenir après dessiccation. Riche en sucres, cette farine est utilisée en biscuiterie, en pâtisserie et dans la fabrication aliments pour enfants (Aït-Ameur, 2001 ; Harrak et Boujnah, 2012) et du yaourt (Benamara *et al.*, 2004).

#### **-Le jus de datte**

Pour extraire le jus de dattes, trois techniques sont utilisées : le pressurage des dattes dénoyautées, la diffusion et le tamisage. Pour l'élimination des matières colorantes et les pectines, deux méthodes de clarification peuvent être utilisées : la filtration et la microfiltration (Harrak et Boujnah, 2012).

## -Le sirop de dattes

Le sirop de dattes est généralement produit à partir des dattes saines et de seconde qualité. L'obtention de sirop est basée sur l'extraction par diffusion des sucres et composants solubles de la datte. La diffusion est généralement faite sur dattes éclatées, dénoyautées ou non, à chaud. Une concentration sous vide sera appliquée sur l'extrait de dattes obtenu pour faire monter le degré brix à 70 % (Espiard, 2002).

Le tableau 17, donne la composition biochimique de sirop de dattes obtenu à partir des deux variétés tunisiennes : Allig et Kentichi.

Tableau 17. Composition physicochimique moyenne de sirop de dattes (Abbès *et al.*, 2011)

Paramètres	Allig	Kentichi
pH	4,48	4,82
Sucres solubles (%) <sup>1</sup>	69,41	62,14
Sucres réducteurs (%) <sup>1</sup>	66,89	24,40
Protéines (%) <sup>1</sup>	1,31	0,97
Cendres (%) <sup>1</sup>	1,79	2,05
Potassium (mg/100g) <sup>2</sup>	674,82	799,23
Phosphore (mg/100g) <sup>2</sup>	48,30	70,00
Calcium (mg/100g) <sup>2</sup>	64,78	270,55
Magnésium (mg/100g) <sup>2</sup>	38,82	77,83
Sodium (mg/100g) <sup>2</sup>	76,03	180,2
Zinc (mg/100g) <sup>2</sup>	0,83	0,64
Manganèse (mg/100g) <sup>2</sup>	0,067	0,065
Fer (mg/100g) <sup>2</sup>	01,39	01,07
Polyphénols totaux (mg EAG/100g) <sup>2</sup>	356,42	400,51
Pectines (mg d'acide galacturonique /100g) <sup>2</sup>	0,92	0,449

<sup>1</sup>: Poids sec.

<sup>2</sup>: Poids frais.

La composition physicochimique de sirop de dattes relève qu'il est d'une valeur nutritionnelle intéressante comparable à celle de la datte fraîche. Il se compose essentiellement de sucres, avec une teneur moyenne de 62,14-70,00 % de poids sec (Abbès *et al.*, 2011), contient des protéines avec une limite de 0,95-1,05 % sur matrice fraîche (Al Farsi *et al.*, 2007). Les éléments minéraux sont présents avec des teneurs très appréciables notamment pour le potassium, le phosphore, le calcium, le magnésium et le fer. De plus, le sirop renferme d'autres substances à effet bénéfique sur la santé comme les fibres (pectines) et les polyphénols, qui lui procurent la propriété d'un aliment fonctionnel (Abbès *et al.*, 2011).

En effet, les produits issus de la transformation des dattes, comme les farines et les sirops peuvent être utilisées également, en tant que substituant du saccharose (sucre blanc raffiné) dans la formulation de nombreux produits alimentaires tels que le pain, la crème dessert, le yaourt, la confiture et les boissons (Amellal Chibane, 2008 ; Benchabane, 2010 ; Noui *et al.*, 2015).

#### **-Les confitures de dattes**

Les dattes sont dénoyautées et lavées, ensuite elles sont mélangées avec le saccharose. Le mélange est porté à la cuisson de façon à le concentrer à 65 °C (Besbes *et al.*, 2009). Le pH est ajusté à 4 par l'ajout de l'acide citrique.

#### **-Aliments de bétail**

Les rebuts et les noyaux de dattes constituent des sous produits intéressants pour l'alimentation du bétail. Ils sont riches en glucides et en fibres. La farine des noyaux de dattes peut être incorporée avec un taux de 10 % dans l'alimentation des poulets sans influencer négativement leurs performances (Gualtieri et Rappaccini, 1990).

### **I.6.2. Transformation biotechnologique**

La datte constitue un substrat de choix pour le secteur de l'industrie agroalimentaire. Les dattes de seconde qualité ou les déchets de dattes constituent un sous produit apte à être transformé par des procédés biotechnologiques (fermentation), en divers produits alimentaires et non alimentaires, à forte valeur ajoutée et facilement commercialisables comme les levures, le vinaigre et l'alcool (Nancib *et al.*, 1997 ; Acourene *et al.*, 2008 ; Benamara *et al.*, 2008).

Les produits obtenus à partir de dattes par voie fermentaire sont :

#### **-Biomasse et protéines unicellulaires**

La production de protéines reste un objet essentiel afin de subvenir aux besoins mondiaux. A cet égard, des essais de production de protéines d'organismes unicellulaires par culture de la levure *Saccharomyces cerevisiae* sur un milieu à base de dattes ont été réalisés.

Selon Harrak et Boujnah (2012), l'analyse des biomasses produites montre leur richesse en protéines à raison de 40 à 50 %.

#### - Alcool

Les dattes constituent un substrat de choix pour la production de l'alcool éthylique. D'après, Harrak et Boujnah (2012), la production d'éthanol à partir des déchets de dattes comprend les étapes suivantes :

- Lavage de dattes ;
- Imbibition à l'eau chaude à 85 °C (extraction) ;
- Dénoyautage qui sépare le noyau de la pulpe. Cette dernière est broyée et transformée en moût qui est envoyé à son tour en fermentation.
- Ajout d'eau de dilution, d'acide et de levure.
- Distillation.

La fermentation alcoolique consiste à transformer les sucres fermentescibles en anaérobiose par les levures en alcool selon la réaction suivante :



Selon Touzi (1997), l'alcool éthylique a été produit au laboratoire avec un rendement de 87 %.

#### - Vinaigre

Les dattes sont utilisées pour l'élaboration de vinaigre (Ould El Hadj *et al.*, 2001 ; Boukhiar 2009). Ce dernier a été produit par culture de la levure *Saccharomyces uvarum* sur un extrait de dattes (Boughnou, 1988).

Le tableau 18, donne l'ensemble des produits qui peuvent être obtenus à partir des dattes par voie fermentaire.

Tableau 18. Produits élaborés par valorisation biotechnologique des dattes

Produits	Substrats	Microorganismes	Références
<b>Biopolymères</b>			
Gomme de xanthane	Jus de dattes	<i>Xanthomonas campestris</i>	Besbes <i>et al.</i> (2006)
Caroténoïdes	Sirop de dattes	<i>Lactobacillus plantarum</i> QS3	Elsanhoty <i>et al.</i> (2012)
<b>Acides organiques</b>			
Acide citrique	Extrait de dattes	<i>Aspergillus niger</i> ATCC 6275 et 9642	Mehyar <i>et al.</i> (2005)
Acide lactique	Jus de dattes	<i>Lactobacillus delbrucki</i>	Yadav <i>et al.</i> (2011)
Acide acétique (vinaigre)	Extrait de dattes	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> <i>Acetobacter aceti</i>	Acourene <i>et al.</i> (2008)
<b>Biomasses</b>			
Levure boulangère	Extrait de dattes	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Khan <i>et al.</i> (1995)
<b>Antibiotiques</b>			
Bleomycine	Sirop de dattes	<i>Streptomyces mobaraensis</i>	Radwan <i>et al.</i> (2010)
Oxytétracycline	Hydrolysats de noyau de dattes	<i>Streptomyces rimosus</i>	Abou-Zeid <i>et al.</i> (1993)
<b>Enzymes</b>			
Pectinase	Sirop de dattes	<i>Bacillus subtilis</i> EFRL 01	Qureshi <i>et al.</i> (2012)
<b>Biofuel</b>			
Ethanol	Extrait de dattes	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> ATCC 36858	Gupta <i>et Kushwaha</i> (2011)

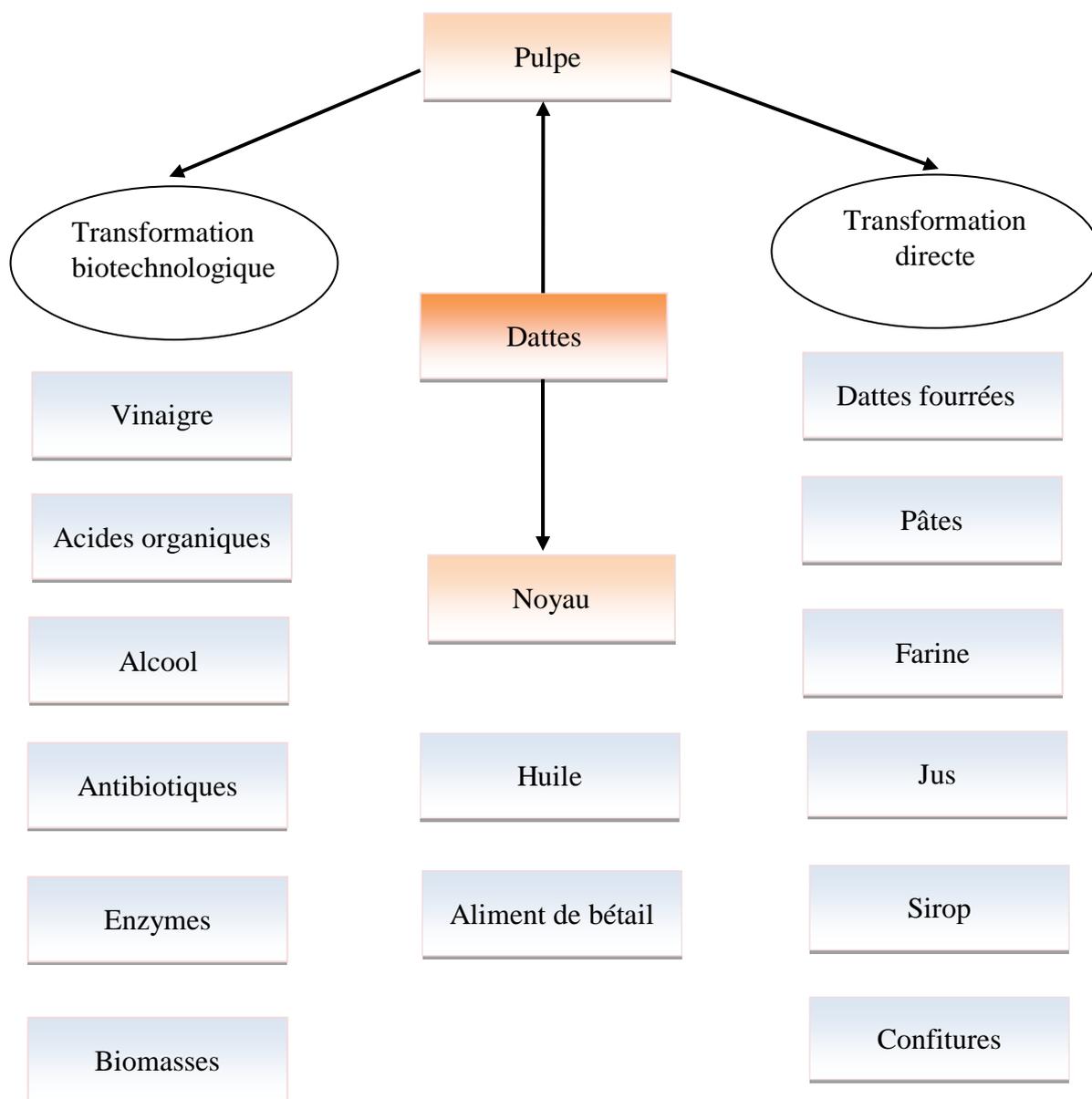


Fig 1. Schéma de la transformation technologique de la datte

### **I.7. Intérêt nutritionnel et thérapeutique de la datte**

Les dattes sont considérées comme un aliment glucidique, riches en sucres, elles en contiennent de 40 à 88 % selon les variétés, avec une valeur énergétique de 213-314 Kcal /100 g de pulpe de dattes (Al-Farsi et Lee, 2008).

Le taux élevé en sucres, confère aux dattes un pouvoir énergétique supérieur par comparaison aux autres fruits. En effet, 1 kg de dattes, abricots, bananes et oranges, fournissent respectivement une valeur énergétique de 3000, 520, 970 et 480 Kcal (Frag, 2016).

Les dattes sont riches en éléments minéraux notamment le potassium, le calcium, le magnésium et le phosphore. Le taux élevé du potassium et la faible teneur en sodium dans la datte, font d'elle un fruit souhaitable pour les personnes souffrant d'hypertension (Frag, 2016).

Les fibres se trouvent dans la datte avec une teneur de 3,57-10,9 % (Baliga *et al.*, 2011), d'où leur importance pour la santé du tractus digestif. Elles réduisent le risque de cancer colorectal.

Les dattes renferment des vitamines hydrosolubles (groupe B) en quantités appréciables, qui sont essentiels pour le métabolisme des glucides, lipides et protéines.

Les dattes contiennent des composés phénoliques, des caroténoïdes et des phytostérols qui possèdent des vertus biologiques intéressantes. Ces composés sont très bénéfiques à la santé humaine. Des études récentes montrent que la datte possède un pouvoir : antioxydant (Mansouri *et al.*, 2005 ; Chaira *et al.*, 2009), antimutagène (Vayalili, 2002), anti-inflammatoire (Baliga *et al.*, 2011), gastroprotecteur (Al Qarawi *et al.*, 2005) et anticancéreux (Ishurda et John, 2005).

# **CHAPITRE II**

## **L'ABRICOT**

## II.1. L'abricotier

L'abricot est un fruit à noyau originaire de Mandouchrie (Chine), où il est cultivé depuis 5000 ans, l'abricot y est appelé "Sing". Les Grecs l'appelaient "Mailon armeniacon", les Romains "Arborpraecoquum", les Arabes "Albarkouk", qui signifie précoce, d'où sont dérivés les noms espagnols "albaricoquero", italien "albicocco", français "abricot". La culture de l'abricotier s'est développée autour du bassin méditerranéen et en Asie centrale. Aujourd'hui encore, c'est dans ce périmètre que se situent les principaux pays producteurs. Quelques bassins secondaires sont aussi productifs, dont les plus significatifs sont ceux des USA, de Chine et d'Afrique du sud (Lichou, 1998). L'abricotier est une espèce diploïde, requiert un climat méditerranéen chaud, a besoin d'hiver froid et humide pour arrêter sa dormance et d'été chaud et sec. L'abricotier fleurit tôt, ce qui l'expose aux gels de printemps dans la plupart des régions où il est cultivé. Les fruits ont tendance à éclater par temps humide. L'arbre est assez résistant à la sécheresse, mais nécessite une irrigation supplémentaire pour que les fruits atteignent leur potentiel de rendement maximal. L'abricotier s'adapte bien aux sols dont le pH est compris entre 6 et 8 (Grimplet, 2004).

D'après Roussos *et al.* (2016), du point de vue botanique, l'abricotier (*Prunus armeniaca* L.) appartenant à la famille des Rosacées et au genre *Prunus*.

## II.2. L'abricot

Le fruit de l'abricotier est une drupe, sphérique, de grosseur variable, possède un sillon étroit marqué. La partie externe (mésocarpe et épicarpe) est charnue, alors que la partie interne (endocarpe) est lignifiée (Grimplet, 2004).

La chair de l'abricot présente un aspect jaune orangé dégageant un arôme agréable et une saveur sucrée particulière à la maturation. D'après Roussos *et al.* (2016), le poids du fruit varie de 40 à 50 g (à l'extrême 100g) et possède une largeur de 3,5 à 8 cm. Toutes les variétés d'abricotier ont un noyau libre, celui-ci présente une forme générale ovale obtus au sommet, légèrement déprimé à sa base (Bretaudeau, 1979). Le centre du noyau est occupé par une amande douce ou amère (ITAFV, 2013).

### II.3. Variétés d'abricot

Les variétés d'abricots sont très nombreuses. Les principales variétés cultivées dans le monde sont mentionnées dans le tableau 19.

Tableau 19. Principaux cultivars d'abricots dans le monde (Hormaza *et al.*, 2007)

Pays	Cultivars
Algérie	Canino et Amor Leuch
Australie	Hunter, Moonpark, Story, Trevatt, Pannach et Watkins.
Canada	Goldcot, Goldrich, Harcot, Harglow, Hargrand, Harlayne, Harogem, Veecot, Velvaglo et Vivagold.
Chine	Bak-Ta-Sin, Caoxing, Chu-In-Sin, Dahongxing, Gulotilochak, Hongjing zhen, Hvang-Sin, Isko-Dari, Liganmeix-ing, Nan zhoudajiexing, Kzil Kumet, Luotao xhuang, Manti-Rujuk, Shi-Sin, Shoyinhouz et Tulaki.
France	Bergeron, Canino, Earlyblush, Fantasma, Goldrich, Hatif Colomer, Helena du Roussillon, Ivresse, Luizet, Malice, Modesto, Orange Red, Polonais, Rouge de Roussillon, Rouge de Fournes, Tirynthos et Tomcot.
Grèce	Bebeco, Tirynthos et Luizet.
Hongrie	Bergeron, Ceglédi Biborkajsz, Ceglédi Oriás, Gönci Magyar Kajszi, Magyar Kajszi (Hungarian Best) et Mandula Kajszi.
Italie	Baracca, Bella di Imola, Boccuccia, Cafona, Canino, Ceccona, Fracasso, Goldrich, Monaco Bello, Palummella, Portici, Reale di Imola, Tirynthos et Vitulo.
Iran	Tabarza, Tokbam, Damavand, Malayer et Lasgherdi.
Maroc	Canino et Amor Leuch.
New Zelande	Clutha Gold, Sundrop et Valleygold.
Pakistan	Shakarpara.
Portugal	Bulida et Canino.
Roumanie	Callatis, Comandor, Excelsior, Favorit, Litoral, Mamaia, Olimp, Neptun et Saturn.
Afrique de Sud	Bulida, Empress, Imperial, Lady Sun, Palsteyn, Peek, Royal, Soldonné et Super Gold.
Espagne	Bulida, Canino, Galta Rocha, Mauricio, Moniqui, Palabras, Pepitos et Real Fino.
Syrie	jamy-Hamoy, Balladi Falik-Huby, Balladi Khashabi, Balladi Maourdi, Canino, Hamani, Hamoy, Klaby, Malty, Shahmy, Sindyany, Tadmory et Wazary.
Turquie	Aprikoz, Cataloglu, Cologlu, Darende, Hacihaliloglu, Hasanbey, Kabaasi, Sekerpare, Soganci, Tokaloglu et Yegen.
Ukraine	Krasnoschekii, Krasnoshchekii Pozdnii, Krasnyi Partizan et Nikitskii.
USA	Blenheim (Royal), Castelbrite, Katy, Modesto, Patterson et Tilton.

## II.4. Production de l'abricot

### II.4.1. Dans le Monde

La production mondiale d'abricots était de 2,3 millions de tonnes en 1996, elle s'élevait en 2000 à un peu plus de 2,7 millions de tonnes pour atteindre plus de 2,8 millions de tonnes en 2006 et 3,50 millions de tonnes en 2012 (FAO, 2012). Selon Jiménez et *al.* (2008), plus de 80% de la production mondiale est limitée aux pays méditerranéens suivants: la Turquie, l'Espagne, la France et l'Italie.

Le tableau 20, présente la production d'abricot réalisée au cours de l'année 2012 et par pays.

Tableau 20. Production mondiale d'abricots, en tonnes (FAO, 2012)

Position	Pays	Production (tonnes)
1	Turquie	795 768
2	Iran	460 000
3	Ouzbékistan	365 000
4	Algérie	269 308
5	Italie	247 146
6	Pakistan	192 500
7	France	189 711
8	Maroc	122 405
9	Espagne	119 400
10	Égypte	98 772
11	Japon	90 000
12	Grèce	90 200
13	Afghanistan	83 500
14	Syrie	72 000
15	Ukraine	62 900
16	Fédération de Russie	57 000
17	États-Unis d'Amérique	55 157
18	Afrique du Sud	52 504
19	Chine	50 000
20	Turkménistan	36 091
	<b>Total</b>	<b>3 509 362</b>

La production mondiale d'abricots réalisée en l'an 2012 est de 3 509 362 tonnes. La Turquie est le premier pays producteur d'abricot. L'Algérie a réalisée une production de 269 308 tonnes, la classant ainsi comme le 4<sup>ème</sup> producteur, elle représente 7,68 % de la production mondiale.

#### II.4.2. En Algérie

La production nationale d'abricots enregistrée pour l'an 2012 est de 2 693 084 quintaux (MINAGRI, 2012). Près de 40 % de la production nationale est réalisé par les deux wilayas : Msila et Batna (tableau 21). La Wilaya de Msila est classée à la tête des wilayas productrices, avec un pourcentage de 21,38 %, soit environ 1/5 de la production totale.

Tableau 21. Production d'abricots en Algérie, en quintaux  
(MINAGRI, 2012)

Position	Wilayas	Production
1	Msila	576 000
2	Batna	489 548
3	Djelfa	218 270
4	Blida	134 750
5	Mostaganem	134 424
6	Relizane	113 600
7	Boumerdès	96 945
8	Laghouat	83 720
9	Tipaza	81 665
10	Skikda	74 965
11	Khenchela	73 000
12	Biskra	57 980
13	Médéa	45 900
14	Tlemcen	36 960
15	Alger	32 135
16	Tiaret	25 400
17	Ain-Defla	25 000
18	El-Bayadh	22 756
19	Sidi Bel Abbes	13 500

## II.5. Etude biochimique de l'abricot

Le tableau 22, montre la composition biochimique de l'abricot.

Tableau 22. Composition biochimique de l'abricot frais (Hormaza *et al.*, 2007)

Composants	Teneur limite
Eau (g)	85,3-85,60
Sucres	
Saccharose (g)	4,4-5,10
Glucose (g)	1,1-2,70
Fructose (g)	0,3-0,50
Protéines (g)	0,7-0,90
Eléments minéraux (mg/100g)	
K	320-350
Na	1-3
Ca	15-16
Mg	09,00
Fe	0,30
Zn	0,1-0,2
Caroténoïdes (mg/100g)	153-617
Vitamines (mg/100g)	
Thiamine (B <sub>1</sub> )	0,02-0,03
Niacine (B <sub>3</sub> )	1,1-1,40
Riboflavine (B <sub>2</sub> )	0,03-0,04
Fibres	2,0-3,0

### II.5.1. L'eau

L'eau est le composant majeur de l'abricot frais. Il renferme en moyenne 85,3-85,6 % (Hormaza *et al.*, 2007).

### II.5.2. Les sucres

L'abricot frais se caractérise par une teneur modérée en sucres. Il contient en moyenne 11-13 % de poids frais (Ali *et al.*, 2015). Les principaux sucres sont le saccharose, le glucose, le fructose et le sorbitol, dont le sucre majeur est le saccharose (Roussos *et al.*, 2016).

### **II.5.3. Les protéines**

La teneur en protéines est de 0,7-0,9 % de poids frais (Hormaza *et al.*, 2007). Cette teneur s'élève à 2,84 jusqu'à 4,29 % pour l'abricot sec (Haciseferogullari *et al.*, 2007).

### **I.5.4. Les lipides**

Les lipides sont présents en faibles quantité dans l'abricot. Leur teneur moyenne est de 0,40 % de poids frais (Ali *et al.*, 2015).

### **II.5.5. Les éléments minéraux**

L'abricot constitue une bonne source d'éléments minéraux. Selon Haciseferogullari *et al.* (2007), les éléments majeurs ainsi que leurs teneurs limites en mg/100 g (MS) sont : K (2079,2-3336,46), P (143,65-264,34), Na (77,39-107,00), Ca (70-189,65) et Mg (40,28-76,56).

### **II.5.6. Les vitamines**

Les principales vitamines que renferme l'abricot en quantité appréciable sont la vitamine A, C et E. La vitamine C se trouve à une teneur de 2,8-16 mg/100g de poids frais. Pour la vitamine A, il en contient de 0,013-0,021 mg/100 g de poids sec. La vitamine E est présente avec une limite de 0,028-0,038 mg/100g de poids sec (Roussos *et al.*, 2016).

### **II.5.7. Les fibres**

La teneur en fibres dans l'abricot est de 1,5-2,4 % de poids frais (Ali *et al.*, 2015).

### **II.5.8. Les polyphénols**

La teneur limite des polyphénols dans l'abricot est de 50 à 536 mg/100 g de poids frais. (Srdic-Rajic' et Konic' Ristic, 2016).

## **II.6. Composition biochimique du noyau d'abricot**

D'après le tableau 23, les noyaux d'abricot présentent une valeur nutritionnelle intéressante. Ils sont riches en lipides, et sont utilisés comme source d'huile d'excellente qualité et qui a des larges applications en industrie cosmétique. Des études montrent la possibilité d'utiliser l'huile de noyau d'abricot en industrie alimentaire : En effet, Abd El-Aal et Khalil (1986), montrent la possibilité de préparer des biscuits avec l'huile de noyau d'abricot à la place de l'huile de maïs sans altérer la flaveur, la couleur et la texture du produit fini.

Tableau 23. Composition biochimique des noyaux de différentes variétés d'abricot cultivées en Turquie (Gezer *et al.*, 2011), en %

Composants	Variétés d'abricots				
	Soğanoğlu	Hacihaliloğlu	Çataloğlu	Kabaaşı	Hasanbey
Eau	3,25	2,18	2,98	2,47	2,46
Lipides	41,77	42,43	30,82	28,26	29,47
Protéines	18,30	17,60	16,30	15,70	16,10
Cendres	3,27	2,91	3,83	3,48	3,71
Fibres	15,70	15,30	16,20	17,10	16,30

## II.7. Intérêt nutritionnel et diététique de l'abricot

L'abricot est un fruit peu calorique, il fournit 50 Kcal/100g de poids frais (Ali *et al.*, 2015). C'est un fruit compatible avec les régimes hypoglycémiques (en moyenne, il renferme 10 g de glucides).

Il se compose d'environ 85 % d'eau, c'est un véritable stimulant des sécrétions gastriques. Mis en purée, il est particulièrement conseillé pour les bébés. Il apporte en quantité notable des sels minéraux, notamment le potassium, le calcium, le phosphore et le fer.

L'abricot renferme des teneurs intéressantes en vitamines en particulier:

-La vitamine C, qui joue des rôles importants dans la reproduction, la fonction de croissance et augmente la résistance contre les infections. L'abricot est trois fois plus riche en vitamine C que la poire (Southwick, 2003).

-La vitamine A, d'où sa couleur orangée. Elle participe à la couverture des besoins journaliers en vitamine A.

Une teneur intéressante en fibres alimentaires, qui préviennent contre les maladies cardiovasculaires et certains types de cancer.

L'abricot contient d'autres molécules très bénéfiques à la santé comme les polyphénols qui sont doués de propriétés antioxydantes. Sa consommation réduit le risque de cancer, les maladies cardiovasculaires et d'autres maladies telles qu'Alzheimer.

## II.8. Transformation industrielle de l'abricot

L'abricot constitue une matière première pour plusieurs industries de transformations alimentaires. La figure 2, montre les divers produits qui peuvent être issus de la transformation de l'abricot.

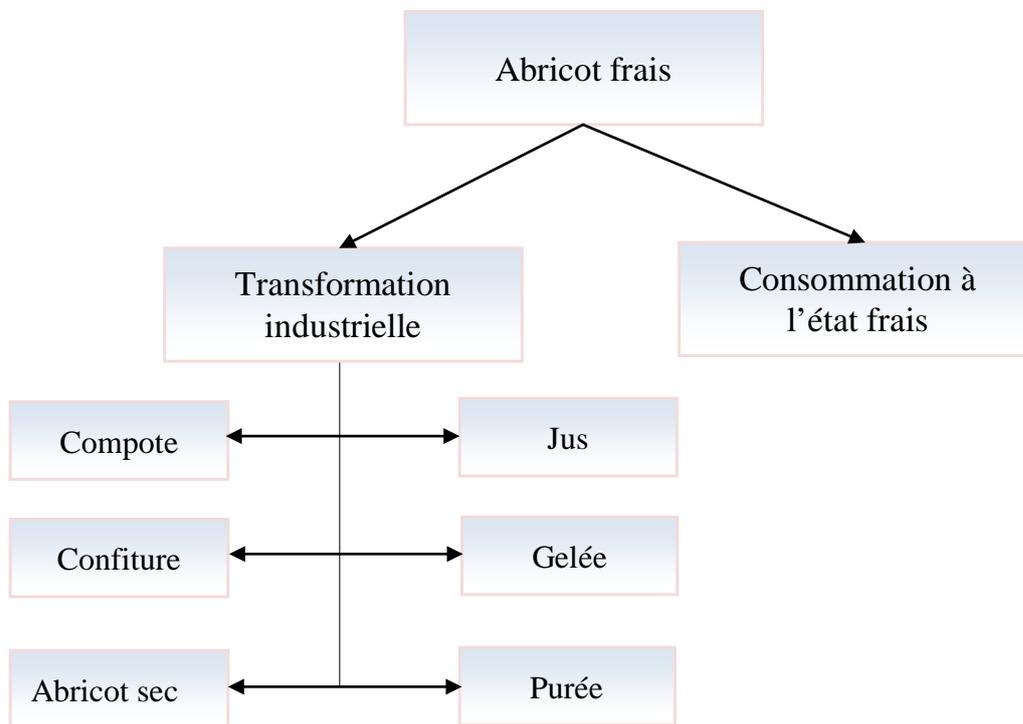


Fig 2. Transformation industrielle de l'abricot

# **CHAPITRE III**

## **LA POMME**

### III.1. Le pommier

Les premiers documents historiques montrent que les pommes ont été cultivées en Asie et dans certaines parties de l'Europe pour des milliers d'années. Les vestiges de pommes ont été trouvés en Anatolie qui remonte à 6500 avant JC. Le pommier fut cultivé à l'époque de l'empire de Perse (Simmonds et Howes, 2016).

Les langues d'Europe d'origine indoeuropéennes désignent le pommier sous des vocables voisins : Aphal (ancien allemand), Appel (anglosaxon), Apli (scandinave). Les grecs disaient Mailea, Maila, les latins Malus, Malum. D'où le nom du genre : *Malus* (Gautier, 2001).

Le pommier, est un arbre fruitier de la famille des Rosacées extrêmement répandu dans toutes les zones tempérées du monde. C'est une espèce rustique, et ne souffre des basses températures que si elles sont importantes (-20 à -25 °C). La plupart des variétés ont des besoins moyens en froid hivernal pour lever la dormance (Gautier, 2001).

Le pommier est capable de croître et de produire des fruits dans une gamme de sols aux caractéristiques physiques et chimiques très variable. Le pommier redoute les terres compactes, peu perméables. Il se plaît surtout dans des sols profonds, sains ; aérés, bien drainés. Moyennant ces conditions, le pommier s'adapte à une gamme de texture de sol assez large : limon moyen, argile sableuse, sable argileux. Le pommier est assez tolérant au calcaire, sous réserve d'un bon drainage (Gautier, 2001).

Selon Lafon et *al.* (1996), le pommier est classé comme suit :

Embranchement : Spermaphytes

Sous Embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous Classe : Dialypétales

Famille : Rosacées

Genre : *Malus*

Espèce : *Malus domestica* (BORKH)

### III.2. La pomme

La pomme est un fruit charnu, de forme quasi sphérique, déprimée au sommet et à la base, à pulpe homogène. Sa taille est très variable selon les variétés et les conditions de végétation. Le fruit mûrit à la fin de l'été à l'automne, d'un poids moyen de 100 à 300g et d'une taille de 7 à 8,3 cm pour les variétés modernes (Espiard, 2002 ; Simmonds et Howes, 2016). La couleur à maturité, allant du vert, jaune, et au rouge plus ou moins foncé (Skog et Chu, 2003).

Selon Chassagne-Berces *et al.* (2013), la pomme est constituée, de la périphérie vers le centre de :

- L'épicarpe ou cuticule : surface du fruit en contact avec le milieu extérieur (2-7 % du poids total);
- Le mésocarpe ou parenchyme : chair comestible du fruit (92-97 % du poids total);
- L'endocarpe : renferme les pépins (0,05 à 1 % du poids total).

### III.3. Production

#### III.3.1. Dans le monde

Les principaux pays producteurs de pomme sont indiqués dans le tableau 24.

Tableau 24. Production mondiale de pomme, en tonnes (FAO, 2012)

Position	Pays	Production
1	Chine	37 000 000
2	États-Unis d'Amérique	4 110 046
3	Turquie	2 889 000
4	Pologne	2 877 336
5	Inde	2 203 400
6	Italie	1 991 312
7	Iran	1 700 000
8	Chili	1 625 000
9	Fédération de Russie	1 403 000
10	France	1 382 901
11	Brésil	1 335 478
12	Argentine	1 250 000
13	Ukraine	1 126 800
14	Allemagne	972 405
15	Afrique du Sud	795 758
16	Japon	793 800
17	République Populaire Démocratique de Corée	785 000
18	Ouzbékistan	820 000
19	Hongrie	650 595
20	Pakistan	620 000
	Total	66 331 831

La majorité des variétés étant d'origine américaine comme la Golden Delicious, ou néozélandaise comme la Gala Royale qui reste la plus répandue dans le monde. Selon les données recueillies par la FAO (2012), la pomme est l'un des premiers fruits consommés, après les agrumes et les bananes. La production de pomme dans le monde est en accroissement régulier.

La Chine est le premier pays producteur de pommes, elle a assuré 48 % de la production mondiale en 2012, soit 37 millions de tonnes. Hormis la Chine, seuls 6 pays ont dépassé le million de tonnes et qui sont les Etats-Unis (4,11 MT), la Turquie (2,88 MT), la Pologne (2,87 MT), l'Inde (2,2 MT), l'Italie (1,9 MT) et la France (1,38).

### III.3.2. En Algérie

La culture du pommier en Algérie est localisée particulièrement dans les régions à climat tempéré plutôt chaud. Les wilayas qui ont enregistré une forte production pour l'année 2012 sont : Batna, Blida, Khenchela, Skikda, Bejaia, Médéa, Skikda, Boumerdès, Jijel, Tizi-Ouzou et Ain Defla. La wilaya de Batna est classée première, elle a assuré environ 16 % de la production nationale.

Tableau 25. Production de pommes en Algérie, en quintaux (MINAGRI, 2012)

Position	Wilayas	Production
1	Batna	635 680
2	Blida	405 667
3	Khenchela	269 700
4	Médéa	259 115
5	Skikda	252 559
6	Djelfa	240 110
7	Tiaret	217 750
8	Ain-Defla	211 830
9	Tipaza	164 027
10	Sidi Bel Abbes	142 400
11	Relizane	115 350

La production nationale de pomme enregistrée pour l'année 2012 est de 3 975 290 quintaux (MINAGRI, 2012). Nous constatons que ces chiffres sont encore loin d'atteindre ceux enregistrés dans les pays développés.

### III.4. Etude biochimique de la pomme

Le tableau 26, donne la composition de la pomme.

Tableau 26. Composition biochimique de la pomme fraîche (Hui *et al.*, 2006)

Composants	Teneur limite
Eau (%)	86
Sucres (%)	10
Saccharose (%)	2,6
Glucose (%)	1,8
Fructose (%)	5,6
Protéines (%)	0,3
Eléments minéraux, en mg/100g	
K	107
Na	1
Ca	6
Mg	5
Fe	0,12
Zn	0,04
Vitamines, en mg/100g	
Thiamine (B <sub>1</sub> )	0,017
Niacine (B <sub>3</sub> )	0,091
Riboflavine (B <sub>2</sub> )	0,026
Fibres	2,0

#### III.4.1. L'eau

L'eau est le composant majeur de la pomme fraîche. Il contient en moyenne 83,93-85,6 % sur matière fraîche (Skog et Chu, 2003 ; Simmonds et Howes, 2016).

#### III.4.2. Les sucres

Les sucres sont les composants majeurs de la matière sèche de la pomme. Leur taux est de 10,39 % de poids frais, dont 5,9 % de fructose, 2,43 % de glucose et 2,07 % saccharose (Simmonds et Howes, 2016).

#### III.4.3. Les protéines

La pomme renferme une faible teneur en protéines, estimée entre 0,26 et 0,30 % de poids frais (Hui *et al.*, 2006 ; Simmonds et Howes, 2016).

### III.4.4. Les lipides

Les lipides s’y trouvent en faible quantité. Ils sont présents avec une teneur moyenne de 0,16 % (CIQUAL, 2013).

### III.4.5. Les éléments minéraux

La pomme constitue une bonne source en éléments minéraux. Le profil minéral montre sa richesse en potassium, c’est l’élément majeur. Selon Nour *et al.* (2010), les valeurs moyennes des éléments minéraux de la pomme, en mg/100 g de matière fraîche sont: K (112,30), Mg (7,99), P(7,47), Ca (4,43), Na (3,76), Fe (0,28) et Zn (0,19).

### III.4.6. Les fibres totales

Elle renferme aussi une teneur appréciable en fibres alimentaires, elle en contient en moyenne 2,4 % de poids frais, dont 0,5 % sont des pectines (Simmonds et Howes, 2016).

### III.4.7. Les polyphénols

La pomme contient également une grande variété de composés antioxydants, notamment les flavonoïdes (tableau 27).

Tableau 27. Teneur en polyphénols totaux et flavonoïdes de la pomme, en mg/100g de matière fraîche (Iacopini *et al.*, 2010)

Variétés de pommes	Polyphénols totaux	Flavonoïdes
Golden Delicious	104,30	65,00
Stark Delicious	98,60	71,60

Pour profiter de leurs bienfaits, il est préférable de ne pas les éplucher : leur peau est plus riche en composés phénoliques que leur chair (Chinnici *et al.*, 2004 ; Wang *et al.*, 2015).

### III.4.8. Les acides organiques

Les acides organiques les plus répandus de la pomme sont cités dans le tableau 28. L’acide malique est l’acide organique majeur.

Tableau 28. Teneur en acides organiques de trois variétés de pomme, en mg/100g de matière fraîche (Nour *et al.*, 2010)

Variétés	Acide malique	Acide citrique	Acide ascorbique
Golden Delicious	973,50	07,90	03,80
Granny Smith	1274,10	26,40	4,20
Starkrimson	522,20	49,10	03,80

### III.5. Intérêt nutritionnel et diététique de la pomme

La pomme est un fruit modérément énergétique, les glucides y fournissent l'essentiel des calories. Ils contribuent également à sa saveur sucrée, la touche acidulée étant apportée par des acides organiques.

Elle renferme plus de 84 % d'eau, dans laquelle sont dissous de très nombreux minéraux et oligo-éléments : potassium, phosphore, magnésium, calcium, zinc, cuivre et manganèse.

La peau et la chair comprennent un large éventail de vitamines : vitamine C, vitamines du groupe B, vitamine E et provitamine A ; en quantités modérées toutefois. Selon Tsao (2016), une pomme moyenne contient 18 % de l'apport quotidien recommandé en fibres alimentaires, 14 % la vitamine C, 6 % de potassium, 4 % de vitamine B<sub>6</sub>, 3 % fer et 3 % de riboflavine.

La pomme contient également une grande variété de composés antioxydants, notamment les flavonoïdes. Ces antioxydants ont des effets bénéfiques sur de nombreuses pathologies chroniques comme les maladies cardiovasculaires, le diabète et le cancer (Birt *et al.*, 2001 ; Singh *et al.*, 2012 ; Simmonds et Howes, 2016).

Les fibres sont abondantes et composées en majorité de matières pectiques solubles, qui auraient des effets bénéfiques pour diminuer le cholestérol sanguin (Srinath Reddy et Martijn, 2004). Les fibres sont impliquées aussi dans la prévention de nombreux types de cancer (Tsuji *et al.*, 2016).

### III.6. Transformation de la pomme

La pomme fait objet de plusieurs transformations alimentaires. Les principaux produits issus de la pomme sont les jus, les confitures, le vinaigre, les compotes, les marmelades, les chips et les purées (figure 3).

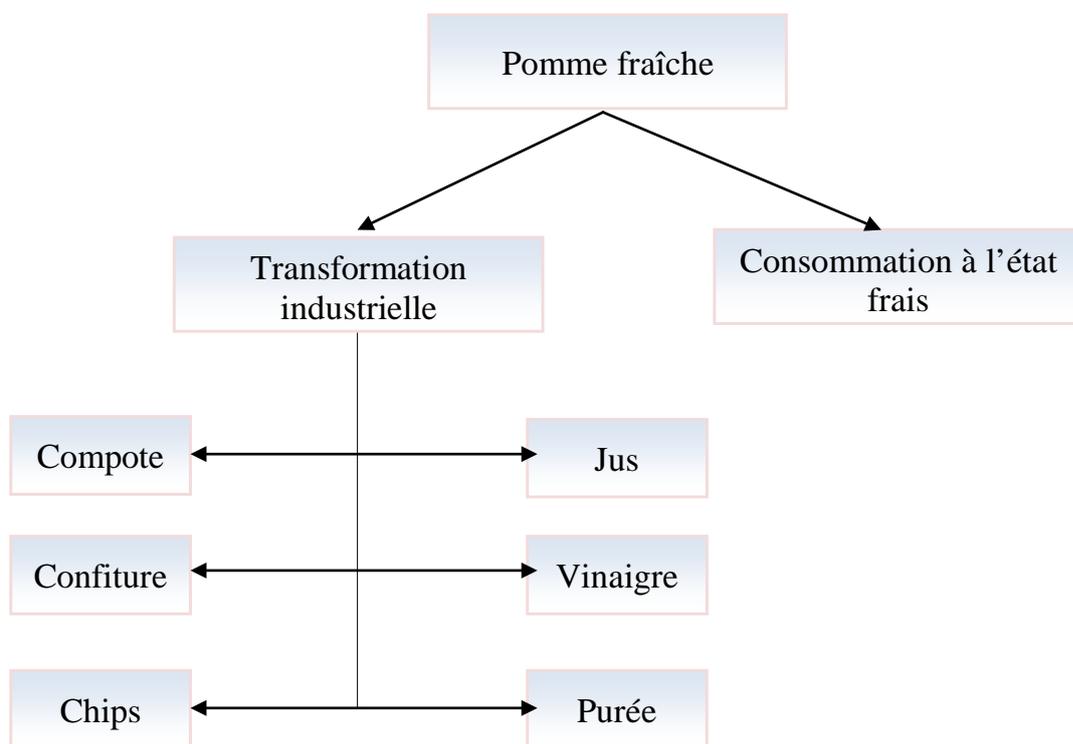


Fig 3. Transformation industrielle de la pomme.

# **CHAPITRE IV**

## **LES COMPOTES**

### IV.1. Définition

La dénomination « Compote » est réservée au produit obtenu par cuisson de la partie comestible d'une ou de plusieurs espèces de fruits entiers ou en morceaux, tamisés ou non, et de sucre (s), sans concentration notable, présentant une texture homogène et un extrait sec soluble mesuré au réfractomètre à 20 °C de 24 % minimum, sans pouvoir excéder 40 % (Reynal, 2008).

### IV.2. Composition biochimique de la compote

La composition biochimique de la compote est mentionnée dans le tableau 29.

Tableau 29. Composition biochimique d'une compote de fruits divers (CIQUAL, 2013)

Composants	Valeur moyenne
Eau (%)	74,30
Glucides (%)	24,50
Protéines (%)	0,28
Lipides (%)	< 0,40
Sucres (%)	22,00
Fibres (%)	0,86
Acides organiques (%)	0,46
Eléments minéraux (mg/100g)	
K	147,00
Mg	8,10
P	12,70
Na	1,77
Ca	20,10
Fe	0,159
Vitamines (mg/100 g)	
Thiamine (B <sub>1</sub> )	0,01
Niacine (B <sub>3</sub> )	0,12
Acide pantothénique (B <sub>5</sub> )	0,10
Pyridoxine (B <sub>6</sub> )	0,10
Folates totaux (B <sub>9</sub> )	4,00

### **IV.2.1. L'eau**

Les compotes se caractérisent par une forte teneur en eau. Elles renferment en moyenne une teneur de 74,30 % (CIQUAL, 2013).

### **IV.2.2. Les sucres**

Les sucres sont les composants majeurs de la matière sèche. Les compotes en contiennent 22 %. Le sucre ajouté dans les compotes est du saccharose seul, du sirop de glucose-fructose seul ou une combinaison des deux (Reynal, 2008).

### **IV.2.3. Les protéines**

Les compotes présentent des faibles teneurs en protéines, généralement une teneur moyenne de 0,28 g % de matière fraîche (CIQUAL, 2013).

### **IV.2.4. Les lipides**

Elles renferment une faible teneur en lipides, une limite de 0,4 à 0,5 % de matière fraîche (Reynal, 2008).

### **IV.2.5. Les minéraux**

Les éléments minéraux sont particulièrement abondant dans les compotes en particulier le potassium, avec une limite de 147 mg/100 g de poids frais (CIQUAL, 2013).

### **IV.2.6. Les vitamines**

Les compotes renferment une teneur appréciable en vitamines du groupe B, en particulier la vitamine B<sub>9</sub>. La vitamine C est présente dans toutes les compotes, à des taux allant de 10 à 20 mg/100 g. Il s'agit, pour une partie, de la vitamine ajoutée en tant qu'agent technologique antioxydant (Reynal, 2008).

### **IV.2.7. Les fibres**

Leur apport moyen en fibres varie de 1,5 à 2 g pour 100 g (MF), soit autant qu'une portion de fruit frais. Un pot de 100 g apporte donc 6 à 8 % des 25 g recommandés dans la journée pour un adulte (Reynal, 2008).

### **IV.2.8. Les polyphénols**

La teneur en polyphénols totaux est variable selon le fruit et le procédé de fabrication (épluchage et traitement thermique appliqué). Colin-Henrion (2008), donne une valeur moyenne de 36,57 mg/100g (MF) pour la compote de pomme.

### IV.3. Fabrication des compotes

La figure 4, montre le procédé technologique de la fabrication des compotes et des purées de fruits.

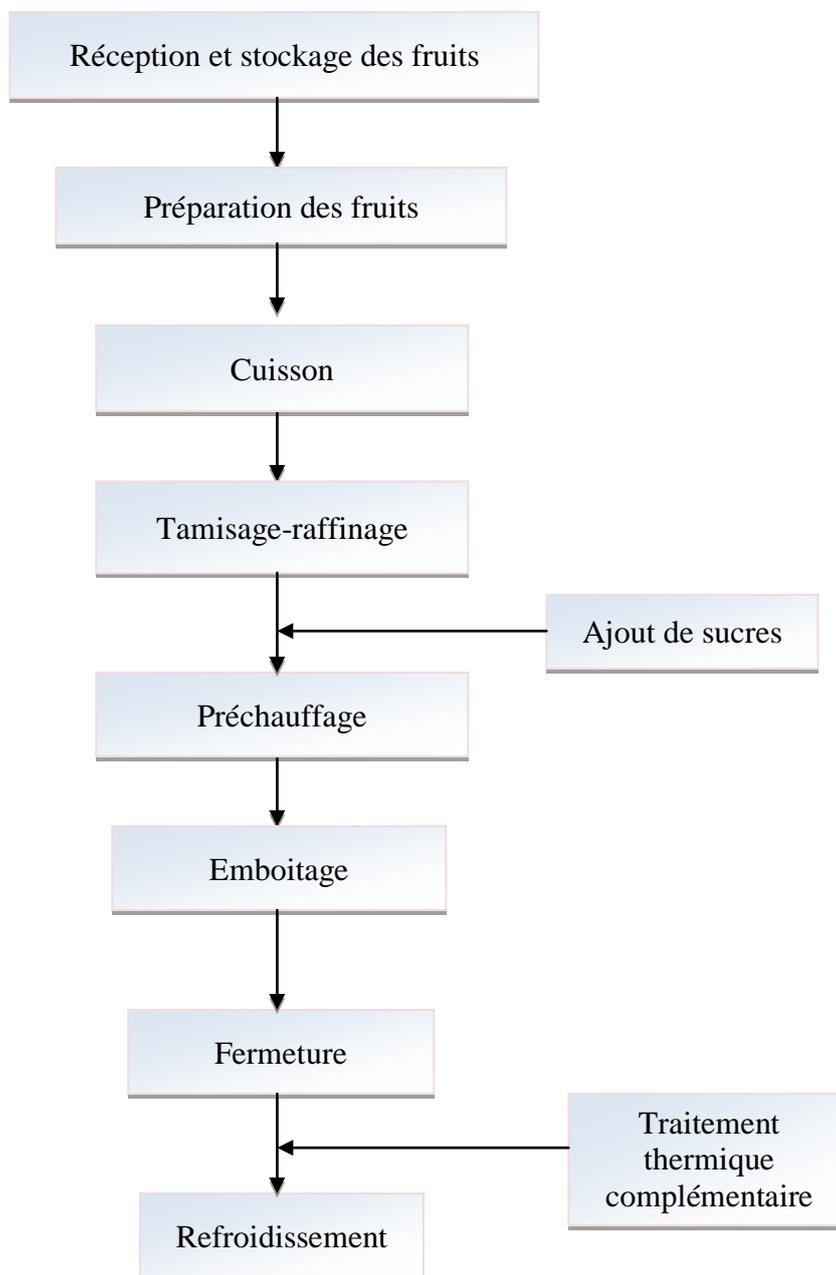


Fig 4. Schéma technologique de la préparation des compotes et des purées de fruits  
(Albagnac *et al.*, 2002)

**ÉTUDE**  
**EXPÉRIMENTALE**

**CHAPITRE I**  
**MATÉRIEL ET**  
**MÉTHODES**

Dans ce travail, nous avons préparé des compotes à base de pomme et d'abricot. Trois formulations sont élaborées :

- Compote 1 (compote standard): purée de pommes + purée d'abricots + sirop de saccharose ;
- Compote 2 (substitution partielle de saccharose) : purée de pommes + purée d'abricots + mélange de sirops de saccharose et de dattes ;
- Compote 3 (substitution totale): purée de pommes + purée d'abricots + sirop de dattes.

Cette étude entre dans le cadre de la valorisation des dattes sèches. L'objectif principal est de substituer le saccharose par le sirop de dattes dans la formulation des compotes, juger leur degré d'acceptabilité sur le plan organoleptique et de voir l'effet de l'ajout de sirop de dattes sur leur qualité nutritionnelle.

### I.1. Matériel végétal

La méthode d'échantillonnage suivie est celle préconisée par : Acourene et Tama (1997). Nous avons subdivisé la palmeraie ou le verger en différentes parcelles. Dans chaque parcelle, la récolte est réalisée sur quatre à cinq arbres homogènes. Les fruits sont prélevés au hasard sur plusieurs régimes ou rameaux, à diverses hauteurs et orientations. Ils sont récoltés à pleine maturité et conservés à 4 °C.

#### I.1.1. La datte

La variété de datte retenue pour cette étude, est la datte Mech-Degla (sèche). Les fruits de dattes proviennent des palmeraies de la région Sud-Est de l'Algérie (région de Mchouneche, Biskra). La figure 5, montre la datte Mech Degla (date de récolte : Octobre 2012).

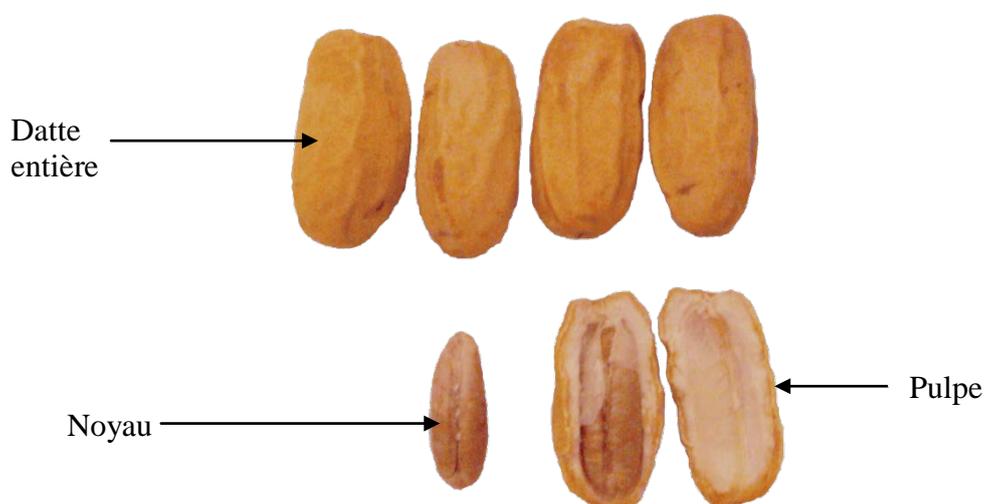


Fig 5. La datte Mech Degla entière et en coupe (photo personnelle)

### I.1.2. L'abricot

La variété d'abricot retenue dans notre étude est très répandue dans notre pays (variété Rosé de Menâa), elle est de forme sphérique, plus ou moins aplatie sur les deux pôles. Elle présente une belle coloration jaune-rose, et de très bonne qualité gustative (figure 6). La chair est ferme, juteuse et parfumée. Cette variété est récoltée le mois de Juillet 2012. Elle provient de la région de Bouzina (Batna).



Fig 6. L'abricot Rosé de Menâa entier et en coupe (photo personnelle)

### I.1.3. La pomme

La variété de pomme utilisée est très répandue dans le monde, il s'agit de la variété Golden-Delicious, elle est de forme sphérique et d'une couleur verte-jaune (figure 7). Cette variété provient de la région d'Arris, Batna (date de récolte : Octobre 2012).



Fig 7. La pomme Golden Delicious entière et en coupe (photo personnelle)

## I.2. Méthodes d'analyses

Pour réaliser cette partie, nous avons utilisé le matériel suivant :

- Appareil kjeldahl, type Gerhardt.
- Balance analytique, type OHAUS, modèle Adventurer Pro AV 264.
- Chromamètre, type CR 10.
- Étuve, type memmert.
- pH mètre, type HANNA HI 2210.
- Réfractomètre digital, type Reichert AR 200.
- Évaporateur rotatif, type Heidolph.
- Spectrophotomètre UV, type Shimadzu 102-01.
- Spectrophotomètre d'absorption atomique type Perkin Elmer A Analyst 100.
- Spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif), type iCAP Q thermo scientific.

### I.2.1. Caractérisation morphologique des fruits

Les caractéristiques morphologiques des fruits (datte, abricot et pomme) sont réalisées sur 20 fruits prélevés au hasard, sur lesquels sont déterminés :

- Les dimensions du fruit entier et de son noyau (longueur et largeur) au moyen d'un pied à coulisse digital.
- Le poids du fruit entier, de la pulpe, ainsi que le noyau au moyen d'une balance analytique à la précision de  $\pm 0,0001$  g.

### I.2.2. Composition biochimique des fruits (datte, abricot et pomme)

#### I.2.2.1. L'eau

##### ▪ Principe

La dessiccation du produit est obtenue à la température de  $70 \pm 2^\circ\text{C}$  dans une étuve ventilée, à la pression atmosphérique jusqu'à l'obtention d'une masse d'échantillon constante. La teneur en eau est égale à la perte de masse subie dans les conditions de la mesure (Reynes *et al.*, 1994).

##### ▪ Mode opératoire :

- Sécher une capsule vide dans l'étuve durant 15 min à  $100 \pm 2^\circ\text{C}$ .
- Tarer la capsule après refroidissement dans un dessiccateur.
- Peser 5 à 10 g de l'échantillon dans la même capsule et porter à l'étuve, réglée à  $70 \pm 2^\circ\text{C}$  pendant 22 heures.
- Retirer la capsule de l'étuve et la placer dans le dessiccateur, après refroidissement, elle est pesée et remise à l'étuve pendant 1 heure.

-L'opération est répétée jusqu'à ce que la différence entre deux pesées successives soit nulle.

#### ▪ Expression des résultats

La teneur en eau est déterminée selon la formule suivante :

$$H\% = \frac{M_1 - M_2}{P} \times 100 \dots\dots\dots(1)$$

Soit :

H% : teneur en eau ou l'humidité.

M<sub>1</sub> : masse initiale « capsule + matière fraîche », en g.

M<sub>2</sub> : masse finale « capsule + matière sèche », en g.

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

La teneur en matière sèche est calculée par la formule suivante :

$$\text{Matière sèche} = 100 - \text{Humidité (\%)} \dots\dots\dots(2)$$

### I.2.2.2. Le pH (AFNOR NF V 50-108)

#### ▪ Principe

Détermination en unité de pH de la différence de potentiel existant entre deux électrodes en verre prolongées dans une solution aqueuse de l'échantillon.

#### ▪ Mode opératoire

##### Cas des produits épais et liquides

-Broyer, si nécessaire, une partie de l'échantillon dans un homogénéisateur ou un mortier, mélanger et procéder à la détermination.

##### Cas des produits secs

- Eliminer les noyaux et les loges carpellaires de l'échantillon.

- Couper l'échantillon en petit morceaux.

- Placer le produit dans un bécher et y ajouter au moins deux ou trois fois son volume d'eau distillée.

- Chauffer au bain-marie pendant 30 min en remuant de temps en temps avec une baguette de verre.

- Broyer ensuite le mélange obtenu dans un homogénéisateur.

-Introduire ensuite l'électrode du pH mètre dans un volume suffisant de l'échantillon à analyser.

- Dès que le pH mètre se stabilise, lire la valeur du pH.

### I.2.2.3. Le résidu sec soluble (AFNOR NF V 05-109)

#### ▪ Principe

Nous mesurons à la température de 20 °C, de l'indice de réfraction de l'échantillon préparé et conversion de cet indice en résidu sec soluble (AFNOR, 1982).

#### ▪ Mode opératoire

##### **Cas des produits secs ou produits contenant des fruits entiers ou en morceaux**

- Couper en petits morceaux une partie de l'échantillon pour laboratoire, éliminer les noyaux et les loges carpellaires, mélanger soigneusement.
- Peser, à 0,01g près, 10 à 20 g du produit dans un bécher de 250 mL, préalablement taré. Ajouter une quantité d'eau distillée égale ou supérieure à cinq fois la masse de produit. Chauffer au bain marie pendant 30 minutes en remuant de temps en temps avec une baguette de verre.
- Après refroidissement, ajouter de l'eau distillée jusqu'à ce que la totalité du contenu du bécher soit approximativement de 250 mL (selon l'importance de la prise d'essai), et peser à 0,01g près.
- Mélanger avec soin. Après une attente de 20 minutes, passer une partie de l'échantillon au travers d'une gaze sèche pliée en quatre et, après avoir écarté les premières gouttes du filtrat, faire la détermination sur le produit passé.

#### ▪ Expression des résultats

La teneur en résidu sec soluble, exprimé conventionnellement en grammes de résidu sec pour cent grammes de produit. Dans notre cas, la mesure est faite sur une solution diluée, lire sur le tableau 1 (annexe 2), la masse équivalente de saccharose en grammes pour 100 g de produit correspondant à l'indice de réfraction obtenu.

Nous utilisons la formule suivante pour le calcul du degré brix :

$$\text{Teneur en résidu sec soluble (\%)} = M \times M_1/E \dots \dots \dots (3)$$

Où:

M : masse en grammes, de résidu sec soluble pour 100 g de produit, lue sur le tableau 1 (voir annexe 2).

M<sub>1</sub> : masse totale en grammes, de la solution pesée.

E : masse en grammes, de produit utilisé pour la détermination.

##### **Cas des produits mi-épais**

- Broyer et mélanger l'échantillon avec soin
- Passer une partie de l'échantillon au travers d'une gaze sèche pliée en quatre et, après avoir écarté les premières gouttes du filtrat, faire la détermination sur le produit passé.

#### **I.2.2.4. Les sucres totaux (Méthode de phénol : Dubois)**

##### **▪ Principe**

La méthode de phénol permet de doser les oses en utilisant le phénol et l'acide sulfurique concentré. En présence de ces deux réactifs, les oses donnent une couleur jaune orangé, dont l'intensité est proportionnelle à la concentration des sucres totaux. La densité optique est déterminée à 490 nm (Linden, 1984).

##### **▪ Mode opératoire**

La gamme étalon est préparée à partir d'une solution de glucose à 0,1 % et les données sont résumées en annexe 1 (tableau 1 et figure 1).

Pour doser les sucres totaux :

- Introduire dans des tubes à essai 0,5 mL d'échantillon à doser.
- Ajouter successivement 0,5ml d'une solution de phénol à 5 % et 3 mL d'acide sulfurique concentré.
- Mélanger légèrement le contenu des tubes.
- Placer la série des tubes dans un bain marie à 100 °C pendant 15 min (la réaction donne une couleur jaune orangé), ensuite refroidir les tubes pour stopper la réaction.
- La lecture se fait dans un spectrophotomètre à une longueur d'onde égale à 490 nm.

#### **I.2.2.5. Les sucres réducteurs (Miller, 1956)**

##### **▪ Principe**

Les sucres réducteurs sont déterminés par colorimétrie selon la méthode de Miller (1956), en utilisant le réactif DNS, qui donne une coloration orangée en présence des sucres réducteurs. L'intensité de la coloration est proportionnelle à la concentration des sucres.

##### **▪ Mode opératoire**

- Pour réaliser le dosage, mettre dans un tube à essai ; 1 mL de réactif de DNS et 1 mL d'échantillon à analyser.
- Après homogénéisation, porter le mélange à 100 °C pendant 10 minutes.
- A la sortie du bain-marie, refroidir immédiatement les tubes à essais dans un bain de glace pour arrêter la réaction.
- Ajouter 10 ml d'eau distillée pour chaque tube et homogénéiser le contenu des tubes.
- La lecture de l'absorbance se fait à 540 nm.

La teneur en sucres réducteurs est déduite en se référant à la gamme d'étalonnage mentionnée en annexe 1 (figure 2).

### I.2.2.6. Le saccharose

La teneur en saccharose est obtenue par la différence entre la teneur en sucres totaux et les sucres réducteurs présents dans l'échantillon (Besbes et *al.*, 2009).

$$\text{Saccharose \%} = \text{Sucres totaux \%} - \text{Sucres réducteurs \%} \dots\dots\dots(4)$$

### I.2.2.7. Les protéines (AOAC 1995, No. 920.152)

La teneur en protéines est déterminée par la méthode de Kjeldahl en utilisant un facteur de conversion de 6,25.

Les protéines sont déterminées comme suit :

- Peser 5 g d'échantillon avec précision ( $\pm 0,001$ g) sur papier filtre Whatman n° 41 (papier filtre exempt d'azote).
- Le papier filtre est plié et transféré dans un matras de digestion, avec deux pincées de catalyseur (contenant chacun 3,5 g de  $K_2SO_4$  et 0,175 g de  $HgO$ ).
- Ajouter 20 mL de  $H_2SO_4$  concentré au moyen d'un distributeur automatique. Utiliser d'abord un chauffage progressif (attaque à froid pendant 15 min) puis le chauffage est rendu plus énergique, jusqu'à ce que le mélange soit limpide.
- Laisser refroidir, ajouter 200 mL d'eau distillée au matras, les matras sont ensuite transférés à une unité de distillation type Gerhardt.
- Un volume de 75 mL de  $NaOH$  concentré (45 %) est ajouté dans les matras.
- La distillation se fait dans un distillateur automatique, le dégagement d'ammoniac est récupéré dans une solution d'acide borique (50 mL) contenant l'indicateur coloré (mélange de bleu de méthylène et rouge de méthyl).
- L'excès d'ammoniac est alors dosé par l'acide chlorhydrique (0,1N).

**NB** : Un témoin est réalisé dans les mêmes conditions sans échantillon.

La formule suivante est utilisée pour le calcul de la teneur en protéines (azote total) :

$$N (\%) = \frac{1,4007 \times (V_1 - V_2) \times N}{P} \times 100 \dots\dots\dots(5)$$

N: normalité de l'acide sulfurique.

$V_1$ : volume de l'acide chlorhydrique en mL, versé au cours du dosage de l'échantillon.

$V_2$ : volume de l'acide chlorhydrique en mL, versé au cours du dosage de l'essai à blanc.

P: poids de la prise d'essai, en grammes.

### I.2.2.8. Les cendres (AFNOR NF V 05-113)

#### ▪ Principe

L'échantillon à analyser est calcinée à 550 °C dans un four à moufle jusqu'à obtention d'une cendre blanchâtre.

#### Mode opératoire

- Dans des capsules en porcelaine, peser 2 g de l'échantillon;
- Placer les capsules dans un four à moufle réglé à  $550 \pm 15$  °C pendant 5 heures jusqu'à obtention d'une cendre blanchâtre.
- Retirer les capsules du four et les mettre à refroidir dans le dessiccateur, puis les peser.

#### Expression des résultats

$$\text{MO \%} = \frac{M_1 - M_2}{p} \times 100 \dots\dots\dots(6)$$

Soit :

MO % : matière organique.

M<sub>1</sub> : masse des capsules + prise d'essai

M<sub>2</sub> : masse des capsules + cendres.

P : masse de la prise d'essai.

La teneur en cendres est calculée comme suit :

$$\text{Cendres \%} = 100 - \text{MO \%} \dots\dots\dots (7)$$

### I.2.2.9. Les éléments minéraux (AOAC, 1995 : N°. 985.35)

Après digestion acide des cendres par l'acide nitrique (HNO<sub>3</sub> : 1M) et dilution appropriée, les éléments minéraux suivants : le potassium, le calcium, le magnésium, le sodium et le cuivre sont dosés par spectrométrie d'absorption atomique.

### I.2.2.10. Les polyphénols totaux

L'extraction des substances phénoliques est réalisée sur 1 g d'échantillon broyé et macéré dans 40 mL de méthanol sous agitation continue pendant 24 heures. Le mélange est filtré à travers un papier filtre standard, ensuite le filtrat est évaporé pour éliminer le méthanol au moyen d'un évaporateur, type : Heidolph.

Les polyphénols totaux sont déterminés selon la méthode décrite par Juntachote *et al.*(2007) : 500 µl de l'extrait végétal est additionné à 5 mL d'eau distillée et 0,5 mL du réactif Folin-Ciocalteu. Le mélange est agité pendant 3 à 5 min, puis neutralisé avec 0,5 mL de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (7,5 %). La lecture des absorbances est effectuée à 760 nm après incubation pendant 1 heure à

température ambiante et à l'abri de la lumière. La teneur en composés phénoliques est exprimée en mg d'équivalent d'acide gallique (EAG) par 100g de poids frais pour l'ensemble des échantillons analysés.

La teneur en polyphénols totaux est calculée en se référant à la gamme étalon signalée en annexe 1 (figure 3).

#### **I.2.2.11. Les flavonoïdes**

##### **▪ Principe**

L'estimation de la teneur en flavonoïdes totaux contenus dans les extraits végétaux est réalisée par la méthode décrite par GURSOY et *al.* (2009).

Les flavonoïdes forment des complexes jaunâtres par chélation des métaux (fer et aluminium). Ceci traduit le fait que le métal (Al) perd deux électrons pour s'unir à deux atomes d'oxygène de la molécule phénolique agissant comme donneur d'électrons (Ribéreau-Gayon, 1968).

##### **▪ Mode opératoire**

- Mètre 1 mL d'extrait végétal dans un tube à essai.
- Ajouter 1 mL de chlorure d'aluminium ( $AlCl_3$ ), à 2 %.
- Après 10 minutes d'incubation à l'obscurité, l'absorbance est lue à 415 nm.
- Le témoin est préparé par le mélange de 1 mL de chlorure d'aluminium ( $AlCl_3$ ) et 1 mL de méthanol, sans extrait végétal.

La concentration des flavonoïdes est calculée en se référant à la courbe d'étalonnage mentionnée en annexe 1 (figure 4), obtenue en utilisant la quercétine comme standard.

#### **I.3. Préparation de sirop de dattes**

Comme décrit sur la figure 8, les dattes sont d'abord triées, nettoyées et dénoyautées. La masse de la pulpe de dattes obtenue est ensuite broyée et mélangée avec de l'eau distillée avec un rapport de 1/3. Le mélange pulpe /eau, est porté au bain marie à 70°C pendant 30 min avec agitation périodique, l'extrait de dattes obtenu est ensuite filtré à travers un tamis de 50  $\mu m$ . L'extrait filtré est ensuite concentré sous vide (410-430 mmHg), à 70 °C jusqu'à l'obtention d'un sirop, dont le TSS est de 70 %.

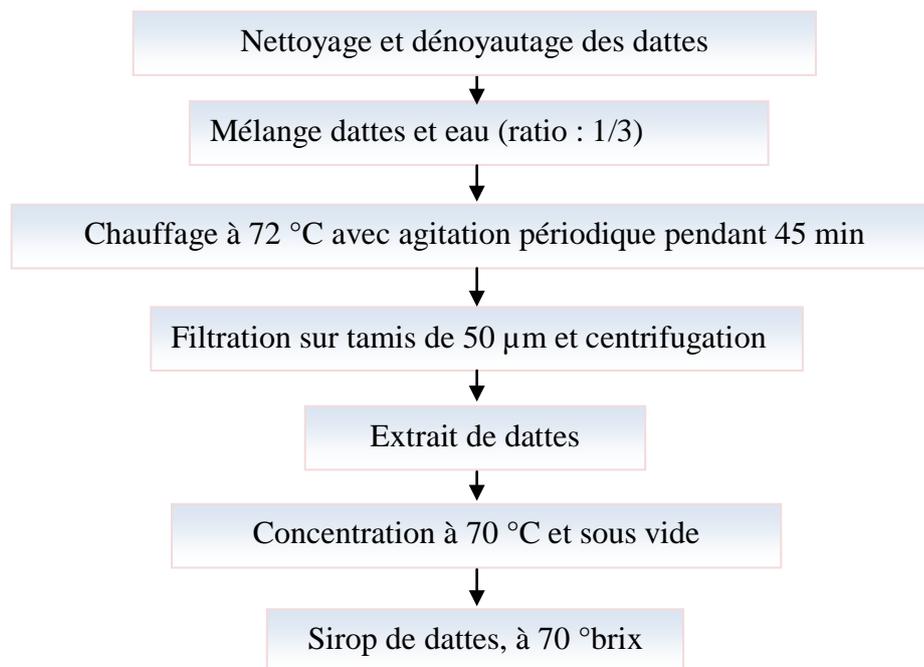


Fig 8. Schéma d'obtention de sirop de dattes

Le pourcentage de pureté de sirop de dattes est déterminée comme suit (Mathlouthi et Reizer, 1995) : 
$$\text{Pureté \%} = \frac{\text{Sucres totaux}}{\text{Taux de solides solubles}} \times 100 \dots\dots\dots(8)$$

## I.4. Elaboration des compotes

### I.4.1. Préparation des purées d'abricots et de pommes

Les abricots et les pommes sont d'abord nettoyés et dénoyautés. Ils sont ensuite blanchis à la vapeur d'eau pendant 5 min, pour but d'inactiver les enzymes catalysant le brunissement ou les oxydations lors du broyage des fruits et du stockage.

La figure 9, donne les étapes en détail de la préparation des purées de pommes et d'abricots pour les essais de formulation des compotes.

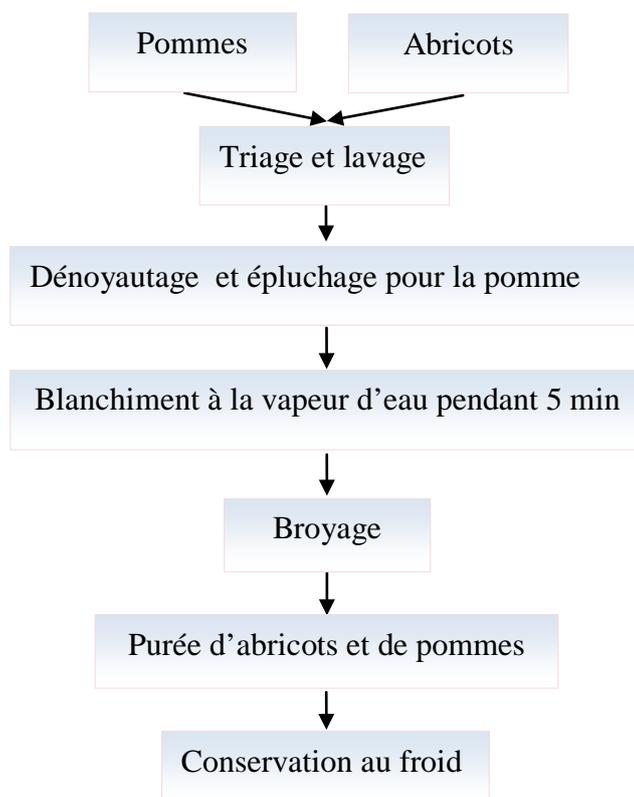


Fig 9. Schéma de la préparation des purées d'abricots et de pommes pour les essais de formulation des compotes

#### I.4.2. Formulation des compotes

Dans notre étude, nous avons formulé des compotes de fruits à base d'abricot et pomme, dont la composition de la compote standard (contrôle) est comme suit : 60 % de purée de pommes, 20 % de purée d'abricots et 20 % de sirop de saccharose.

Pour les compotes 2 et 3, le sirop de saccharose est remplacé au taux de 50 et de 100 % respectivement par le sirop de dattes, à raison de la même teneur en sucres totaux.

Les compotes sont préparées sans aucun ajout d'additifs.

La cuisson des compotes est effectuée sous vapeur d'eau pendant 10 min, ensuite elles sont pasteurisées à 90° C. En effet, dans le cas des conserves des fruits, dont le pH est naturellement inférieur à 4,5, la conservation est assurée du point de vue microbiologique lorsque la température au centre du récipient aura atteint 85 °C (Bartholin, 1991). Selon Colin-Henrion (2008), les barèmes de pasteurisation usuels d'une purée de pomme sont de l'ordre de 90 ° C pendant 2 à 3 mn.

L'organigramme de fabrication des compotes est illustré dans la figure 10.

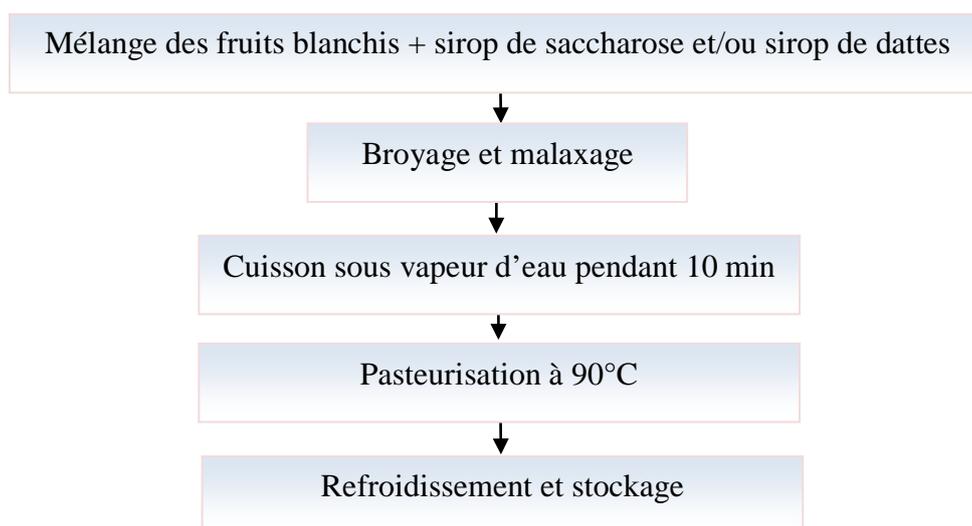


Fig 10. Schéma de fabrication des compotes

### I.5. Caractérisation physicochimique de sirop de dattes et des compotes

Nous avons déterminé la teneur en eau, le pH, le brix, les sucres totaux, les sucres réducteurs, les protéines, les cendres, les éléments minéraux, les polyphénols totaux et les flavonoïdes. Les modes opératoires utilisés sont les mêmes appliqués aux fruits.

Dans le cas des compotes, deux autres éléments minéraux sont dosés, il s'agit du phosphore et du manganèse. Ils sont déterminés par ICP-MS (spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif), type iCAP Q thermo scientific.

Pour le sirop de dattes, nous avons dosé en plus les pectines selon le mode opératoire suivant :

- **Dosage des pectines**

- **Extraction et solubilisation des pectines**

Une quantité de 50 g de sirop de dattes est mélangé avec 2,5 L d'eau distillée. Le pH est ramené à 1,5 avec de l'acide chlorhydrique (HCl à 0,5M). Le mélange est ensuite chauffé pendant 1 heure à une température de 80 à 82 °C, avec agitation continue (Kratchanova *et al.*, 2004).

- **Filtration**

À la fin de la solubilisation, filtrer le mélange, le jus pectique obtenu est immédiatement refroidi et conservé au réfrigérateur (pour éviter d'éventuelles augmentations de la viscosité et la dégradation de la pectine).

### ▪ Purification

Le jus pectique trouble est clarifié par centrifugation (3000 tours/minutes) pendant 10 minutes.

### ▪ Précipitations des pectines par le chlorure d'aluminium

La technique de précipitation utilisée dans notre travail est celle préconisée par De Luca et Joslyn (1956).

La solution de chlorure d'aluminium est préparée en dissolvant une masse de 133,48g ( $\text{AlCl}_3$ ) par litre d'eau distillée.

La pectine est précipitée par le sel de chlorure d'aluminium dans les conditions suivantes :

- 60 mL de chlorure d'aluminium sont ajoutés à un litre de jus pectique, l'ajout se fait subitement à un pH = 3,8 (l'ajustement du pH se fait par l'ammoniaque :  $\text{NH}_4\text{OH}$  à 5 N). Le mélange est agité pendant 15 minutes, puis laissé se stabiliser au réfrigérateur pendant 30 minutes.

- Le précipité obtenu est filtré à travers un tissu, puis pressé et lavé à l'alcool acidulé (55% d'alcool + 6,5 % d'HCl + 38,5 % d'eau distillée), soit à un pH approximativement égal à 1. Le lavage à l'alcool acidulé de la pectine est amélioré par des suspensions successives dans de l'alcool à 80 et à 60 %. Cette dernière opération est reproduite quatre fois de sorte que ces lavages puissent éliminer les chlorures.

- Un dernier lavage à l'acétone pur est réalisé, pour éliminer les traces d'acide chlorhydrique et d'alcool absorbées par la pectine et pour faciliter l'émiettement des pectines.

### ▪ Séchage et stockage des pectines

Les pectines obtenues sont séchées dans une étuve à vide à une température de 45 °C jusqu'à un poids constant (Constenla et *al.*, 2002).

La teneur en pectines est déterminée comme suit :

$$\text{PEC \%} = \frac{M_1 - M_2}{P} \times 100 \dots\dots\dots(9)$$

Soit :

PEC : teneur en pectines, en %.

$M_1$  : masse initiale « capsule + matière fraîche », en g.

$M_2$  : masse finale « capsule + matière sèche », en g.

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

## I.6. L'analyse sensorielle des compotes

Nous avons réalisé ce test dans le but d'apprécier le degré d'acceptabilité des compotes élaborées.

Les compotes obtenues sont conservées d'une manière parfaitement homogène.

Les échantillons sont présentés aux consommateurs d'une manière anonyme avec un simple codage de trois nombres. Ils sont évalués pour la texture, la couleur, le goût et l'odeur (annexe 3). La valeur moyenne de ces propriétés sensorielles est évaluée en tant qu'acceptabilité globale. Les échantillons sont évalués sur une échelle hédonique de 9 points, du qualificatif " pas agréable " jusqu'à " très agréable " (Le Magnen, 1998). L'évaluation est faite par un panel des étudiants du département de technologie alimentaire (Batna, Algérie), se composant de 15 sujets, dont l'âge s'étend de 20 à 40 ans. Nous avons mis à la disposition de chaque dégustateur une cuillère pour goûter les compotes et une bouteille d'eau pour se rincer la bouche. Le test est réalisé à la température ambiante.

Une séance d'entraînement est faite aux panelistes, pour leur expliquer le protocole à suivre.

### **I.7. Détermination de la couleur des compotes et de sirop de dattes**

La couleur des compotes est déterminée par un chromamètre type Minolta (CR 10), en utilisant le système CIELAB en déterminant les paramètres :

L\* : désigne la clarté, varie du 0 au 100 (axe blanc-noir).

a\* : varie du vert (valeur négative) au rouge.

b\* : varie du bleu (valeur négative) au jaune.

### **I.8. Etude de la rhéologie des compotes**

Selon Javanmard et Johari (2010), dans le cas des solutions épaisses et des substances semi-solides, l'étude rhéologique est faite avec une géométrie type cône-plan (fig 11).

Le comportement rhéologique des compotes est évaluée au moyen d'un rhéomètre type Thermo HAAKE (K10), équipé d'un dispositif de rotation, avec une géométrie cône-plan reliée à un logiciel de traitement de données (RheoWin gestionnaire de données, Pro 2,96). Le cône est mobile alors que le plan reste fixe.

Les compotes sont placées entre le plan (30 mm de diamètre) et le cône (28 mm de diamètre), avec un angle  $\theta$  de  $1,74^\circ$ , à  $20^\circ\text{C}$ . Les échantillons sont ensuite soumis à un cisaillement de 10 secondes à faible vitesse, suivies par un taux de cisaillement de 8 à 350 (1/s).

Les courbes de l'évolution de la viscosité en fonction du taux de cisaillement  $\eta = f(\dot{\gamma})$ , sont enregistrées et soumises à différents modèles rhéologiques pour voir le meilleur ajustement en utilisant un logiciel RheoWin.

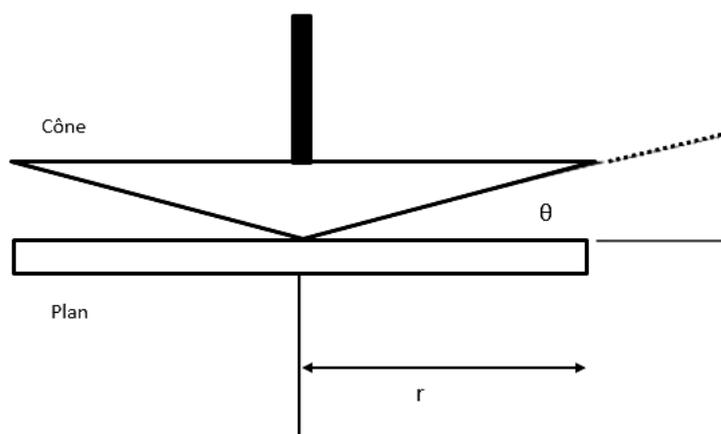


Fig 11. Géométrie cône-plan (Colin-Henrion, 2008)

## I.9. Étude de l'activité biologique des fruits, de sirop de dattes et des compotes

### I.9.1. Test de réduction du fer (FRAP : Ferric Reducing Antioxidant Power)

#### ▪ Principe

Le pouvoir réducteur des échantillons est déterminé selon la méthode d'Oyaizu (1986). Le pouvoir réducteur indique l'aptitude des extraits végétaux à réduire le fer (III) en fer (II). Le mécanisme est connu comme étant un indicateur de l'activité donatrice d'électrons, caractéristique de l'action antioxydante des polyphénols.

#### ▪ Mode opératoire :

Le protocole expérimental suivi est celui décrit par Gülçin *et al.* (2010) :

- Mettre 1 mL de l'extrait végétal dans les tubes à essai.
- Ajouter 2,5 mL ferrocyanure de potassium [ $K_3Fe(CN)_6$ ], à 1%.
- Après, additionner 2,5 mL de la solution tampon phosphate (0,2M, pH 6,6).
- Ensuite, porter le mélange à 50°C, pendant 20 minutes.
- Après incubation, 2,50 mL de l'acide trichloroacétique à 10 % sont ajoutés dans chaque tube.
- Prélever 2,50 mL du mélange, lui ajouter successivement 2,50 mL d'eau distillée et 0,50 mL de  $FeCl_3$  à 0,1%.
- Mener les mêmes opérations pour le blanc en remplaçant l'extrait végétal par le méthanol.

L'absorbance est lue à 700 nm. Les valeurs du test de FRAP sont déduites à partir de la gamme étalon mentionnée en annexe 1 (figure 5). Les résultats sont exprimés en milligrammes d'acide gallique par 100g d'échantillon.

### I.9.2. Mesure de l'activité antiradicalaire (DPPH)

Cette méthode est basée sur la réduction des solutions alcooliques de DPPH (2,2-Diphényl-1-picrylhydrazyl) en présence des antioxydants dans le milieu réactionnel.

A 975 µL de l'extrait végétal, ajouter successivement 25 µL de la solution de DPPH (0,2 mol/L). Le mélange est ensuite conservé à l'ombre et à la température ambiante pendant 15 min, ensuite l'absorbance est déterminée à 515 nm. Un témoin (contrôle) est préparé dans les mêmes conditions, exempt de l'extrait végétal. Le pourcentage de l'inhibition de l'oxydation du DPPH est calculé selon la formule suivante (Benmeddour et *al.*, 2013) :

$$\text{DPPH}\% = \frac{\text{Absorbance contr\^ole} - \text{Absorbance \^echantillon}}{\text{Absorbance contr\^ole}} \times 100 \dots\dots\dots(10)$$

### I.7. Analyse statistique

Toutes les analyses sont déterminées en triplicata. Les valeurs des paramètres sont exprimées comme moyenne ± écart type. L'analyse statistique est exécutée en utilisant le logiciel SPSS (version 20). Le Test de Duncan est utilisé pour évaluer la signification des différences entre les valeurs des moyennes au niveau de  $p < 0,05$  %.

**CHAPITRE II**  
**RÉSULTATS ET**  
**DISCUSSION**

## II.1. La datte

### II.1.1. Caractérisation morphologique de la datte Mech Degla

Les résultats concernant les propriétés physiques de la datte Mech Degla sont mentionnés dans le tableau 30. Ces résultats sont la moyenne de 20 répétitions.

Tableau 30. Caractéristiques morphologiques de la datte Mech-Degla

Paramètres	Valeur moyenne
Poids de la datte (g)	05,12 ± 0,65
Poids de la pulpe (g)	04,15 ± 0,56
Poids du noyau (g)	0,97 ± 0,16
Longueur de la datte (mm)	33,82 ± 2,15
Largeur de la datte (mm)	17,44 ± 0,86
Rapport pulpe /fruit (%)	80,90 ± 0,02

La datte Mech Degla a un poids moyen de 05,12g, et le poids de la pulpe est de 4,15 g. Ces valeurs sont supérieures à celles signalées par Acourene et Tama (1997) qui sont de 4,37 g pour le poids du fruit et 3,5 g pour la pulpe de la même variété. Par comparaison, ces valeurs sont inférieures à la datte Degla-Beida (variété sèche), qui a un poids de 6,06 g pour le fruit entier et 5,35g pour la pulpe (Amellal Chibane, 2008).

Le résultat du poids de la pulpe de la datte étudiée est compris dans la limite des valeurs obtenues pour les deux variétés omanaises (dattes sèches) : Um Sellah et Shahal, qui ont respectivement un poids de 3,85 et 4,97 g (Al-Farsi *et al.*, 2007).

La longueur moyenne de la datte est de 33,82 mm, sa largeur est de 17,44 mm. Ces dimensions sont comparables à celles citées par Amellal Chibane (2008) qui donnent des valeurs de 35,9 mm pour la longueur et 19 mm pour la largeur. Le rapport pulpe/fruit est égal à 80,90 %, il est comparable à celui cité par Acourene *et al.* (1997), qui est de 82,45 % pour la même variété. Ce rapport obtenu pour la datte Mech Degla se situe dans l'intervalle trouvé par Ben Ismaïl *et al.* (2013) qui est de 74,9-92,3 % pour les 7 principales variétés tunisiennes étudiées.

Ces différences entre le poids et les dimensions des dattes sont dues à la variété, aux facteurs climatiques et aux techniques culturales appliquées.

### II.1.2. Caractérisation physicochimique de la pulpe de dattes

Les caractéristiques physicochimiques des dattes sont mentionnées dans le tableau 31.

Tableau 31. Caractérisation physicochimique de la datte Mech Degla

Paramètres	Valeur moyenne
Eau (%) <sup>1</sup>	11,98 ± 0,11
Matière sèche (%) <sup>1</sup>	88,02 ± 0,11
pH	05,52 ± 0,00
Brix(%) <sup>1</sup>	65,57 ± 1,43
Sucres totaux (%) <sup>1</sup>	63,10 ± 0,66
Sucres réducteurs (%) <sup>1</sup>	14,29 ± 0,39
Saccharose (%) <sup>1</sup>	48,80 ± 0,67
Protéines (%) <sup>2</sup>	01,95 ± 0,06
Cendres (%) <sup>2</sup>	02,14 ± 0,07
K (mg/100g) <sup>2</sup>	714,27 ± 43,37
Mg (mg/100g) <sup>2</sup>	38,53 ± 3,35
Ca (mg/100g) <sup>2</sup>	24,46 ± 0,10
Na (mg/100g) <sup>2</sup>	07,16 ± 0,72
Cu (mg/100g) <sup>2</sup>	0,85 ± 0,007
Polyphénols totaux (mg EAG/100g) <sup>1</sup>	33,99 ± 3,52
Flavonoïdes (mg EQ/100g) <sup>1</sup>	08,75 ± 0,13

<sup>1</sup>: % poids frais.

<sup>2</sup>: % de poids sec.

La teneur en eau de la datte étudiée est de 11,98 %. Cette valeur est comparable à celles citées par Al-Hooti *et al.* (2002), qui donnent une teneur de 11,53 et 11,55 % respectivement pour les deux variétés saoudiennes Birhi et Safri.

Le pH des dattes est de 5,52. Ce résultat est presque identique à celui donné par Chibane *et al.* (2007), qui est 5,54 pour la même variété. Par comparaison aux variétés étrangères, ce résultat est similaire au pH des deux variétés émiraties : Gash Gaafar et Bushibal (dattes sèches) qui est respectivement de 5,3 et 5,4 (Al-Hooti *et al.*, 1997). D'après Reynes *et al.* (1994), le pH la plupart des dattes tunisiennes étudiées se situe entre 5,3 et 6,3.

Le taux des sucres totaux est de 63,10 % de poids frais, soit 72 % (MS), dont 14,29 % sont des sucres réducteurs (16,20 % MS). Cette teneur montre la richesse de la datte Mech-Degla en sucres. La fraction majeure des sucres est composée essentiellement de saccharose avec une teneur de 48,80 % (MF), soit 55,50 % (MS). Nos résultats sont inférieurs à ceux obtenus par Ait

Ameur (2001), qui donne une valeur de 80,77 % (MS) pour les sucres totaux, dont 28,98 % sucres réducteurs et 51,79 % saccharose pour la même variété. Cette différence au niveau des sucres réducteurs s'explique par l'inversion enzymatique du saccharose pendant la maturation et la conservation du fruit.

L'indice de qualité "r" calculé pour la variété de dattes étudiée est de 5,26, il est supérieur à 3,5, ce qui indique qu'elle est sèche, et apte à une bonne conservation.

La variété de dattes Mech-Degla renferme une teneur en protéines de 1,95 % du poids sec. Cette valeur se situe dans l'intervalle donné par Borchani *et al.* (2010), qui est de 0,66-2,85% (MS) pour les 11 variétés tunisiennes étudiées.

Le taux des cendres est de 2,14 % (MS). Ce taux est comparable à ceux mentionnés dans la littérature. En effet, Youssif *et al.* (1982) signalent des teneurs proches qui sont de 1,80 ; 1,86 ; 1,92 et 2,12 % du poids sec respectivement pour les dattes irakiennes : Hallawi, Zahdi, Sayer et Khadrawi. Besbes *et al.* (2009), rapportent des taux en cendres de 1,98 et 2,69 % du poids sec, dans l'ordre pour les deux variétés tunisiennes Allig et Deglet Nour.

Le profil minéral de la datte montre que le potassium (K), est le composant majeur, ceci est affirmé dans plusieurs travaux (Youssif *et al.*, 1982 ; Booiij *et al.*, 1992 ; Ahmed and Ahmed 1995 ; Cheikh-Rouhou *et al.*, 2006 ; Chaira *et al.*, 2009). Les résultats obtenus pour l'ensemble des éléments minéraux sont comparables à ceux cités dans la littérature. La datte étudiée renferme une teneur en potassium de 714,27 mg/100g (MS). Cette valeur est légèrement supérieure à celle donnée par Chibane *et al.* (2007) qui est de 678 mg/100 g (MS) pour la même variété.

En effet, Borchani *et al.* (2010) rapportent des valeurs limites en mg/100g (MS) pour les éléments suivants : le potassium (404,19-774,71), le calcium (11,10-36,52), le sodium (5,27-25,14) et le magnésium (30,32- 89,17). Ismail *et al.* (2006) donnent des teneurs de 524-1164 mg/100g (MS) pour le potassium, 8,5-69,3 mg/100g pour le sodium et 31,9-62,3 mg/100g pour le magnésium. Pour le cuivre, il se trouve dans la datte avec un taux de 0,85 mg/100g (MS), ce taux est supérieur à celui cité par Ahmed *et al.*, (1995), qui se situe entre 0,1-0,5 mg/100g (MS) pour l'ensemble des dattes émiraties étudiées.

Selon Reynes *et al.* (1994), les éléments minéraux des dattes sont classés en trois groupes selon leurs teneurs moyennes décroissantes : [K], [P, Mg, Ca] et [Fe, Cu, Zn, Mn].

La datte Mech-Degla renferme une teneur en polyphénols totaux de 33,99 mg EAG/100 g de poids frais. Cette teneur est largement inférieure à celles citées par Al-Farsi *et al.* (2007) qui donnent des teneurs de 146, 150 et 162 mg EAG/100g (MF), respectivement pour les variétés omanaises suivantes : Um Sellah, Mabseeli et Shahal (dattes sèches).

La teneur en polyphénols dépend de la variété de datte, l'origine géographique, la durée de stockage des fruits et les conditions d'extraction comme : le solvant utilisé, le ratio matériel végétal/solvant et la durée d'extraction (Benmeddour *et al.*, 2013 ; Louaileche *et al.*, 2015).

En comparant la teneur en polyphénols de la datte Mech Degla, à celles de d'autres fruits donnés par Fu *et al.* (2011) et qui sont de l'ordre de 58,12-73,96 ; 57,13 ; 53,73-69,91 ; 77,23 ; 19,32-80,28 ; 35,02-37,03 ; 27,58 ; 65,06 ; 87,54 mg EAG/100g de poids frais respectivement pour la pomme, la banane, le citron, l'orange, les raisins, la mangue, la pêche, la prune et le Kiwi, nous pouvons conclure que la datte étudiée renferme une teneur en substances phénoliques.

Les flavonoïdes sont des antioxydants puissants. Le taux des flavonoïdes enregistré pour la datte Mech Degla est de 8,75 mg EQ/100g (MF), ce qui représente 25,74 % des polyphénols totaux. Cette teneur est comparable à celles obtenues par Chaira *et al.* (2009) qui signalent des valeurs de 8,64 et 8,69 mg EQ/100g de dattes fraîches, respectivement pour les deux variétés tunisiennes Rotbi et Bekreri.

Les apports journaliers en antioxydants non nutriments sont variables en fonction du type d'alimentation. Certains auteurs préconisent des apports alimentaires journaliers en composés phénoliques chez l'homme compris entre 100 et 1000 mg (Roberfroid, 2002).

### **II.1.3. Le pouvoir antioxydant de la datte**

Le pouvoir antioxydant de la datte est estimé par deux tests (tableau 32) :

Test par DPPH où le résultat est exprimé en pourcentage de l'inhibition de l'oxydation du radical DPPH, il est de l'ordre de 93,68 %. Ce résultat est largement supérieur à ceux donnés par Benmeddour *et al.* (2013) qui sont respectivement de 32,4 ; 52,2 ; 60,00 ; 60,20 ; 60,40 ; 67,8 ; 76,60 ; 79,10 ; 82,4 et 86,00 % pour les variétés algériennes suivantes : Thouri, Itima, Deglet Nour, Mech-Degla, Deglet Ziane, Degla Beida, Arechti, Halwa, Sebt Mira et Ghazi. De même, Louaileche *et al.* (2015) donnent des valeurs comprises entre 51,26 et 89,08 % pour les dattes algériennes étudiées.

Singh *et al.* (2012), donnent des valeurs inférieures à notre résultat et qui sont de 69,5 ; 72,1 et 72,7 % respectivement pour les variétés omanaises suivantes : Khasab, Khalas et Fardh.

Le résultat de FRAP est exprimé en milligramme équivalent d'acide gallique (EAG) par 100 grammes de dattes fraîches. Il est de 334,87 mg EAG/100 g de dattes. Cette valeur est supérieure à celle donnée par Benmeddour *et al.* (2013) qui est de 272 mg EAG/100 g (MS) pour la même variété (Mech-Degla) et comparable à celles trouvées pour les deux autres variétés algériennes : Itima et Deglet Nour, qui ont respectivement une valeur de 336 et 376 mg EAG/100 g (MS).

Tableau 32. Pouvoir antioxydant de la datte évalué par le test FRAP et DPPH

Tests	Valeur moyenne
FRAP (mg EAG/100g)	334,87 ± 23,80
Activité antiradicalire (%)	93,68 ± 2,90

Ces différences enregistrées au niveau de l'activité antioxydante s'expliquent d'une part, par le profil phénolique de chaque variété de dattes et d'autre part par la présence de d'autres substances à effet antioxydant comme les caroténoïdes, la vitamine A et C, avec des teneurs variables (Al-Farsi *et al.*, 2005b ; Boudries *et al.*, 2006).

## II.2. L'abricot

### II.2.1. Caractéristiques morphologiques de l'abricot

Les propriétés morphologiques du fruit d'abricot sont rapportées dans le tableau 33.

Tableau 33. Caractéristiques morphologiques de la variété d'abricot Rosé de Menâa

Paramètres	Valeur moyenne
Poids entier (g)	32,22 ± 3,81
Poids de la pulpe (g)	29,33 ± 3,29
Poids du noyau (g)	02,69 ± 0,29
Longueur du fruit (mm)	40,85 ± 2,05
Largeur du fruit (mm)	37,88 ± 1,54
Ratio pulpe/Noyau (%)	10,90

Le poids entier moyen de l'abricot est de 32,22 g, ce résultat concorde avec celui donné par Haciseferogullari *et al.* (2007), qui est respectivement de 32,17 et 34,10 g pour les deux variétés de la Turquie : Kabaşi et Hasenbey. Le poids moyen de la pulpe est de 29,33 g, ce résultat se situe dans l'intervalle donné par Ali *et al.* (2011) qui signale un poids entre 11,21 et 33,54 g pour les 6 variétés cultivées au Pakistan.

Les résultats de la longueur et la largeur de la variété d'abricot sont comparables à ceux mentionnés par Ali *et al.* (2011) qui donnent une longueur comprise entre 29,42 et 45,49 mm, et une largeur dans l'intervalle de 24,91 à 38,90 mm pour les variétés étudiées.

Le ratio pulpe/noyau trouvé pour la variété d'abricot est de 10,90 %, il est comparable à celui mentionné par Ali *et al.* (2011) qui donne un chiffre de 8,71 à 14,15 % pour les variétés étudiées.

### II.2.2. Caractérisation physicochimique de l'abricot

Les caractéristiques physicochimiques de la variété d'abricot étudiée sont mentionnées dans le tableau 34.

La matière sèche enregistrée pour la variété d'abricot utilisée est de 14,69 %. Cette valeur est comparable à celles trouvées par Madrau *et al.* (2009) qui sont estimées à 15,71 et 16,09 % respectivement pour les deux variétés Cafona et Pelese, cultivées en Italie. Le taux de solides solubles (TSS) est de 13,60 %, ce résultat est en accord avec ceux données par Ali *et al.* (2011), qui signalent un intervalle de 12,67 à 20 % pour certaines variétés cultivées au Pakistan. Le pH est de 3,77, cette valeur concorde avec celle rapportée par Caliskan *et al.* (2012) qui donne une valeur de 3,74 pour la variété Ninfa, cultivée en Turquie.

Tableau 34. Caractéristiques physicochimiques de l'abricot

Paramètres	Valeur moyenne
Eau (%) <sup>1</sup>	85,31 ± 0,13
Matière sèche (%) <sup>1</sup>	14,69 ± 0,13
pH	03,77 ± 0,01
Brix (TSS %) <sup>1</sup>	13,60 ± 0,10
Sucres totaux (%) <sup>1</sup>	07,09 ± 0,62
Sucres réducteurs (%) <sup>1</sup>	02,08 ± 0,00
Saccharose (%) <sup>1</sup>	05,01 ± 0,62
Protéines (%) <sup>2</sup>	01,80 ± 0,00
Cendres (%) <sup>2</sup>	04,88 ± 0,39
K (mg/100g) <sup>2</sup>	2613,36 ± 0,01
Mg (mg/100g) <sup>2</sup>	70,72 ± 0,01
Ca (mg/100g) <sup>2</sup>	203,56 ± 0,02
Na (mg/100g) <sup>2</sup>	68,16 ± 0,01
Cu (mg/100g) <sup>2</sup>	0,27 ± 0,02
Polyphénols totaux (mg EAG/100 g) <sup>1</sup>	26,00 ± 1,68
Flavonoïdes (mg EQ/100 g) <sup>1</sup>	08,76 ± 0,70

<sup>1</sup> : 100g de poids frais. <sup>2</sup> :100g de poids sec.

Les sucres sont présents avec un taux de 7,09 % de poids frais, avec une valeur de 2,08 % pour les sucres réducteurs. Ce résultat est similaire à celui cité par Ragab (1987) qui est de 7,15 % pour les sucres totaux, dont 2,50 % de sucres réducteurs.

Le taux des cendres est de 4,88 % (MS), il est comparable à ceux donnés par Haciseferogullari *et al.* (2007) qui sont rangés dans la limite de 2,72-5,34 % (MS).

Le potassium est l'élément minéral dominant dans l'abricot avec une teneur de 2613,36 mg/100g MS. Cette valeur rejoint celles données par Ali *et al.* (2011) qui sont de 2040 à 3000 mg/100g (MS) pour l'ensemble des variétés analysées. De même, Akin *et al.* (2008) rapportent des valeurs comprises entre 1227 et 3455 mg/100g (MS), pour les 11 variétés cultivées en Turquie.

Les résultats obtenus pour l'ensemble des éléments minéraux sont comparables à ceux cités par Akin *et al.* (2008), qui donnent des valeurs en mg/100g (MS) pour les minéraux suivants : le potassium (1227-3455), le magnésium (110,4-284,4), le calcium (100,7-240,5), sodium (8-17,8). Pour le cuivre (Cu), la valeur obtenue est comparable à celle citée par Ali *et al.* (2011) qui donnent un intervalle de 0,14-0,86 mg/100g (MS) pour l'ensemble des variétés étudiées.

La variété d'abricot étudiée renferme une teneur en polyphénols totaux de l'ordre de 26,00 mg EAG/100g (MF), dont 8,76 mg sont des flavonoïdes, qui représentent un pourcentage de 33,69 % des polyphénols totaux. Par comparaison, nos résultats sont comparables à ceux trouvés par Leccese *et al.* (2007) qui donnent une limite en polyphénols s'étendant de 20,78 à 75,76 mg EAG/100 g de poids frais pour les 9 variétés étudiées.

La teneur en flavonoïdes trouvée pour la variété d'abricot étudiée est comparable à celle donnée par Ali *et al.* (2015), qui est de 1 à 12 mg/100g de poids frais.

### II.2.3. Le pouvoir antioxydant de l'abricot

Pour le test DPPH : le résultat est de l'ordre de 28,97 % (tableau 35). Ce résultat est comparable à ceux donnés par Hegedús *et al.* (2010) qui sont respectivement de 25,35 ; 26,44 ; 27,62 ; 29,11 et 31,19 % pour les variétés d'abricots suivantes : Shalakh, Kesh Pshar, Göncimagyarkajsz, Ceglédióriás et Ceglédi Piroška. Notre résultat est supérieur à celui donné par Wani *et al.* (2015) qui est de 21,68 % pour la variété indienne: Harcot.

Le pouvoir réducteur (FRAP) est de 29,44 mg EAG/100 g (MF). Aucune référence qui exprime le pouvoir réducteur en équivalent acide gallique/100 g n'a été trouvée. Des résultats exprimés en équivalent acide ascorbique peuvent être cités à titre indicatif pour montrer que l'abricot possède un pouvoir réducteur. En effet, Hegedús *et al.* (2010) signalent des résultats

supérieurs à 10,4 mmol EAA/L. Ouchemoukh *et al.* (2012) donnent une valeur de 661,20 mg EAA/100 g (MS).

Tableau 35. Pouvoir antioxydant de l'abricot évalué par les deux tests FRAP et DPPH

Tests	Valeur moyenne
FRAP (mg EAG/100g)	29,44 ± 0,17
Activité antiradicalire (%)	28,97 ± 0,77

## II.3. La pomme

### II.3.1. Caractérisation morphologique de la pomme

Les caractéristiques morphologiques de la variété de pomme Golden Delicious sont signalées dans le tableau 36.

Tableau 36. Caractéristiques morphologiques de la pomme Golden Delicious

Paramètres	Valeur moyenne
Poids entier (g)	203,49 ± 19,90
Longueur du fruit (mm)	73,49 ± 3,16
Largeur du fruit (mm)	76,45 ± 2,62

Les résultats obtenus montrent que le poids moyen de la pomme entière est de 203,49 g, il est supérieur à celui donné dans la littérature. Pour la même variété, Jackson (2003) donne une valeur de 145g, Iacopini *et al.* (2010) signalent un poids de 116,60 g. Cette différence s'explique par les conditions agroclimatiques et édaphiques.

### II.3.2. Caractérisation physicochimique de la pomme

La composition biochimique de la pomme est rapportée dans le tableau 37.

L'eau est le composant majeur de la pomme, elle en contient avec une teneur de 83,76 %. Cette valeur concorde avec celle citée par Chassagne-Berces *et al.* (2013) qui est de 84,90 %. Le brix de la pomme est de 13,70 %, il est comparable à celui indiqué par Wu *et al.* (2007) ; Iacopini *et al.* (2010), qui donnent respectivement des valeurs de 13,4 et 13,60 % pour la même variété.

Le pH est de 3,62, cette valeur est en accord avec celle citée par Iacopini *et al.* (2010) qui est de 3,60 pour la même variété.

Le taux des sucres totaux est de 12,16 % de poids frais, dont 4,41 % de sucres réducteurs. Les teneurs en sucres sont similaires à celles trouvées par Vieira *et al.* (2009) qui sont de 11,54-14,78 % (MF), pour les 6 variétés brésiliennes étudiées. Concernant les sucres réducteurs, nos résultats sont comparables à ceux cités par Kalkisim *et al.* (2015) qui sont de 4,20 et 4,64 % (MF) respectivement pour les deux variétés Brid Apple et Mahsusa, cultivés en Turquie.

Tableau 37. Caractéristiques physicochimiques de la pomme Golden Delicious

Paramètres	Valeur moyenne
Eau (%) <sup>1</sup>	83,76 ± 0,73
Matière sèche (%) <sup>1</sup>	16,24 ± 0,73
pH	3,62 ± 0,02
Brix(%) <sup>1</sup>	13,70 ± 0,10
Sucres totaux (%) <sup>1</sup>	12,16 ± 1,41
Sucres réducteurs (%) <sup>1</sup>	4,41 ± 0,56
Saccharose (%) <sup>1</sup>	7,75 ± 1,04
Protéines (%) <sup>2</sup>	0,23 ± 0,09
Cendres(%) <sup>2</sup>	01,31 ± 0,03
K (mg/100g) <sup>2</sup>	412,31 ± 0,02
Ca (mg/100g) <sup>2</sup>	27,32 ± 0,02
Mg (mg/100g) <sup>2</sup>	20,28 ± 0,03
Na (mg/100g) <sup>2</sup>	19,88 ± 0,03
Cu (mg/100g) <sup>2</sup>	0,23 ± 0,02
Polyphénols totaux (mg EAG/100g) <sup>1</sup>	41,03 ± 1,82
Flavonoïdes (mg EQ/100g) <sup>1</sup>	13,40 ± 0,00

<sup>1</sup> : poids frais.

<sup>2</sup> : poids sec

La pomme renferme une teneur en protéines de 0,23g/100g de poids sec, correspondant à un taux de 0,19 % (MF). Cette valeur est inférieure à celle signalée par CIQUAL (2008) qui est de 0,26 à 0,30 % (MF) pour les pommes fraîches.

Le taux des cendres est de 1,31 %, cette valeur se situe dans l'intervalle donné par Kalkisim *et al.* (2015) qui est de 0,60 à 1,53 % du poids sec pour les seize variétés de pomme étudiées et cultivées en Turquie. Pour les teneurs en éléments minéraux, la teneur en potassium est de 412,31 mg/100g (MS), elle est inférieure à celle obtenue par Manzoor *et al.* (2012) qui est de 790,1 mg/100g (MS) pour la même variété, toutefois elle est comparable aux valeurs obtenues pour les deux autres variétés étudiées Sky Spur et Kashmir Amri, cultivées au Pakistan et qui renferment respectivement des teneurs de 443,6 et 490,1 mg/100g de poids sec. Le résultat trouvé pour le sodium est similaire à celui cité par Boudabous *et al.* (2013) qui donne une valeur de 18,46 mg/100g (MS) pour la variété tunisienne Douce de Djerba. Les teneurs obtenus pour le reste des minéraux rejoignent celles mentionnées par Kalkisim *et al.* (2015), qui donnent des limites en mg/100g de poids sec pour les éléments suivants : Mg (14,1-61,00), Ca (13,50-70) et Cu (0,13-1,94).

La teneur en polyphénols totaux de la pomme est de 41,03 mg EAG/100g de poids frais. Cette valeur est presque identique à celles trouvées par Tsao *et al.* (2003) et Colin-Henrion (2008) qui signalent respectivement des valeurs de 37,03 et 40,61 mg EAG/100g (MF). Cependant, ce résultat se situe dans l'intervalle des teneurs trouvées par Jakobek et Andrew (2016) qui sont rangées entre 18,18 et 137,57 mg EAG/100g (MF) pour l'ensemble des variétés de pommes analysées.

Les flavonoïdes sont présents dans la pomme avec une teneur de 13,40 mg EQ/100 g. Cette teneur est comparable à celle citée par Boudabous *et al.* (2015) qui donnent une valeur de 13,12 et 12,47 mg/100g (MF), respectivement pour les deux variétés de pommes : Startcrimson Sbiba et Anna Sbiba.

### II.3.3. Le pouvoir antioxydant de la pomme

Les résultats du pouvoir antioxydant de la pomme sont montrés dans le tableau 38.

Le résultat du DPPH est de 83,77 %. Cette valeur est largement supérieure à celles trouvées par Manzoor *et al.* (2012) qui sont comprises dans l'intervalle de 42,9-51,1% pour les 5 variétés de pommes étudiées.

Le pouvoir réducteur de fer est de 160,57 mg EAG/100g (MF). Des résultats exprimés en équivalent catéchine peuvent être cités à titre indicatif. En effet, Ceymann (2013) donne une limite de 42 à 429 mg EC/100 g (FM) pour les 104 variétés de pommes étudiées.

Tableau 38. Pouvoir antioxydant de la pomme évalué par les deux tests FRAP et DPPH

Tests	Valeur moyenne
FRAP (mg EAG/100g)	160,57 ± 0,30
Activité antiradicalaire (%)	83,77 ± 2,55

La capacité antioxydante des différents composés (antioxydants) de la pomme diffère d'un composé à l'autre et leur effet en mélange est mal connu (Chinnici *et al.*, 2004 ; Tsao *et al.*, 2005). De plus d'autres facteurs autres que la teneur en composés phénoliques totaux peuvent donc déterminer la capacité antioxydante (Colin-Henrion, 2008).

## II.4. Comparaison de la teneur en polyphénols totaux, en flavonoïdes et le pouvoir antioxydant des fruits étudiés

Les résultats concernant les teneurs en polyphénols totaux et en flavonoïdes des fruits étudiés, ainsi que leur pouvoir antioxydant sont mentionnés dans le tableau 39.

Selon ces résultats, nous remarquons que la datte est plus riche en polyphénols totaux que la pomme et l'abricot, avec une différence significative. Pour les flavonoïdes, la pomme est plus riche, avec une différence significative. Les teneurs en polyphénols totaux et en flavonoïdes varient selon l'espèce.

Le pouvoir antioxydant de la datte évalué par les deux tests (DPPH et FRAP) est supérieur à celui de l'abricot et la pomme, avec une différence significative.

Les fruits étudiés peuvent être classés selon la grandeur de leur pouvoir antioxydant comme suit : datte > pomme > abricot.

Tableau 39. Teneur en polyphénols totaux, en flavonoïdes et le pouvoir antioxydant des fruits étudiés

	Polyphénols totaux (mg/100g) <sup>1</sup>	Flavonoïdes (mg/100g) <sup>1</sup>	Activité antiradicalaire (DPPH %) <sup>1</sup>	Pouvoir réducteur (mg EAG/100 g) <sup>1</sup>
Datte	33,99 ± 3,52 <sup>a</sup>	8,75 ± 0,13 <sup>a</sup>	93,68 ± 1,56 <sup>a</sup>	334,87 ± 23,80 <sup>a</sup>
Abricot	26,00 ± 1,68 <sup>b</sup>	8,76 ± 0,70 <sup>a</sup>	28,97 ± 0,77 <sup>b</sup>	29,44 ± 0,17 <sup>b</sup>
Pomme	41,03 ± 1,82 <sup>c</sup>	13,40 ± 00,00 <sup>b</sup>	83,77 ± 2,55 <sup>c</sup>	160,57 ± 0,30 <sup>c</sup>

Les valeurs suivies par les lettres (a, b et c) au niveau de la même ligne signifient qu'il ya une différence significative ( $p < 0,05$ ).

<sup>1</sup> :Poids frais.

Les différences enregistrées au niveau de la capacité antioxydante entre les fruits étudiés sont dues à la teneur en polyphénols totaux, leur profil et éventuellement aux autres substances antioxydantes comme les caroténoïdes, la vitamine A, C et E.

Statistiquement, la corrélation de Pearson ( $p < 0,05$ ), montre une corrélation positive observée entre le taux des polyphénols et le pouvoir antioxydant ( $r = 0,77$  : bonne corrélation entre le taux des substances phénoliques et le test DPPH ;  $r = 0,42$  : corrélation moyenne entre le taux des substances phénoliques et le test FRAP). De même, une faible corrélation est remarquée entre les flavonoïdes et l'activité antioxydante ( $r = 0,36$  pour les flavonoïdes et le test DPPH), alors qu'il n'y a pas de corrélation entre le taux des flavonoïdes et le test FRAP.

Tableau 40. Corrélations de Pearson entre les teneurs en polyphénols totaux, en flavonoïdes et les activités antioxydantes

	Polyphénols	Flavonoïdes
Activité antiradicalaire (DPPH %)	0,77**	0,32*
Pouvoir réducteur (FRAP mg EAG/100)	0,42*	NC

\*\* : bonne corrélation ( $p < 0,05$ ).

\* : faible corrélation ( $p < 0,05$ ).

NC : non corrélé.

En résumé, la différence de la composition biochimique enregistrée entre les variétés des fruits étudiés (dattes, pomme et abricot) et les autres variétés rapportées dans la littérature dépend de plusieurs facteurs comme : la variété, les techniques agricoles appliquées, localisation des fruits sur l'arbre, le degré de maturité, les conditions climatiques et édaphiques. Ceci est relevé dans plusieurs travaux (Youssif *et al.*, 1982 ; Booij *et al.*, 1992 ; Ismail *et al.*, 2006 ; Al-Farsi *et al.*, 2007; El Arem *et al.*, 2011 ; Chassagne-Berces *et al.*, 2013).

La consommation de fruits et légumes est considérée par de nombreuses instances comme un enjeu de santé publique et fait l'objet de recommandations nutritionnelles au niveau mondial par la FAO et l'OMS. Les fruits et légumes sont des aliments caractérisés par leur faible apport calorique (du fait de leur richesse en eau et leur faible teneur en lipides) et leur fort contenu en fibres, vitamines, minéraux, polyphénols et caroténoïdes (antioxydants naturels). Les nutritionnistes recommandent de manger au moins cinq portions de fruits et légumes par jour afin de se protéger au maximum contre l'apparition de diverses pathologies chroniques. Les antioxydants qui se trouvent dans les végétaux comme les polyphénols sont impliqués dans la prévention contre les maladies cardiovasculaires, le cancer et les maladies neurodégénératives telles que l'Alzheimer (Srdic-Rajic' et Konic' Ristic, 2016).

Le pouvoir antioxydant des fruits dépend de la quantité et de la qualité des antioxydants qu'ils renferment. D'après Pincemail *et al.* (2007), des études récentes montrent que plus le contenu en polyphénols dans les fruits et légumes est important, plus grande est la capacité antioxydante totale de ces aliments. Les fruits et légumes les plus riches en anthocyanines (fraises, framboises et prunes rouges) présentent généralement une capacité antioxydante totale plus importante que ceux riches en flavanones (orange, raisin) et en flavonols (oignon, épinards, poireaux et chou vert).

## II.5. Le sirop de datte

### II.5.1. Caractérisation physicochimique de sirop de datte

Les caractéristiques physicochimiques du sirop de dattes sont illustrées dans le tableau 41.

La composition biochimique du sirop de dattes, montre que les sucres sont les constituants majeurs, avec une teneur de 60,28 %, dont 29,97 % sont des sucres réducteurs.

Tableau 41. Caractéristiques physicochimiques de sirop de dattes

Paramètres	Valeur moyenne
Eau (%) <sup>1</sup>	26,18 ± 1,46
Matière sèche (%) <sup>1</sup>	73,82 ± 1,46
pH	5,31 ± 0,01
Brix(%) <sup>1</sup>	70,36 ± 0,15
Sucres totaux (%) <sup>1</sup>	60,28 ± 2,54
Sucres réducteurs (%) <sup>1</sup>	29,97 ± 0,84
Saccharose (%) <sup>1</sup>	30,31 ± 2,68
Protéines (%) <sup>2</sup>	0,42 ± 0,00
Pureté (%)	85,63 ± 3,74
Cendres (%) <sup>2</sup>	01,71 ± 0,13
K (mg/100g) <sup>2</sup>	512,63 ± 01,06
Ca (mg/100g) <sup>2</sup>	20,94 ± 0,26
Mg (mg/100g) <sup>2</sup>	43,60 ± 2,15
Na (mg/100g) <sup>2</sup>	12,00 ± 0,05
Cu (mg/100g) <sup>2</sup>	00,84 ± 0,01
Pectines (%) <sup>1</sup>	01,43 ± 0,19
Polyphénols totaux (mg EAG/100 g) <sup>1</sup>	29,57 ± 1,22
Flavonoïdes (mg EQ/100 g) <sup>1</sup>	08,08 ± 0,22

<sup>1</sup> : 100g de poids frais

<sup>2</sup> :100g de poids sec.

L'augmentation du taux des sucres réducteurs dans le sirop comparativement à la datte (matière première), s'explique par l'hydrolyse partielle du saccharose pendant la concentration thermique. Il faut signaler l'effet de l'acidité et le traitement thermique appliqué lors de la concentration, qui accélèrent la conversion du saccharose en sucre réducteurs (Ben Thabet *et al.*, 2009 ; Besbes *et al.*, 2009 ; Abbès *et al.*, 2011).

Le pH du sirop de la datte Mech Degla est légèrement acide, il est de 5,31. En effet, Abbès *et al.* (2011) donnent des valeurs inférieures et qui sont de 4,82 et 4,87 respectivement pour les

sirops obtenus à partir des variétés tunisiennes suivantes : Kentichi et Deglet Nour. La teneur en protéines est de 0,42 % (MS), elle est inférieure à celle mentionnée par Abbès *et al.* (2011) qui est de 0,97-1,31 % (MS), pour les sirops obtenus par un procédé traditionnel (concentration par ébullition à 100 °C et à la pression atmosphérique), cette différence semble être due à la richesse des dattes en question en protéines (3,12-4,62 %) par rapport à notre variété qui en contient 1,95 % (MS). Le taux de cendres du sirop est de 01,71 % du poids sec, il est similaire à celui donné par Abbès *et al.* (2011) qui est de 1,79 % pour le sirop de la datte Allig.

Le profil minéral des sirops de dattes se caractérise par l'abondance du potassium, ce qui est rapporté dans plusieurs travaux (Khalil *et al.*, 2002 ; Abbès *et al.*, 2011). Les valeurs obtenues pour le potassium et le calcium sont comparables à celles citées par Al-Hooti *et al.* (2002) qui signalent des teneurs de 497,9 et 26 mg/100g (MS) dans l'ordre. Nos résultats sont proches de ceux obtenus par Hend Hassan (2012), en particulier pour le magnésium, le sodium et le cuivre, qui sont respectivement de 52,9 ; 17,3 et 0,79 mg/100g (MS). Khalil *et al.* (2002) donnent des taux en cuivre de 0,95 et 1,25 mg/100g de poids sec respectivement pour les sirops obtenus à base de la datte Amhat et Siwi (variétés égyptiennes).

Par comparaison, ces teneurs en éléments minéraux des sirops de dattes sont largement supérieures à celles du sucre blanc (canne ou de betterave), qui sont de 2,2 ; 0,6 ; 0,29 ; 0,2, et 0,3 mg/100 g respectivement pour le potassium, le calcium, le fer, le magnésium, le sodium et le phosphore (Vierling, 2003).

La pectine est présente dans le sirop avec un taux de 1,43 % (MF). Cette valeur est comparable à celle trouvée par Alanazi *et al.*, (2010) qui est de 1,46 % (MF) pour le sirop de la datte Khalas (Arabie Saoudite), mais largement supérieure à celles mentionnées par Abbès *et al.* (2011) qui sont de 0,43, 0,92 et 0,449 % de poids frais, respectivement pour les trois sirops de dattes obtenus à partir des variétés tunisiennes : Deglet Nour, Allig et Kentichi. Ces différences sont dues aux variétés de dattes utilisées.

Cet apport en pectines est un atout à utiliser en industrie alimentaire, elles sont employées comme additif pour leur rôle gélifiant et stabilisant dans la fabrication des confitures, jus de fruit, gelées et boissons lactées (Willats *et al.*, 2006). En effet, Noui *et al.* (2015) montre la possibilité de formuler une confiture d'abricots à base de sirop de dattes sans ajout de pectines commerciales.

La pureté du sirop est respectivement de 85,63 %, cette valeur est inférieure à celle trouvée par Mohamed et Ahmed (1982) qui est de 93,42 % pour le sirop des dattes de la Libye. En effet, la pureté des sucres surtout celle du sucre blanc, abaisse la teneur en fibres et diminue son apport minéral et vitaminique (Vierling, 2003).

Pour les polyphénols, le sirop de dattes contient 29,57 mg EAG/100g de poids frais, dont 8,08 mg sont des flavonoïdes. Le sirop est un produit qui contient moins de polyphénols que la datte dont il issu.

Par comparaison, ces teneurs sont largement inférieures à celles citées par Al-Farsi *et al.* (2007) qui donnent des valeurs de 96, 141 et 162 mg EAG/100g de poids frais, pour les sirops obtenus respectivement à partir des variétés de dattes omanaises suivantes : Shahal, Um Sellah et Mabseeli. Pour les flavonoïdes, le sirop de datte en contient une teneur de 8,08 mg EQ/100 g (MF). Notre résultat est inférieur à celui cité par Hend Hassan (2012) qui est de 31,9 mg/100g (MF) pour le sirop obtenu de la datte saoudienne Nabtat Sultan. Cette différence enregistrée au niveau des teneurs en polyphénols totaux et en flavonoïdes revient à la variété de datte utilisée, aux conditions d'obtention des sirops et aux conditions techniques d'extraction des composés phénoliques.

### II.5.2. Le pouvoir antioxydant de sirop de dattes

Le sirop de dattes possèdent un potentiel antioxydant important (tableau 42), ce qui est rapporté par plusieurs travaux (Al-Farsi *et al.*, 2007 ; Al-Mamary *et al.*, 2011 ; Dhaouadi *et al.*, 2011 ; Abbès *et al.*, 2013a).

Tableau 42. Pouvoir antioxydant de sirop de datte évalué par les deux tests FRAP et DPPH

Tests	Valeur moyenne
FRAP (mg EAG/100g)	200,26 ± 0,39
Activité antiradicalire (%)	57,81 ± 2,54

Le résultat de l'activité antiradicalaire est de 57,81 %, il est comparable à celui donné par Abbès *et al.* (2013b) qui est de 52,61 % pour le sirop obtenu de la variété tunisienne Kentichi, et supérieur à celui de la variété Allig qui est de 43,17 %. Cette différence s'explique par la quantité et la qualité des substances phénoliques existantes et éventuellement aux caroténoïdes et vitamine C, qui sont dotés aussi de propriétés antioxydantes (Abbès *et al.*, 2013b ; Chang *et al.*, 2016).

Le pouvoir réducteur de sirop de dattes est de 200,26 mg EAG/100 g (MF). Aucune référence qui exprime le pouvoir réducteur en équivalent acide gallique/100 g n'a été trouvée. Des résultats exprimés en mmol Fe<sup>2+</sup>/100 g (MF) peuvent être cités à titre indicatif pour montrer que le sirop de datte possède un pouvoir réducteur. Abbès *et al.* (2013a ; 2013b) donnent un intervalle de 2,208 à 4,431 mmol Fe<sup>2+</sup>/100 g (MF).

L'ensemble de ces résultats obtenus, montre que le sirop de dattes constitue une bonne source de nutriments. C'est un produit prometteur qui offre plusieurs avantages comparativement au sirop de saccharose, et qui peut être incorporé dans des préparations alimentaires et pharmaceutiques (Khalil *et al.*, 2001 ; Abbès *et al.*, 2011 ; Alanazi, 2010).

Vu sa richesse en substances phénoliques et ses capacités antioxydantes démontrées par l'activité antiradicalaire (DPPH) et le test de réduction de fer (FRAP), le sirop de dattes peut être considéré comme aliment fonctionnel (Abbès *et al.*, 2011).

En effet, le sucre raffiné affecte la couverture des besoins en différents éléments nutritifs (éléments minéraux et vitamines) dont notre corps a besoin causant une diminution de la densité nutritionnelle de notre alimentation (Rémésy, 2008). A la différence des sucres purifiés, les sucres de sirop de dattes sont inclus dans une matrice complexe de nutriments renfermant de minéraux, des fibres, des acides organiques, des vitamines, des polyphénols et des caroténoïdes. Cet environnement des sucres est essentiel pour que leur métabolisme soit pleinement bénéfique.

Selon Bonaz *et al.* (2007), il se pourrait que l'augmentation de la consommation des sucres raffinés, la diminution de la consommation de fibres, de vitamines, de sels minéraux et des acides gras essentiels jouent un rôle dans l'apparition des maladies inflammatoires cryptogénétiques de l'intestin. De plus, certaines études montrent un lien positif entre une forte consommation de sucre raffiné et la présence d'un cancer colorectal (Franceschi *et al.*, 1997 ; De Stefani *et al.*, 1998).

### II.5.3. La couleur de sirop de dattes

La couleur des sirops est mentionnée dans le tableau 43. La clarté du sirop de la datte Mech-Degla est de 36,43. Les valeurs du paramètre  $a^*$  se rapprochent du zéro, avec une valeur négative pour le sirop de la datte, ce qui signifie qu'il vire un peu vers la couleur verte, ceci s'explique par les réactions dues entre certaines acides phénoliques et le fer qui peuvent donner des pigments verts (Cheng et Crisosto, 1997) . La valeur du paramètre  $b^*$  est positive, elle est de 7,30.

Par comparaison, Al-Hooti *et al.* (2002) donnent des valeurs plus basses pour les paramètres  $L^*$  et  $b^*$  ( $L^*$ : 5,94-8,57 ;  $b^*$ : 2,15-2,76), pour les sirops obtenus par traitement enzymatique (pectinase et cellulase) et à partir des dattes émiraties : Sifri et Birhi. Ils sont plus sombres par rapport au sirop de la datte Mech Degla. Par contre, les valeurs du paramètre  $a^*$  sont proches ( $a$ : 0,72-0,99) et se rapprochent aussi du zéro. Ces différences peuvent avoir comme origine : la composition biochimique de la datte en particulier la teneur en sucres réducteurs et les protéines qui donnent les mélanoidines (pigments bruns) lors de la réaction de Maillard, et les

conditions de l'obtention de sirop (température, concentration sous vide et durée de concentration).

Tableau 43. La couleur du sirop de la datte Mech Degla

Sirop	
L*	36,43 ± 0,20
a*	-00,46 ± 0,05
b*	07,30 ± 0,20

## II.6. Les compotes

### II.6.1. Composition biochimique des compotes formulées

Les caractéristiques physicochimiques des compotes sont mentionnées dans le tableau 44.

Tableau 44. Caractéristiques physicochimiques des compotes

Paramètres	Compote 1	Compote 2	Compote 3
Eau (%) <sup>1</sup>	72,72 ± 0,12 <sup>a</sup>	71,83 ± 0,30 <sup>b</sup>	70,98 ± 0,29 <sup>c</sup>
Matière sèche (%) <sup>1</sup>	27,28 ± 0,12 <sup>a</sup>	28,17 ± 0,30 <sup>b</sup>	29,01 ± 0,29 <sup>c</sup>
pH	04,03 ± 0,02 <sup>a</sup>	04,21 ± 0,01 <sup>b</sup>	04,27 ± 0,01 <sup>c</sup>
Brix (%) <sup>1</sup>	24,96 ± 0,15 <sup>a</sup>	26,33 ± 0,23 <sup>b</sup>	26,80 ± 0,17 <sup>c</sup>
Sucre totaux (%) <sup>1</sup>	25,01 ± 1,15 <sup>a</sup>	23,31 ± 0,57 <sup>b</sup>	25,86 ± 0,61 <sup>a</sup>
Sucres réducteurs (%) <sup>1</sup>	04,93 ± 0,42 <sup>a</sup>	06,46 ± 0,23 <sup>b</sup>	08,38 ± 0,25 <sup>c</sup>
Saccharose (%) <sup>1</sup>	20,07 ± 1,41 <sup>a</sup>	16,85 ± 0,79 <sup>b</sup>	17,48 ± 0,83 <sup>b</sup>
Protéines (%) <sup>2</sup>	0,46 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,50 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,57 ± 0,01 <sup>c</sup>
Cendres (%) <sup>2</sup>	0,96 ± 0,05 <sup>a</sup>	01,56 ± 0,07 <sup>b</sup>	01,76 ± 0,08 <sup>c</sup>
K (mg/100g) <sup>2</sup>	206,66 ± 0,01 <sup>a</sup>	458,11 ± 0,03 <sup>b</sup>	573,83 ± 0,03 <sup>c</sup>
P (mg/100g) <sup>2</sup>	23,73 ± 0,01 <sup>a</sup>	46,89 ± 0,04 <sup>b</sup>	50,62 ± 0,03 <sup>c</sup>
Na (mg/100g) <sup>2</sup>	17,41 ± 0,02 <sup>a</sup>	35,22 ± 0,03 <sup>b</sup>	38,35 ± 0,03 <sup>c</sup>
Ca (mg/100g) <sup>2</sup>	17,22 ± 0,02 <sup>a</sup>	38,58 ± 0,04 <sup>b</sup>	47,92 ± 0,03 <sup>c</sup>
Mg (mg/100g) <sup>2</sup>	13,61 ± 0,02 <sup>a</sup>	25,16 ± 0,04 <sup>b</sup>	26,16 ± 0,04 <sup>c</sup>
Mn (mg/100g) <sup>2</sup>	0,07 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,13 ± 0,03 <sup>b</sup>	0,15 ± 0,03 <sup>b</sup>
Cu (mg/100g) <sup>2</sup>	0,13 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,23 ± 0,04 <sup>b</sup>	0,36 ± 0,03 <sup>c</sup>
Polyphénols (mg EAG/100g) <sup>1</sup>	12,23 ± 1,17 <sup>a</sup>	28,12 ± 1,66 <sup>b</sup>	43,97 ± 0,99 <sup>c</sup>
Flavonoïdes (mg EQ/100g) <sup>1</sup>	01,02 ± 0,14 <sup>a</sup>	02,36 ± 0,12 <sup>b</sup>	02,75 ± 0,07 <sup>c</sup>

Les lettres différentes (a, b et c) au niveau de la même ligne signifient qu'il ya une différence significative entre les valeurs ( $p < 0,05$ ).

<sup>1</sup> : poids frais.

<sup>2</sup> : poids sec.

Compote 1 : sucrée par le sirop de saccharose.

Compote 2 : sucrée par le mélange : sirop de dattes et saccharose (substitution partielle).

Compote 3 : sucrée par le sirop de dattes (substitution totale).

### **II.6.1.1. L'eau**

Les compotes élaborées renferment une teneur en eau comprise entre 70,98-72,72 %, avec une différence significative. Cette limite est comparable à celle mentionnée par CIQUAL (2013) qui signale une valeur moyenne de 74,30 %. La diminution de la teneur en eau suite à l'ajout de sirop de dattes s'explique par le fait que ce dernier est plus riche en matière sèche (73,82 %) par rapport au sirop de saccharose (61 %).

### **II.6.1.2. Le pH**

Le pH se situe entre 4,03 et 4,27, avec une différence significative. Cette limite est favorable à l'inversion partielle du saccharose et limite la cristallisation des sucres (Besbes *et al.*, 2009). L'élévation du pH suite à l'addition de sirop de dattes revient aux éléments minéraux apportés par le sirop et qui ont un caractère basique comme le potassium et le sodium.

### **II.6.1.3. Le brix**

Le brix des compotes est dans la limite de 24,96 à 26,80 %, avec une différence significative. Le brix augmente d'une manière significative avec l'ajout de sirop de dattes, qui a un TSS de 70,36 % contre 60 % pour le sirop de saccharose. La différence entre le TSS des deux sirops est attribuée aux différents composés solubles du sirop de dattes outre les sucres comme les pectines solubilisées, les acides organiques, les substances phénoliques, les minéraux et les vitamines. Le brix des compotes formulées est supérieur à celui signalé par Mendonça *et al.* (2001) qui est de 20 % pour une compote à base de pêche et saccharose. Cette différence s'explique par le pourcentage des fruits et des autres ingrédients utilisés dans la formulation des compotes.

### **II.6.1.4. Les sucres totaux**

La teneur en sucres se situe entre 23,31 et 25,86 % (MF), dont la valeur la plus élevée est enregistrée pour la compote 3, sucrée par le sirop de dattes (100 %). Ces valeurs sont comparables à celles citées par CIQUAL (2015) qui sont de l'ordre de 21-23,8 % (MF) pour les compotes à base de fruits divers.

### **II.6.1.5. Les sucres réducteurs**

Le taux des sucres réducteurs des compotes est de 4,93-8,38 % (MF), il augmente d'une manière significative suite à la substitution (partielle et totale) du saccharose par le sirop de dattes, qui est riche en sucres réducteurs (29,97 %). Mendonça *et al.* (2001) donnent une valeur de 3,45 % de poids frais pour la compote élaborée à base de pêche. Ces différences s'expliquent

par le type de fruits utilisés pour la préparation des compotes et le pourcentage de saccharose utilisé.

#### **II.6.1.6. Les cendres**

Les compotes renferment des cendres avec un taux compris entre 1,37-1,66 % du poids sec, avec une différence significative ( $p < 0,05$ ). Il est clair que le taux de cendres s'accroît par l'addition de sirop dans les compotes. La teneur la plus élevée est enregistrée pour la compote 3. Ceci s'explique par la richesse de sirop de dattes en cendres par rapport au saccharose, qui en contient des traces.

#### **II.6.1.7. Les éléments minéraux**

L'analyse du profil minéral des compotes montre deux classes d'éléments minéraux :

- **Les macroéléments**

##### **Le potassium**

La teneur en potassium dans les trois compotes est comprise entre 206,66 et 573,83 mg/100g de matière sèche soit 56,376-166,46 mg/100g de matière fraîche, avec une différence significative. Le taux le plus élevé est remarqué pour la compote 3, viennent ensuite les compotes 2 et 1 respectivement. Les résultats obtenus pour les compotes 2 et 3 sont largement supérieurs à celui de la compote standard. Par comparaison, nos résultats pour les compotes 2 et 3 sont comparables à ceux signalés par CIQUAL (2013) qui donne une valeur limite de 110-222 mg/100g (MF) pour les compotes à base de fruits divers.

Selon Tortora et Anagnostakos (1987), le potassium est le principal cation du liquide intracellulaire, il joue un rôle dans la transmission des influx nerveux et la contraction musculaire. Les besoins journaliers sont évalués à 2 g et sont largement couverts par l'alimentation (Albert, 1998).

##### **Le phosphore**

Le taux de phosphore des trois compotes se situe dans l'intervalle de 23,73-50,62 mg/100g de matière sèche, soit une teneur moyenne de 6,47-14,68 mg/100g (MF), avec une différence significative. Les résultats obtenus pour les compotes 2 et 3 sont plus élevés par rapport à la compote 1, et sont comparables à ceux cités par CIQUAL (2013) qui mentionne une limite de 12,7-15 mg/100g (MF).

Le phosphore joue un rôle important dans la formation des os et des dents, constitue un important système tampon du sang. Joue un rôle important dans la concentration musculaire et l'activité nerveuse. Composant d'un grand nombre d'enzymes (Tortora et Anagnostakos, 1987). Selon Albert (1998), les besoins en phosphore sont de l'ordre de 900-1300 mg/jour

## **Le calcium**

La teneur en calcium est de 17,22-47,92 mg/100g (MS), soit une limite de 4,710-13,90/100 g (MF). La compote 3 est plus riche en calcium avec une différence significative. Ces résultats trouvés sont comparables à ceux donnés par CIQUAL (2013) qui se situent dans l'intervalle de 4-25,70 mg/100 g (MF).

Le calcium est le cation majoritaire du tissu osseux, il entre dans la formation des os et des dents, intervient dans la coagulation du sang, l'activité musculaire et nerveuse (Tortora et Anagnostakos, 1987). Les apports journaliers conseillés sont de l'ordre 400 à 1000 mg pour les adultes jeunes (Apfelbaum *et al.*, 2004).

## **Le sodium**

Les compotes contiennent une teneur en sodium de 17,41-38,35 mg/100g (MS) soit 4,74-11,12 mg/100g (MF), dont la teneur la plus élevée est enregistrée pour la compote 3. Nos résultats sont légèrement supérieurs à ceux cités par CIQUAL (2013), qui rapporte une limite de 1-9,20 mg/100g (MF).

En tant que cation le plus abondant du liquide extracellulaire, il influence fortement la distribution de l'eau par osmose. Il fait partie du système tampon du bicarbonate de sodium et joue un rôle dans la distribution des influx nerveux (Tortora et Anagnostakos, 1987 ; Jaccot et Campillo, 2003). D'après Albert (1998), les besoins en sodium sont de 2 mg/jour, soit 5 g de chlorure de sodium (NaCl).

## **Le magnésium**

La teneur en magnésium des compotes est de 13,61-26,16 mg/100g (MS), soit une limite de 3,71-7,58/100g (MF). La compote 3 est plus riche en magnésium avec une différence significative. Ces valeurs sont proches à celles données par CIQUAL (2013) qui sont dans la limite de 5-10 mg/100g (MF) pour les compotes à base de fruits divers.

Le magnésium est indispensable à l'activation presque de toutes les enzymes de la glycolyse, à la synthèse des acides nucléiques et au déroulement des réactions d'oxydation phosphorylante. Les apports journaliers recommandés sont de 350 mg chez l'adulte (Apfelbaum *et al.*, 2004).

### **▪ Les oligoéléments**

## **Le manganèse**

Les compotes renferment le manganèse avec une valeur limite comprise entre 0,07 et 0,15 mg/100g(MS), correspondant à une teneur de 0,02-0,04 mg/100g (MF). La valeur la plus faible est signalée pour la compote 1, à base de saccharose (compote standard). En effet, CIQUAL

(2013) donne une limite de 0,08-0,22 mg/100g (MF) pour les compotes à base de fruits divers et un intervalle de 0,01-0,12 mg/100 g (MF) pour les compotes de pomme. Ces différences au s'expliquent par la nature des fruits utilisés et le pourcentage des sucres utilisés dans la préparation des compotes.

Les apports journaliers recommandés sont de l'ordre de 2 à 5 mg (Jaccot et Campillo, 2003).

### **Le cuivre**

Le cuivre se trouve dans les trois compotes avec des teneurs comprises entre 0,13 et 0,36 mg/100g (MS), soit une limite de 0,03-0,10 mg/100 g (MF), avec une différence significative. Notre résultat pour la compote 1, concorde à celui cité par CIQUAL (2013) qui est de 0,03-0,04 mg/100g (MF) pour les compotes à base de fruits divers. Pour les compotes 2 et 3, les teneurs en cuivre sont un peu élevées, elles sont respectivement de 0,06 et 0,10 mg/100 g (MF).

Le cuivre participe à de nombreuses fonctions : antioxydant, synthèse de collagène, de l'élastine, de la myéline et joue un rôle dans l'immunité cellulaire (Jaccot et Campillo, 2003).

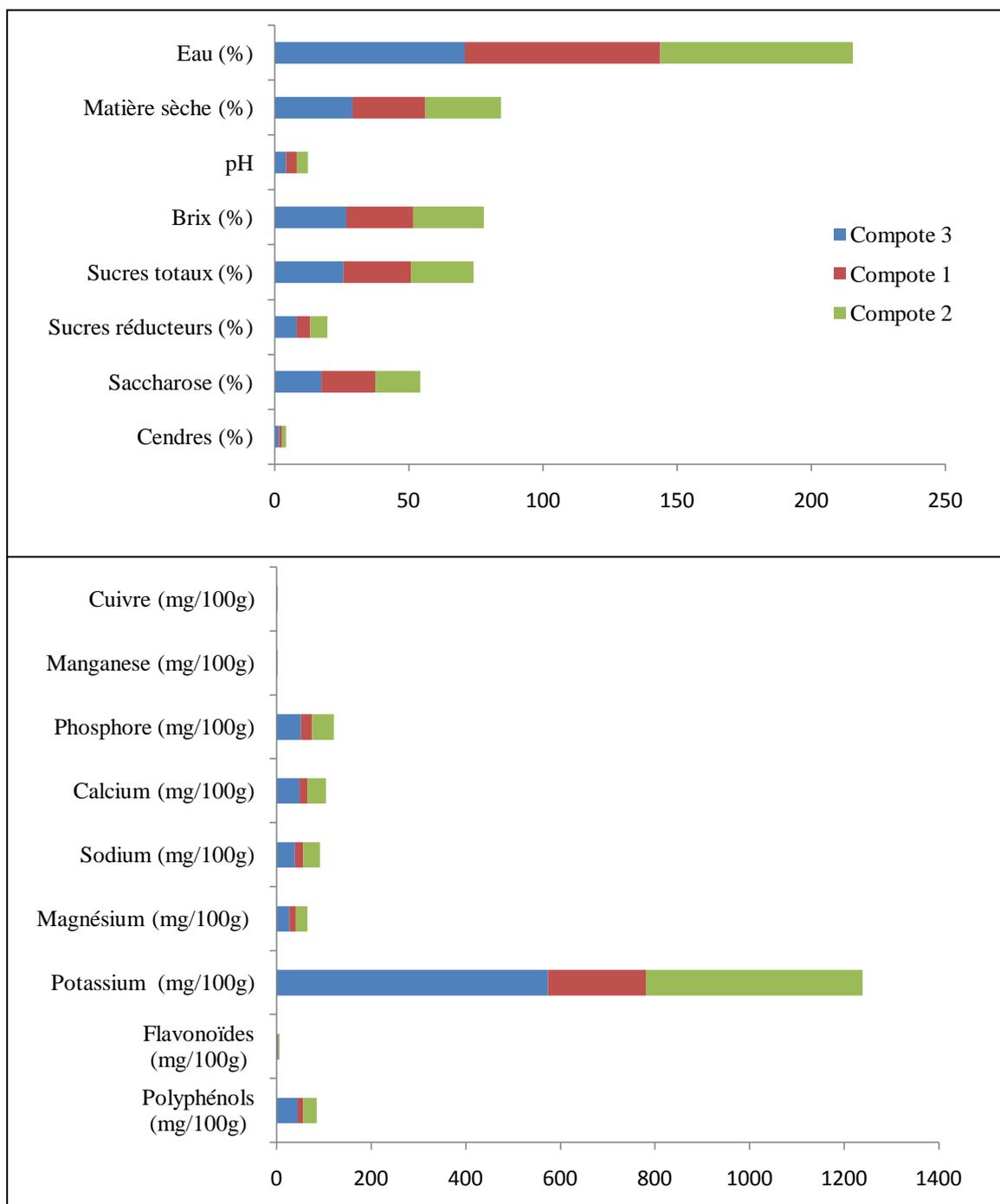
Les besoins journaliers sont approximativement fixés à 3 mg (Apfelbaum *et al.*, 2004).

En conclusion, l'ensemble des résultats des éléments minéraux montre que la substitution du saccharose par le sirop de dattes améliore d'une manière significative l'apport minéral des compotes.

#### **II.6.1.9. Les polyphénols totaux et les flavonoïdes**

La compote 3 enrichie en sirop de dattes seul renferme une teneur élevée en substances phénoliques, elle est de 43,97 mg/100g, suivie de la compote 2 et 1 qui en contiennent respectivement 28,12 et 12,23 mg EAG/100g, avec une différence significative.

De même, la teneur en flavonoïdes la plus élevée est enregistrée pour la compote 3, avec une différence significative, mais reste que ces valeurs sont trop basses et qu'il est probable que le rabattement est dû à l'oxydation de ces derniers pendant les étapes de la cuisson et la pasteurisation. Ces différences significatives remarquées entre les teneurs en polyphénols totaux et en flavonoïdes sont dues à l'enrichissement des compotes 2 et 3 en sirops de dattes, qui contient des composés phénoliques avec une valeur de 29,57 mg/100g de poids frais.



Compote 1 : sucrée par le sirop de saccharose.

Compote 2 : sucrée par le mélange : sirop de dattes et saccharose (substitution partielle).

Compote 3 : sucrée par le sirop de dattes (substitution totale).

Fig 12. Composition physicochimique moyenne des compotes

## II.6.2. Le pouvoir antioxydant des compotes

Le pouvoir antioxydant des compotes est montré dans le tableau 45.

Le test de DPPH donne un pourcentage d'inhibition de 91,90, 38,60 et 07,53 %, respectivement pour les compotes 3, 2 et 1, avec une différence significative.

Le test de FRAP : les compotes à base de sirop de dattes présentent un pouvoir de réduction du fer (FRAP) élevé par rapport à la compote 1 (standard). Il est de 121,58 et 127,54 mg EAG/100 g (MF) respectivement pour les compotes 2 et 3, contre 74,56 mg EAG/100g pour la compote 1.

Ces différences remarquées entre les activités antioxydantes reviennent à la teneur en polyphénols totaux et aux autres antioxydants comme les caroténoïdes, les vitamines (A et C) et certains éléments minéraux (sélénium et cuivre).

De ces résultats obtenus, il apparait clair que le sirop de dattes enrichi les compotes en composés phénoliques et augmente leur pouvoir antioxydant. Ces antioxydants naturels, ayant des effets bénéfiques pour la santé, et qui pourraient être utilisés dans le secteur agroalimentaire ou pharmaceutique.

Statistiquement, la corrélation de Pearson ( $p < 0,01$ ), montre une corrélation positive (corrélation élevée) observée entre le taux des polyphénols et le pouvoir antioxydant ( $r = 0,98$  pour le taux des substances phénoliques et le test DPPH, tandis qu'il est de 0,90 pour le test FRAP). De même, une corrélation élevée est remarquée entre les flavonoïdes et l'activité antioxydante ( $r = 0,89$  pour les flavonoïdes et le test DPPH, alors qu'il est de 0,98 pour le test FRAP).

Tableau 45. Pouvoir antioxydant des compotes évalué par les deux tests FRAP et DPPH

	Compote 1	Compote 2	Compote 3
FRAP (mg EAG/100 g)	74,56 ± 3,06 <sup>a</sup>	121,58 ± 3,54 <sup>b</sup>	127,54 ± 0,65 <sup>c</sup>
Activité Antiradicalire (%)	07,53 ± 1,42 <sup>a</sup>	38,60 ± 0,86 <sup>b</sup>	91,90 ± 1,30 <sup>c</sup>

Les lettres (a, b et c) au niveau de la même ligne signifient qu'il ya une différence significative entre les valeurs ( $p < 0,05$ ).

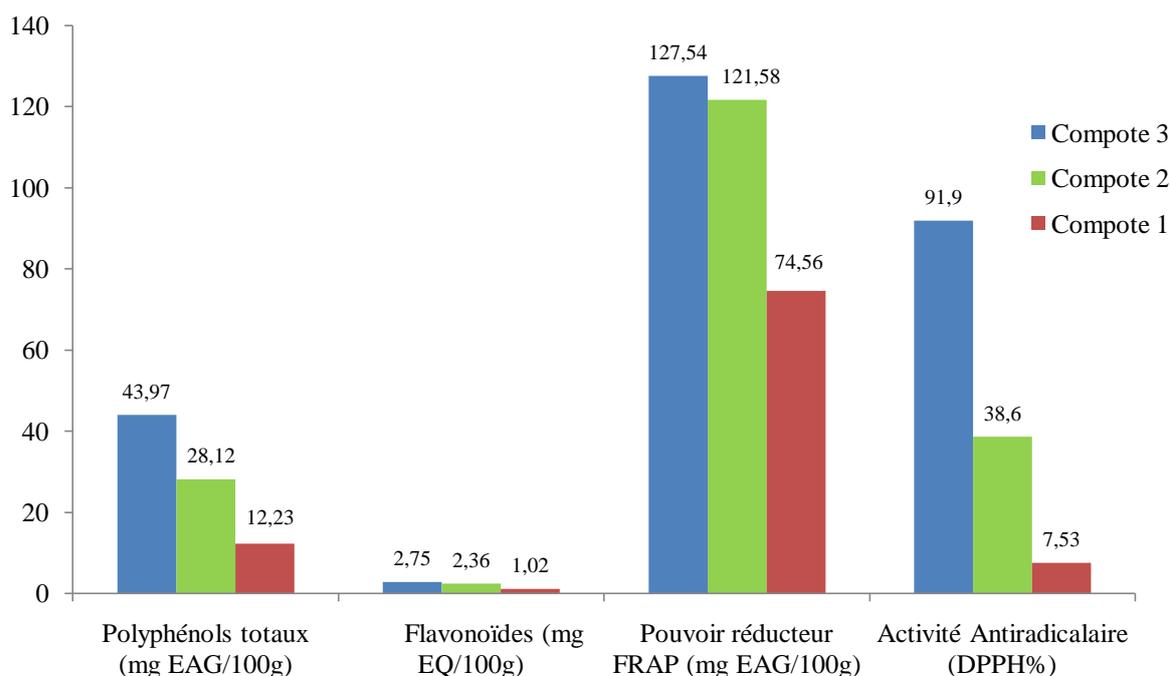


Fig 13. Teneur en polyphénols totaux, en flavonoïdes et le pouvoir antioxydant des trois compotes

### II.6.3. La couleur des compotes

Les couleurs caractéristiques des compotes sont indiquées dans le tableau 46.

Tableau 46. Couleur des compotes

Paramètres	Compote 1	Compote 2	Compote 3
L*	45,43 ± 0,15 <sup>a</sup>	44,76 ± 0,15 <sup>b</sup>	43,36 ± 0,11 <sup>c</sup>
a*	06,90 ± 0,10 <sup>a</sup>	06,30 ± 0,10 <sup>b</sup>	05,36 ± 0,05 <sup>c</sup>
b*	19,33 ± 0,11 <sup>a</sup>	18,86 ± 0,05 <sup>b</sup>	15,60 ± 0,10 <sup>c</sup>

Les lettres (a, b et c) au niveau de la même ligne signifient qu'il y a une différence significative entre les valeurs ( $p < 0,05$ ).

L'utilisation de sirop de dattes dans la formulation des compotes provoque un changement au niveau de la couleur : les paramètres de la couleur (L\*, a\* et b\*) des compotes 2 et 3, diminuent d'une manière significative suite à l'ajout de sirop de dattes, comparativement au témoin. Cette diminution enregistrée revient aux pigments bruns comme les mélanoidines qui se trouvent dans le sirop de dattes et qui résultent de la réaction de Maillard. Ces composés sont les principaux colorants de sirop de dattes (Raiesi Ardali *et al.*, 2014) et se forment lors de la concentration entre les sucres réducteurs et les acides aminés, qui peuvent amoindrir la clarté des compotes. Cependant, il est intéressant de rappeler que les compotes 2 et 3, qui contiennent le sirop de dattes sont plus riches en sucres réducteurs et en protéines par rapport à la compote 1

(standard). De plus, la vitesse de la réaction de Maillard est importante si les sucres possèdent un poids moléculaire moins important (Masmoudi *et al.*, 2007 ; Oudot, 1999). Les catalyseurs de la réaction de Maillard sont le cuivre et le fer, qui se trouvent dans le sirop de dattes (Oudot, 1999). D'autres études, montrent que les complexes de fer-polyphénols induisent des couleurs sombres (Cheng et Crisosto, 1997).

En effet, plusieurs études montrent que l'ajout de sirop de dattes comme ingrédient dans la formulation des produits alimentaires diminue la clarté :

Une étude menée par Masmoudi *et al.* (2007) et qui vise à préparer des fruits déshydratés par osmose en utilisant : jus de dattes, solution de saccharose, de glucose et de mélange glucose/fructose, montre que les fruits déshydratés par jus de dattes possèdent des valeurs plus basses pour les paramètres  $L^*$ ,  $a^*$  et  $b^*$ . Ceci s'explique par la contenance de jus de dattes en tannins solubles, flavones et flavonols.

L'essai d'incorporer le sirop de dattes dans le pain réalisé par Sidhu *et al.* (2003) a révélé que la clarté de la mie de pain diminue progressivement et d'une manière significative suite à l'ajout de sirop de dattes issu des deux variétés Birhi et Safri.

#### II.6.4. L'analyse sensorielle des compotes

L'ensemble des résultats de l'analyse sensorielle est représenté dans le tableau 47

Tableau 47. Caractéristiques sensorielles des compotes

Paramètres	Compote 1	Compote 2	Compote 3
Aspect	5,93 ± 1,86 <sup>a</sup>	6,40 ± 1,80 <sup>a</sup>	7,20 ± 1,78 <sup>a</sup>
Couleur	5,93 ± 1,90 <sup>a</sup>	6,20 ± 1,65 <sup>a</sup>	6,93 ± 1,79 <sup>a</sup>
Goût	5,26 ± 2,15 <sup>b</sup>	6,13 ± 1,80 <sup>b</sup>	7,53 ± 1,55 <sup>a</sup>
Odeur	5,80 ± 1,97 <sup>a</sup>	6,40 ± 1,50 <sup>a</sup>	6,93 ± 1,90 <sup>a</sup>
Texture	5,60 ± 1,45 <sup>b</sup>	5,80 ± 1,65 <sup>b</sup>	7,00 ± 1,55 <sup>a</sup>
Acceptabilité Globale	5,70 ± 1,85 <sup>b</sup>	6,30 ± 1,61 <sup>c</sup>	7,12 ± 1,69 <sup>a</sup>

Les lettres (a, b et c) au niveau de la même ligne signifient qu'il y a une différence significative entre les valeurs ( $p < 0,05$ ).

L'analyse sensorielle indique qu'il y a une différence significative entre les trois compotes 1, 2 et 3 pour le goût et la texture (tableau 47). L'ensemble de ces résultats a permis de classer les compotes selon le degré de préférence des consommateurs avec le sens décroissant suivant : compote 3 > compote 2 > compote 1. Cette différence revient aux atouts organoleptiques qu'apporte le sirop de dattes et qui sont relatifs à la variété de datte employée. En effet, les

molécules responsables de l'arôme de dattes améliorent le goût des compotes et les autres éléments tels que la pectine et les protéines qui jouent un rôle important dans la texture.

### II.6.5. Le comportement rhéologique des compotes

Deux modèles mathématiques sont appliqués aux courbes obtenues : Ostwald Waele et Herschel-Bulkey. Pour évaluer l'adéquation des modèles donnés par le logiciel, nous avons utilisé le coefficient de détermination  $R^2$  (tableau 48).

Tableau 48. Modèles rhéologiques appliqués aux compotes

Compotes	Modèles	$R^2$
Compote 1	Herschell-Bulkley	0,9971
	Ostwald de Waele	0,9886
Compote 2	Herschell-Bulkley	0,9981
	Ostwald de Waele	0,9966
Compote 3	Herschell-Bulkley	0,9985
	Ostwald de Waele	0,9928

Les résultats obtenus montrent que les valeurs élevées se rapportent au modèle de Herschell-Bulkley pour les trois compotes. Selon Coussot et Grossiord (2001), ce modèle est décrit par l'équation suivante :  $\tau = \tau_c + K \gamma^n$

Dont :

$\tau$ : contrainte de cisaillement (Pa).

$\tau_c$ : contrainte seuil (Pa).

$K$ : indice de consistance (Pa.s).

$\gamma$  : vitesse de cisaillement ( $s^{-1}$ ).

$n$ : indice d'écoulement.

Les caractéristiques du modèle choisi sont mentionnées dans le tableau 49.

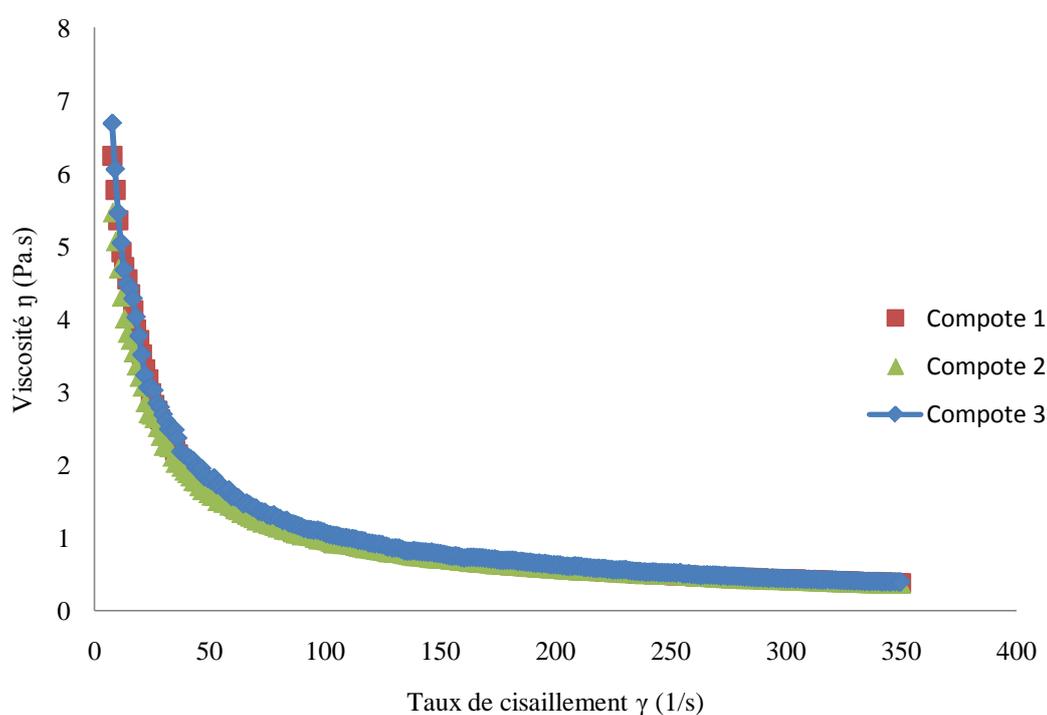
Tableau 49. Valeurs de l'indice d'écoulement et de consistance des trois compotes

Paramètres	Compote 1	Compote 2	Compote 3
Indice d'écoulement (n)	0,15	0,10	0,04
Indice de consistance (K)	75,6	162,6	501,3

Les comportements rhéologiques des trois compotes à 20 °C, sont représentés par les courbes d'écoulement illustrées dans la figure 13.

Pour l'ensemble des compotes, la viscosité  $\eta$  diminue avec l'augmentation de la vitesse de cisaillement montrant ainsi un écoulement non Newtonien. Elles sont rhéfluidifiantes (indice d'écoulement  $n$  inférieur à 1), nous parlons alors de viscosité apparente à une vitesse de cisaillement donnée. Colin-Henrion *et al.* (2009) indiquant un comportement rhéofluidifiant d'autant plus marqué que  $n$  est petit devant 1.

En effet, ces compotes présentent un comportement identique à celui mentionné dans la littérature. Le même modèle mathématique (Herschell-Bulkley) est utilisé, pour décrire les propriétés d'écoulement des compotes et purées de pommes (Colin-Henrion *et al.*, 2009 ; Espinosa Brisset, 2012). L'ajout de sirop de dattes ne modifie pas l'écoulement des compotes au cours de cisaillement (les trois courbes sont superposées).



Compote 1 : sucrée par le saccharose.

Compote 2 : sucrée par le mélange sirop de dattes et saccharose (substitution partielle).

Compote 3 : sucrée par le sirop de dattes seul (substitution totale).

Fig 14. Evolution de la viscosité ( $\eta$ ) en fonction du taux de cisaillement ( $\dot{\gamma}$ ) pour les trois compotes, à 20°C

La viscosité des compotes pourraient être attribuées par divers composés organiques qui les composent comme les sucres, protéines et les pectines et qui possèdent différents poids moléculaires. Quant à l'indice d'écoulement  $n$ , qui est de 0,15, 0,10 et 0,04 respectivement pour la compote 1, 2 et 3, il diminue avec l'ajout de sirop de dattes. Cette diminution dépend probablement des caractéristiques de sirop de dattes (teneur en matière sèche, taille des particules et interactions entre particules). Il est intéressant de rappeler que le sirop de dattes n'est pas pur et contient toute une matrice complexe de nutriments (saccharose, glucose, fructose, fibres solubles et insolubles, éléments minéraux et acides organiques) et non pas comme le saccharose qui est un sucre raffiné, pur à plus de 99 % (Vierling, 2003). En effet, Les valeurs de  $n$  citées dans la littérature pour les purées et les compotes de pommes peuvent varier de : 0,15 à 0,24 (Qiu et Rao, 1988). Ces différences enregistrées par rapport à nos résultats peuvent avoir comme origine la nature des fruits utilisés d'une part (mélange des deux purées pomme et abricot) et d'autre part au sirop de dattes. L'indice d'écoulement  $n$  diminue généralement avec la concentration de la matière sèche, quant à l'indice de consistance  $K$  augmente, ce qui est rapporté dans la littérature (Espinosa Brisset, 2012). D'après Chaffai (1990), plus le produit est consistant ( $K$  important), plus son écoulement est difficile ( $n$  faible). Les résultats obtenus pour les deux indices  $n$  et  $K$  pour l'ensemble des compotes concordent avec leurs teneurs en matière sèche (tableau 44).

# **CONCLUSION GÉNÉRALE**

## Conclusion générale

Ce travail vise la sauvegarde du patrimoine génétique de la palmeraie algérienne et l'élaboration d'une formulation alimentaire (compote) de forte valeur ajoutée.

Les résultats les plus intéressants obtenus au terme de ce travail sont :

- Les trois fruits choisis cultivés en Algérie (datte, abricot et pomme) présentent des caractéristiques morphologiques et physicochimiques comparables aux autres variétés cultivées dans le monde.

- Les fruits étudiés sont riches en certains micronutriments comme les polyphénols. Ils en contiennent 41,03, 33,99 et 26,00 mg /100 g (MF) respectivement pour la pomme, la datte et l'abricot. La datte est le fruit qui possède des activités antioxydantes supérieures à celles des deux autres fruits. Les polyphénols (antioxydants naturels) sont doués de certaines vertus biologiques, considérées comme étant d'importants nutraceutiques compte tenu de leurs nombreux avantages pour la santé.

- La composition chimique des dattes, a montré qu'elles présentent la qualité d'un produit noble, liée directement à leur richesse en sucres, en protéines, en éléments minéraux (K et Mg) et en polyphénols, avec une humidité relativement faible, ce qui facilite leur conservation.

- La datte Mech Degla constitue un produit agricole local apte à être transformé par un procédé technologique simple, en sirop à forte valeur ajoutée et facilement commercialisable. Le sirop de dattes, peut être qualifié d'aliment ou ingrédient fonctionnel, vu son importance nutritionnelle. C'est un produit prometteur qui offre plusieurs avantages par rapport au sirop de saccharose. Il est riche en certains nutriments comme les éléments minéraux, et en d'autres substances phytochimiques à effets bénéfiques pour la santé comme les pectines et les polyphénols (antioxydants naturels).

Les différents tests d'analyse des compotes à partir des trois formulations ont permis de faire ressortir les remarques suivantes :

- L'ajout de sirop de dattes dans la formulation des compotes influence positivement sur leurs caractéristiques nutritionnelles. Le sirop de dattes enrichi les compotes en divers nutriments : sucres réducteurs (23,68-41,16), cendres (38,46-45,45 %), éléments minéraux (K : 54,89-64 % ; P : 49,39-53,13 % ; Na : 50,57-54,60 % ; Ca : 55,36-64 ; Mg : 45,90-48 % ; Mn : 53,84-55,35 % ; Cu : 43,47-63,88 %), polyphénols totaux (56,50-72,18 %) et flavonoïdes (56,78-62,90 %).

- Le sirop de dattes augmente le taux des polyphénols dans les compotes. Ceci se répercute positivement sur leur pouvoir antioxydant. Pour l'activité antiradicalaire (DPPH), elle est améliorée avec une limite de 58-80,49 %, par contre le FRAP est amendé avec une fourchette de 4,67-38,67 %.

- L'analyse sensorielle a montré une plus grande appréciation pour les compotes au sirop de dattes.

Du point de vue rhéologique, les compotes élaborées se comportent de la même manière vis-à-vis des forces de cisaillement appliquées. Elles démontrent un écoulement non Newtonien où la viscosité diminue avec l'augmentation du taux de cisaillement. Il s'agit dans notre cas, des fluides rhéofluidifiants.

Par ailleurs l'ensemble des résultats, indiquent la potentialité d'utilisation de sirop de dattes comme substituant total du saccharose dans la formulation des compotes et permettent aux consommateurs de revenir au label naturel des produits de terroirs (sirop de dattes).

Le recours à la technologie de transformation de la datte s'avère nécessaire afin de répondre parfaitement aux besoins socioéconomiques des régions du désert. La valorisation des dattes communes aideraient les agriculteurs à trouver des sérieux débouchés à leur récolte, ainsi que la survie des populations de ces régions et par conséquent la préservation de la biodiversité phoénicienne et l'écosystème oasien.

A cette fin, il serait intéressant de faire les suggestions suivantes pour de futures études :

- Effectuer le test de stabilité afin de déterminer la date de durabilité des compotes ;
- Élargir le champ d'étude sur d'autres variétés de dattes (molles et demi-molles) et voir la possibilité de combinaison de différents sirops ;
- Faire ressortir le profil en substances aromatiques de sirop de dattes et de chaque type de compote produite ;
- Déterminer le profil en polyphénols totaux de sirop de dattes et des compotes ;
- Réaliser une étude économique sur le procédé de l'obtention de sirop de dattes et des compotes ainsi élaborées.

**RÉFÉRENCES**  
**BIBLIOGRAPHIQUES**

- Abd El-Aal, M.H. and Khalil, M.K.M., 1986.** Apricot Kernel Oil: Characterization, Chemical Composition and Utilization in Some Baked Products. *Food Chemistry*, **19**, 287-298.
- Abdul Afiq, M.J., Abdul Rahman, R., Che Man, Y.B., AL-Kahtani, H.A. and Mansor, T.S.T., 2013.** Date seed and date seed oil. *International Food Research Journal*, **20 (5)**, 2035-2043.
- Abbès, F., Bouaziz, M.A., Blecker, C., Masmoudi, M., Attia, H. and Besbes, S., 2011.** Date syrup: Effect of hydrolytic enzymes (pectinase/cellulase) on physicochemical characteristics, sensory and functional properties. *LWT-Food Science and Technology*, **44**, 1827-1834.
- Abbès, F., Besbes S., Brahim B., Kchaou, W., Attia H. and Blecker C., 2013a.** Effect of concentration temperature on some bioactive compounds and antioxidant proprieties of date syrup. *Journal of Food Science and Technology International*, **19**, 1-11.
- Abbès, F., Kchaou, W., Blecker, C., Ongena, M., Lognay, G., Attia, H. and Besbes, S., 2013b.** Effect of processing conditions on phenolic compounds and antioxidant properties of date syrup. *Industrial Crops and Products*, **44**, 634-642.
- Abou Zeid, A.A., Baeshin, N.A. and Baghlaif, A.O., 1993.** Utilization of date products in production of oxytetracycline by *Streptomyces rimosus*. *Zentralblatt fur Mikrobiologie*, **148 (5)**, 333-341.
- Acourene, S. et Tama, M., 1997.** Caractérisation physicochimique des principaux cultivars de datte de la région de Ziban. *Revue Recherche Agronomique*, Ed. INRAA, **1**, 59-66.
- Acourene, S., Ammouche, A. et Djaafri, K., 2008.** Valorisation des rebuts de dattes par la production de la levure boulangère, de l'alcool et du vinaigre. *Revue Sciences et Technologies (université de Constantine)*, **28**, 38-45.
- AFNOR, 1982.** Produits dérivés des fruits et légumes-jus de fruits. Détermination de pH, Association française de normalisation. Ed. AFNOR, Paris, 325 p.
- Ahmed, I.A., Ahmad, A.W.K. and Robinson, R.K. 1995.** Chemical composition of date varieties as influenced by the stage of ripening. *Food Chemistry*, **54**, 305-309.
- Ait Ameer, L., 2001.** Analyse du processus de diffusion des sucres, des acides organiques et de l'acide ascorbique dans le système : Mech-Degla/Jus de citron. Mémoire de magister, université de Boumerdès, 80 p.
- Akin, E.B., Karabulut, I. and Topcu, A., 2008.** Some compositional properties of main Malatya apricot (*Prunus armeniaca* L.) varieties. *Food Chemistry*, **107**, 939-948.
- Alanazi, F.K., 2010.** Utilization of date syrup as a tablet binder, comparative study. *Saudi Pharmaceutical Journal*, **18**, 81-89.
- Albagnac, G., Varoquaux, P. and Montignaud, J.C., 2002.** Technologies de transformation des fruits. Collection sciences et techniques alimentaires. Ed. Tec et Doc, Paris, 429 p.
- Albert, L., 1998.** La santé par les fruits. Ed. Vecchi, 147p.

- Al-Farsi, M., Alasalvar, C., Morris, A., Baron, M. and Shahidi, F., 2005a.** Compositional and sensory characteristics of three native sun-dried date (*Phoenix dactylifera* L.) varieties grown in Oman. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **53**, 7586-7591.
- Al-Farsi, M., Alasalvar, C., Morris, A., Baron, M. and Shahidi, F., 2005b.** Comparison of antioxidant activity, anthocyanins, caroténoids, and phenolics of three native fresh and sun-dried date (*Phoenix dactylifera* L.) Varieties grown in Oman. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **53**, 7592-7599.
- Al-Farsi, M., Alasalvar, C., Al-Abid, M., Al-Shoaily, K., Al-Amry, M. and Al-Rawahy, F., 2007.** Compositional and functional characteristics of dates syrups, and their by-products. *Food Chemistry*, **104**, 943-947.
- Al-Farsi, M.A. and Lee, C.Y., 2008.** Nutritional and Functional Properties of Dates: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **48**: 877-887.
- Al-Hooti, S., Sidhu, J.S. and Qabazard, H., 1997.** Physicochemical characteristics of five date fruit cultivars grown in the United Arab Emirates. *Plant Foods for Human Nutrition*, **50**, 101-113.
- Al-Hooti, S.N., Sidhu, J.S., Al-Saqer, J.M. and Al-Othman, A., 2002.** Chemical composition and quality of date syrup as affected by pectinase/cellulose enzyme treatment. *Food Chemistry*, **79**, 215-220.
- Al Juhaimi, F., Ghafoor, K. and Özcan, M.M., 2012.** Physical and chemical properties, antioxidant activity, total phenol and mineral profile of seeds of seven different date fruit (*Phoenix dactylifera* L.) varieties. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, **63** (1), 84-89.
- Ali, S., Masud, T. and Abbassi K.S., 2011.** Physico-chemical characteristics of apricot (*Prunus armeniaca* L.) grown in Northern Areas of Pakistan. *Scientia Horticulturae*, **130**, 386-392.
- Ali, S., Masud, T., Abbassi, K.S., Mahmood, T. and Hussain, A., 2015.** Apricot: nutritional potentials and health benefits-A review. *Annals. Food Science and Technology*, 175-189.
- Allaith, A.A.A., 2008.** Antioxidant activity of Bahraini date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruit of various cultivars. *International Journal of Food Science Technology*, **43**, 1033-1040.
- Al Qarawi, A. A., Abdel-Rahman, H., Ali, B. H., Mousa, H. M. and El-Mougy, S. A., 2005.** The ameliorative effect of dates (*Phoenix dactylifera* L.) on ethanol-induced gastric ulcer in rats. *Journal of Ethnopharmacology*, **98**, 313-317.
- Al-Mamary, M., Al-Habori, M. and Al-Zubairi, A.S., 2011.** The in vitro antioxidant activity of different of palm dates (*Phoenix dactylifera*) syrups. *Arabian Journal of Chemistry*, (in press).
- Al-Shahib, W. and Marshall, R.J., 2003.** The fruit of the date palm: its possible use as the best food for the future?. *International Journal of Food Science and Nutrition*, **54** (4), 247-259.
- Al-Turki, S., Shahba, M.A. and Stushnoff, C., 2010.** Diversity antioxidant properties and phenolic content of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruits as affected by cultivar and location. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, **8**(1), 253-259.

- Amellal Chibane, H., 2008.** Aptitudes technologiques de quelques variétés de dattes : Formulation d'un yaourt naturellement sucré et aromatisé. Thèse de Doctorat, université de Boumerdès, Algérie. 186p.
- AOAC, 1995.** Official Methods of Analysis. Ed. Association of analytical Chemist. Arlington, V.A.
- Apfelbaum, M., Romon, M. and Dubus, M., 2004.** Diététique et nutrition. Ed. Masson, Paris, pp107-125.
- Baliga, M.S., Baliga, B.R.V., Kandathil, S.M., Bhat, H.P. and Vayalil, P.K., 2011.** A review of the chemistry and pharmacology of the date fruits (*Phoenix dactylifera* L.). *Food Research International*, **44**, 1812-1822.
- Barreveld, W.H., 1993.** Dates palm products. Agricultural Services Bulletin of food and agriculture organization. FAO, N°101, Rome, Italy.
- Bartholin, G., 1991.** La transformation des fruits. In : La conserve appertisée. Aspects techniques et économiques. Chapitre 20. Ed. Tec et Doc, 469-496.
- Benamara, S., Gougam, H., Amellal H., Djouab A., Benahmed A. and Noui, Y., 2008.** Some technology proprieties of common Date (*Phoenix dactylifera* L.) Fruits. *American Journal of Food Technology*, **3**, 79-88.
- Benchabane, A., 1996.** Rapport de synthèse de l'atelier "Technologie et qualité de la datte". In : Options méditerranéennes, série A, N° 28. Séminaires méditerranéens. Ed. IAM, Zaragoza, Spain, pp 205-210.
- Benchabane, A., 2007.** Composition biochimique de la datte Deglet-nour. Thèse de Doctorat. Institut National Agronomique, El Harrach, Alger, 138 p.
- Benchabane, A., 2010.** Dattes : innover pour mieux les valoriser. Des produits élaborés pour plus de valeur ajoutée. *Revue industrie agroalimentaire*, **91**, 46-48.
- Benchelah, A.C. et Maka, M., 2006.** Les dattes, de la préhistoire à nos jours. *Phytothérapie (ethnobotanique)*, **6 (1)**, 43-47.
- Ben Ismaïl, H., Djendoubi, N., Kodia, A., Ben Hassine, D. and Ben Slama, M., 2013.** Physicochemical characterization and sensory profile of 7 principal Tunisian date cultivars. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, **25 (5)**, 331-341.
- Benmeddour, Z., Mehinagic, E., Le Meurlay, D. and Louaileche, H., 2013.** Phenolic composition and antioxidant capacities of ten Algerian date (*Phoenix dactylifera* L.) cultivars: A comparative study. *Journal of Functionnal Foods*, **5**, 346-354.
- Ben Thabet, I., Besbes, S., Masmoudi, M., Attia, H., Deroanne, C. and Blecker, C., 2009.** Compositional, Physical, Antioxydant and Sensory Characteristics of Novel Syrup from date palm (*Phoenix dactylifera* L.). *Food Science and Technology International*, **15(6)**, 583-590.
- Benziouche, S.E. et Cheriet, F., 2012.** Structure et contraintes de la filière dattes en Algérie. *Revue New Medit*, **4**, 49-57.

- Besbes, S., Blecker, C., Deroanne, C., Drira, N.E. and Attia, H., 2004.** Date seeds: chemical composition and characteristic profiles of the lipid fraction. *Food Chemistry*, **84**, 577-584.
- Besbes, S., Blecker, C., Deroanne, C., Lognay, G., Drira, N. E. and Attia, H. 2005.** Heating effects on some quality characteristics of date seed oil. *Food Chemistry*, **91**, 469-476.
- Besbes, S., Cheikhrouhou, S., Blecker, C., Deroanne, C., Lognay, G. and Drira, N.E., 2006.** Voies de valorisation des sous produits de dattes: valorisation de la pulpe. *Microbiologie Hygiène Alimentaire*, **18**, 3-7.
- Besbes, S., Drira L., Blecker, C., Deroanne, C. and Attia, H., 2009.** Adding value to hard date (*Phoenix dactylifera*): Composition, functional and sensory characteristics of date jam. *Food chemistry*, **112**, 406-411.
- Biglari, F., Al Karkhi Abbas, F.M. and Mat Easa, A., 2008.** Antioxidant activity and phenolic content of various date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruits from Iran. *Food Chemistry*, **107**, 1636-1641.
- Birt, D.F., Hendrich, S. and Wang, W., 2001.** Dietary agents in cancer prevention: flavonoids and isoflavonoids. *Pharmacology & Therapeutics*, **90**, 157-177.
- Bonaz, B., Mathieu, N. and Chambron, E., 2007.** Nutrition et maladies inflammatoires cryptogénétiques de l'intestin. *Journal Africain Hépatogastroenterol*, 3-4, 136-140.
- Booij, I., Piombo, G., Risterucci, J.M., Coupe, M., Thomas, D. and Ferry, M., 1992.** Étude 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**, 667-678.
- Borchani, C., Besbès, S., Blecker, C., Masmoudi, M., Baati, R. and Attia, H., 2010.** Chemical properties of 11 date cultivars and their corresponding fiber extracts. *African Journal of Biotechnology*, **9 (12)**, 4096-4105.
- Boudabous, M., Ben Marzouk, I., Marzougui, N., Lechiheb, B, Ben Yahia, L. and Ferchichi A., 2013.** Physicochemical Characterization of the Local Apple Cultivar 'Douce de Djerba' Compared with Introduced Cultivars in Tunisia. *Acta Horticultura*, **997**, 117-128
- Boudabous, M., Ben Marzouk, I., Lechiheb, B, Ben Yahia, L. and Ferchichi A., 2015.** Phenolic compounds and antioxidant activity of the *Douce de Djerba* apple compared to introduced cultivars grown in Tunisia. *Journal of New science*, **24(2)**, 1091-1097.
- Boudries, H., Kefalas, P. and Hornéro-Méndez, D., 2006.** Carotenoid composition of Algerian date varieties (*Phoenix dactylifera*) at different edible maturation stages. *Food Chemistry*, **101**, 1372-1377.
- Boughnou, N., 1988.** Essai de production de vinaigre à partir de déchets de dattes. Thèse de magister, INA, El Harrach, Alger, 82 p.
- Boukhiar, A., 2009.** Analyse du processus traditionnel d'obtention du vinaigre de dattes tel qu'appliqué au sud algérien: essai d'optimisation. Mémoire de Magistère, université de Boumerdès, 144 p.

- Bousdira, K., 2007.** Contribution à la connaissance de la biodiversité du palmier dattier pour une meilleure gestion et une valorisation de biomasse : caractérisation morphologique et biochimique des dattes des cultivars les plus connus de la région du Mزاب, classification et évaluation de la qualité. Mémoire de Magistère, université de Boumerdès, 186 p.
- Breteau, J., 1979.** Tailles et greffes de nos arbres fruitiers. Ed. J.B. Baillière, Paris, 107p.
- Caliskan, O., Bayazit, S. and Sumbul, A., 2012.** Fruit quality and phytochemical attributes of some apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivars as affected by genotypes and seasons. *Journal Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, **40** (2), 284-294.
- Ceymann, M., 2013.** Polyphenol content and profile in apples and its potential relevance to human health. Thèse de Doctorat, Lebensmittelchemikerin, Bayerische Julius-Maximilians-Würzburg University, Germany, 195 p.
- Chaira, N., Mrabet, A. and Ferchichi, A., 2009.** Evaluation of antioxidant activity, phenolics, sugar and mineral contents in date palm fruits. *Journal of food biochemistry*, **33**, 390-403.
- Chaffai, H.A., 1990.** Caractérisation rhéologique d'un lait gélifié chocolaté: optimization de la technologie de fabrication. *Le lait*, **70** (2), 155-167.
- Chang, S.K., Alasalvar, C. and Shahidi, F., 2016.** Review of dried fruits: Phytochemicals, antioxidant efficacies, and health benefits. *Journal of Functional Foods*, **21**, 113–132.
- Chassagne Berces, S., Fonseca, F. and Marin, M., 2013.** Congélation de produits végétaux- Maitriser la qualité des fruits congelés. *Technique de l'ingénieur*, 2-28.
- Cheikh-Rouhou, S., Baklouti, S., Hadj-Taïb, N., Besbes, S., Chaabouni, S., Bleker, C. and Attia, H., 2006.** Elaboration d'une boisson à partir d'écart de triage de dattes : clarification par traitement enzymatique et microfiltration. *Fruits*, **61**, 389-399.
- Cheng, G.W. and Crisosto, C.H., 1997.** Iron-Polyphenol complex formation and Skin discoloration in peaches and nectarines. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, **122** (1), 95-99.
- Chibane, H., Benamara, S., Noui, Y. and Djouab, A., 2007.** Some physicochemical and morphological characterizations of three varieties of Algerian common dates. *European Journal of Science Research*, **18** (1), 134-140.
- Chinnici, F., Bendini, A., Gaiani, A. and Riponi, C., 2004.** Radical scavenging activities of peels and pulps from Golden delicious apples as related to their phenolic composition. *Journal of agricultural and food chemistry*, **52**, 4684-4689.
- CIQUAL, 2013.** Centre d'information sur la qualité des aliments. Table de composition des aliments. <https://pro.anses.fr/tableciqual/> (consulté le 22/12/2015).
- Colin-Henrion, M., Mehinagic, E., Patron, C. and Jourjon, F., 2009.** Instrumental and sensory characterisation of industrially processed apple sauces. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **89** (9), 1508-1518.
- Colin-Henrion, 2008.** De la pomme à la pomme transformée : impact du procédé sur deux composés d'intérêt nutritionnel. Thèse de Doctorat, université d'Angers, France, 274p.

- Constenla, D., Ponce, A.G. and Lozano J.E., 2002.** Effect of pomace drying on apple pectin. *Lebensmittel Wissenschaft und-Technologie*, **35(3)**, 216-221.
- Coussot, P. et Grossiord, J.L., 2001.** Comprendre la rhéologie. De la circulation du sang à la prise du béton. Ed. EDP, Les Ulis, France, 223 p.
- Daas Amiour, S., 2009.** Etude quantitative des composés phénoliques des extraits de trois variétés de dattes (*Phoenix dactylifera* L.) et évaluation *in vitro* de leur activité biologique. Mémoire de Magister, Université de Batna, 160 p.
- De Luca, G. and Joslyn, M.A., 1957.** The recovery of pectin from orange peel- Extracts as aluminum-pectinate. *Food technology*, **11**, 137-141.
- De Stefani, E., Mendilaharsu, M. and Deneo-Pellegrini, H., 1998.** Sucrose as a risk factor for cancer of the colon and rectum: a case-control study in Uruguay. *International Journal of Cancer*, **75 (1)**, 40-44.
- Dhaouadi, K., Raboudi, F., Estevan, C., Barrajon, E., Vilanova E., Hamdaoui, M. and Fattouch, S., 2011.** Cell viability effects and antioxidant and antimicrobial activities of Tunisian date syrup (Rub El Tamr) polyphenolic extract. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **59**, 402-406.
- Djerbi, M., 1994.** Précis de phoeniciculture. Ed. FAO, 192 p.
- Djidjel, A., 2007.** Production d'acide lactique par *Lactobacillus casei* subsp. rhamnosus sur jus de dattes : Cinétique et optimisation en cultures discontinues, semi-continues et continues. Thèse de Doctorat. Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et des Industries Alimentaires, Lorraine, France. 217p.
- Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, F.K., Rebers, P.A. and Smith, F., 1956.** Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, **28**, 350-356.
- El Arem, A., Guido F., Behija S.E, Manel I., Nesrine F., Ali Z., Mohamed, H., Noureddine H.A. and Lotfi, A., 2011.** Chemical and aroma volatile compositions of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruits at three maturation stages. *Food Chemistry*, **127**, 1744-1754.
- Elleuch, M., Besbes S., Roiseux O., Blecker C., Deroanne C., Drira N. and Attia H., 2008.** Date flesh: Chemical composition and characteristics of the dietary fibre. *Food Chemistry*, **111**, 676-682.
- Elsanhoty, R.M., Al-Turki, I.A., Ramadan. and M.F., 2012.** Screening of medium components by Plackett–Burman design for carotenoid production using date (*Phoenix dactylifera*) wastes. *Industrial Crops and Products*, **36 (1)**, 313-320.
- Espiard, E., 2002.** Introduction à la transformation industrielle des fruits. Tech et Doc, Lavoisier, Publishers, France, pp147-155.
- Espinosa Brisset, L.C., 2012.** Texture de la purée de pomme : influence de la structure sur les propriétés rhéologiques et la perception sensorielle-effet du traitement mécanique. Thèse de Doctorat, ParisTech, France, 208p.

- FAO, 2012.** Agro-statistics Database. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. <http://www.faostat.fao.org/> (consulté le 22/02/2016).
- Farag, K.M., 2016.** Date Palm: A Wealth of Healthy Food. In: Encyclopedia of Food and Health. Volume 2. Ed. Academic Press, Elsevier, 356-360.
- Favier, J.C., Ireland R.J., Laussusq, C. and Feinberg, M., 1993.** Répertoire général des aliments. Table de composition des fruits exotiques, fruits de cueillette d’Afrique. Tome 3. Ed. Orstom Editions, Lavoisier, INRA Editions, 27-28.
- Favier, J.C., Ireland, R.J., Toque, C. and Feinberg, M., 1995.** Répertoire général des aliments. Table de composition. Ed. Tec et Doc-Lavoisier, INRA Editions, CNEVA et CIQUAL, p 897.
- Fu, L., Xu, B.T., Xu, X. R., Gan, R. Y., Zhang, Y., Xia, E.Q. and Li, H.B., 2011.** Antioxidant capacities and total phenolic contents of 62 fruits. *Food Chemistry*, **129**, 345–350.
- Franceschi, S., Favero, A., La Vecchia, C., Negri, E., Conti, E., Montella, M., Giacosa, A., Nanni, O. and Decarli, A., 1997.** Food groups and risk of colorectal cancer in Italy. *International Journal of Cancer*, **72**, 56-61.
- Gautier, M., 2001.** La culture fruitière. Les productions fruitières. Ed. Tec et Doc, Paris. Volume 2. Chapitre 1, 3-19.
- Gezer, I., Haciseferoğullari, H., ÖZCAN, M.M., ARSLAN, D., Asma, B.M. and Ünver, A., 2011.** Physico-chemical properties of apricot (*Prunus armeniaca* L.) KERNELS. *South Western Journal of Horticulture, Biology and Environment*, **2 (1)**, 1-13.
- Gilles, P., 2000.** Cultiver le palmier dattier. Ed. QUAE, 112p.
- Grimplet, J., 2004.** Génomique fonctionnelle et marqueurs de qualité chez l’abricot. Thèse de Doctorat. Institut National Polytechnique de Toulouse, France, 253 p.
- Guattieri, M., Rapaccini S., 1994.** Date stones in broiler’s feeding. In Technologie de la datte. Ed. GRIDAO, p 35.
- Gülçin, I., Huyut, Z., Elmastas, M. and Aboul-Enein, H.Y., 2010.** Radical scavenging and antioxidant activity of tannic acid. *Arabian Journal of Chemistry*, **3**, 43-53.
- Gursoy, N., Sarikurkcu, C., Mustafa, C. and Halil Solak, M., 2009.** Antioxidant activities, metal contents, total phenolics and flavonoids of seven *Morchella* species. *Journal of food and chemical toxicology*, **47**, 2381-2387.
- Gupta, N. and Kushwaha, H., 2011.** Date palm as a source of bioethanol producing microorganisms. In: Date Palm Biotechnology. Ed. Springer, Netherlands, Chapter **33**, 711-727.
- Haciseferogullari, H., Gezer, I., Ozcan, M.M. and Murat Asma, B., 2007.** Post harvest chemical and physical–mechanical properties of some apricot varieties cultivated in Turkey. *Journal of Food Engineering*, **79**, 364-373.
- Haddouch, M., 1996.** Situation actuelle et perspectives de développement du palmier dattier au

Maroc. **In** : Options méditerranéennes, série A, N° 28. Le palmier dattier dans l'agriculture d'oasis des pays méditerranéennes. Ed. IAM, Zaragoza, Spain, pp 63-79.

-**Hannachi, S., Khitri D., Benkhalifa, A. and Brac de Perrière, R.A., 1998.** Inventaire variétal de la palmeraie algérienne. CDARS/URZA Publishers, Alger, 225p.

-**Harrak, H et Boujnah, M.M., 2012.** Valorisation technologique des dattes au Maroc. Ed INRA. 157 p.

-**Hegedús, A., Engel, R., Abranko, L., Balogh, E., Blázovics, A., Hermán, R, Halász, J, Ercisli, S, Pedryc, A. and Stefanovits-Bányai, E., 2010.** Antioxidant and Antiradical Capacities in Apricot (*Prunus armeniaca* L.) Fruits: Variations from Genotypes, Years, and Analytical Methods. *Journal of food science*, **75 (9)**, 722-730.

-**Henk, J., Zwir, E. and Rik, L., 2003.** Caroténoïdes et flavonoïdes contre le stress oxydatif. *Arômes Ingrédients Additifs*, **44**, 42-45.

-**Hend Hassan, A.G., 2012.** Production of nutritious high quality date (*Phoenix dactylifera*) fruits syrup (Dibs) by using some novel technological approaches. *Journal of applied sciences research*, **8 (3)**, 1524-1538.

-**Hormaza, J.I., Yamane, H. and Rodrigo, J., 2007.** Apricot. **In**: Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants, Fruits and Nuts, Volume 4. Ed. Chittaranjan Kole, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp 171-187.

-**Hossain, M.Z., Waly, M.I., Sigh, V., Sequeira, V. and Rahman, M.S., 2014.** Chemical composition of date pits and it's potential for developing value-Added product-a Review. *Polish Journal of Food Nutrition Science*, **64 (4)**, 215-226.

-**Hui, Y. H., Barta, J., Cano, M. P., Gusek, T.W., Sidhu, J. S. and Sinha, N.K., 2006.** Handbook of Fruits and Fruit Processing, Blackwell Publishing, USA, 697p.

-**Iacopini, P., Camangi, F., Stefani, A. and Sebastiani, L., 2010.** Antiradical potential of ancient Italian apple varieties of *Malus x domestica* Borkh. in a peroxyxynitrite-induced oxidative process. *Journal of Food Composition and Analysis*, **23**, 518-524.

-**Ishurda, O. and John, F. K., 2005.** The anti-cancer activity of polysaccharide prepared from Libyan dates (*Phoenix dactylifera* L.). *Carbohydrate Polymers*, **59**, 531-535.

-**Ismail, B., Haffar, I., Baalbaki R., Mechref, Y. and Henry, J., 2006.** Physico-chemical characteristics and total quality of five date varieties grown in the United Arab Emirates. *International Journal of Food Science and Technology*, **41**, 919-926.

-**ITAFV, 2013.** La culture de l'abricotier. Institut technique de l'arboriculture fruitière et de vigne. p 2.

-**Jain, S.M., 2011.** Radiation-Induced Mutations for Date Palm Improvement. **In**: Date Palm Biotechnology. Chapter 14, 271-286.

-**Jaccot, B. et Campillo, B., 2003.** Nutrition Humaine. Ed. MASSON, Paris, 311 p.

- Jackson, J.E., 2003.** Biology of horticultural crops. Biology of apples and pears. Cambridge University Press. 488 p.
- Jakobek, L. and Andrew, R.B., 2016.** Ancient apple varieties from Croatia as a source of bioactive polyphenolic compounds. *Journal of Food Composition and Analysis*, **45**, 9-15.
- Jiménez, A.M., Martínez-Tomé, M., Egea, I., Romojaro, F. and Murcia, M.A., 2008.** Effect of industrial processing and storage on antioxidant activity of apricot (*Prunus armeniaca v. bulida*). *European Journal of Food Research and Technology*, **227**, 125-134.
- Javanmard, M. and Johari, E., 2010.** A survey on rheological properties of fruit jams. *International Journal of Chemical Engineering and Applications*, **1 (1)**, 31-37.
- Juntachote T., Berghofer E., Siebenhandl S. & Bauer F., (2007).** Antioxidative effect of added dried Holy basil and its ethanolic extracts on susceptibility of cooked ground pork to lipid oxidation, *Food Chemistry*, **100(1)**: 129-135.
- Kalkisim, O., Ozdes, D., Okcu Z., Karabulut, B. and Senturk, H.B., 2015.** Determination of Pomological and Morphological Characteristics and Chemical Compositions of Local Apple Varieties Grown in Gumushane, Turkey. *Journal of Erwerbs-Obstbau*, 1-8.
- Khalil, K.E., Abd El Bari, M.S., Hafiz, N.E. and Ahmad, E.Y., 2002.** Production, evaluation and utilization of date syrup concentrate (Dibis). *Egyptian journal of food science*, **30 (2)**, 179-203.
- Khan, J.A., Abulnaja, K.O., Kumosani, T.A. and Abou-Zeid, A.A., 1995.** Utilization of Saudi dates sugars in production of baker's yeast. *Bioresource Technology*, **53 (1)**, 63-66
- Kratchanova, M., Pavlova, E. and Panchev, I., 2004.** The effect of microwave heating of fresh orange peels on the fruit tissue and quality of extracted pectin. *Carbohydrate Polymers*, **56 (2)**, 181–185.
- Lafon, J. P., Tharaud-Payer, C. and Levy, G. 1996.** Biologie des plantes cultivées. Tome I-organisation / physiologie de la nutrition. Ed. Lavoisier, Paris, 227 p.
- Leccese A., Bartolini S. and Viti R., 2007.** Total Antioxidant Capacity and Phenolics Content in Apricot Fruits. *International Journal of Fruit Science*, **7 (2)**, 1-16.
- Le Magnen, J., 1998.** Evaluation sensorielle. Manuel méthodologique. Ed. Tec et Doc. Lavoisier, Paris, 345 p.
- Lichou, J., 1998.** Abricot : les variétés, mode d'emploi. Ed. CTIFL, Paris, France, 255 p.
- Linden, G., 1984.** Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agro alimentaires. Principes des techniques d'analyses. Tome 2. Ed. Tec et doc, 548 p.
- Louaileche, H., Hammiche, D. and Hamoudi, F., 2015.** Total Phenolic, Flavonoid Contents and *in Vitro* Antioxidant Activity of Algerian Date Palm Varieties: A Comparative Study. *American Journal of Food Science and Health*, **1 (3)**, 63-68.

- Madrau, M, A., Piscopo, A., Sanguinetti Anna, M., Del Caro, A., Poiana M., Romeo Flora V. and Piga A., 2009.** Effect of drying temperature on polyphenolic content and antioxidant activity of apricots. *European Food Research Technology*, **228**, 441-448.
- Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Remezy, C. and Jimenez, L., 2004.** Polyphenols: food sources and bioavailability. *Journal American of Clinical Nutrition*, **79**, 727-747.
- Mansouri, A., Embarek, G., Kokkalou, E. and Kefalas, P., 2005.** Phenolic profile and antioxidant activity of the Algerian ripedate palm fruit (*Phoenix dactylifera*). *Food Chemistry*, **89**, 410-420.
- Manzoor, M., Anwar, F., Saari, N. and Ashraf M., 2012.** Variations of antioxidants characteristics and mineral contents in pulp and peel of different apple (*Malus domestica* Borkh.) cultivars from Pakistan. *Molecules*, **17**, 390-407.
- Masmoudi, M., Besbes, S., Blecker, C. and Attia, H., 2007.** Preparation and Characterization of Osmodehydrated Fruits from Lemon and Date By-products. *Food Science and Technology International*, **13 (6)**, 407-412.
- Mathlouthi, M. and Reizer, P. 1995.** Sucrose properties and application. Glasgow: Blackie Academic and Professional. pp 179-180.
- Mazoyer, M., 2002.** Larousse agricole. Le Monde Agricole au XXI siècle. Ed. Mathlide Majorel, p 224.
- Mehyar, G.F., Delaimy, K.S. and Ibrahim, S.A., 2005.** Citric acid production by *Aspergillus niger* using date-based medium fortified with whey and additives. *Food Biotechnology*, **19 (2)**, 137-144.
- Mendonça, C.R., Zambiazzi, R. and Granada, G.G., 2001.** Partial substitution of sugars by the low-calorie sweetener sucralose in peach compote. *Journal of Food Science*, **66 (8)**, 1195-1200.
- Miller, G.L., 1959.** Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry*, **31**, 426-428.
- MINAGRI, 2012.** Ministère de l'agriculture et de la pêche. Données statistiques.
- Mistrello, J., Sirisena SD., Ghavami A., Marshall R.J. and Krishnamoorthy S., 2014.** Determination of the antioxidant capacity, total phenolic and avonoid contents of seeds from three commercial varieties of culinary dates. *International Journal of Food Studies*, **3**, 34-44.
- Mohamed, M. and Ahmed, A.A., 1982.** Libyan date syrup (Rub Al-Tamr). *Journal of food science*, **46**, 1162-1166.
- Mohamed Basuny, A.M. and Al-Marzooq, M.A., 2011.** Production of mayonnaise from date pit oil. *Food and Nutrition Sciences*, **2**, 938-943.
- Munier, P., 1973.** Le palmier dattier. Techniques agricoles et productions tropicales. Ed. Maisonneuve et Larose. Paris, France, 221 p.

- Nancib, N., Nancib, A. and Boudrant, J., 1997. Use of waste date Products in the fermentative formation of beaker's yeast biomass by *Saccharomyces cerevisiae*. *Bioresources Technology*, **60**, 67-71.
- Ndhlala, A.R., Kasiyamhuri, A., Mupure, C., Chitindingu, K., Benhura, M.A. and Muchuweti, M. 2007. Phenolic composition of *Flacourtiaindica*, *Opuntiamegacantha* and *Sclerocaryabirrea*. *Food Chemistry*, **103**, 82-87.
- Noui, Y., 2007. Caractérisation physico-chimique comparative des deux principaux tissus constitutifs de la pulpe de datte Mech-Degla. Mémoire de Magister, Faculté des Sciences de l'ingénieur, université de Boumerdès, 62 p.
- Noui, Y., Lombarkia Alloui, O., Bekrar, A., Amellal Chibane, H. and Lekbir, A., 2015. Quality characteristics and sensory evaluation of apricots jams made with date palm products (syrup). *Carpathian Journal of Food Science and Technology*, **7 (2)**, 53-62.
- Nour, V., Trandafir, I. and Ionica, M.E., 2010. Compositional Characteristics of Fruits of several Apple (*Malus domestica* Borkh.) Cultivars. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, **38 (3)**, 228-233.
- ONS, 2009. Office National des Statistiques. Production végétale. [www.ons.dz/](http://www.ons.dz/)(consulté le 20/02/2016).
- Ouchemoukh, S., Hachoud, S., Boudraham, H., Mokrani, A. and Louaileche, H., 2012. Antioxidant activities of some dried fruits consumed in Algeria. *LWT-Food Science and Technology*, **49**, 329-332.
- Oudot, C., 1999. Génie Alimentaire. La transformation des aliments. Ed. Techniplus, Paris, p 22.
- Ould El Hadj, M.D., Sebihi, A.H., Siboukeur, O., 2001. Qualité Hygiénique et Caractéristique Physico-Chimique du Vinaigre Traditionnel de Quelques Variétés de Dattes de la Cuvette de Ouargla. *Rev. Energ. Ren : Production et Valorisation-Biomasse*, 87-92.
- Oyaizu, M., 1986. Studies on products of browning reaction: antioxydative activity of products of browning reaction. *Japanese Journal of Nutrition and Dietetics*, **44 (6)**, 307-315.
- Pincemail, J., Degrune, F., Voussure, S., Malherbe, C., Paquot, N. et Olivier Defraigne, J., 2007. Effet d'une alimentation riche en fruits et légumes sur les taux plasmatiques en antioxydants et des marqueurs des dommages oxydatifs. *Journal de Nutrition Clinique et Métabolisme*, **21**, 66-75.
- PNNS, 2006. Programme National Nutrition Santé. [www.mangerbouger.fr/](http://www.mangerbouger.fr/)(consulté le 26/01/2016).
- Qiu, C.G. and Rao, M. A. 1988. Role of pulp content and particle size in yield stress of apple sauce. *Journal of Food Science*, **53 (4)**, 1165-1170.
- Qureshi, A.S., Bhutto, M.A., Chisti, Y., Khushk, I., Dahot, M.U. and Bano, S., 2012. Production of pectinase by *Bacillus subtilis* EFRL 01 in a date syrup medium. *African Journal of Biotechnology*, **11**, 12563-12570.

- Radwan, H.H., Alanazi, F.K., Taha, E.I., Dardir, H.A., Moussa, I.M. and Alsarra, I.A., 2010.** Development of a new medium containing date syrup for production of bleomycin by *Streptomyces mobaraensis* ATCC 15003 using response surface methodology. *African Journal of Biotechnology*, **9**, 5450-5459.
- Raiesi Ardali, F., Rahimi, E., Tahery, S. and Shariati, M.A., 2014.** Production of a New drink by using date syrup and milk. *Journal of Food Biosciences and Technology*, **4(2)**, 67-72.
- Ragab, M., 1987.** Characteristics of apricot jam sweetened with saccharin and xylito. *Food Chemistry*, **23**, 55-64.
- Razavi, S.M.A., Najafi, M.B.H. and Alaei, Z., 2007.** The time independent rheological properties of low fat sesame paste/date syrup blends as a function of fat substitutes and temperature. *Food Hydrocolloids*, **21**, 198-202.
- Reynal, B., 2008.** Livre Blanc. Compotes, fruits aux sirops et nutrition. Ed. Afidem. 35 p.
- Reynes, M., Bouabidi, H., Piombo, G. and Risterucci, A.M., 1994.** Caractérisation des principales variétés de dattes cultivées dans la région du Djérid en Tunisie. *Fruit*, **49 (4)**, 289-298.
- Ribéreau-Gayon, P., 1968.** Les composés phénoliques des végétaux. Ed. Dunod, Paris, 254 p.
- Rémésy, C., 2008.** Sucres simples purifiés versus sucres des fruits, ont-ils les mêmes effets métaboliques. *Phytothérapie*, **6**, 91-95.
- Roberfroid, M., 2002.** Aliments fonctionnels. Ed. Tec & Doc-Lavoisier, p 308.
- Roukas, T. and Kotzekidou, P., 1997.** Pretreatment of date syrup to increase citric acid production. *Enzyme and Microbial Technology*, **21**, 274-276.
- Roussos, P.A., Denaxa, N.K., Tsafouros, A., Efstathios, N. and Intidhar, B., 2016.** Apricot (*Prunus armeniaca* L.). In: Nutritional composition of fruit cultivars. Ed. Elsevier, Chapter 2, 19-48.
- Scalbert, A., Morand, C., Manach, C. and Rémésy, C., 2002.** Absorption and metabolism of polyphenols in the gut and impact on health. *Biomedicine Pharmacotherapy*, **56**, 276-282.
- Simmonds, M.S.J. and Howes, M.J.R., 2016.** Profil of compounds in different cultivars of apple (*Malus x domestica*). In: Nutritional composition of fruit cultivars. Ed Elsevier. Chapitre 1, 1-18.
- Sidhu, J.S., Al-Saqer, J.M., Al-Hooti, S.N. and Al-Othman, A., 2003.** Quality of pan bread made by replacing sucrose with date syrup produced by using pectinase/cellulase enzymes. *Plant Foods for Human Nutrition*, **58**, 1-8.
- Singh, V., Guizani, N., Essa, M.M., Hakkim, F.L. and Rahman, M.S., 2012.** Comparative analysis of total phenolics, flavonoid content and antioxidant profile of different date varieties (*Phoenix dactylifera* L.) from Sultanate of Oman. *International Food Research Journal*, **19 (3)**, 1063-1070.

- Skog, L.J. and Chu, C.L., 2003.** Apples. In: Encyclopedia of food science and nutrition. Ed. Academic press, 290-294.
- Southwick, S.M., 2003.** Apricots. In: Encyclopedia of food sciences and nutrition. Ed. Academic press, 295-303.
- Srdic´-Rajic´, T. and Konic´ Ristic, A., 2016.** Antioxidants: role on health and prevention. In: Encyclopedia of food and health. Volume 1. Ed. Elsevier, 227-233.
- Srinath Reddy, K. and Martijn, B.K., 2004.** Diet, nutrition and the prevention of hypertension and cardiovascular diseases. *Public Health Nutrition*, **7 (1)**, 167-186.
- Toutain, G., 1977.** Eléments d'agronomie saharienne : de la recherche au développement. Ed. Jouve, Paris, 276 p.
- Touzi, A., 1997.** Valorisation des produits et sous-produits de la datte par les procédés biotechnologiques. Rapport de synthèse de l'atelier "Technologie et qualité de la datte", CIHEAM - Options Méditerranéennes, p 214.
- Tortora G.J. et Anagnostakos, N.P., 1987.** Le métabolisme. **In** : Principes d'anatomie et de physiologie. Ed. CEC, Montréal, Canada, Chapitre **25**, 669-702.
- Tsao, R., Yang, R., Christopher, Young J. and Zhu, H., 2003.** Polyphenolic profiles in eight apple cultivars using High-Performance Liquid Chromatography (HPLC). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **51**, 6347-6353.
- Tsao, R., Yang, R., Xie, S., Sockovie, E. and Khanizadeh, S., 2005.** Which polyphenolic compounds contribute to the total antioxidant activities of apple ?. *Journal of Agriculture of Food Chemistry*, **53**, 4989-4995.
- Tsao, R., 2016.** Apples. In: Encyclopedia of food and health. Ed. Elsevier, pp 239-248.
- Tsuji, P.A., Galinn, S.E. and Hartman, J., 2016.** Cancer: diet in cancer prevention. In: Encyclopedia of food and health. Ed. Elsevier, 614-620.
- Vayalil, P.K., 2012.** Date fruits (*Phoenix dactylifera* Linn): An emerging medicinal food. *Critical Reviews in Food and Nutrition*, **52**, 249-271.
- Vayalili, P.K., 2002.** Antioxydant and Antimutagenic Properties of Aqueous Extract of Date Fruit (*Phoenix dactylifera* L. Arecaceae). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **50 (3)**, 610-617.
- Vilkas, M., 1993.** Vitamines. Ed. Hermann, 158p.
- Vieira, F.G.K., Campelo Borges, G.D.S., Copetti, C., Castanho Amboni, R.D.D.M., Denardi, F. and Fett, R., 2009.** *Scientia Horticultura*, **122**, 421-425.
- Vierling, E., 2003.** Aliments et boissons : Filières et produits. Les produits sucrés et les produits glacés. Ed. Doin, 216 p.
- Wang, X., Li C., Liang, D., Zou, Y., Li P. and Ma, F., 2015.** Phenolic compounds and antioxidant activity in red-fleshed apples. *Journal of functional Foods*, **18**, 1086-1094.

- Wani, S.M., Masoodi, F.A., Ahmed Wan, Ti., Ahmad, M., Gani, A. and Ganai, S.A., 2015.** Physical characteristics, mineral analysis and antioxidant properties of some apricot varieties grown in North India. *Cogent Food & Agriculture*, **1**, 1-10.
- Willats, W.G.T., Paul Knox, J. and Mikkelsen, J.D., 2006.** Pectin: new insights into an old polymer are starting to gel. *Trends in Food Science and Technology*, **17**, 97-104.
- Wu, J., Gao, H., Zhao, L., Liao, X., Chen, F., Wang, Z. and Hu, X., 2007.** Chemical compositional characterization of some apple cultivars. *Food Chemistry*, **103**, 88-93.
- Wu, X., Beecher, G.R., Holden, J.M., Haydowitz, D.B., Gebhardt, S.E. and Prior, R.L., 2004.** Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, **52**, 4026-4037.
- Yadav, A.K., Bipinraj, N.K., Chaudhari, A.B. and Kothari, R.M., 2011.** Production of L (+) lactic acid from sweet sorghum, date palm, and golden syrup as alternative carbon sources. *Starch-Starke Journal*, **63 (10)**, 632–636.
- Youssif, A.K., Benjamin, N.D., Kado, A., Alddin, S.M. and Ali, S.M., 1982.** Chemical composition of four Iraqi date cultivars. *Date Palm Journal*, **1 (2)**, 285-294.

# **ANNEXES**

# **ANNEXE 1**

## 1. Dosage des sucres totaux

### -Préparation de la gamme étalon

- Les réactifs
- Solution mère de glucose : une concentration de 1 mg/mL ;
- Solution de phénol, à 5 ;
- Acide sulfurique concentré : 95-98%.

- La gamme étalon

À partir de la solution mère, préparer la gamme d'étalonnage comme il est indiqué dans le tableau 1.

Tableau 1. Gamme étalon de glucose pour le dosage des sucres totaux

Solution mère de glucose (mL)	0,00	0,50	1,00	1,50
Eau distillée (mL)	10,00	9,50	9,00	8,50
Phénol à 5 % (mL)	0,50	0,50	0,50	0,50
Volume à prélever (mL)	0,50	0,50	0,50	0,50
Acide sulfurique à 95 % (mL)	3,00	3,00	3,00	3,00
Concentration de sucres (mg/mL)	0,00	0,05	0,10	0,15

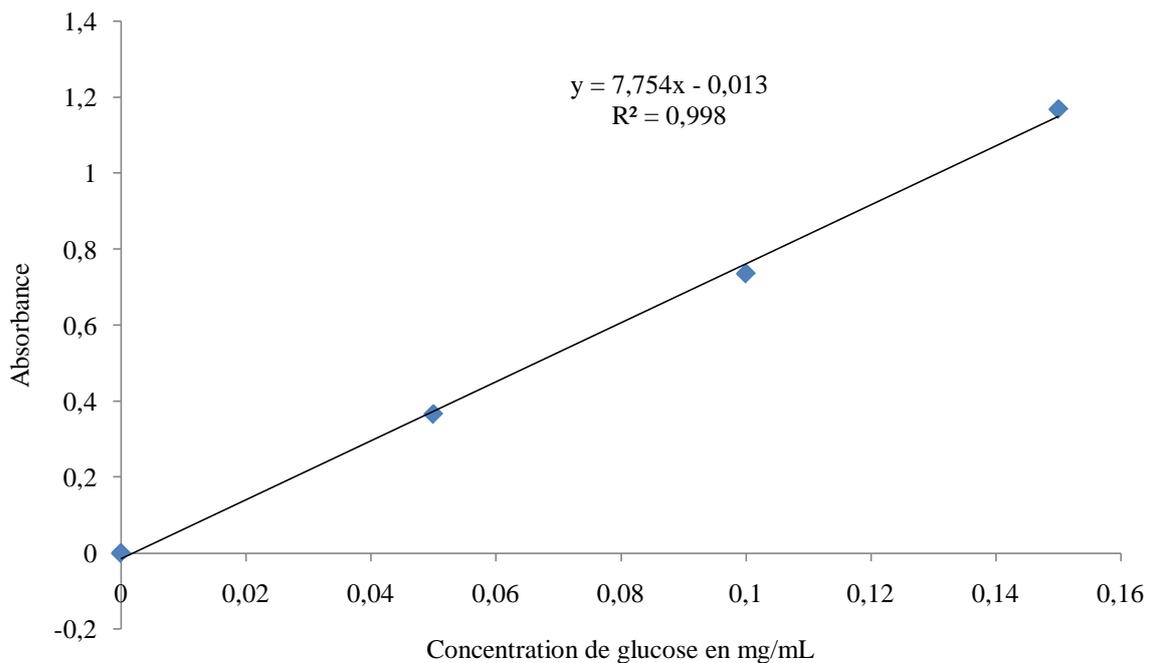


Fig 1. Gamme étalon de glucose

## 2. Dosage des sucres réducteurs

### -Préparation de la gamme étalon

- Les réactifs

- Solution du glucose : une concentration de 10 mg/mL;

-Réactif de DNS (Acide di-nitro-3,5 salicylique) : 8 g de soude, 1g d'acide di-nitro-3,5 salicylique et 30 g de tartrate double de sodium et de potassium, sont dissouts dans un peu d'eau distillée, puis compléter le mélange à 100 mL). Le réactif de DNS doit se conservé à l'abri de la lumière.

- La gamme étalon

À partir de la solution mère, préparer la gamme d'étalonnage comme il est montré dans le tableau 2.

Tableau 2. Gamme étalon de glucose pour le dosage des sucres réducteurs

Solution mère de glucose (mL)	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00
Eau distillée (mL)	10,00	9,50	9,00	8,50	8,00
Volume à prélever (mL)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Réactif de DNS (mL)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Concentration de sucres (en mg/mL)	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00

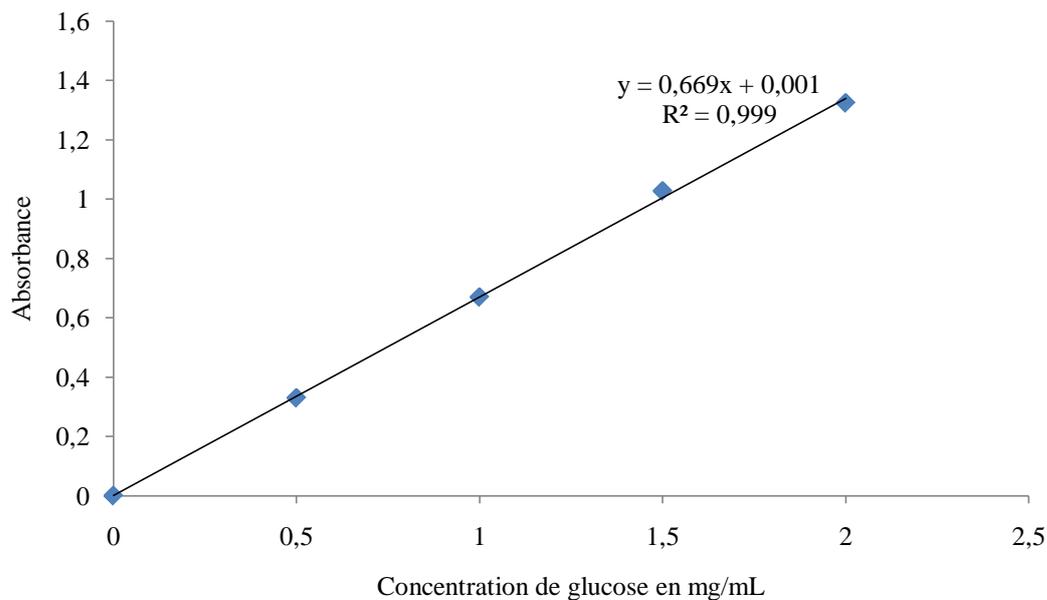


Fig 2. Gamme étalon de glucose

### 3. Dosage des polyphénols totaux

#### -Préparation de la gamme étalon

- Les réactifs
- Solution mère d'acide gallique avec une concentration de 1mg/mL ;
- Réactif de Folin-Ciocalteu's ;
- Solution de carbonate de sodium à 7,5 %.

- La gamme étalon

À partir de la solution mère, préparer la gamme d'étalonnage comme le montre le tableau 3.

Tableau 3. Gamme étalon de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux

Solution mère d'acide gallique (mL)	0	0,025	0,05	0,075	0,10
Méthanol (mL)	0,50	0,475	0,45	0,425	0,40
Concentration (mg/mL)	0,00	0,025	0,05	0,075	0,10
Volume à prélever (mL)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Eau distillée (mL)	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Réactif de Folin-Ciocalteu (mL)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Carbonate de sodium à 7,5 % (mL)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50

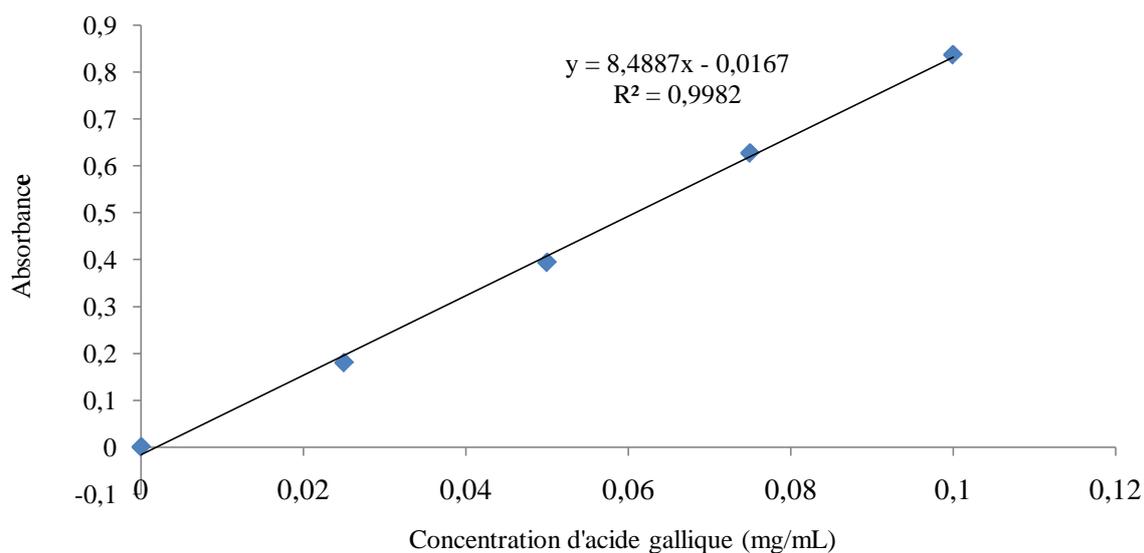


Fig 3. Gamme étalon de l'acide gallique

#### 4. Dosage des flavonoïdes

##### - Préparation de la gamme étalon

▪ Les réactifs :

- Solution de quercétine (25 µg/mL) ;
- Méthanol pur ;
- Solution de chlorure de fer (FeCl<sub>3</sub>), à 2 %.

▪ La gamme étalon

À partir de la solution mère, préparer la gamme d'étalonnage comme il est mentionné dans le tableau 4.

Tableau 4. Gamme étalon de la quercétine pour le dosage des flavonoïdes

Solution mère de quercétine (mL)	0,00	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00
Volume de méthanol (mL)	1,00	0,80	0,60	0,40	0,20	0,00
Concentration (µg/mL)	0,00	5,00	10,00	15,00	20,00	25,00
Solution de chlorure de fer (mL)	01,00	01,00	01,00	01,00	01,00	01,00

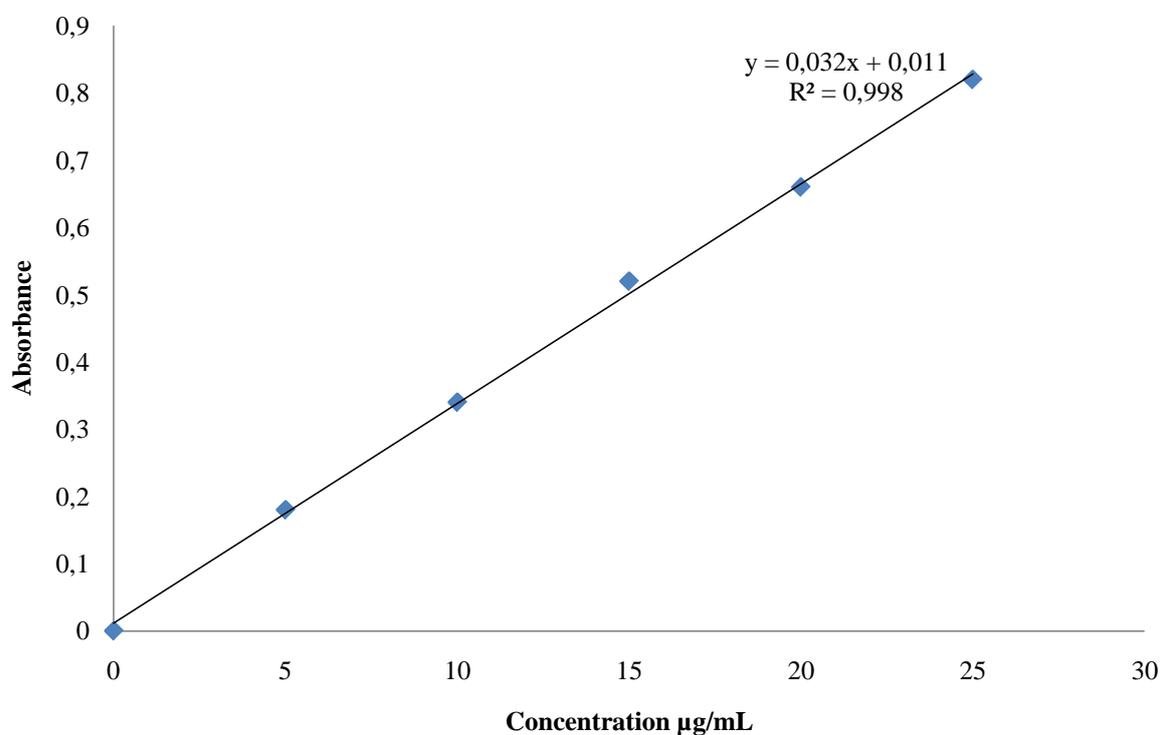


Fig 4. Gamme étalon de la quercétine

## 5. Le pouvoir réducteur du fer (FRAP)

### -Préparation de la gamme étalon

- Les réactifs
- Solution mère d'acide gallique: une concentration de 100 µg/mL ;
- Solution de ferricyanure de potassium [K<sub>3</sub>Fe(CN)<sub>6</sub>], à 1 % ;
- Solution tampon ;
- Solution d'acide trichloroacétique, à 10 % ;
- Solution de FeCl<sub>3</sub>, à 0,1 %.
- Préparation de la gamme étalon : À partir de la solution mère, préparer la gamme étalon comme elle est indiquée dans le tableau 5.

Tableau 5. Gamme étalon de l'acide gallique pour la détermination du pouvoir réducteur

Solution d'acide gallique (mL)	0,00	0,40	0,80	1,20	1,60
Volume de méthanol (mL)	2,00	1,60	1,20	0,80	0,40
Concentration (µg/mL)	0,00	20,00	40,00	60,00	80,00
Volume à prélever (mL)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Solution tampon (mL)	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
ferricyanure de potassium, à 1%	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Acide trichloroacétique, à 10% (mL)	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Eau distillée (mL)	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Volume de FeCl <sub>3</sub> , à 0,1 % (mL)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50

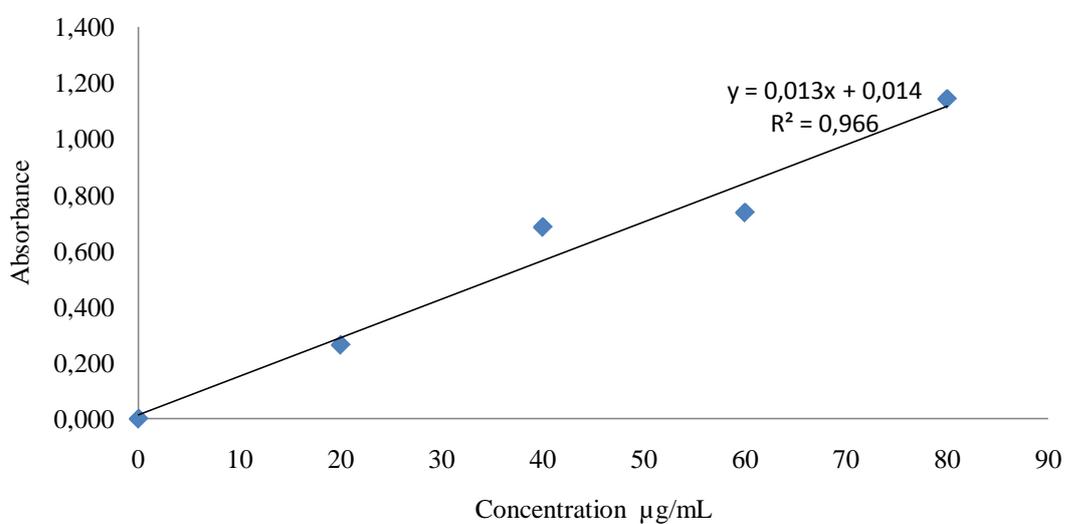


Figure 5. Gamme étalon de l'acide gallique

# **ANNEXE 2**

Tableau 1. Correspondance entre les indices de réfractons et la masse équivalente de saccharose, en % (AFNOR, 1984)

Indice de réfraction ( $n_D^{20}$ )	Saccharose (%)	Indice de réfraction ( $n_D^{20}$ )	Saccharose (%)
1,33299	0	1,4056	43
1,33443	1	1,4076	44
1,33588	2	1,4096	45
1,33733	3	1,4117	46
1,33880	4	1,4137	47
1,34027	5	1,4158	48
1,34176	6	1,4179	49
1,34326	7	1,42008	50
1,34477	8	1,42219	51
1,34629	9	1,42432	52
1,34783	10	1,42646	53
1,34937	11	1,42862	54
1,35093	12	1,43080	55
1,35250	13	1,43299	56
1,35408	14	1,43520	57
1,35567	15	1,43742	58
1,35728	16	1,43966	59
1,35890	17	1,44192	60
1,36053	18	1,44420	61
1,36218	19	1,44649	62
1,36384	20	1,44879	63
1,36551	21	1,45112	64
1,36719	22	1,45346	65
1,36888	23	1,45581	66
1,37059	24	1,45819	67
1,3723	25	1,46058	68
1,3740	26	1,46299	69
1,3758	27	1,46541	70
1,3775	28	1,46786	71
1,3793	29	1,47032	72
1,3811	30	1,47279	73
1,3829	31	1,47529	74
1,3847	32	1,47780	75
1,3865	33	1,48033	76
1,3883	34	1,48288	77
1,3902	35	1,48544	78
1,3920	36	1,48803	79
1,3939	37	1,49063	80
1,3958	38	1,49325	81
1,3978	39	1,49589	82
1,3979	40	1,49854	83
1,4016	41	1,50121	84
1,4036	42	1,50391	85

# **ANNEXE 3**

## FICHE DE DEGUSTATION

Dégustateur n° : .....

### TEST HÉDONIQUE ANALYTIQUE DE TROIS FORMULATIONS DE COMPOTES

- Après avoir goûté les trois échantillons de compotes présentés en commençant par celui de gauche, veuillez cocher le numéro correspondant à votre impression ?

-Les codes attribués aux échantillons sont : 001, 002, 003.

#### 1. Aspect

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="checkbox"/>								

Pas agréable

Très agréable

#### 2. Couleur

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="checkbox"/>								

Pas agréable

Très agréable

Jaune

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="checkbox"/>								

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="checkbox"/>								

Marron orangé

#### 3. Goût

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="checkbox"/>								

Pas agréable

Très agréable

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="checkbox"/>								

Sucré

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="checkbox"/>								

Acide



**COMPARATIVE STUDY OF THE PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF THREE DATES VARIETIES (PHOENIX DACTYLIFERA L.) GROWN IN ALGERIA**

Yassine NOUI<sup>1\*</sup>, Ourida ALLOUI LOMBARKIA<sup>1</sup>, Amel BEKRAR<sup>1</sup>, Hayet AMELLAL CHIBANE<sup>2</sup>, Adel LEKBIR<sup>1</sup>, Mohamed ABDEDDAIM, Djamel FAHLOUL<sup>1</sup> and Ali BACHA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>: Laboratory of Food Sciences, Department of Food Engineering, Institute of Agriculture and Veterinary Sciences  
University Hadj Lakhdar, Biskra Avenue, Batna, 05005, Algeria

<sup>2</sup>: Department of Biology, University Mhamed Bougara, Independence Avenue, Boumerdes, 35000, Algeria

\* E-mail: [noui.yassine@gmail.com](mailto:noui.yassine@gmail.com)

**Abstract**

*This work aimed to study the morphological and physicochemical characteristics and antioxidant capacity of three cultivars of dates: Mech-Degla, Degla-Beida and Deglet-Nour. Duncan's test ( $p < 0.05$ ), brought out significant differences between the whole weight, the length and the ratio pulp/seed of the three varieties. The physicochemical composition showed the richness of the fruit in total sugars (63.06-69.29% fresh weight), with relatively low moisture content (9.58-11.98 % fresh weight), protein contents ranged between 1.95 and 3.95% and ash varied from 2.14 to 2.50 % of dry matter. The mineral profile of dates showed that potassium is the major component (714.27-897.31 mg/100g dry weight). Significant differences ( $p < 0.05$ ) were observed on dry matter content, pH, reducing sugars, proteins, calcium and copper between the varieties of dates studied. Moreover, dates contain polyphenols varying from 116.74 to 189.60mg of gallic acid equivalents (GAE)/100g fresh weight. Their antioxidant capacity was examined by the radical DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl). It varied between 89.73 and 93.41%. Therefore, dates are considered a good source of natural antioxidants which have benefits to human health. Statically, Pearson correlation ( $p < 0.05$ ) showed there were positive correlation ( $r = 0.51$ ) between total phenolic compounds and antioxidant activity. These results revealed that date fruits have a high nutritional value.*

**Keywords:** Date fruits, characterization, polyphenols, antioxidant property, functional food, biodiversity.

Submitted: 18.08.2014

Reviewed: 22.10.2014

Accepted: 26.11.2014

**1. INTRODUCTION**

The date palm (*Phoenix dactylifera* L.) is an important cultivar in the desert regions of North Africa and Middle East. It plays an important ecological and socio-economic role. Algeria is the 4th largest dates producer (FAO, 2012) with a rich gene heretage of up to 940 cultivars (Hannachi et al., 1998) and an annual production of about 789357 tons in 2012 (FAO, 2012). Date is indeed an excellent food with a high nutritional value and calories. It contains an average of 40 to 88% sugars, depending on the variety type, proteins (2.3-5.6%), fat (0.2-0.5%), ash (1-1.9%), fibers (6.4-11.5 %), vitamins (C, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> and A), organic acids and polyphenols (Booij et al., 1992; Barreveled, 1993; Al-Shahib and Marshall, 2003; Al-Farsi et al., 2005a, Mansouri et al., 2005; Baliga et al., 2010).

Besides, the nutritional value and biochemical aspects, date fruits possess biological and pharmacological properties such as antimutagenic, antioxidant, anticancer, anti-inflammatory, antimicrobial and gastroprotective activities. The compounds thought to be responsible of these properties include minerals, vitamins and other phytochemicals such as polyphenols and fibers (Baliga et al., 2010).

The phenolic compounds possess free radical scavenging, antioxidant and antimutagenic activities. They have an effect on the prevention of various chronic diseases such as cancer, Parkinson's diseases and atherosclerosis (Ndhlala et al., 2007; Ben Thabet et al., 2009).

Dates are a substantial business activity, in particular the famous 'Deglet-Nour' variety. The latter is solely marketed in the national and international market. The other varieties,

called common dates are downgraded. This situation has created new agricultural trends and prompted farmers to culture Deglet-Nour variety, exposing the other varieties to danger of disappearing. In addition, dates are products which could be processed into various foods and non foods products with a high added value and easily marketable. Among such products: yeast, juice, syrup, vinegar and alcohol (Nancib et al., 1997; Espiard, 2002; Cheikh-Rouhou et al., 2006; Al-Farsi et al., 2007; Benamara et al., 2008).

Thus, the aim of this work is to study the morphological, physicochemical and antioxidant activity of dates in order to assess their qualities.

## 2. MATERIALS AND METHODS

### A. Plant material

The selected dates for this study were: Mech-Degla, Degla-Beida and Deglet-Nour. They were originated from Algerian south east palms. These fruits were collected at "tamar stage" (full ripeness) and stored at 4°C until analysis.

### B. Analytical Methods

#### a. Morphological characterization of dates

The morphological characteristics of dates were done on 20 fruits. The following characterizations were estimated:

- The dimensions of the entire fruit and its seed (length and width) using a electronic digital caliper with precision of 0.01mm.
- The weight of the entire date, pulp, and the seed using an analytical balance with precision of  $\pm 0.0001$ mg.

#### b. Physicochemical characterization of dates

The moisture content was determined by drying a sample of dates in a vacuum oven at  $70 \pm 2$  ° C until constant weight was reached (Reynes et al., 1994). The pH was determined according to AFNOR (1982) official method, using a pH meter type HANNA HI 2210. Sugars were extracted from date fruits (1g) with 70 ml of distilled water for 30 min. The extract was then filtered. Total sugars were determined by phenol-sulfuric acid reaction

(Dubois et al., 1956) using a spectrophotometer (UV-VIS, Shimadzu). Reducing sugars were obtained using the acid method dinitrosalicylique (DNS) (Miller, 1959). The sucrose content was deduced by the difference between total sugars and reducing sugars. The protein content were determined by Kjeldahl method (AOAC, 1998), using a conversion factor of 6.25. The total ash was measured by the AOAC (1995). Minerals were determined according to the AOAC standards (1995), using an atomic absorption spectrometer (Perkin-Elmer AAnalyst 100) after nitro acid digestion ( $\text{HNO}_3$ :1M) and appropriate dilution.

Color was measured using a Color reader, Minolta CR 10 (Minolta Camera, Japan). Results were expressed according to CIELAB system ( $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$ ).

#### c. Extraction and determination of polyphenols

The extraction of phenolic compounds was performed as follows: one gram of dates was crushed and macerated in 40mL of methanol with continuous stirring for 24 hours. The mixture was filtered through a standard filter paper. Then, the filtrate was evaporated to remove the methanol using a rotary evaporator, type: Heidolph.

The total polyphenols were determined using the method described by Meda et al. (2005): 500 $\mu$ L of dates extract were added to 2.5mL of Folin-Ciocalteu reagent (0.2N). The mixture was stirred for 5 min, then neutralized with 2mL of  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (7.5%). The mixture was incubated during 1 hour at room temperature and in darkness. Then, the absorbance was performed at 760nm. The total phenolic content was expressed as mg gallic acid equivalents (GAE) per 100g of fresh weight.

#### d. Determination of antioxidant activity by DPPH radical

DDPH test is one of the most used methods to explore the antioxidant property. The method is based on the reduction of alcoholic solutions of DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) in the presence of antioxidants in the reaction medium.

To 250 $\mu$ L of methanol extract, was successively added 1.75mL of methanol and

0.5mL of the solution of DPPH (0.2mmol). The mixture was placed in darkness at room temperature for 15min, then its absorbance was measured at 515 nm. A control sample, free from dates extract was prepared under the same conditions. The inhibition of the oxidation of DPPH was calculated using the following equation:

$$\text{Inhibition (\%)} = [(A_0 - A_1)/A_0] \times 100 \quad (1)$$

Where  $A_0$  is the absorbance of the control and  $A_1$  is the absorbance of the sample.

### C. Statistical analysis

All analysis were determined in triplicate. Results were expressed as mean  $\pm$  SD. Statistical analysis was performed using the software XLSTAT version 11.1.01 (Microsoft Office® 2009). The Duncan's test was used to evaluate the significance differences between mean values, at the level of  $p < 0.05$ .

## 3. RESULTS AND DISCUSSION

### A. Morphological characterization of dates varieties

Results of the physical properties of dates are presented in Table 1. Duncan's test revealed that the three dates varieties differed significantly ( $p < 0.05$ ) for the entire weight of the fruit and the seed (Table 1). The weight of the date Deglet-Nour is heavier compared to Mech-Degla and Degla-Beida. In comparison with values cited by Mohammed et al. (1983), for Tamar-stage fruits weights for 50 dates varieties grown in Iraq were 2.01-17.00 g. The three studied dates, with fruit weight of 5.12-

6.63g, could be classified as low or small varieties.

The weight of the of date pulp Deglet-Nour, is the highest (5.88g), with a significant difference ( $p < 0.05$ ), compared to the weight of date pulp Degla-Beida and Mech-Degla, which is 4.15 and 4.65g, respectively. The weight of the date pulp Mech-Degla is the smallest one. These findings are similar to those of two Omani varieties (Sun dried dates varieties): Sellah and Um-Shahal, which are 3.85 and 4.97g, respectively (Al-Farsi et al., 2007).

The length of the dates are between 33.82 and 37.60mm. Widths are within the limits of 17.44 and 17.71mm, with a non significant difference ( $p < 0.05$ ). These dimensions are similar to those reported in the literature (Amira et al., 2011). Fruits of Mech-Degla variety were the smallest in size, while those of Deglet-Nour and Degla-Beida were slightly higher but similar in size.

A significant difference is observed for the ratio: pulp/fruit, for the three dates varieties. This ratio highlights that Deglet-Nour is the highest one with a value equal to 88.65%. The ratio is only 77.38 and 80.90%, respectively for Mech-Degla and Degla-Beida. These values are in agreement with the results reported by Chibane et al.(2007) for the same varieties Degla-Beida and Mech-Degla, 79.15 and 82.77%, respectively. Amira et al. (2011) cited a ratio ranged between 86.75-92.25% for Tunisian dates varieties (Alig, Degla, Deglet-Nour, Gosbi and Horra). Differences between dates weight and dimension could be due to variety, soil, climatic and storage conditions.

Table 1. Morphological characteristics of dates varieties

Parameters	Mech-Degla	Deglet-Nour	Degla-Beida
Weight of date (g)	5.12 $\pm$ 0.65 <sup>a</sup>	6.63 $\pm$ 1.07 <sup>b</sup>	5.99 $\pm$ 1.12 <sup>c</sup>
Weight of pulp (g)	4.15 $\pm$ 0.56 <sup>a</sup>	5.88 $\pm$ 0.99 <sup>b</sup>	4.65 $\pm$ 0.97 <sup>a</sup>
Weight of seed (g)	0.97 $\pm$ 0.16 <sup>a</sup>	0.74 $\pm$ 0.16 <sup>b</sup>	0.134 $\pm$ 0.27 <sup>c</sup>
Length of date (mm)	33.82 $\pm$ 2.15 <sup>a</sup>	37.07 $\pm$ 2.51 <sup>b</sup>	37.60 $\pm$ 3.75 <sup>b</sup>
Width of date (mm)	17.44 $\pm$ 0.86 <sup>a</sup>	17.71 $\pm$ 1.30 <sup>a</sup>	17.51 $\pm$ 1.35 <sup>a</sup>
Ratio pulp/fruit (%)	80.90 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>	88.65 $\pm$ 0.02 <sup>b</sup>	77.38 $\pm$ 0.03 <sup>c</sup>

All values given are means of twenteen determinations (n=20). Means in line with different letters are significantly different ( $p < 0.05$ ).

Table 2. Physicochemical characterization of three dates varieties

Parameters	Mech-Degla	Deglet-Nour	Degla-Beida
Moisture (%)	11.98 ± 0.11 <sup>a</sup>	09.59 ± 0.10 <sup>b</sup>	11.63 ± 0.03 <sup>c</sup>
Dry matter (%)	88.01 ± 0.11 <sup>a</sup>	90.41 ± 0.10 <sup>b</sup>	88.36 ± 0.03 <sup>c</sup>
pH	05.52 ± 0.00 <sup>a</sup>	05.30 ± 0.00 <sup>b</sup>	05.00 ± 0.00 <sup>c</sup>
Total sugars <sup>1</sup> (%)	63.10 ± 0.66 <sup>a</sup>	69.29 ± 2.17 <sup>b</sup>	63.06 ± 0.87 <sup>a</sup>
Reducing sugars <sup>1</sup> (%)	14.29 ± 0.39 <sup>a</sup>	20.02 ± 0.22 <sup>b</sup>	46.27 ± 0.40 <sup>c</sup>
Sucrose <sup>1</sup> (%)	48.80 ± 0.67 <sup>a</sup>	49.26 ± 2.36 <sup>a</sup>	16.79 ± 1.08 <sup>b</sup>
Proteins <sup>2</sup> (%)	01.95 ± 0.06 <sup>a</sup>	03.29 ± 0.02 <sup>b</sup>	03.95 ± 0.06 <sup>c</sup>
Ash <sup>2</sup> (%)	02.14 ± 0.07 <sup>a</sup>	02.50 ± 0.03 <sup>b</sup>	02.47 ± 0.01 <sup>b</sup>
K <sup>2</sup> (mg/100g)	714.27 ± 43.37 <sup>a</sup>	897.31 ± 10.92 <sup>a</sup>	798.32 ± 85.73 <sup>ab</sup>
Mg <sup>2</sup> (mg/100g)	38.53 ± 3.35 <sup>a</sup>	53.28 ± 3.65 <sup>b</sup>	43.84 ± 3.26 <sup>a</sup>
Ca <sup>2</sup> (mg/100g)	24.46 ± 0.10 <sup>a</sup>	21.31 ± 0.09 <sup>b</sup>	17.52 ± 1.04 <sup>c</sup>
Na <sup>2</sup> (mg/100g)	07.16 ± 0.72 <sup>a</sup>	08.39 ± 1.16 <sup>a</sup>	82.67 ± 3.02 <sup>b</sup>
Cu <sup>2</sup> (mg/100g)	0.85 ± 0.007 <sup>a</sup>	0.99 ± 0.03 <sup>b</sup>	0.64 ± 0.01 <sup>c</sup>

All values are means of three determinations. Means in line with different letters are significantly different ( $p < 0.05$ ).

<sup>1</sup>: on a fresh weight basis/ <sup>2</sup>: on a dry weight basis.

## B. Physicochemical characterization of date pulp

The physicochemical characteristics of date pulp are presented in Table 2. Differences between biochemical composition of date fruits depend on several factors such as variety, soil conditions, agricultural practices, irrigation and environmental factors (Youssif et al., 1982; Booi et al., 1992; Ismail et al., 2006; Al-Farsi et al., 2007; Amira et al., 2011).

The moisture content of dates is between 9.58 and 11.98%, with a significant difference ( $p < 0.05$ ). These values are almost similar to those cited by Al-Hooti *et al.* (2002), with values of 11.53 and 11.55% for two Saudian varieties: Safri and Saudi Birhi, respectively.

The studied dates were characterized by the predominance of sugars. The rate of total sugar varies from 63.06 to 69.29% of the fresh weight. These levels show the richness of sugars in these dates with a significant difference ( $p < 0.05$ ) between Deglet-Nour and the other two varieties Mech-Degla and Degla-Beida. Mohain Jain et al. (2011) reported that sugars ranged between 44 and 88%. The major fraction of sugars is mainly sucrose for the two

varieties Mech-Degla and Deglet-Nour, with composition of 48.80 and 49.25%, respectively (not significant). However, Degla-Beida variety is characterized by high reducing sugars 46.27% (Table 2), with a significant difference comparing to the other two varieties. The high reducing sugar content of Degla-Beida dates appears to be due to invertase activity (enzymatic inversion of sucrose into glucose and fructose) during maturation (Barreveld, 1993; Cheikh-Rouhou et al., 2006; Awad et al., 2011).

The pH of dates is between of 5.00 and 5.52, with a significant difference ( $p < 0.05$ ). These results partly confirm those given by Chibane et al. (2007), which are 5.05 and 5.54, respectively for the Algerian varieties: Degla-Beida and Mech-Degla. In comparison to other varieties, these results are similar to the pH of two Emirati varieties: Gash Gaafar and Bushibal, with values of 5.3 and 5.4, respectively (Al-Hooti et al., 1997). According to Reynes et al. (1994), the pH of Tunisian dates is between 5.3 and 6.3 for most of the studied varieties. These values indicate that dates are slightly acidic.

A significant difference was observed between the levels of proteins of the three dates varieties ( $p < 0.05$ ). Degla-Beida is characterized by the highest protein content which is 3.95% of the dry weight, followed by Deglet-Nour and Mech-Degla, with values of 3.80 and 1.95 % respectively. Al-Farsi et al.(2007) gave values of 1.10 and 1.79 % for three Sun-dried Omani date varieties (Um-Mabseeli, Sellah and Shahal). The studied dates contained a non negligible protein content (1.95-3.95 %). Although dates are considered as a poor source of protein, it contains high quantities of some of the essential amino acids (Al-Hooti et al., 1997). Ahmed et al.(1995) confirmed that all the essential amino acids required for human nutrition were present in significant amounts in dates varieties of Oman.

The amount of the date pulp ash is between 2.14 and 2.50%, with a statistically significant difference between Mech-Degla and the two varieties: Degla-Beida and Deglet-Nour ( $p < 0.05$ ). This value is compatible to those reported in the literature. Indeed, Sawaya et al. (1983) reported levels of 2.0, 2.20 and 2.60 % of the dry weight, respectively, for three Saudi dates: Sifri, Barni, and Ruzeiz, respectively. Besbes et al. (2009) reported ash values of 1.98 and 2.69% of the dry weight, respectively for the following Tunisian varieties: Allig and Deglet-Nour.

The mineral profile of the dates has shown that a high potassium content (K), characterizes the composition of dates (Table 2). This was confirmed by several studies (Youssif et al., 1982; Booi et al., 1992; Ahmed and Ahmed 1995; Cheikh-Rouhou et al., 2006). The maximum amount of potassium and magnesium was found in Deglet-Nour, followed by Degla-Beida and Mech-Degla. The

variety Degla-Beida was characterized by a high sodium content (Na). This finding is compared to those cited by Ahmed and Ahmed (1995), with values between 55 and 287 mg of sodium per 100 g of the dry matter for Emirati varieties. In general, the findings of the mineral content agree with those reported by Al-Shahib and Marshall (2003) and Baliga et al. (2010). Date fruits are equally good sources of various minerals (Al-Hooti et al., 1997). According to Haas and Bliss, quoted by Reynes et al. (1994), the mineral elements of dates are classified into three groups according to their average levels, in decreasing order [K], [P, Mg, Ca] and [Fe, Cu, Zn, Mn].

### C. Total polyphenols and antioxidant activity

The results of the polyphenols and DPPH scavenging activity of different varieties of dates are summarized in Table 3.

Polyphenols are known for their antioxidant and biological properties (Ben Thabet et al., 2009; Deshmukh et al., 2009; Kumar et al., 2012; Mibei et al., 2012; Gan et al., 2013; Kasote 2013). They contribute to the prevention of degenerative and cardiovascular diseases (Scalbert et al., 2002; Al-Mamary et al., 2011).

The total phenolic content of the studied dates varied from 116.74 to 189.60mg GAE/100 fresh weight (Table3).The results, showed that Degla-Beida contains higher total polyphenols than the other two dates varieties with a significant difference ( $p < 0.05$ ). However, these values remained much higher than those reported by Mansouri et al. (2005), who reported that the phenolic content ranged between 2.49 and 8.36 mg (GAE)/100g fresh weight for varieties grown in Algeria.

**Table 3. Content of total polyphenols and the inhibition percent of DPPH radical oxidation**

Varieties of dates	Mech-Degla	Deglet-Nour	Degla-Beida
Total Polyphenols <sup>1</sup> (mg GAE/100g)	122.16 ± 11.46 <sup>a</sup>	116.74 ± 11.5 <sup>a</sup>	189.60 ± 0.20 <sup>b</sup>
Antiradical activity DPPH (%)	92.80 ± 2.90 <sup>a</sup>	89.73 ± 0.92 <sup>a</sup>	93.41 ± 2.56 <sup>a</sup>

All given values are means of three determinations (n=3). Means in line with different letters are significantly different ( $p < 0.05$ ).

<sup>1</sup>: on a fresh weight basis.

Wu et al. (2004) obtained a high phenolic content ranged from 572 to 661mg GAE/100g fresh weight, respectively in Deglet-Nour and Medjool varieties. These were much higher than the results reported by Al-Farsi et al. (2007) with values of 172, 186 and 246mg GAE/100g fresh weight, respectively for the following Sun-dried Omani varieties: ‘Shahal’, Umsellah and Mabseeli. Moreover, dates fruits have much higher phenol content than many fruits and vegetables consumed in US (Vayalil et al., 2012).

Many previous studies showed that fresh and dried date fruits varied quantitatively and qualitatively in their phenolic acids content (Mansouri et al., 2005; Allaith et al., 2008; Biglari et al., 2008).

The three dates varieties presented an interesting antioxidant activity (89.73-93.41%) with a non significant difference ( $p < 0.05$ ). The percentage of the highest antioxidant activity was recorded for the Degla-Beida variety. Significant correlation was found between the antioxidant activity and total phenolic content ( $r=0.51$ ). The antioxidant properties of the dates fruits depend on the content of polyphenol compounds and other antioxidants such as vitamin C and  $\alpha$ -tocopherol (Amorós et al., 2009; Al-Turki et al., 2010). Dates have a significant antioxidant potential, which has been reported in several previous studies (Vayalili, 2002; Mansouri et al., 2005; Al-Farsi et al., 2007; Allaith et al., 2008; Al-Turki et al., 2010). Indeed, dates are a good source of natural antioxidants (polyphenols) and could be considered as a functional food (Al-Farsi et al., 2005b; Biglari et al., 2008).

#### D. Color of date

Table 4 shows the  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  values of dates, where Deglet-Nour variety presents the lowest luminosity and yellowness values. The values of parameter  $b^*$  were significantly different ( $p < 0.05$ ) between the three varieties. According to Zapata et al. (2011), the variability of CIELAB parameters ( $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$ ) depends on the variety and ripening stage of dates.

#### 4. CONCLUSION

The morphological and biochemical study on dates presented more information about their nutritional, technological and market quality, which permits a better and appropriate use of dates varieties (fresh fruit marketing, storage and processing). The morphological characteristics of the three dates varieties showed that their weight differs significantly at  $p < 0.05$ . The results show that the pulp represents about 77.38- 88.65 %. The chemical composition of the dates showed that the studied varieties are of a noble quality, due to their richness in sugars (63.06-69.29%), minerals (K and Mg) and polyphenols. The detection of antioxidant activity of dates, contributes to a better market value of dates. Based these results, the common dates have a similar nutritional value compared to Deglet-Nour. Indeed, the transformed products of dates (flour, vinegar, syrup) into some food formulations could be classified as functional foods or functional ingredients. Hence, the valorization of common dates could help farmers of desert areas to find markets for their crops and also to preserve biodiversity of oasis ecosystem.

**Table 4. Color of three dates varieties**

Varieties of dates	Mech-Degla	Deglet-Nour	Degla-Beida
$L^*$	$57.93 \pm 0.49^a$	$43.73 \pm 1.36^b$	$57.06 \pm 0.94^a$
$a^*$	$13.50 \pm 1.91^a$	$15.06 \pm 0.15^a$	$12.03 \pm 1.20^b$
$b^*$	$37.43 \pm 1.05^a$	$21.93 \pm 1.04^b$	$32.23 \pm 1.02^c$

All values are means of three determinations. Means in line with different letters are significantly different ( $p < 0.05$ ).

## 5. REFERENCES

- [1] FAO. 2012. Agro-statistics Database. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available at: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor> .(Accessed 16 August 2014).
- [2] Hannachi S., Khitri D., Benkhalifa A., Brac de Perrière R.A. Inventaire variétal de la palmeraie algérienne. CDARS/URZA Publishers, Alger, 1998, 225p.
- [3] Booij I., Piombo G., Risterucci J.M., Coupe M., Thomas D., Ferry M. 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: 1992; 667-678.
- [4] Barreveld W.H.. Dates palm products. FAO: Agricultural Services Bulletin of food and agriculture organization. N 101, 1993. Rome, Italy.
- [5] Al-Shahib W., Marshall R.J. The fruit of the date palm: its possible use as the best food for the future?. International Journal of Food Science and Nutrition., 54(4): 2003; 247-259.
- [6] -Al-Farsi M., Alasalvar C., Morris A., Baron M., Shahidi, F. Compositional and sensory characteristics of three native sun-dried date (*Phoenix dactylifera* L.) varieties grown in Oman. Journal of Agricultural and Food Chemistry., 53: 2005a;7586-7591.
- [7] Mansouri A., Embarek G., Kokkalou E., Kefalas P. Phenolic profile and antioxidant activity of the Algerian ripedate palm fruit (*Phoenix dactylifera*). Food Chemistry., 89: 2005; 410-420.
- [8] Baliga M.S., Baliga B.R.V., Kandathil S.M., Bhat H.P., Vayalil P.K. A review of the chemistry and pharmacology of the date fruits (*Phoenix dactylifera* L.). Food Research International., 44: 2011; 1812-1822.
- [9] Ndhala A.R., Kasiyamhuri A., Mupure C., Chitindingu K., Benhura M.A., Muchuweti M. Phenolic composition of *Flacourtiaindica*, *Opuntiamegacantha* and *Sclerocaryabirrea*. Food Chemistry., 103: 2007; 82-87.
- [10] Ben Thabet I., Besbes S., Masmoudi M., Attia H., Deroanne C., Blecker C. Compositional, Physical, Antioxydant and Sensory Characteristics of Novel Syrup from date palm (*Phoenix dactylifera*L.). Food Science and Technology International., 15(6): 2009; 583-590.
- [11] Nancib N., Nancib A., Boudrant J. Use of waste date Products in the fermentative formation of beaker's yeast biomass by *Saccharomyces cerevisiae*. Bioresources Technology., 1997; 60: 67-71.
- [12] Espiard E. Introduction à la transformation industrielle des fruits. Tech et Doc, Lavoisier, Publishers, France, 2002, pp:147-155.
- [13] -Cheikh-Rouhou S., Baklouti S., Hadj-Taïb N., Besbes S., Chaabouni S., Bleker C., Attia, H. Elaboration d'une boisson à partir d'écart de triage de dattes : clarification par traitement enzymatique et microfiltration. Fruits., 61: 2006; 389-399.
- [14] 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. Food Chemistry., 104: 2007; 943-947.
- [15] Benamara S., Gougam H., Amellal H., Djouab A., Benahmed A., Noui Y. Some Technology Proprieties of Common Date (*Phoenix dactylifera* L.) Fruits. American Journal of Food Technology., 3 : 2008; 79-88.
- [16] Reynes M., Bouabidi H., Piombo G., Risterucci A.M.. Caractérisation des principales variétés de dattes cultivées dans la région du Djérid en Tunisie. Fruit., 49(4): 1994; 289-298.
- [17] AFNOR. Produits dérivés des fruits et légumes-jus de fruits. Détermination de pH, Association française de normalisation. AFNOR (Ed), Paris, 1982, 325 p.
- [18] Dubois M., Gilles K.A., Hamilton F.K., Rebers P.A., Smith F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Analytical Chemistry., 1956; 28: 350-356.
- [19] Miller G.L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. Analytical Chemistry., 31: 1959; 426-428.
- [20] AOAC. Official Methods of Analysis, 16th edn. Association of analytical Chemists. Gaithersburg M.D., 1998.
- [21] AOAC. Official Methods of Analysis, 16th edn. Association of analytical Chemists. Arlington, V.A., 1995.
- [22] Meda A., Lamien C.E., Romito M., Millogo J., Nacoulma O.G. Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. Food Chemistry., 9: 2005; 571-577.
- [23] Mohammed S., Shabana H.R., Mawlod E.A. Evaluation and identification of Iraqi date cultivars: fruit characteristics of fifty cultivars. Date palm Journal., 2(1):1983; 27-55.
- [24] Amira E.A., Guido F., Behija S.E, Manel I., Nesrine F., Ali Z., Mohamed H., Nouredine H.A., Lotfi A.. Chemical and aroma volatile compositions of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruits at three maturation stages. Food Chemistry., 127: 2011; 1744-1754.
- [25] Chibane H., Benamara S., Noui Y., Djouab A. Some physicochemical and morphological characterizations of three varieties of Algerian common dates. European Journal of Science Research., 18 (1): 2007; 134-140.
- [26] Youssif A.K., Benjamin N.D., Kado A., Alddin, S.M. and Ali S.M.. Chemical Composition of four Iraqi Date Cultivars. Date Palm Journal., 1(2): 1982; 285-294.

- [27] Ismail B., Haffar I., Baalbaki R., Mechref Y., Henry J. Physico-chemical characteristics and total quality of five date varieties grown in the United Arab Emirates. *International Journal of Food Science and Technology*, 41: 2006; 919-926.
- [28] Al-Hooti S.N., Sidhu J.S., Al-Saqer J.M., A. Al-Othman. Chemical composition and quality of date syrup as affected by pectinase/cellulose enzyme treatment. *Food Chemistry*, 79: 2002; 215-220.
- [29] -Awad M.A., Al-Qurashi A.D., Mohamed S.A. Biochemical changes in fruit of an early and a late date palm cultivar during development and ripening. *International Journal of Fruit Science*, 11: 2011; 167-183.
- [30] Al-Hooti S., Sidhu J.S., Qabazard H. Physicochemical characteristics of five date fruit cultivars grown in the United Arab Emirates. *Plant Foods for Human Nutrition*, 50: 1997; 101-113.
- [31] Ahmed I.A., Ahmed A.W.K., Robinson R.K. Chemical composition of date varieties as influenced by the stage of ripening. *Food Chemistry*, 54:1995; 305-309.
- [32] Sawaya W.N., Khalil J.K., Safri W.N., Al-Shalhat A. Physical and chemical characterization of three Saudi date cultivars at various stages of development. *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, 16(2): 1983; 87-91.
- [33] Besbes S., Drira L., Blecker C., Deroanne C., Attia H., Adding value to hard date (*Phoenix dactylifera*): Composition, functional and sensory characteristics of date jam. *Food chemistry*, 112: 2009; 406-411.
- [34] Deshmukh M.H., Pai S.P., Nimbalkhar M.S., Patil R.P. Biochemical characterization of banana cultivars from southern India. *International Journal of Fruit Science*, 9: 2009; 305-322.
- [35] Kumar Y.S., Varakumar S., Reddy O.V.S. Evaluation of antioxidant and sensory properties of mango (*Mangifera indica* L.) wine. *CyTA-Journal Food*, 2012; 10(1): 12-20.
- [36] Mibei E.K., Ojijo N.K.O., Karanja S M., Kinyua J.K. Phytochemical and antioxidant analysis of methanolic extracts of four african indigenous leafy vegetables. *Annals. Foods Science and Technology*, 2012 ; 13(1):3 7-42.
- [37] Gan C.H., Nuril Amira B., Asmah R. Antioxidant analysis of different types of edible mushrooms (*Agaricus bisporus* and *Agaricus brasiliensis*). *International Food Research Journal*, 2013; 20(3): 1095-1102.
- [38] Kasote D.M., Flaxseed phenolics as natural antioxidants. *International Food Research Journal*, 20(1): 2013; 27-34.
- [39] Scalbert A., Morand C., Manach C., Rémésy C. Absorption and metabolism of polyphenols in the gut and impact on health. *Biomedicine Pharmacotherapy*, 56: 2002; 276-282.
- [40] Al-Mamary M., Al-Habori M., Al-Zubairi A.S. The in vitro antioxidant activity of different of palm dates (*Phoenix dactylifera*) syrups. *Arabian Journal of Chemistry*, 2011 (in press).
- [41] Wu X., Beecher G.R., Holden J.M., Haydowitz D.B., Gebhardt S.E., Prior R.L. Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 52: 2004; 4026-4037.
- [42] Vayalil P.K. Date fruits (*Phoenix dactylifera* Linn): An emerging medicinal food. *Critical Reviews in Food and Nutrition*, 52: 2012; 249-271.
- [43] Vayalili P.K. Antioxydant and Antimutagenic Properties of Aqueous Extract of Date Fruit (*Phoenix dactylifera* L. Arecaceae). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(3): 2002; 610-617.
- [44] Allaith A.A.A. Antioxidant activity of Bahraini date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruit of various cultivars. *International Journal of Food Science Technology*, 43: 2008;1033-1040.
- [45] Biglari F., Al Karkhi Abbas F.M., Mat Easa A. Antioxidant activity and phenolic content of various date palm(*Phoenix dactylifera* L.) fruits from Iran. *Food Chemistry*, 107: 2008; 1636-1641.
- [46] Amorós A., Pretel M.T., Almansa M.S., Bottela M.A., Zapata P.J., Serrano M. Antioxydant and nutritional properties of date fruit from Elche Grove as affected by maturation and phenotypic variability of date palm. *Food Science and Technology International*, 15(1): 2009; 65-72.
- [47] Al-Turki S., Shahba M.A., Stushnoff C. Diversity antioxidant properties and phenolic content of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruits as affected by cultivar and location. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 8(1): 2010; 253-259.
- [48] Al-Farsi M., Alasalvar C., Morris A., Baron M., Shahidi F. Comparison of antioxidant activity, anthocyanins, caroténoids, and phenolics of three native fresh and sun-dried date (*Phoenix dactylifera* L.) Varieties grown in Oman. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 2005b; 7592-7599.
- [49] Zapata E.S., López J.F., Peñaranda M., Zaragoza E.F., Sendra E., Sayas E., Alvarez J.A.P. Technological properties of date paste obtained from date by products and its effect on the quality of a cooked meat product. *Food Research International*, 44: 2011; 2401-2407.



## QUALITY CHARACTERISTICS AND SENSORY EVALUATION OF APRICOTS JAMS MADE WITH DATE PALM PRODUCTS (SYRUP)

Yassine Noui<sup>a</sup>, Ourida Alloui Lombarkia<sup>a</sup>, Amel Bekrar<sup>a</sup>, Hayet Chibane Amellal<sup>b</sup>, Adel Lekbir<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Laboratory of Food Sciences, Department of Food Engineering, Institute of Agriculture and Veterinary Sciences, University Hadj Lakhdar, Biskra Avenue, Batna, 05005, Algeria.

<sup>b</sup>Department of Biology, University Mhamed Bougara, Independence Avenue, Boumerdes, 35000, Algeria.

\*[noui.yassine@gmail.com](mailto:noui.yassine@gmail.com); [noui.yassine@univ-batna.dz](mailto:noui.yassine@univ-batna.dz)

---

### Article history:

Received:

29 December 2014

Accepted in revised form:

18 April 2015

---

### Keywords:

*Common Dates*

*Valorization*

*Syrups of dates*

*Incorporation*

*Apricot jam*

*Acceptability*

---

### ABSTRACT

The purpose of this research was to obtain a new formulation of jam apricot. The new method is the use of date syrup as replacement of sucrose. Common dates (Mech-Degla and Degla-Beida), containing a high sugar amount (66.21-69.32%) were used. Our study has highlighted the possibility of transforming dates in syrup, in order to use it as a substitute of sucrose. Syrups prepared from the two dates had a good nutritional value, they were characterized by high sugar content (66.24-66.28%), a total acidity (0.25-0.40%), ash values varied from (1.20-1.77%) and pectin (1.31-1.43%). Jam was prepared by mixing date syrups and apricot puree (1/1: w/w), it was heated under vacuum at 70°C to a final Brix of 62%. Gelling jams occur without added pectin and organic acids, which classify this product in natural food class without additives. Significant differences between the two jams studied ( $p < 0.05$ ) were noted for the water content, pH, total acidity, sugars, protein, ash, potassium, magnesium, calcium and copper. The organoleptic tests showed that this new formulation: apricot jam produced with Mech-Degla syrup, had a higher global acceptability (7.19) compared to apricot jam standard (6.91). Taken together, all results indicate the possibility of using date syrups as promising substituting sucrose in the formulation of jams and open broad prospects in food industries.

---

### 1. Introduction

The palm date (*Phoenix dactylifera* L.) is an important tree in the desert regions of North Africa and the Middle East countries. It plays an important role in the ecological and socio-economic plan. The fruits are an excellent food of great nutritional value and energy where sugars are the major constituents; they represent about 70 to 80% (Amira et al., 2011). In addition, dates contain other nutrients such as protein (2.3-5.6%), lipids (0.2-0.5%), ash (1-1.9%), fibers (6.4-11.5%), vitamins (vitamin C, B1, B2, riboflavin A and niacin), organic acids and polyphenols (Booij et al., 1992; Al-

Shahib and Al-Marshal, 2003; Barreveled, 1993; Al-Farsi et al., 2005; Vayalil et al., 2012). Furthermore, dates show therapeutic effects; they facilitate intestinal transit through their high dietary fiber and have an interesting antioxidant activity due to phenolic compounds, vitamins (C and E), carotenoids and selenium.

Algeria is the 6th largest producer of dates, with a rich genetic heritage attending 940 cultivars (Hannachi et al., 1998) and an annual production of about 552765 tons of dates (FAO, 2009), approximately 48.21% of the production consists of the famous variety:

Deglet-Nour (MARD, 2010), the rest is common dates (second grade), which are less appreciated by consumers and are not valued, they are generally devoted for animal feed. Recently, there has been an increase in the production of Deglet-Nour, to supply a growing demand for this cultivar in spite of the common varieties (Mech-Degla, Degla-Beida and Tantboucht). This has led to a weakening of biodiversity of palm cultivation systems. To face this threat, it is important to implement a processing industry for less commercial quality dates by relatively simple technological processes which will help to find serious opportunities for the date palm farmers to fully meet the requirements of socio-economic desert and reinvigorate these regions.

Several studies have shown the possibility of converting dates in various food and non-food products of high value and easily marketable as syrup, juice, vinegar, jams and alcohol (Espiard 2002; Al-Farsi et al., 2007; Benamara et al., 2008; Cheikh Rouhou et al., 2006). The date syrup is a high nutritional value food product, it can be consumed directly or used as ingredients in some food products formulations such as ice cream, beverage, confectionery and bakery (Barreveld, 1993; Razavi et al., 2007; Roukas and Kotzekidou, 1997).

This study aims to transform the common dates (Mech-Degla and Degla-Beida), available in large quantities and with interesting prices, into syrup, itself used as sucrose substitute in the formulation of apricot jam (mixture of apricot puree and date syrup). The physicochemical characteristics of the two produced jams are determined, and a sensory evaluation is carried out to judge the organoleptic quality with respect to a commercial apricot jam, and show the influence of the sum of syrups of dates on the acceptability degree of consumers of produced jams.

No study until now, to our knowledge, was devoted to the incorporation of syrups dates as replacing sucrose in the formulation of jams (a

mixture of dates syrups and fruit), that makes the originality of our work.

## 2. Materials and methods

### 2.1. Vegetal material

The dates chosen for this study were dried dates of Mech-Degla and Degla-Beida varieties. They came from Algerian South-East region. They are harvested at full maturity and stored at 4 °C until analysis.

The variety of apricot retained in our study is widespread (variety of Ouardi), it is spherical in shape, more or less flattened on both poles and has a beautiful yellow and red color, very good taste, Their flesh is firm, juicy and flavorful. This variety comes from Aures region (Bouzina, Wilaya of Batna, Algeria).

### 2.2. Date syrup preparation

First, dates were sorted, cleaned and pitted. Obtained flesh was crushed and mixed with distilled water at a ratio of 1/3 water (W/V). The mixture was brought to a water bath at 72 °C for 30 min with periodic agitation. Obtained dates Extract was then filtered through a 50 microns cloth. Later, the filtered extract was concentrated under vacuum at 70 °C until the formation of 70 °Brix syrup.

### 2.3. Apricot preparation

Apricots (*Prunus armeniaca* L.) were cleaned and peeled, then exposed to steam for 5 minutes to inactivate enzymes that catalyze the browning or oxidation during grinding fruit and storage.

### 2.4. Formulation of the apricot jam with syrups dates

Apricot jam has been made by using date syrup instead of sucrose, the composition was as follows: 50% of date syrup and 50% apricot puree (weight/weight). No Additives were used. Jam baking is carried out at 70 °C under vacuum to 62 Brix. It was then pasteurized at 90 °C.

## 2. 5. Analytical methods

The moisture content was determined by drying an alicot in a vacuum oven at  $70 \pm 2^\circ\text{C}$ , to constant weights. The pH was measured by a pH meter, type HANNA HI 2210, at  $20^\circ\text{C}$ . The titrable acidity (expressed as g of citric acid per 100g of sample) is determined by the titration with NaOH 0.1N using phenolphthalein as an indicator according to AFNOR official standards (1984). Total sugars were determined by the phenolic sulfuric acid method (Dubois et al., 1956). Sugars were extracted (3g with 70 mL of distilled water) for 30 min at  $70^\circ\text{C}$  (stirring frequently). After clarification of the aqueous extract, the total carbohydrate present was measured by colorimetry at 490 nm, using spectrophotometer type Shimadzu. A soluble solid was determined using an Abbe Refractometer, at  $20^\circ\text{C}$ . The protein content was determined by Kjeldahl method (AFNOR), using a conversion factor of 6.25. The ash is determined by combustion of the sample in a muffle furnace (Heraeus), at  $525^\circ\text{C}$  for 12 hours (AOAC, 1995). Minerals (Calcium, magnesium, potassium, sodium and copper) were measured by atomic absorption spectrometry on a Perkin Elmer 100 Analyst device, after nitro acid digestion ( $\text{HNO}_3$ :1M) and appropriate dilution. Pectins were determined by aluminum chloride complexation according to the method described by Joslyn and Luca (1956).

The syrups purity percentage was determined as follows:  $\text{Purity} = (\text{Total sugar} / \text{Rate SS}) \times 100$  (Mathlouthi et Reizer, 1995).

### Polyphenols extraction and measurement

An amount of 1g of jam, was macerated in 40 mL of methanol with continuous agitation for 24 hours. The mixture was filtered then the filtrate was evaporated using a rotary evaporator Type: Heidolph. The total polyphenols were determined colorimetrically according to the method described by Meda et al. (2006): 500  $\mu\text{L}$  of methanolic dates extract was added to 2.5 mL of Folin-Ciocalteu reagent (0.2N). The mixture was agitated for 5 minutes, and then neutralized with 2 mL of  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

(7.5%). absorbance at 760 nm is performed after incubation for 2 hours at room temperature in darkness. The phenolic content is expressed as mg equivalent of gallic acid (EGA) per 100g of fresh weight.

### Reducing power

The reducing power was measured according to method described by Allane and Benamara (2010). A sample (1 mL) of each prepared jam as mixed with 2.5 mL of phosphate buffer (0.2 M, pH 6.60) and 2.50 mL of an aqueous solution of hexacyanoferrate potassium  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  at 1%. After 30 minutes of incubation at  $50^\circ\text{C}$ , 2.5 mL of trichloroacetic acid solution 10% was added and the mixture was then centrifuged at 10000 rev/min for 10 minutes (centrifuge SIGMA 2-16 PK). 2.5 ml of the supernatant was combined with 2.5 mL of distilled water and 0.5 mL of 0.1%  $\text{FeCl}_3$  aqueous solution, the absorbance measured at 700 nm (UV/VIS). A higher absorbance indicates a high antioxidant activity. The results were expressed as mg equivalent of ascorbic acid per 100g of fresh date.

### 2.6. Sensory analysis

We conducted this test in order to assess the acceptability of apricot jams made using date syrup and the commercial apricot jam. Samples are coded and presented to degustation panel. Jams were evaluated for appearance, texture, color and taste, using a hedonic scale of 9 points. The scale interval fluctuates from 'not pleasant' to 'very pleasant' (Le Magnen, 1998). Evaluation was made by a group of trained and untrained panel (students of department of food technology, University of Batna) aged between 20 to 35 years old.

### 2.7. Statistical Analysis

Parameter values are expressed as mean  $\pm$  standard deviation. Statistical analysis was performed using SPSS version 20 software. The Duncan's test is used to evaluate the significance of differences between mean values at  $p \leq 0.05$ .

### 3. Results and discussions

#### 3.1. Physicochemical fruits composition

Table 1 shows the physicochemical composition of date varieties. Dates are characterized by their high sugar content; ranging between 69.32 and 66.21% of the fresh weight. These results exceed limit indicated by Ben Ismail et al. (2012), who reported values between 44 and 62.70 % for Tunisian varieties, showing that they are of high energy value.

The content of reducing sugars recorded for the date of Mech-Degla is 14.29 %, it is lower than the date of Degla-Beida, which is 46.27% of fresh weight, with a significant difference. According to Al-Farsi and Lee (2008), 100g date pulp can provide 213-314 Kcal. The titrable acidity of the two studied dates varieties were respectively 0.36 and 0.54% for Mech-Degla and Degla-Beida. These results are much higher than those cited by Khalil et al. (2002), giving a value of 0.18 and 0.22 % (citric acid equivalent), respectively, for the Siwi and Amhat Egyptian varieties. The ash rate was between 2.13 and 2.47% of the dry weight, similar to those reported by Sawaya et al. (1983), with respectively 2, 2.2 and 2.6 for Sifri, Barni and Ruzeiz Saudian varieties. Duncan test revealed that the two date variety were significantly different in total acidity and ash content. The difference in the biochemical composition recorded between date varieties depends on several factors such as: variety, soil type, fertilization, irrigation and climate conditions (Yousif et al., 1982; Boojij et al., 1992, Ismail et al., 2006; Amira et al., 2011).

Table 2 gives the physicochemical composition of used apricot. The registered dry matter of the used apricot variety was 15.78 %. This value is comparable to those found by Madrau et al. (2009), which gave values of 15.71 and 16.09% respectively for the two varieties grown in Pelese Cafona and Italy. The soluble solids (°Brix), was about 15.58%, this result is consistent with those given by Ali et al. (2011), who reported a range of 12.67 to 20 °Brix for some Pakistanian varieties.

The pH was 03.63, which is consistent with those reported in the literature (Lo Voi, 1995). The ratio TSS/acidity was equal to 6.46, it is within the limits given by Hegedus et al. (2010). Sugars occurred with a rate of 10.24% of the fresh weight; this value is higher than that quoted by Ragab (1987), which gives 7.15%. The rate of ash was 4.32% of the dry weight; it is comparable to Hacisferogullari et al. (2007) data, placed within the limits of 2.72-5.34%. The pectin content of our apricot variety is 1.86%. This amount is higher than results reported by Baker (1997), which was 0.71-1.32%. Indeed, the apricot is a fruit rich in pectin, fact revealed by several studies.

#### 3.2. Physicochemical composition of date syrups

The physicochemical composition of prepared date syrups is given in Table 3. The biochemical composition of date syrups shows that sugars were the major components, with a rate between 66.28 and 66.24%, but without a significant difference between the two syrups ( $p \geq 0.05$ ). The reducing sugar content was recorded as 22.39 and 65.75% for the date syrups of Mech-Degla and Degla-Beida respectively, with a significant difference. These differences appear to be due to varieties of dates (table 1). Whoever, acidity and thermal treatment applied during the concentration accelerated the conversion of sucrose into reducing sugar (Ben Thabet et al., 2009; Besbes et al., 2011).

The higher ash content was recorded for Degla-Beida syrup, the two groups were significantly different, but the date syrups ash content is higher than maple syrup and honeys. The mineral profile of date syrups was characterized by the abundance of potassium, fact that has been reported in several studies (Khalil et al., 2002; Abbes et al., 2011). Significant differences were observed in potassium, magnesium, calcium and copper levels ( $p < 0.05$ ). By comparison to white sugar, date syrups are richer in mineral components, sugar containing just traces: 2.2, 0.6 and 0.2 mg/100g respectively for potassium, calcium

and magnesium (Vierling, 2003). The date syrups pectin rate was within the range of 1.31-1.43 % of the fresh weight, with a non significant difference between groups. These results are similar to that given by Alanazi et al. (2010), which give 1.46% for 'Khalas' date syrup (Saudi Arabia).

The whole results show that the date syrup is a good source of nutrients: rich in sugars, minerals and pectin. It is a promising product that offers several advantages compared to sucrose syrup, and it can be therefore incorporated into food and pharmaceutical preparations (Khalil et al., 2001; Alanazi, 2010).

### 3.3. Physicochemical characteristics of apricot jams

The average composition of jams prepared with the two date syrups is mentioned in table 4. Jams contain water content below 40%, which is favorable for good preservation (Espiard, 2002; Fredot, 2005). Apricot jam (Degla-Beida syrup) contains a dry matter content lower than jam made of Mech-Degla syrup, with a significant difference between the two preparations. The sugar rate of jams was found between 50.50 and 54.52%, with the lowest value recorded for Degla-Beida date preparation. These sugar levels are comparable to those reported in the literature (Ciquel, 2012). Obtained jams pH was between 3.86 and 4.02, with a significant difference. These pH values causes sucrose partial inversion and limit sugar crystallization (Besbes et al., 2010). The pH should be between 3 and 3.5. A lower value would have disadvantages: too far inversion causing glucose crystallization or too fast gelling with lumps, with excessive acidity and exudation (Cheftel and Cheftel, 1976). According to tables 3, 4 and 5, dates, jams and syrups total acidity was inversely proportional to the pH values. The jam total acidity is greater than the dates and syrups acidity because of the participation of acids from all ingredients (table 1 and 3).

Protein was about 0.46-0.85%. Degla-Beida syrup Jam was richer in protein. These

values are slightly higher than those reported in the table of food composition (Ciquel, 2012), reported concentration of 0.3-0.70%. Prepared jams contain ash rates ranging between 1.37-1.66% of the dry weight, with a significant difference between the two preparations ( $p \leq 0.05$ ). The highest level was noted in Degla-Beida syrup jam, this is due to the richness of Degla-Beida date varietie in mineral components (table 1). Jams mineral profile brought out that potassium was the major constituent (620.23-835.08mg/100g) with a significant difference, with the highest value recorded for the jam elaborated by Degla-Beida syrup. A significant difference was also observed for the copper, calcium and magnesium, with highest values observed for the Degla-Beida syrup jam. The mineral contents of date syrups jams were much higher than those recorded for the apricot jam made from sucrose, which are 114, 9.1, 5 and 0.1mg/100 g for potassium, calcium, magnesium and copper respectively (Ciquel, 2012).

Prepared jams were made without added commercial pectin and citric acid. The jellification was in our case due to pectin and organic acids that occur naturally with sufficient quantities in apricot and date syrups. This allows us to classify jam using date syrup as a natural product without additives and with high added value.

The results of the polyphenls and reducing power of jams apricot are mentioned in Table 5. Polyphenols are natural biologically active antioxidants (Kwang Ang et al., 2012), they warn against degenerative and neurodegenerative diseases such as cancer, atherosclerosis and Parkinson's (Ndhlala et al., 2007; Ben Thabet et al., 2009). Mech-Degla syrup Jam contains a little high phenolics content (122.20 mg/100g), followed by jam of Degla-Beida syrup (113.53 mg/100g), corresponding respectively to reducing power of 201.60, and 185.32 mg of ascorbic acid equivalent. Elaborated jams using date syrups are a good source of polyphenols and can be considered as a functional food.

**Table 1.** Physicochemical characteristics of date varieties

Parameters	Mech-Degla	Degla-Beida
Dry matter (%) <sup>1</sup>	88.01± 0.11 a	88.36 ±0.037 a
Total sugars (%) <sup>1</sup>	69.32 ± 1.15 a	66.21 ± 2.49 a
Reducing sugars (%) <sup>1</sup>	14.29 ± 0.39 a	46.27 ± 0.40 b
Titration acidity (%) <sup>1</sup>	0.36 ± 0.04 a	0.54 ± 0.01 b
Ash (%) <sup>2</sup>	02.13± 0.07 a	2.47 ± 0.005 b

The different superscript letters within the same line are significantly different at p < 0.05.

<sup>1</sup>: Expressed of the fresh weight.

<sup>2</sup>: Expressed of the dry weight.

**Table 2.** Physicochemical characteristics of apricot

Parameters	Values
Dry matter (%) <sup>1</sup>	15.78 ± 0.02
pH	03.63 ± 0.01
Titration acidity (as citric acid,%) <sup>1</sup>	02.41 ± 0.05
Total soluble solids (°Brix)	15.58 ± 0.14
Total sugar (%) <sup>1</sup>	10.24 ± 0.14
Reducing sugars (%) <sup>1</sup>	2.62 ± 0.15
Ash (%) <sup>2</sup>	04.32 ± 0.03
Pectin (%) <sup>1</sup>	01.86 ± 0.21

<sup>1</sup>: Expressed of the fresh weight.

<sup>2</sup>: Expressed of the dry weight.

**Table 3.** Physicochemical composition of date syrups

Parameters	Mech-Degla Syrup	Degla-Beida Syrup
Water (%) <sup>1</sup>	23.83 ± 01.15 a	27.66 ± 0.28 b
Dry matter (%) <sup>1</sup>	76.16 ± 01.15 a	72.33 ± 0.28 b
pH	05. 19 ± 0.00 a	04.61 ± 0.01 b
Titration acidity (as citric acid,%) <sup>1</sup>	0.25 ± 0.00 a	0.40 ± 0.01 b
Total soluble Solids (°Brix) <sup>1</sup>	70.00 ± 0.00 a	70.00 ± 00.00 a
Total sugars (%) <sup>1</sup>	66.24 ± 01.94 a	66.28 ± 01.90 a
Reducing sugars (%) <sup>1</sup>	22.39 ± 2.20 a	65.75 ± 3.16 b
Purity %	93.95 ± 2.75 a	94.01 ± 2.70 a
Ash(%) <sup>2</sup>	1.20 ± 0.08 a	1.77 ± 0.03 b
Potassium (mg/100g) <sup>2</sup>	513.69 ± 01.98 a	693.43 ± 20.36 b
Magnesium (mg/100g) <sup>2</sup>	43.59 ± 2.13 a	50.08 ± 0.01 b
Calcium (mg/100g) <sup>2</sup>	21.06 ± 0.05 a	19.01 ± 0.05 b
Copper (mg/100g) <sup>2</sup>	0.55± 0.00 a	0.74 ± 0.05 b
Pectin (as pectate d'Al,%) <sup>1</sup>	01.43± 0.19 a	1.31 ± 0.24 a

The different superscript letters within the same line are significantly different at p < 0.05.

<sup>1</sup>: Expressed of the fresh weight.

<sup>2</sup>: Expressed of the dry weight.

**Table 4.** Physicochemical composition of apricot jam elaborated with date syrups

Parameters	AJSMD	AJSDB
Water (%) <sup>1</sup>	29.55± 0.91 a	33.45 ± 0.85 b
Dry matter (%) <sup>1</sup>	70.45 ± 0.91 a	66.55 ± 0.85 b
pH	04.02 ± 0.00 a	03.86 ± 0.005 b
Titrate acidity (as citric acid,%) <sup>1</sup>	0.91 ± 0.01 a	01.01 ± 0.00 b
Total soluble solids (°Brix)	62.00 ± 0.00 a	62.00 ± 0.00 a
Total sugars (%) <sup>1</sup>	54.52 ± 1.31 a	50.50 ± 1.82 b
Reducing sugar (%) <sup>1</sup>	25.24 ± 0.97 a	34.49 ± 0.92 b
Protein (%) <sup>2</sup>	0.46 ± 0.01 a	0.85 ± 0.02 b
Pectin (%) <sup>1</sup>	04.84 ± 0.28 a	04.15 ± 0.55 a
Ash (%) <sup>2</sup>	01.37 ± 0.04 a	01.66 ± 0.02 b
Potassium (mg/100g) <sup>2</sup>	620.23 ± 2.49 a	835.08 ± 1.59 b
Magnesium (mg/100g) <sup>2</sup>	35.32 ± 0.07 a	39.43 ± 0.05 b
Calcium (mg/100g) <sup>2</sup>	31.56 ± 1.47 a	23.74 ± 3.25 b
Copper (mg/100g) <sup>2</sup>	0.39 ± 0.01 a	0.70 ± 0.01 b

AJSMD: apricot jam, made with syrup of Mech-Degla.

AJSDB: apricot jam, made with syrup of Degla-Beida.

<sup>1</sup>: Expressed of the fresh weight.

<sup>2</sup>: Expressed of dry weight.

The different superscript letters within the same line are significantly different at p< 0.05.

**Table 5.** Jams Total polyphenols content and reducing power

Parameters	AJSMD	AJSDB
Total polyphenols <sup>1</sup>	122.20 ± 7.88 a	113.53 ± 8.97 a
Reducing power <sup>2</sup>	201.60 ± 12.67 a	185.32 ± 07.24 a

AJSMD: apricot jam, made with syrup of Mech-Degla.

AJSDB: apricot jam, made with syrup of Degla-Beida.

<sup>1</sup>: mg of equivalent gallic acid.

<sup>2</sup>: mg of equivalent ascorbic acid.

The different superscript letters within the same line are significantly different at p< 0.05.

**Table 6.** Prepared Jams color

Parameters	AJSMD	AJSDB
L*	38.53 ± 0.20 a	40.80 ± 0.30 b
a*	01.96 ± 0.15 a	03.53 ± 0.05 b
b*	01.80 ± 0.10 a	04.56 ± 0.49 b

AJSMD: apricot jam, made with syrup of Mech-Degla.

AJSDB: apricot jam, made with syrup of Degla-Beida.

The different superscript letters within the same line are significantly different at p < 0.05.

**Table 7.** Sensory properties of apricot jams prepared using date syrups, compared to the commercial apricot jam

Product	Appearance	Texture	Taste	Color	Global acceptability
AJSDB	5.57 ± 1.91 a	6.14 ± 1.56 a	5.14 ± 2.44 a	5.71 ± 1.54 a	5.64 ± 1.88 a
AJSMD	7.35 ± 1.33 ab	7.14 ± 1.35 a	7.57 ± 1.08 b	6.7 ± 1.68 ab	7.19 ± 1.66 b
AJS	6.35 ± 2.06 b	7.21 ± 1.36 a	6.78 ± 1.62 b	7.28 ± 1.54 b	6.91 ± 1.38 b

AJSMD: apricot jam, made with syrup of Mech-Degla.

AJS: apricot jam prepared with sucrose (standard or commercial jam).

AJSDB: apricot jam, made with syrup of Degla-Beida.

The different superscript letters within the same columns are significantly different at  $p < 0.05$ .

The results of color analysis of apricot jam are given in Table 6. The clarity of jam (Degla-Beida syrup) was slightly higher than the jam (Mech-Degla syrup) preparation, with a significant difference ( $p < 0.05$ ). The same remark is valuable for the parameters  $a^*$  and  $b^*$ , the observed differences are due to the original color of date syrups used and therefore the range of dates.

The results of sensory analysis of apricot jam are summarized in Table 7. Sensory analysis showed no significant difference between Mech-Degla syrup jam and the commercial jam for appearance, texture, taste and color (Table 7). All these results allowed us to classify the jam depending on the degree of consumer preference as follows: Mech-Degla jam, industrial jam then Degla-Beida jam. The substitution of sucrose by date syrup is possible up to 100 % in the case of Mech-Degla syrup. For jam (Degla-Beida syrup), it can be reproduced by the use of partial optimization replacement sucrose by date syrup in order to improve its organoleptic quality.

#### 4. Conclusions

This study can bring added value to the common dates by the incorporation of date syrup instead of sucrose in the jams formulations. The apricot jam produced by date syrup was characterized by interesting nutritional value compared to jams made by sucrose: they are enriched with nutrients syrups dates as minerals, phenols and fiber (pectin).

Sensory analysis indicated that apricot jam made by Mech-Degla syrup was most appreciated by the tasters and represents a competitive commercial jam. In the future, it would be interesting to characterize date syrups pectin and determine their rheological properties.

This work paves the way for manufacturers to produce this jam on an industrial scale and encourages farmers to save biodiversity of date varieties heritage.

#### 5. References

- AFNOR, (1970). Produits dérivés des fruits et légumes, Mesure du pH. Association française de normalisation.
- Alanazi, F.K. (2010). Utilization of date syrup as a tablet binder, comparative study. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 18, 81–89.
- Ali, S., Masud, T., Abbasi, K.S. (2011). Physico-chemical characteristics of apricot (*Prunus armeniaca* L.) grown in Northern Areas of Pakistan. *Scientia Horticulturae*, 130, 386-392.
- Allane, T., Benamara, S. (2010). Activités antioxydantes de quelques fruits communs et sauvages d'Algérie. *Phytothérapie*, 8, 171-175.
- Al-Farsi, M.A., Lee, C.Y. (2008). Nutritional and Functional Properties of Dates. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48, 877-887.
- Al-Farsi, M., Alasalvar, C., Al-Abid M., Al-Shoaily K., Al-Amry M., Al-Rawahy F.,

- (2007). Compositional and functional characteristics of dates, syrups, and their by-products. *Food chemistry*, 104, 943-947.
- Al-Shahib, W., Marshall, R.J. (2003). The fruit of the date palm: its possible use as the best food for the future? *International Journal of Food Science Nutrition*, 54: 247-259.
- Amira, E.A., Guido, F., Behija S.E., Manel, I., Nesrine Z., Ali F., Mohamed H., Noureddine H.A., Lotfi, A. (2011). Chemical and aroma volatile compositions of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruits at three maturation stages. *Food Chemistry*, 127, 1744-1754.
- AOAC (1995). Official Methods of Analysis, 16 th ed. Association of analytical Chemists.VA Arlington.
- Abbes, F., Bouaziz, M.A., Blecker, C., Masmoudi, M., Attia H., Besbes, S. (2011). Date syrup: Effect of hydrolytic enzymes (pectinase/cellulose) on physicochemical characteristics, sensory and functional properties. *LWT. Food science and technology*, 44, 1827-1834.
- Baker, R.A. (1997). Reassessment of some fruit and vegetable pectin levels. *Journal of food science*, 62, 225-229.
- Barreveld, W. H. (1993). Dates palm products. *Agricultural Services Bulletin N° 101*: FAO, Rome, Italy.
- Benamara, S., Gougam H., Amellal, H., Djouab, A., Benahmed A., Noui, Y. (2008). Some Technologie Proprieties of Common Date (*Phoenix dactylifera* L.) Fruits. *American Journal of Food Technology*, 3, 79-88.
- Ben Ismaïl, H., Djendoubi N., Kodia, A., Benhassine, D., Ben Slama, M. (2013). Physicochemical characterization and sensory profile of 17 principal Tunisian date cultivars. *Emirate journal of food and agricultural*, 25, 331-341.
- Ben Thabet, I. Besbes, S., Masmoudi, M., Attia H., Deroanne C., Blecker C. (2009). Compositional, Physical, Antioxydant and Sensory Characteristics of Novel Syrup from date palm (*Phoenix dactylifera* L.). *Food Science and Technology International*, 15, 583-590.
- Besbes, S, Drira, L., Blecker, C., Deroanne, C., Attia H. (2009). Adding value to hard date (*Phoenix dactylifera* L.) Compositional, functional and sensory characteristics of date jam. *Food Chemistry* 112, 406-411.
- 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*, 4, 667-678.
- Cheftel, J.C., Cheftel H. (1976). Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. Paris: Tec-Doc Lavoisier. 171p.
- Ciqual (2013). The French d'Information on Food Quality. <https://pro.anses.fr/TableCIQUAL/index.htm>.
- Cheikh-Rouhou, S., Baklouti, S., Hady-Taïb, N., Besbes S., Chaabouni S., Bleker C., Attia H. (2006). Elaboration d'une boisson à partir d'écart de triage de dattes : clarification par traitement enzymatique et microfiltration. *Fruit*, 61, 389-399.
- De Luca, G., Joslyn, M.A. (1957). The recovery of pectin from orange peel- Extracts as aluminum-pectinate. *Food technology*, 11, 137-141
- Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, F.K., Rebers, P.A., Smith, F.(1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, 28, 350-356.
- Espiard, E. (2002). Introduction à la transformation industrielle des fruits. Tech et Doc, Lavoisier (Ed), France.
- Fredot, E. (2005). Connaissance des aliments. Tec et Doc Lavoisier (Ed), France.
- Haciseferogullari, H., Gezer I., Musa Özcan, M., Murat Asma, M. (2007). Post harvest chemical and physical-mechanical properties of some apricot varieties cultivated in Turkey. *Journal of food engineering*, 79, 364-373.

- Hannachi, S., Khitri D., Benkhalifa A., Brac de Perrière, R.A. (1998). Inventaire variétal de la palmeraie algérienne. 225 p.
- Hegedus, A., Engel R, Abranko, L., Balogh, E., Blazovics, A., Hermán, R, Halász, J., Ercisli S., Pedryc, A., Bányai E S. (2010). Antioxidant and Antiradical Capacities in Apricot (*Prunus armeniaca* L.) Fruits: Variations from Genotypes, Years, and Analytical Methods. *Journal of Food Science*, 75, 722-730.
- Ismail, B., Haffar, I., Baalbaki, R., Mechref, Y., Henry, J. (2006). Physico-chemical characteristics and total quality of five date varieties grown in the United Arab Emirates. *International Journal of Food Science and Technology*, 41, 919-926.
- Khalil, K.E., Abd El Bari, M.S., Hafiz, N.E., Ahmad, E.Y.(2002). Production, evaluation and utilization of date syrup concentrate (Dibis). *Egyptian journal of food science*, 30, 179-203.
- Kwang Ang, Y., Yee Lam P., Mei Sia C., Eng Khoo H., Seng Yim, H.(2012). Comparison of antioxidant properties between red and yellow flesh watermelon rinds by different extraction conditions. *Carpathian journal of food science and technology*, 4: 52-62.
- Lo Voi, A., Impebo, M., Fazanaro, G., Castaldo D. (1995). Chemical characterization of apricot puree. *Journal of food composition and analysis*, 8, 78-85.
- Madrau, M.A., Piscopo A., Sanguinetti A.M., Del Caro A., Poiana M., Romeo F. V., Piga A. (2009). Effect of drying temperature on polyphenolic content and antioxidant activity of apricots. *European food research technology*, 228, 441-448.
- MADR (2010). Ministry of agriculture and rural development. Statistic Bulletin, pp 44.
- Masmoudi, M., Attia, H., Besbes, S. (2011). Date syrup: Effect of hydrolytic enzymes (pectinase/cellulose) on physicochemical characteristics, sensory and functional properties. *LWT. Food science and technology*, 44, 1827-1834.
- Meda, A., Lamien, C.E., Romito M., Millogo, J.O., Nacoulma, G. (2005). Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. *Food Chemistry*, 9: 571-577.
- Ndhkala, A.R., Kasiyamhuru, A., Mupure C., Chitindingu K., Benhura M.A., Muchuweti M. (2007). Phenolic composition of *Flacourtia indica*, *Opuntia megacantha* and *Sclerocarya birrea*. *Food chemistry*, 103, 82-87.
- Ragab, M. (1987). Characteristics of apricot jam sweetened with saccharin and xylitol. *Food chemistry*, 23, 55-64.
- Razavi, S.M.A., Najafi, M.B.H., Alae, Z., (2007). The time independent rheological properties of low fat sesame paste/date syrup blends as a function of fat substitutes and temperature. *Food Hydrocolloids*, 21, 198-202.
- Roukas, T., Kotzekidou, P.(1997). Pretreatment of date syrup to increase citric acid production. *Enzyme and Microbiol Technology*, 21, 273-276.
- Sawaya, W.N., Khalil, J.K., Safri, W.N., Al-Shalhat A.(1983). Physical and chemical characterization of three Saudi date cultivars at various stages of development. *Canadian Institute Food Science Technology Journal*, 16, 87-91
- Vayalil, P.K. (2012). Date fruits (*Phoenix dactylifera* Linn): An emerging medicinal food. *Critical Reviews in Food and nutrition*, 52, 249-271.
- Vierling, E. (2003). Aliment et boissons, Filières et produits. 2<sup>em</sup> édition. Doin éditeurs, CRDP. Aquitaine, Bordeaux cedex.
- Youssif, A.K., Benjamin N.D., Kado A., Alddin S.M., Ali S.M. (1982). Chemical Composition of four Iraqi Date Cultivars. *Date Palm Journal*, 1, 285-294.