



## Comparaison des huiles des graines et de la teneur en acides gras de différentes populations marocaines de jujubier, de grenadier et de figuier de barbarie [Comparison of oils seed and fatty acid content of various Moroccan populations of jujube, grenadier and prickly pear]

F. El Hachimi<sup>1</sup>, A. El Antari<sup>2</sup>, M. Boujnah<sup>3</sup>, A. Bendriss<sup>1</sup>, C. Alfaiz<sup>3</sup>

Université Abdelmalek Essaâdi, Faculté des Sciences, Unité de Diversité et Conservation des Systèmes Biologiques, Tétouan, Maroc.

<sup>1</sup>Unité de diversité et conservation des systèmes biologiques, Université Abdelmalek Essaâdi, Tétouan, Maroc.

<sup>2</sup>Institut National de la Recherche Agronomique, Marrakech, Maroc.

<sup>3</sup>Institut National de la Recherche Agronomique, Rabat, Maroc.

Received 14 Nov 2014,

Auteur Correspondant: E-mail : [elhachimi-f@hotmail.com](mailto:elhachimi-f@hotmail.com)

### Résumé

Les huiles sont considérées comme une source primordiale de matières premières recherchées en cosmétique. Pour valoriser la fabrication des produits nouveaux et sous produits locaux à bases des huiles marocaines et vu l'émergence du secteur de la cosmétique issue d'unités semi-industrielles, Nous avons étudié, dans ce présent travail, la caractérisation des huiles des graines de différents génotypes locaux du jujubier (*Zizyphus lotus* L.), du grenadier (*Punica granatum* L.) et du figuier de barbarie (*Opuntia ficus-indica* L.), ainsi que la composition de ces huiles en acides gras. La collecte des fruits a été faite au mois de septembre et d'octobre de 2012. L'extraction des huiles a été réalisée en utilisant la technique Soxhlet et la teneur en acide gras a été déterminée par chromatographie en phase gazeuse. Le rendement de l'huile extraite des graines du jujubier et du grenadier a été respectivement de  $29,25 \pm 0,67$  % et  $23,38 \pm 1,07$  %, valeurs plus élevées que l'huile extraite des graines du figuier de barbarie ( $8,74 \pm 0,42$  %). Ces huiles se révèlent plus riches en acides gras insaturés, avec un profil de type oléique - linoléique ( $62,49 - 16,00$  %) pour l'huile de jujubier, punique - linoléique ( $75,39 - 6,31$  %) pour le grenadier et linoléique - oléique ( $62,55$  % -  $19,48$  %) pour le figuier de barbarie. Les pourcentages des acides gras poly - insaturés sont élevés dans l'huile extraite des graines des différentes variétés de grenadier ( $78,70$  %) et du figuier de barbaries ( $62,78$  %). Cependant, pour l'huile de différents cultivars de jujubier, les acides gras mono-insaturés ( $65,57$  %) sont les plus abondants. Vu leur composition originale en acides gras, ces huiles auraient un potentiel certain en cosmétique.

Mots clefs : Qualité, huile, graine, Maroc, jujubier, grenadier, figuier de barbarie, acides gras.

### Abstract

The oils are considered a primary source of raw materials sought in cosmetics. To enhance the production of new products and by local produce bases Moroccan oils, also saw the emergence of the cosmetics industry after semi-industrial units, we studied in this present work, the characterization the oils from the seeds of various local genotypes jujube (*Zizyphus lotus* L.), pomegranate (*Punica granatum* L.) and prickly pear (*Opuntia ficus-indica* L.), also the composition these oils into fatty acids. The collection of fruits was made in September and October 2012. The oil extraction was performed by Soxhlet and the fatty acid content is determined by gas chromatography. The oil extracted from the seeds of jujube and pomegranate were  $29.25 \pm 0.67$  % and  $23.38 \pm 1.017$  %, respectively, higher values than the oil extracted from the seeds of prickly pear ( $8.74 \pm 0.42$  %). These oils are proving more rich in unsaturated fatty acids, with a profile type oleic - linoleic ( $62.49 - 16.00$  %) for the oil jujube, punic - linoleic ( $75.39 - 6.31$  %) for the pomegranate and linoleic - oleic ( $62.55 - 19.48$  %) for the prickly pear. The percentages of polyunsaturated fatty acids are high in unsaturated oil extracted from the seeds of the different varieties of pomegranate ( $78.70$  %) and the barbarities of fig ( $62.78$  %). However, the oil of different cultivars of jujube, mono unsaturated fatty acids ( $65.57$  %) are the most abundant. Because of their unique composition of fatty acids, these oils have a definite potential in cosmetics.

Key Words : Quality, oil, seed, Morocco, jujube, pomegranate, prickly pear, fatty acids.

## 1. Introduction

Les plantes sont exploitées pour leurs principes actifs, qui peuvent être constitués de substances. On y trouve les composés volatiles (composés terpéniques), flavonoïdes, tanins, saponosides, vitamines, protéines, acides aminés, phospholipides, caroténoïdes, phytohormones, composés phénoliques et acides gras [1, 2].

Aujourd'hui, les extraits végétaux sont considérés comme des substances indispensables à la cosmétique et c'est ce qu'on appelle la phytocosmétique, du fait de leurs propriétés fonctionnelles ou structurales et le marché des cosmétiques reposant, en grande partie, sur la nouveauté. Ils sont extrêmement nombreux à être de plus en plus utilisés pour leurs principes naturels—en fonction de leurs activités comme hydratantes et nourrissantes, astringentes, cicatrisantes, amincissantes, antiseptiques, anti-oxydantes et même aussi comme colorantes [3].

Le Maroc bénéficie de conditions éco-géographiques favorables pour le développement d'une flore riche et variée comprenant un important potentiel en plantes aromatiques et médicinales, dont une grande partie sont endémiques. Cette endémicité lui confère l'avantage de produire de nouveaux actifs produits cosmétiques naturels à valeur ajoutée.

Parmi les plantes les plus populaires au Maroc, ayant des propriétés cosmético-médicinales due à leur huile végétale, on peut citer l'huile d'argan (*Argania spinosa* L.) et l'huile d'olive (*Olea europea* L.). D'autres espèces renfermant aussi des huiles intéressantes, mais en quantité plus faible, comme les figues de barbarie. Vu l'importance des huiles végétales pour le vaste marché de la cosmétique et afin de valoriser la biodiversité marocaine en termes de cette substance extraite de graines, nous nous sommes intéressés à trois espèces différentes disponibles sur le marché locale, dont le potentiel de production des huiles est intéressant. Il s'agit du jujubier, du grenadier et du figuier de barbarie.

Le jujubier appelé communément Sedra, N'beg, Zerb, Azzougar ou Tazougart, est une espèce appartenant à la famille des Rhamnaceae [4]. Il est distribué principalement dans les régions méditerranéennes, tropicales et subtropicales du monde [5]. Au Maroc, le jujubier est présent dans plusieurs régions arides, semi-arides et même sahariennes [6, 7]. Le jujubier est une espèce à usages multiples. Les feuilles sont broutées par les animaux, les fruits sont consommés par l'Homme, le bois sert de combustible d'excellente qualité et les fleurs sont butinées par les abeilles qui en produisent un excellent miel. Par ailleurs, les graines broyées de cette espèce sont traditionnellement utilisées pour le traitement de nombreuses maladies. Ils sont antipyrétiques, toniques, antiviraux [8] et antimicrobiens [9]. L'huile de fruit du jujubier est riche en acide gras mono-insaturé (AGMI), en stérols et en tocophérol (tableau 1).

Le grenadier est une plante appartenant à la famille des Punicaceae. La grenade est un fruit comestible très anciennement connu dans le monde. Le Maroc est le 3ème producteur mondial du grenadier après la Tunisie et la Turquie. Sa culture s'étale sur une superficie de 3.827 ha et la production est estimée à 45.900 et 60.000 Tonnes et un rendement de 12,5 T/ha en moyenne avec une gamme de variété ou clone à haut rendement et aux fruits de bonne qualité [10, 11]. Les variétés introduites et les clones locaux de grenadier sont cultivés dans différentes régions du Maroc. On y trouve les Grenades rouges et jaunes à Marrekech, le Sefri à Beni Mellal, Zhiri précoces, Zhiri d'automne, Kharrazi, Bzou, Meski de Meknès et Laroussi de Fès. Ces variétés présentent des pépins souvent rouges, juteux et tendres [12-13]. Selon le goût, les variétés peuvent être classées en 3 groupes : les grenades acidulées, celles à tendance acidulées et des variétés sucrées. Le grenadier est une espèce relativement peu étudiée au Maroc, alors qu'elle a le potentiel de valoriser et de diversifier la production fruitière dans plusieurs régions marocaines. Jusqu'à maintenant, les études faites au Maroc sont consacrées à la caractérisation pomologique et physico-chimique des fruits et du jus des grenades marocains [14, 15, 16] et sur la diversité génétique de différents cultivars marocains de grenadier [17].

Outre son goût et ses qualités diététiques uniques, les graines de grenadier possèdent une huile caractérisée par la présence de l'acide punique : un acide gras très rare [18] (tableau 1). Les investigations sur les différentes activités pharmacologiques de grenadier ont ressorti plusieurs effets de grande importance pour la médecine moderne. La plupart des recherches se sont concentrées sur les propriétés antioxydantes [19], anticarcinogéniques, anti-inflammatoires [20] et antidiabétiques [21]. Malgré les propriétés bénéfiques, l'huile de ce fruit reste peu étudiée au Maroc et nécessite une grande attention de la part des chercheurs et des industriels marocains afin de la valoriser.

Le figuier de barbarie est une plante appartenant à la famille des cactacées. Introduit par les Espagnols, à partir du Sud et Nord du Maroc, le figuier de barbarie est largement réparti dans tout le pays. Il produit des fruits comestibles appelés 'Handia' ou 'Zaaboul' par les populations locales [22, 23]. Au Maroc, le cactus est doté d'une diversité génétique importante et un certain nombre de variétés ont été bien décrites. Dans les régions de Sud de la ville de Tiznit, notamment Ait Baamrane, des cultivars de figuier de barbarie ont été identifiés

comme: Aissa (inerte et précoce) et Moussa (inerte et tardive) qui ont des fruits à pulpe jaune orangé. Dans les régions du Rif, les cultivars comme: «Dellahia» et «Al Bayda», variantes de figuier de barbarie ont une pulpe verte à verdâtre et elles sont très appréciées par la qualité de leur fruits et par leur propriétés organoleptiques. Ainsi, dans la région de Marrakech-Tensift-El Haouz, le cultivar «El Akria» est une variante, beaucoup plus rare, présente des fruits rouges avec une pulpe rouge pourpre à rouge carmin. Cette dernière est également recherchée pour la qualité de ces fruits et pour son aptitude à la conservation [24, 25]. L'huile de fruit de cactus est riche en acide gras poly-insaturé (AGPI), en stérols, et en vitamines, et elle est utilisée pour préparer une crème antiride naturelle [26, 27] (tableau 1). Au Maroc, l'huile des graines de cactus est très recherchée en cosmétique et autour de laquelle ont été créées plusieurs coopératives et sociétés marocaines privées, exploitant commercialement cette huile.

Grâce à leurs propriétés thérapeutiques et diététiques, les fruits de grenadier, de jujubier et de figuier de barbarie ont suscité ces dernières années beaucoup d'intérêt. Ainsi, des études se sont multipliées pour caractériser leurs constituants afin d'évaluer leurs propriétés pharmacologiques. Au Maroc, l'huile des graines de ces trois plantes et surtout celle issue des graines du jujubier et dans une moindre mesure celle extraite également des graines du grenadier, n'ont pas fait l'objet d'études antérieures et aucune caractérisation des acides gras de ces huiles n'a été réalisée, en particulier pour des génotypes locaux du Maroc. En effet, il est largement admis que la composition chimique d'une huile dépend du terroir (génotype, sol et climat) ainsi que des techniques de production (période de récolte, mode d'extraction, etc.).

Dans un contexte du développement de l'économie solidaire cherchant à aider les populations les moins démunies à valoriser les produits et sous produits locaux et vu l'émergence du secteur de la cosmétique issue d'unités semi-industrielles, on se propose dans la présente étude de caractériser les huiles de différents génotypes locaux de jujubier, de grenadier et de figuier de barbarie, ainsi que la composition de ces huiles en acides gras.

Cette caractérisation permettrait à l'ensemble des unités exploitant ces huiles dans leur préparation artisanale ou industrielle, d'afficher les caractéristiques et les propriétés biologiques étudiées.

**Tableau 1 :** Quelques références concernant les caractéristiques des huiles du jujubier, du grenadier et du figuier de barbarie.

	Origine	Nombre des échantillons	Huile extraite (%)	Acide gras majoritaire (%)	Autres composés particuliers	Références
jujubier	Tunisie	1 de Sidi Bouzid	32,9	<u>Acide oléique</u> 61,9	-Stérols -Tocophérol	[28]
Grenadier	Turquie	15 de Turquie	13,9 - 24,1	<u>Acide punicoïque</u> 74,0	-Polyphénols -Stérols	[29]
	Tunisie et Chine	15 de Tunisie 6 de Chine	16,0	<u>Acide punicoïque</u> 36,9	-Tocophérols -Phytoestrogènes	[30]
	Iran	25 d'Iran	14,8	<u>Acide punicoïque</u> 31,8-86,6		[31]
Figuier de barbarie	Maroc	1 d'Oujda	5,1	<u>Acide linoléique</u> 58,8	-Polyphénols -Tanins	[32]
	Tunisie	1 de Chebika (Kairouan)	5,5	<u>Acide linoléique</u> 56,6	-Flavonoïdes -Punicoïne	[33]
	Algérie	4 de Béjaïa	7,3 - 9,3	<u>Acide linoléique</u> 58,7 à 63,1	-Granatine	[34]

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1. Matériel végétal

Le matériel végétal évalué est constitué des graines prélevées sur des fruits collectés de différentes régions du Maroc en septembre - octobre 2012 (tableau 2). Nous avons travaillé sur 8 populations différentes du jujubier, 5 variétés locales du figuier de barbarie et 9 clones du grenadier installés en collection de comportement au domaine expérimental de l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) à Ain Taoujdate (Région de Meknès).

**Tableau 2:** Listes des variétés et populations locales du figuier de barbarie, jujubier et grenadier étudiées.

	Variété, clone ou population	Code	Origine	Caractéristiques climatiques de la région	Caractéristiques particulières du fruit
<b>Jujubier</b>	Taounate	J1	Taounate	Favorable : 400-600mm	En général, une grande similitude est observée entre les fruits de toutes les origines, à l'exception de ceux de Rhamna, qui ont un goût particulièrement sucré.
	Asni	J2	Amizmiz	Semi aride: 200-400mm	
	Maaziz	J3	Maaziz Ijanaten	semi-aride :200-400mm	
	Rhamna	J4	Rhamna	Semi-aride :200-400mm	
	Tahanaoute	J5	Tahanaout	Semi-aride :200-400mm	
	Khénifra	J6	Khénifra	Favorable: 400-600mm	
	Machra Ben Abou	J7	Machraa Ben abou	Semi-aride:200-400mm	
	Tata	J8	Tata	Aride:100-200 mm	
<b>Grenadier</b>	El kharazi	G1	Collection installée au domaine expérimental de l'INRA de Aïn Taoujdate à Meknès	Favorable : 400-600 mm. Irrigué.	-Jaune - Rose, sucré
	Gjebali	G2			-Jaune - Carmin, sucré, très juteux
	Bzou	G3			-Jaune - Carmin, très acidulé
	Sefri	G4			-Jaune, Sucré
	Grenade rouge	G5			-Jaune - Dorée, Sucré, juteux
	Ounk Hmam	G6			-Jaune - Violet, acidulé, légèrement juteux
	Khioukhi	G7			-Jaune - Rose, sucré
	Meski	G8			-Jaune - Rose
	Grenade Jaune	G9			-Jaune, sucré
<b>Figuier de Barbarie</b>	El Akria	F. b1	Safi	Semi-aride:200-400mm	-Acide, petit fruit, pulpe rouge vif -Fruit sucré, juteux, pulpe vert claire -Commun et assez variable -Commun et assez variable -Fruit sucré, juteux et succulent, pulpe jaune orangé
	Dellahia	F. b2	Al Hoceima	Favorable:400-600mm	
	Zarhoun	F. b3	M.Driss Zerhoun	Favorable:400-600mm	
	Majdoubia	F. b4	Mohamedia	Favorable: 400-600mm	
	Aissa	F. b5	Ait Ba Amrane	Aride:100-200 mm	

## 2.2. Extraction des huiles

Le protocole d'extraction suivi est la méthode normalisée du Soxhlet décrite par la méthode standard d'AFNOR NF EN ISO 659 (1998) [35].

Les graines ont été séparées des fruits, séchées dans l'étuve à 25 °C pendant 3 heures puis broyées à l'aide d'un mixeur, jusqu'à l'obtention d'une poudre fine et homogène. Après le broyage, vingt grammes de poudre ainsi broyées ont été soumis à une extraction par l'éther de pétrole (100 ml) distillant entre 40 et 60 °C dans un soxhlet. Le temps d'extraction total est de 4h.

Après évaporation du solvant sous pression réduite à l'aide d'un évaporateur rotatif à 40-60°C, la teneur en huile est calculée et exprimée en pourcentage de matière sèche de graines selon la formule suivante :

$$\% \text{ de matière grasse} = \frac{m1}{m2} \times 100$$

Soit :

m1 = masse de la matière grasse extraite (g)

m2 = masse de la prise d'essai (g)

Les huiles extraites sont conservées à une température de -4°C afin de les utiliser ultérieurement.

## 2.3. Détermination de la teneur en acides gras par chromatographie en phase gazeuse.

La teneur en acides gras a été déterminée par analyse des esters méthyliques d'acides gras en chromatographie phase gazeuse (CPG) selon la norme AFNOR, T60-233 et T60 -234.

### Préparation des esters méthyliques.

Les huiles obtenues ont été soumises à l'action d'une solution méthanolique de KOH 2N. A 1g de l'huile on ajoute 2 ml d'éther de pétrole ou l'hexane et 3 ml du KOH méthanolique à 2N, après agitation pendant 30

secondes, on laisse reposer 24 h jusqu'à ce que la phase supérieure de la solution devienne claire. Cette fraction contient les esters méthyliques des acides gras (E.M.A.G) prête après dilution pour l'injection.

#### Dosage des esters méthyliques d'acides gras par CPG

La séparation et le dosage des esters méthyliques d'acides gras a été effectuée par chromatographique en phase gazeuse (CPG). Cette technique de séparation des composants d'un mélange repose sur la différence d'affinité des substances à analyser vis-à-vis d'une phase mobile courante appelée gaz vecteur et d'une phase stationnaire non-volatile. Dans le cas des acides gras la séparation dépend de la longueur de la chaîne de carbone et le nombre des doubles liaisons.

Le chromatographe utilisé de type Varian CP 3380 à détecteur à ionisation de flamme, équipé d'une colonne capillaire garnie d'une phase stationnaire: CPWAX 52 CB (la longueur: 25 m, le diamètre interne: 0,25 mm, le diamètre externe: 0,39 mm). Le calibrage de la méthode d'analyse en CPG se fait via l'interface informatique qui permet de programmer tous les paramètres utiles, et en particulier la température qui permet d'optimiser la séparation des acides gras. Pour le jujubier et figuier de barbarie : la température du four est isotherme (190°C), et celle de grenadier est en programmation de température variant de 170°C à 190°C. Le gaz vecteur utilisé est l'Azote ; Chaque échantillon a été analysé en deux déterminations.

Les esters d'acides gras sont identifiés par comparaison des temps de rétention avec ceux d'étalons. Ces derniers sont les esters méthyliques des acides : myristique, pentadécanoïque, palmitique, palmitoléique, margarique, héptadécénoïque, stéarique, oléique, linoléique, linoléinique, arachidique, gadoléique, punique,  $\alpha$ -éléostéarique, catalpique,  $\beta$ -éléostéarique et béhénique.

### **3. Résultats et discussion**

#### 3.1. Le rendement en huile

La teneur en huile des graines de jujubier, de grenadier et de figuier de barbarie ne constitue pas en soit un critère de détermination de la qualité de l'huile mais c'est surtout un critère à envisager lors d'une sélection variétale.

L'analyse statistique a été faite par le logiciel SAS (Statistical Analysis System) pour comparer les différents niveaux du rendement de l'huile ainsi que le poids de mille graines. Les données sont présentées sous forme de moyennes  $\pm$  E.S (erreur standard) et comparées par le test Tests t (LSD). Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très différentes.

Les résultats obtenus montrent qu'il y a une différence hautement significative ( $P < 0,001$ ) concernant le taux d'extraction de l'huile. D'une façon générale, les populations de jujubier détiennent le meilleur taux d'extraction de l'huile ( $29,25 \pm 0,67$  % a) suivi de grenadier ( $23,39 \pm 1,07$  % b). La valeur la plus faible a été observée chez les variétés de figuier de barbarie ( $8,74 \pm 0,42$  % c). La couleur et la texture des huiles du jujubier, du grenadier et du figuier de barbarie diffèrent entre les génotypes étudiés. Les résultats sont présentés dans le tableau 3.

##### 3.1.1. Huile du jujubier

L'huile du jujubier est une huile jaunâtre, son odeur est légèrement désagréable et souvent très visqueuse à température ambiante (15 - 30°C). Des études scientifiques ont montré que la texture de l'huile végétale est liée à sa composition en acides gras. Gustone et *al.*, [36] et Geller et Goodrum, [37] ont montré que la viscosité est directement liée à la présence des acides gras à courtes chaînes. De même, l'étude de Jean Michel Lecerf [38] a démontré qu'une huile très mono-insaturée a une faible fluidité.

L'analyse des résultats montre, d'une manière générale, qu'il y a des différences significatives observées entre les 8 populations étudiées. (Fig. 1) et donnent des rendements intéressants en huile variant d'une population à l'autre. La moyenne générale de l'extraction est de  $29,25 \pm 0,67$  %. Elle varie selon le site de la collecte du fruit ou de la population. Le meilleur taux d'extraction d'huile a été enregistré chez la population J7 ( $32,85 \pm 0,11$  %), suivi de J3 ( $31,83 \pm 0,28$  %) et J8 ( $31,22 \pm 0,17$  %). Les autres populations présentent des rendements en huiles légèrement moins élevés: J4 (29,52 %), J5 (28,48 %), J2 (28,10 %) et J6 (25,50 %). La population J1 a la teneur en huile la plus faible (24,52 %).

Toutefois, le poids de 1000 graines (PMG), calculé après un séchage de 3 h à 45°C à l'étuve, varie respectivement entre  $26,82 \pm 0,001$  g J7 (Machra Ben Abou) et  $30,90 \pm 0,010$  g J8 (Tata). La figure 1.a montre qu'il y a une corrélation entre le poids de 1000 graines (PMG) et le rendement en huile des échantillons étudiés, mais cette corrélation reste très faible ( $R^2 = 0,0628$ ).

**Tableau 3:** Rendement et caractéristiques des huiles extraites des graines de quelques populations et variétés locales de jujubier, grenadier et figuier de barbarie.

	Variété, clone ou population	Poids de 1000 graines (PMG) (g)	Teneur en huile (%)	Caractéristiques particulières
Jujubier	J1	31,23 ± 0,003 a	24,52 ± 1,21 d	Huile jaunâtre, très visqueuse, voire pâteuse à température ambiante (15 - 30°C) avec une odeur âcre légèrement désagréable
	J2	30,86 ± 0,004 a	28,10 ± 1,00 c	
	J3	28,28 ± 0,001 b	31,83 ± 0,28 a	
	J4	30,78 ± 0,002 a	29,52 ± 0,51 bc	
	J5	29,22 ± 0,001 b	28,48 ± 0,13 c	
	J6	26,87 ± 0,001 c	25,50 ± 0,49 d	
	J7	26,82 ± 0,001 c	32,85 ± 0,11 a	
	J8	30,90 ± 0,010 a	31,22 ± 0,17 ab	
	Moyenne ± écart type	29,37 ± 0,003 a	29,25 ± 0,67 a	
Grenadier	G1	19,37 ± 0,002 b	23,77 ± 0,60 c	En général, grande similitude entre les huiles : huile fluide à température ambiante (15 - 30°C), de couleur jaune dorée et inodore
	G2	14,10 ± 0,006 d	23,01 ± 0,79 c	
	G3	10,82 ± 0,003 e	14,45 ± 1,40 e	
	G4	17,28 ± 0,003 c	24,29 ± 0,69 bc	
	G5	27,42 ± 0,004 a	23,70 ± 0,81 c	
	G6	14,46 ± 0,007 d	29,09 ± 0,33 a	
	G7	14,67 ± 0,005 d	25,68 ± 1,20 bc	
	G8	11,82 ± 0,003 e	19,27 ± 1,50 d	
	G9	13,66 ± 0,003 d	27,22 ± 0,38 ba	
Moyenne ± écart type	15,96 ± 0,007 b	23,39 ± 1,07 b		
Figuier de barbarie	F. b1	17,94 ± 0,037 a	10,45 ± 1,34 a	Huile fluide à température ambiante (15 - 30°C), relativement inodore, de couleur variant de : jaune claire (F.b2 et F.b5), jaune pâle (F.b1 et F.b3) au jaune - verdâtre (F.b4).
	F. b2	14,98 ± 0,003 cd	7,81 ± 0,78 b	
	F. b3	14,63 ± 0,001 d	7,82 ± 0,25 b	
	F. b4	15,89 ± 0,003 b	8,98 ± 0,68 ba	
	F. b5	15,59 ± 0,002 bc	8,63 ± 0,59 ba	
	Moyenne ± écart type	15,81 ± 0,003 b	8,74 ± 0,42 c	

Les résultats sont exprimés en moyenne ± écart-type. Les moyennes d'une même colonne de chaque espèce étudiée ayant au moins une lettre en commun ne sont pas significativement différentes au seuil de probabilité 5 % selon le Tests t (LSD).

Cependant, l'effet du milieu, du climat et du génotype est plus d'important. Dans les régions arides et semi arides comme Machraa Benabou (J7), Maaziz (J3), Tata (J8), Rhamna (J4), Tahanaout (J5) et Amizmiz (J2), et, nous avons une bonne teneur en huile (32,85 ± 0,11 % ; 31,83 ± 0,28 % ; 31,22 ± 0,17 % ; 29,52 ± 0,51 % ; 28,48 ± 0,13 % et 28,10 ± 1,00 % respectivement) par rapport aux autres régions qui se caractérisent par un climat favorable telles que: Taounate (J1) et khénifra J6 où le rendement de l'huile est de 24,42 ± 1,21 % et 25,50 ± 0,49 % respectivement. Nos résultats s'accordent en partie avec l'échantillon provenant de Machraa benabbou en particulier (32,85 ± 0,11 %) avec les résultats d'une étude faite sur les graines du jujubier de Tunisie. Ces dernières contiennent 32,92 % de l'huile [28].

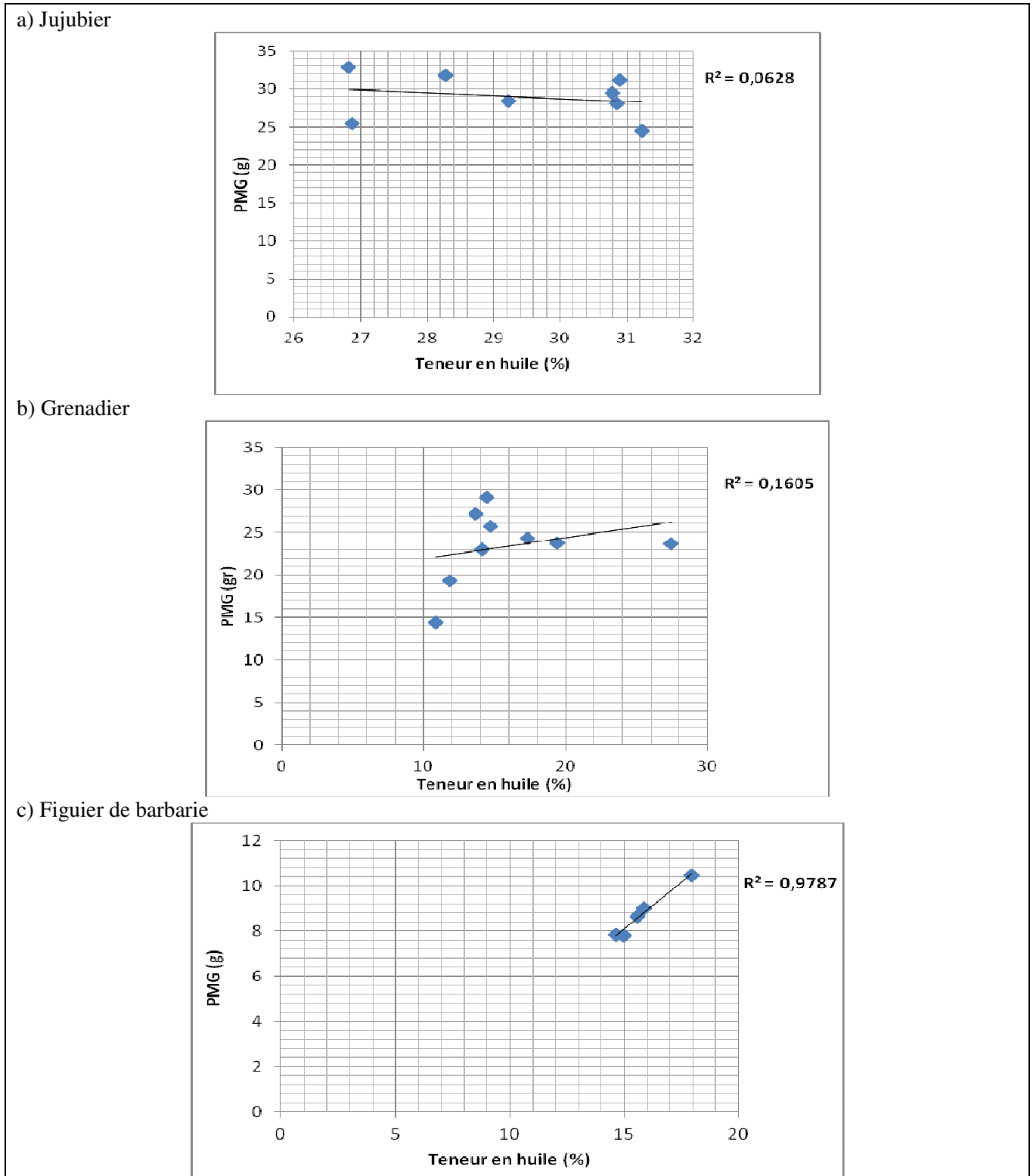
### 3.1.2 Huile du grenadier

L'huile du grenadier est une huile fluide, quasi inodore et de couleur jaune dorée. Selon Besbes et al [39], cette couleur des huiles est due à la présence des carotènes en quantité assez importante. De même, Lecerf J. M [38], a montré que la fluidité d'une huile végétale liquide est d'autant plus importante qu'elle est riche en acides gras poly-insaturés.

La richesse des graines en matière grasse varie selon les cultivars. Le facteur génotype constitue la principale source de variation sur le rendement d'extraction de l'huile obtenu. Son effet est significatif. Les variétés les plus riches en huiles sont G6 (Ounk Hmam) et G9 (Grenade jaune), dont les teneurs en matière grasse sont respectivement 29,09 ± 0,33 % et 27,22 ± 0,38 %.

D'autre part, le poids de 1000 graines (PMG) des variétés du grenadier s'est situé entre 10,82 ± 0,003 g G3 (Bzou) et 27,42 ± 0,004 g G5 (Grenade rouge) (Tableau 3). Pour certains génotypes, le PMG peut être considéré comme un second facteur sur de la variabilité observée. En établissant la relation entre le PMG et la teneur en

huile, la figure 1.b nous montre que certains génotypes du grenadier présentent une corrélation entre le PMG et la teneur en huile ( $R^2 = 0,1605$ ). En général, plus le PMG est élevé, plus la teneur en huile est élevée (Figure 1.b). Les variétés G3 (Bzou) et G8 (Meski) qui ont un faible PMG ( $10,82 \pm 0,003$  g et  $11,83 \pm 0,003$  g respectivement), ont une teneur en huile faible ( $14,45 \pm 1,40$  -  $19,27 \pm 1,50$  %).



**Figure 1** : Relation entre le Poids de 1000 graines (PMG) et la teneur en huile (%). La figure 1 nous montre qu'il y a une corrélation entre le PMG et la teneur en huile (%) pour les différents cultivars de jujubier, de grenadier et de figuier de barbarie avec  $R^2 = 0,0628$ ,  $R^2 = 0,1605$  et  $R^2 = 0,9787$  respectivement.

Comparativement aux autres pays comme : l'Iran, la Tunisie, la Chine et la Turquie, les résultats obtenus montrent que le moyen des rendements d'extraction de l'huile des graines des clones marocains de grenadier est beaucoup plus élevé ( $23,39 \pm 1,07 \%$ ) ; Les fruits d'Iran ne contiennent que  $14,83 \%$  d'huile [31], alors que ceux de la Tunisie et de la Chine contiennent environ  $16 \%$  d'huile [30]. Cependant les variétés de la Turquie contiennent de  $13,90 \%$  à  $24,10 \%$  d'huile [29]. Cette différence démontrée peut être expliquée par la variabilité des conditions climatiques et du génotype qui peuvent influencer la composition chimique des fruits.

### 3.1.3. Huile du figuier de barbarie

L'huile du figuier de barbarie est une huile fluide, relativement inodore et avec une couleur qui varie d'une variété à l'autre, allant de jaune claire à verdâtre avec un rendement d'extraction relativement faible de  $7,81 \pm 0,78 \%$  (F.b2) à  $10,45 \pm 1,34\%$  (F.b1), par rapport à celle extraite du jujubier et du grenadier. Des facteurs tels que le génotype et la présence d'éléments chimiques comme les chlorophylles et les caroténoïdes peuvent expliquer la différence des couleurs entre les variétés. La couleur jaune claire de l'huile de variété (F.b2) et (F.b5) est expliquée que ces variétés ne contiennent pas des quantités assez importantes de carotènes. Cependant, l'huile extraite des graines de variété F.b4 a une couleur jaune - vert. Selon Grati Kammoun N. et *al.*, [40], cette couleur verdâtre est due à la présence des chlorophylles.

D'autre part, une forte corrélation existe entre le rendement de l'huile et le PMG avec une valeur de  $R^2 = 0,9787$  (Figure 1.c). Plus le PMG est élevé, plus le taux d'huile est grand (figure 1.c). Si on compare nos résultats avec les travaux de Tlili et *al.*, [33] en Tunisie (Qayraouane), qui ont obtenu en moyenne  $5,30 \%$  d'huile, on s'aperçoit que la teneur moyenne obtenue des nos cinq clones ( $8,74 \pm 0,42 \%$ ) est plus supérieure. Cette différence peut être imputée soit au facteur génotypique, soit due au milieu (climat-sol).

### 3.2. Composition en acides gras (AG)

Les analyses réalisées par chromatographie en phase gazeuse permettent de distinguer les acides gras majoritaires des différents cultivars de jujubier, de figuier de barbarie et de grenadier. D'une manière générale, une séparation efficace des 17 acides gras est observée. L'ordre d'apparition est croissant en fonction de l'augmentation de la longueur de la chaîne carbonée de C14 à C22.

En analysant les valeurs moyennes de chaque espèce, il s'avère que les huiles des graines du figuier de barbarie et du jujubier sont plus riches en acide linoléique et oléique que celles des graines du grenadier. Cependant, on note que les valeurs les plus élevées en acide linoléique sont chez le figuier de barbarie et la même chose pour l'acide oléique chez le jujubier. En revanche, chez l'huile du grenadier, on note la présence en quantité élevée et unique de l'acide punicoïque. (Tableau 4)

La teneur en acide gras varie considérablement selon le site de la collecte. L'examen du tableau 5 montre que la composition en acides gras des huiles testées du jujubier, du figuier de barbarie et du grenadier est variable et nettement influencée par le facteur variétal.

**Tableau 4 :** Composition moyenne de l'huile des 3 espèces: jujubier, grenadier et figuier de barbarie.

Acides gras	Jujubier	Grenadier	Figuier de barbarie
a. miristique (C14:0)	0,08	0,02	0,10
a. pentadécanoïque (C15:0)	0,03	0,04	0,02
a. palmitique (C16:0)	10,27	3,58	12,68
a. palmitoléique (C16:1)	0,12	0,03	0,61
a. margarique (C17:0)	0,07	0,05	0,09
a. héptadécénoïque (C17:1)	0,07	0,01	0,22
a. stéarique (C18:0)	6,48	2,14	3,42
a. oléique (C18:1)	62,49	5,39	19,48
a. linoléique (C18:2)	16,00	6,31	62,55
a. linoléinique (C18:3)	0,26	Nd	0,23
a. arachidique (C20:0)	1,25	0,37	0,35
a. gadoléique (C20:1)	2,90	0,55	0,40
a. punicoïque (18:3 n-5)	Nd	75,39	Nd



a. $\alpha$ -oléostéarique (18:3 n-5)	Nd	3,79	Nd
a. catalpique (18:3 n-5)	Nd	1,64	Nd
a. $\beta$ -oléostéarique (18:3 n-5)	Nd	0,56	Nd
a. Béhénique (C22:0)	Nd	0,06	Nd
AGS	18,18	6,26	16,64
AGI	81,83	93,67	83,48
AGS/AGI <sup>l</sup>	0,22	0,07	0,20
AGMI	65,57	5,98	20,70
AGPI	16,26	87,70	62,78

Nd : Non détecté ; AGS : acides gras saturés ; AGI : acides gras insaturés ; AGMI : acides gras mono-insaturés ; AGPI : acides gras poly-insaturés.

### 3.2.1. Jujubier

L'huile du jujubier est une huile fortement insaturée où les quatre acides gras majoritaires sont l'a. oléique (62,49 %), l'a. linoléique (16,31 %), l'a. palmitique (10,27 %) et l'a. stéarique (6,48 %). En général, il y a une prédominance nette des AGI (81,83 %) par rapport aux AGS (18,18 %) et avec la dominance des AGMI (65,57 %) par rapport aux AGPI (16,26 %) (Tableau 4). Leercf J.M. [38] a montré dans son étude qu'une huile très mono-insaturée a une faible fluidité et lors du chauffage, la stabilité d'une huile sera plus grande par rapport à celle riche en acides gras poly-insaturés.

L'étude de la composition des acides gras des divers échantillons de l'huile extraite des graines du jujubier analysée (Tableau 5) montre des différences selon l'origine géographique. La proportion des AGS varie légèrement entre 16,49 % (J5) et 24,50 % (J1). Celle des AGI varie entre 75,50 % (J1) et 83,60 % (J5 et J8). Nous constatons aussi que la composition en acides gras majoritaires est assez similaire d'un point de vue profil d'une population à l'autre, avec cependant des différences dans les proportions (Tableau 5). L'a. oléique, est nettement plus élevé dans la population J6 (Khénifra) (67,36 %) et J8 (Tata) (66,33 %) et faible dans la population (J1) (Taounate) (54,99 %).

On remarque toutefois que l'a. palmitique se trouve en proportion importante dans toutes les populations du jujubier, suivi par l'a. stéarique, alors que c'est tout à fait le contraire chez la population J1 (Taounate) où l'acide stéarique est légèrement supérieure que l'acide palmitique. Ceci montre que l'origine géographique, exprimée à travers soit le génotype ou l'environnement, a une influence sur la composition en pourcentage des acides gras de l'huile chez le jujubier.

D'autres acides sont présents mais à des faibles proportions tels que: l'a. gadoléique, l'a. arachidique et l'a.  $\alpha$ -linoléique. Cependant, d'autres acides existants à l'état de trace tels que : l'a. miristique, l'a. pentadécanoïque, l'a. margarique, l'a. héptadécénoïque et l'a. linoléique

Une étude faite en Espagne sur une autre espèce de *Zizyphus* (*Z. jujuba* Mill) [37] a montré que la teneur en acide gras de l'huile de ses graines varie considérablement selon la région géographique, la température, l'âge de la plante, le procédé de séchage, la méthode et le solvant d'extraction de l'huile. Nos résultats sur le profil des acides gras des populations J3 et J5, sont comparables à ceux trouvées pour l'huile de jujubier de Tunisie où l'a. oléique est l'acide majoritaire trouvée à 61,90 % [28]. Cela prouve que l'huile du jujubier peut être considérée comme étant une huile riche en acide oléique.

La composition de l'huile du jujubier ressemble à celle des autres huiles très utilisées dans la cosmétique, comme : l'huile d'argan, l'huile d'amande douce et l'huile d'olive. La richesse de ces huiles en acides gras essentiels, oléique et linoléique, justifie-leurs emplois dans les soins de la peau contre le dessèchement et le vieillissement physiologique.

La différence entre l'huile du jujubier et les autres huiles, c'est que l'a. oléique, acide gras essentiel AGE faisant partie de la série d'oméga 9, dépasse les 60 % par rapport à l'huile d'argan qui ne présente que 44,80 % de cet acide [41]. De même, l'a. linoléique (oméga 6) de l'huile de jujubier (16,00 %) est deux fois supérieur par rapport à l'huile d'olive (8,80 - 9,40 %), et que cette dernière est dépourvue de l'a. myristique et d'a. arachidique [42]. En outre, notre huile du jujubier contient une quantité non négligeable en d'a. stéarique (6,48 %) par rapport à celles d'amande douce et d'olivier [42, 43]. En cosmétique, cet acide joue le rôle d'un facteur de consistance en apportant une faible acidité, et il est présent dans les formulations de sticks déodorants sous forme de savon de sodium [44].

La présence des AGI dans l'huile du jujubier ont la propriété de restaurer l'élasticité et la souplesse des peaux sèches, agressées, et même vieilles et ceci en exerçant une action à la fois nutritive, adoucissante et hydratante sur la peau. L'a. oléique est peu employé compte tenu de sa sensibilité à l'oxydation et de son pouvoir comédogène. Il est pourtant incorporé depuis peu dans des émulsions pour peaux «matures» au titre de stimulant cellulaire [44]. Cette caractéristique concernant la présence d'a. linoléique, acide gras essentiel AGE faisant partie de la série de Omega 6, pourrait être un bon atout pour son exploitation dans le domaine de la cosmétique. D'autant plus que la graine est généralement un sous produit du jujubier non exploité, puisqu'elle est jetée après la consommation de la chaire. Il reste cependant à mettre au point une technologie efficace de décorticage des graines, vu leur dureté, ainsi qu'un bon processus d'extraction d'huile à grande échelle.

### 3.2.2. Grenadier

La composition en acides gras des huiles issues des graines de grenadier testées est variable selon les variétés. Le constat évident concernant la composition en acide gras de l'huile extraite des graines des 9 clones de grenadier, est que cette huile est fortement insaturée (93,67 %) avec la dominance des AGPI (87,70 %) par rapport aux AGMI (5,98 %) (Tableau 4).

L'analyse du tableau 5 indique que le principal AGPI est l'acide punique (cis-9, trans-11, cis-15, octadécatriénoïque). Il oscille entre 72,56 % et 79,84 %. La variété G4 (Sefri) a présenté le plus haut pourcentage en a. punique et le plus faible pourcentage en a. catalpique (figure 2.b).

D'autres constituants des AGPI ont été trouvés à des taux faibles. Il s'agit de l'a.  $\alpha$ -éléostéarique, l'a. catalpique, l'a.  $\beta$ -éléostéarique et l'a. béhénique. Si on compare les résultats de notre étude avec ceux des autres recherches faites sur l'huile de grenadier des autres pays, nous trouvons l'absence de l'a.  $\alpha$ -éléostéarique, l'a. catalpique et l'a.  $\beta$ -éléostéarique chez l'huile des variétés de l'Inde [45] et de Géorgie [46], et que l'huile des variétés tunisiennes et chinoises de grenadier renferment une teneur faible en a. punique (36,90 %) [30].

L'AGMI des clones étudiés varie entre 4,90 % (G2) et 7,33% (G8). L'a. oléique (AGMI) est majoritaire dans les huiles de graines de grenadier. Il varie entre 4,32 % dans la variété G2 à 6,66 % dans la variété G5, tandis que l'a. margaroléique est AGMI mineur, il varie entre 0,01 % et 0,02 % et il n'existe que dans les variétés G2, G3, G5, G6, et G8. En outre, l'a. palmitoléique n'a pas été identifié chez la variété G1. Bien qu'il s'agisse d'acides gras mineurs dans l'huile de grenadier, ceux-ci peuvent constituer un marqueur ou un signe d'indication géographique.

La teneur moyenne des AGS dans les différents clones de l'huile de grenadier est de 6,26 %. Les plus remarquables sont: l'a. palmitique (3,11 à 4,02 %) et l'a. stéarique (1,83 à 2,49 %). L'huile du grenadier ne contient que des traces d'a. béhénique (0,06 %).

Des études récentes menées sur l'huile du grenadier ont démontré que l'a. punique a des propriétés antibiotiques et anti-inflammatoires [1] et les acides gras conjugués lui confèrent des propriétés anti-inflammatoires puissantes et procurent un soulagement significatif des irritations mineures de la peau, notamment les peaux sèches, l'eczéma, et les effets des rayonnements UV [47].

Grâce à sa richesse en AGPI, l'huile des graines de grenade est donc une huile extrêmement nutritive et couramment utilisée pour soigner les irritations mineures de la peau et renforcer l'épiderme en stimulant la prolifération des kératinocytes. D'ailleurs, la recherche a prouvé que les AGPI ont une affinité particulière pour les lipides cutanés et contribuent à rétablir l'efficacité de la barrière [47,48].

En outre, ces AGPI ont un effet photoprotecteur contre les rayons UVB [49]. En 2009, des chercheurs ont suggéré que les lésions cutanées induites par les rayons UVB peuvent être diminuées en consommant des produits dérivés des graines de grenade [50]. D'autres études *in-vivo* montrent que l'huile de grenadier a un meilleur effet contre le cancer du sein [51] et comme un agent anti-cancérigène efficace sur la peau [52].

Notre étude menée sur la richesse en huile des clones marocains de grenadier et leur composition en acides gras nous permettra d'envisager les diverses applications possible de cette huile dans l'avenir en cosmétologie marocaine grâce à son composant original qui est l'acide punique.

### 3.2.3. Figuier de barbarie

L'huile du figuier de barbarie est aussi fortement insaturée (83,48 %). Sa teneur en AGPI est de 62,78 %, avec la dominance de l'acide. linoléique (62,55 %) (Tableau 4). Les résultats du tableau 5 indiquent que le facteur variétal présente un effet sur la teneur en acides gras, en particulier les acides gras majoritaires (Figure 2.c), à l'exception de F. b1 (El Akria), qui rappelons-le, est une variété montre une diversité tant du point de vue morphologique que de qualité gustative qui la caractérise. Elle contient de ce fait plus d'a. linoléique (70,37 %) et moins d'a. oléique (13,86 %) que les autres variétés. Cela donc confirme sa spécificité par rapport aux autres

*Opuntia* largement cultivés et consommés au Maroc. Chez les autres variétés, l'a. linoléique varie entre 62,72 % et 57,83 %. La teneur en-AGMI de l'huile du figuier de barbarie est en général 20,70 % dominés par l'a. oléique. Cependant, la teneur moyenne en AGS dans l'huile de figuier de barbarie est de 16,64 %. Les dominants sont: l'a. palmitique (11,42 - 13,98 %), l'a. stéarique (3,17 - 4,16 %) et l'a. arachidique (0,29 - 0,47 %). Les travaux de Ramadan et Mörsel [53], ont prouvé que la composition en acides gras de l'huile du Figuier de barbarie, d'origine de l'Allemagne, est très influencée par les facteurs climatiques, le type de sol et les facteurs génétiques dans lesquelles ils sont cultivés. Pour notre part, on ne peut expliquer la différence observée entre les variétés, si elle est due au facteur du milieu ou du génotype. Une étude réalisée dans le même environnement pourrait trancher sur la nature de la variation observée.

Une des particularités des échantillons sélectionnés dans ce travail sur l'huile du figuier de barbarie, est la présence de traces de l'a. miristique dans toutes les huiles analysées ce qui ne s'accordent pas avec les résultats de Ennouri et *al.*, [26] et Ramadan et Mörsel [53] qui ont montré l'absence de cet acide dans l'huile du figuier de barbarie de Tunisie. Ceci pourrait constituer une caractéristique de l'huile du figuier de barbarie du Maroc.

La composition de l'huile du figuier de barbarie ressemble aux autres huiles très utilisées dans la cosmétique comme: l'huile d'onagre et de tournesol où l'acide gras majoritaire est l'acide linoléique [42]. Ces huiles sont très utilisées en cosmétologie et dans des préparations homéopathiques pour la peau sèche enflammée [54]. Holman a découvert l'essentialité de l'a. linoléique. Il a démontré que cet acide a un effet contre la chute de poils, le dessèchement de la peau et la desquamation. [55,56]-

Des études avaient montré que la carence en a. linoléique entraîne une diminution des acides gras essentiels qui en dérivent. Ce qui peut entraîner une peau sèche, une desquamation fine et exagérée, [49]. D'après notre étude, l'huile de figuier de barbarie pourrait corriger cette déficience. Sa richesse à la fois en a. oléique et en a. palmitique, lui confère des vertus réstructurantes régénératrices et hydratantes. Ainsi à partir de cet huile, l'élaboration d'une gamme des sous-produits contre le vieillissement cutané peuvent être commercialisés sur le marché marocain et à l'échelle international.

## **Conclusion**

Par ce travail consacré à l'étude des huiles de différentes populations marocaines du jujubier, du grenadier et du figuier de barbarie, nous avons voulu établir un profil de quelques caractéristiques chimiques de chaque huile. Cette étude a permis de démontrer la variabilité statistiquement significative entre l'huile du jujubier, du grenadier et du figuier de barbarie, et entre les différents cultivars étudiés d'une même espèce pour l'ensemble des paramètres mesurés. Ces différences soulignent la grande variabilité phénotypique observée entre les variétés étudiées et que chaque huile a une spécificité particulière et que la teneur en huile et la composition en acides gras sont influencées par l'environnement et le génotype.

L'huile du jujubier, du grenadier et du figuier de barbarie, notamment les formes variétales sélectionnées s'avèrent riches en acides gras insaturés, ce qui représente du point de vue alimentaire un intérêt certain. La fraction saponifiable des huiles du jujubier et du figuier de barbarie montre que ces dernières renferment les mêmes composés d'acides gras habituels (oléique, linoléique, palmitique et stéarique) mais avec des proportions variables.

La présence de l'acide linoléique en faible quantité dans l'huile du jujubier et du figuier de barbarie et l'absence des acides gras à liaisons conjuguées présente un avantage technologique : l'huile du jujubier et du figuier de barbarie est peu susceptible de s'oxyder ou de se polymériser pendant la conservation, l'utilisation ou une transformation. Cependant, les cultivars de jujubier ayant le rendement le plus élevé en huile (J7, J3 et J8) restent moins chers par rapport à l'huile du figuier de barbarie et peuvent intéresser les unités de production des produits agroalimentaires, cosmétiques et pharmaceutiques. De même la spécificité et la rareté de variété Al Akria du figuier de barbarie dans le marché national et international constitue une ressource importante pour les économies locales, à la fois pour l'exportation et comme matière première pour l'industrie locale. Cependant, l'analyse de l'huile de différentes variétés de grenadier a fait ressortir leur richesse en acide punique, notamment la variété de Sefri et la présence des acides gras conjugués confèrent à l'huile de grenadier des propriétés anti-inflammatoires puissantes.

Cette caractérisation permettrait à l'ensemble des unités exploitant ces huiles dans leurs préparations artisanales ou industrielles, et leurs commercialisations sur le marché national et international, soit en totalité soit par la fabrication des produits nouveaux à bases de ces huiles marocaines. Et pour leur donner une valeur ajoutée, l'analyse des autres paramètres comme la teneur en polyphénols totaux, l'activité anti-inflammatoire et la capacité antioxydante s'avère nécessaire.

**Tableau 5:** Résultats de la composition de l'huile extraite des graines de quelques populations et variétés locales du figuier de barbarie (F.b1 à F.b5), du jujubier (J1 à J8) et du grenadier (G1 à G9)

Acides gras	F. b1	F. b2	F. b3	F. b4	F. b5	J 1	J 2	J 3	J 4	J 5	J 6	J 7	J 8	G 1	G 2	G 3	G 4	G 5	G 6	G 7	G 8	G 9
<b>a. miristique C14:0</b>	0,07	0,10	0,13	0,10	0,10	0,07	0,08	0,08	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02
<b>a. pentadécanoïque C15:0</b>	Nd	0,02	Nd	0,02	Nd	0,02	0,02	0,02	0,02	0,12	0,02	0,02	0,02	0,07	0,05	0,05	0,01	0,03	0,04	0,02	0,07	0,02
<b>a. palmitique C16:0</b>	11,43	12,65	12,69	13,99	12,65	10,54	11,18	10,14	10,26	9,47	9,95	10,74	9,86	3,11	3,86	3,74	3,30	4,02	3,77	3,60	3,38	3,44
<b>a. palmitoléique C16:1</b>	0,10	0,69	0,75	0,80	0,69	0,12	0,13	0,11	0,10	0,12	0,11	0,13	0,13	Nd	0,04	0,04	0,04	0,02	0,04	0,02	0,03	0,03
<b>a. margarique C17:0</b>	0,07	0,05	0,04	0,04	0,23	0,05	0,07	0,09	0,08	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06	0,05	0,06	0,05
<b>a. héptadécénoïque C17:1</b>	0,24	0,04	0,09	0,05	0,69	0,04	0,06	0,08	0,06	0,07	0,06	0,09	0,06	Nd	0,02	0,01	Nd	0,02	0,01	Nd	0,01	Nd
<b>a. stéarique C18:0</b>	3,37	3,18	4,16	3,17	3,20	12,81	5,50	5,61	6,13	5,41	6,09	4,87	5,44	2,24	2,17	2,07	1,83	2,24	2,07	2,00	2,12	2,49
<b>a. oléique C18:1</b>	13,86	20,92	23,13	20,30	19,19	54,99	64,24	61,25	62,60	61,06	67,36	62,05	66,33	6,19	4,32	4,34	4,50	6,66	5,68	5,58	6,61	4,59
<b>a. linoléique C18:2</b>	70,37	61,72	57,83	60,51	62,30	17,56	14,33	17,92	16,20	19,15	12,42	16,71	13,70	5,53	7,56	6,11	5,59	6,65	6,73	7,29	5,63	5,71
<b>a. linoléinique C18:3</b>	0,18	0,21	0,24	0,31	0,22	0,44	0,21	0,23	0,28	0,23	0,15	0,26	0,27	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
<b>a. arachidique C20:0</b>	0,32	0,29	0,47	0,33	0,32	1,01	1,29	1,31	1,29	1,34	1,17	1,37	1,21	0,45	0,41	0,41	0,03	0,42	0,39	0,40	0,40	0,39
<b>a. gadoléique C20:1</b>	0,32	0,40	0,48	0,38	0,40	2,35	2,91	3,16	2,86	2,98	2,52	3,61	2,83	0,72	0,52	0,58	0,46	0,45	0,52	0,54	0,68	0,51
<b>a. Punicique 18:3 n-5</b>	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	72,56	74,55	77,72	79,84	73,92	74,37	75,11	74,23	76,19
<b>a. <math>\alpha</math>-éléostéarique 18:3 n-5</b>	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	5,18	3,52	3,34	3,16	3,38	3,78	3,41	3,99	4,33

<b>a. catalpique 18:3 n-5</b>	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	2,84	1,84	1,14	0,27	1,30	1,80	1,46	1,89	2,25
<b>a. β- éléostéarique 18:3 n-5</b>	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	1,00	0,39	0,24	0,27	0,74	0,67	0,42	0,82	0,52
<b>a. béhénique C22:0</b>	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	0,05	0,07	0,08	0,01	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07
<b>AGS</b>	15,26	16,29	17,48	17,65	16,51	24,50	18,14	17,26	17,87	16,49	17,38	17,15	16,68	5,99	6,64	6,44	5,27	6,85	6,41	6,17	6,10	6,47
<b>AGI</b>	85,06	83,97	82,52	82,35	83,49	75,50	81,90	82,74	82,10	83,60	82,62	82,85	83,32	94,01	92,75	93,53	94,13	93,15	93,59	93,83	93,90	94,13
<b>AGMI</b>	14,51	22,05	24,45	21,53	20,97	57,51	67,35	64,60	65,62	64,22	70,05	65,88	69,35	6,90	4,90	4,98	4,99	7,16	6,25	6,14	7,33	5,13
<b>AGPI</b>	70,55	61,92	58,07	60,82	62,52	18	14,54	18,14	16,48	19,38	12,57	16,97	13,97	87,10	87,86	88,55	89,13	85,99	87,34	87,70	86,56	89,09
<b>AGS/AGI</b>	0,18	0,19	0,21	0,21	0,20	0,32	0,22	0,21	0,22	0,20	0,21	0,21	0,20	0,06	0,07	0,07	0,06	0,07	0,07	0,07	0,06	0,07

**Nd** : Non détecté ; **AGS** : acides gras saturés ; **AGI** : acides gras insaturés ; **AGMI** : acides gras mono- insaturés ; **AGPI** : acides gras poly-insaturés.

## References

1. Rossignol C. A., Applications dermo-cosmétiques des huiles végétales, *French Institute for Fats Oils*. (2008).
2. Legrand P., *Cah. Nutr. Diét.* 42 (2007) 7 - 12.
3. Actualités pharmaceutiques. (2011) 506.
4. Baba Aissa. F., "Encyclopédie des plantes utiles, flores d'Algérie et du Maghreb", copyright librairie, Alger (1999) 368.
5. Mukhtar H. M., Ansari S. H., Ali M., Naved T., *J. Pharm. Biol.* 42 (2004) 508 - 511.
6. Rsaissi N., Bouhache M., la lutte chimique contre le jujubier. Transfert de technologie en agriculture. 94 (2002).
7. Lahsissene H., Kahouadji A., Tijane M., Hseini S., Catalogue des plantes médicinales utilisées dans la région de Zaer. Maroc Occidental. *Lejeunia*. 186 (2009) 16.
8. Hseini S., Kahouadji A., *Lazaroa*. 28 (2007) 79 - 93.
9. Rsaissi N., El Kamili B., Bencharki L., Hillali, Bouhache M., *Inter. J. Sci. Eng. Res.* 4 (2013) 1521 - 1528.
10. Ousaid S., *Food Magazine*. 37 (2011) 50.
11. Bahri A., Fakhour S., Produit de terroir du Tadla-Azilal. Centre Régional d'Investissement Tadla-Azilal. (2008) 1 - 68.
12. Oukabli A., Lahllou M., Alabou M., le grenadier. Des variétés performantes pour la culture *Transfert de Technologie en Agriculture*. 123 (2004) 1 - 4.
13. Walali L.D., Skiredj A., Elattir H., l'amandier, l'olivier, le figuier et le grenadier. *Transfert de technologie en agriculture*. 105 (2003) 1 - 4.
14. Martinez, J.J., Hernandez, F., Haddioui A., Legua, P., Martinez R., Ajal, A., Melgarejo, P., *Sci. Hortic*. 140 (2012) 100 - 106.
15. Maaoui My A., Hanine H., Hmid I., Oukabli A., Elothamani D., The Second International Symposium on « Analytical Chemistry for a Sustainable Development » - ACSD - The 4th Federation of African Societies of Chemistry (FASC) Congress. (2013) (Poster).
16. Hmid H., Contribution à la valorisation alimentaire de la grenade marocaine (*Punica granatum*) : Caractérisation physicochimique, biochimique et stabilité de leur jus frais Thèse de Doctorat N° 1310. Université de Béni Mellal. (2014).
17. Ajal A., Jbir R., Legua P, Martínez J.J., Martinez R., Salhi Hannachi A., Haddioui A., *Aust. J. Crop. Sci.* 9 (2015) 22 - 29.
18. El-Nemr S.E., Ismail I.A., Ragab M., *Die Nahrung*. 34 (1990) 601 - 606.
19. Li H., Honggao X., Xuan L., Wenhao H., Fang Y., Zhanqun H., Yanxiang G., *Food. Res. Int.* 44 (2011) 1161 - 1167.
20. Lee C. J., Chen L. G., Liang W. L., Wang C. C., *Food Chem.* 118 (2010) 315 - 322.
21. Ben Abdennebi M. A., Le grenadier tunisien (*Punica granatum*) stimule le transport de glucose dans les cellules musculaires C2C12 via la voie insulino-dépendante de l'Akt et la voie insulino- indépendante de l'AMPK. Mémoire en pharmacologie, Université de Montréal Faculté des études supérieures et postdoctorales (2012).
22. Walali L. D., Le Figuier de barbarie. Espèce fruitière d'intérêt secondaire cultivée au Maroc. Bulletin de Liaison National de Transfert de Technologie en Agriculture. PNTT. *MADRPM/DERD*. 35 (1997) 1 - 2.
23. Arba M., El Aich A., Sarti B., Belbahri L.L., Boubkraoui A., Ait Hammou A., Zemmouri A., Sbaa H., *Bull. Mens. Inf. et de Liaison du PNTTA*. 68 (2000) 1- 4.
24. Arba M., Le cactus opuntia, une espèce fruitière et fourragère pour une agriculture durable au Maroc Partie 4. culture itinéraire technique et productivités. (2009) 215 - 223.
25. Boujghagh M., Le Cactus (*Opuntia* spp.). Guide Pratique de Conduite Technique de la culture. *Edition- INRA* - (Maroc) (2011).
26. Ennouri M., Evelyne B., Laurence M., Hamadi A., *Food Chem.* 93 (2005) 431 - 437.
27. Coskuner Y., Tekin A., *J. Sci. Food. Agric.* 83 (2003) 846 - 849.
28. Chouaibi M., Mahfoudhi N., Rezig L., Donsi F., Ferrari G., Hamdi S., *J. Sci. Food. Agric.* 92 (2012) 1171 - 1177.
29. . Kýralan M., Gölükcü M., Tokgöz H., *J. Am. Oil. Chem. Soc. (JAOCS)*. 86 (2009) 985 - 990.

30. Elfalleh W., Ying M., Nasri N., Sheng-Hua H., Guasmi F., Ferchichi A., et al., *Int. J. Food. Sci. Nutr.* 62 (2011) 200 - 206.
31. Fadavi A., Barzegar M., Azizi M. H., *J. Food. Compost. Anal.* 19 (2006) 676 - 680.
32. Ghazi Z., Ramdani M., Fauconnier M. L., El Mahi B., Cheikh R., *J. Mater. Environ. Sci.* 4 (2013) (6) 967 - 972.
33. Tlili N., Bargougui A., Elfalleh W., Triki S., Nasri N., *J. Med. Plants. Res.* 5 (2011) (18) 4519 - 4524.
34. Chougui N., Tamendjari A., Hamidj W., Hallal S., Barras A., Richard T., Larbat R., *Food Chem.* 139 (2013) 796 - 803.
35. Norme AFNOR, Graine oléagineuses - Détermination de la teneur en huile (Méthode de référence). 659 (1998).
36. Gustone, F. D., Harwood, J. L., Padley, F. B. (Eds.). *The lipid handbook* London: Chapman et Hall. (1986) 81.
37. Guil-Guerrero J. L., Diaz Delgado A., Matallana Gonzalez M. C., Torija Isasa M. E., *Plant. Foods Hum. Nutr.* 59 (2004) 23 - 27.
38. Lecerf J. M., les huiles végétales : particularité et utilités. *Médecine des maladies Métaboliques.* 5 (2011) 5257 - 262.
39. Besbes S., Christophe B., Claude D., Nour-Eddine D., Hamadi A., *Food Chem.* 84 (2004) 577 - 584.
40. . Grati Kammoun N., Khlif M., Ayadi M., Rekik H., Rekik B., Hamdi M.T., Evolution des caractéristiques chimiques de l'huile au cours de la maturation des olives. *Revue Ezzaitouna* 5 (1 et 2), (1999) 30 - 47.
41. Radi N., L'arganier ; arbre du sud- ouest marocain, en péril, à protéger. Thèse de Doctorat en pharmacie, Nante, Université de Nante, (2003).
42. Ail El Cadi M., Huiles végétales en pharmaceutiques. Thèse de Doctorat n°43, Faculté de médecine et de pharmacie de Rabat, (2001).
43. Tanouti K., Serghini Caid H., Abid M., Mihamou A., Khiar M., Hachem M.E., Bahetta Y., Elamrani A., Isly Huile d'Olive Vierge. Analyse des Triglycérides et Composition en Acides Gras. *Les Technologies de laboratoire.* 23 (2011) 58 - 63.
44. Elkassouani N., Les produits cosmétiques pour les soins du visage. Thèse de Doctorat en Pharmacie N°:99/13. Faculté de Médecine et de pharmacie -Rabat (2013).
45. Parashar A., Sinha N., Singh P., *Adv. J. Sci. Tech.* 2 (2010) 12 - 15.
46. Pande G., Akoh C. C., *J. Agric. Food. Chem.* 57 (2009) 9427 - 9436.
47. Aslam M. N., Lansky E. P., Varani J., *J. Ethnopharmacol.* 103 (2006) 311 - 318.
48. Gassenmeyer T., Some aspects of refating the skin. *Cosmet Toilet.* 113 (1998) 89 - 92.
49. Boelsma E., Hendriks F. J., Roza L., *Am. J. Clin. Nutr.* 73 (2001) 853 - 864.
50. Afaq F., Zaid M. A., Khan N., Dreher M., Mukhtar H., *Exp. Dermatol.* 18 (2009) 553 - 561.
51. Mehta R, Lansky, EP., *Eur. J. Cancer. Prev.* 13 (2004) 345 - 348.
52. Hora J. J., Maydew E.R., Lansky E.P., Dwivedi C., *J. Med. Food.* 6 (2004) 157 - 161.
53. Ramadan M. F. b., Mörsel J. T., *Food Chem.* 82 (2003) 339 - 345.
54. Miller C. C., Tang W., Ziboh V. A., Fletcher M. P., *J. Invest. Dermatol.* 96 (1991) 98 - 103.
55. Holman R.T., *Prog. Chem. Fats Lipids.* IX. 9 (1970) 607 - 682.
56. Holman R.T., *J. Nutr.* 128 (1998) 427 - 433.

(2015) ; <http://www.jmaterenvirosci.com/>