

République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة أمحمد بوقرة بوم

UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA – BOUMERDES



Mémoire de projet de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de  
MASTER

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Alimentaires

Spécialité : Nutrition et Science Alimentaire

## THÈME

---

Caractérisation physicochimique de l'huile d'argan de la  
réserve forestière de Tindouf

---

Présenté par :

*CHABANE Nesrine*  
*KHOUIDMI Zahra*

*Devant le Jury*

*M<sup>me</sup> Amellal H.*

*Présidente*

*Pr*

*UMBB*

*M<sup>me</sup> Khemili S.*

*Examinatrice*

*Pr*

*UMBB*

*M<sup>me</sup> Slamani R.*

*Promotrice*

*MR*

*INRAA*

*M<sup>me</sup> Ait Kaki S.*

*Co-Promotrice*

*MCA*

*UMBB*

*2020/2021*

## **Remerciements**

*Nous tenons tout d'abord à remercier le bon Dieu Allah notre créateur le plus puissant de nous avoir donné la force, la volonté et le courage, ainsi de nous avoir guidé vers le chemin de savoir à fin d'accomplir ce travail.*

*Je profite de l'occasion pour remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce projet de fin d'étude.*

*Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements pour notre promotrice, M<sup>me</sup> SLAMANI.R d'avoir accepté de nous encadrés, ainsi que pour son soutien, ses remarques pertinentes et son encouragement et notre copromotrice, M<sup>me</sup> AIT KAKI.S*

*Nous tenons également à remercier les membres de jury pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant d'évaluer notre travail ainsi que pour leurs remarques qui ne feront qu'améliorer ce modeste document.*

*Nos vifs remerciements vont à la Direction de la société SAFIA-Groupe COGRAL et plus particulièrement Mr.Faouzi Kerboub, pour toute l'aide et le suivi qu'il nous a consacré.*

*Merci à Mr KIARED propriétaire de l'huilière d'olives - Boumerdes et à toute l'équipe de la Conservation des forêts de la Wilaya de Tindouf. Sincères remerciements*

## *Dédicaces*

*Que ce travail témoigne de mes respects :*

*A l'Ames de mes parents en très particulier Ma Mère qui a été Ma  
Première Motivation pour étudier.*

*A mes belles tantes, Ma grand-mère et Mon grand- père BATTOU  
Mohamed Chaabane ,mes frères ,Ma sœur et toute ma famille sans  
exception.*

*Et a tous ceux qui m'ont soutenus a rédigé cette mémoire , tous mes  
amis très particulièrement (Kouidri Hamza et Kentouli Toufik) et*

*A tous mes collègues ;*

*Ils vont trouver ici le témoignage d'une fidélité et d'une amitié infinie.*

*Khoudmi Zahra*

## *Dédicaces*

*Que ce travail doit de mes respects :*

*À mes parents :*

*À mes frères et mon mari Hichem ;*

*Leur générosité et leur soutien m'oblige de leurs témoigner mon profond respect et ma loyale considération.*

*À toutes mes amies en générale et mes collègues d'études.*

*Chaban Nesrine*

## SOMMAIRE

|  |    |
|--|----|
| Remerciements.....   |    |
| INTRODUCTION .....   | 1  |
| CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE .....  | 3  |
| I.1. ARGANIER.....   | 3  |
| I.1.1. Aspect historique sur la culture de l'arganier .....                        | 3  |
| I.1.2. Dénominations et étymologie .....   | 4  |
| I.1.3. Taxonomie.....  | 4  |
| I.1.4. Description de l'arganier .....   | 5  |
| I.1.5. Répartition de l'arganier.....  | 8  |
| I.1.6. Répartition de l'arganier au Maroc .....                                    | 9  |
| I.1.7. Répartition de l'arganier en Algérie.....                                   | 10 |
| I.1.8. Substances utiles de l'arganier .....                                       | 12 |
| I.1.9. Feuilles, tiges et fleurs de l'arganier .....                               | 12 |
| I.1.10. Fruits de l'arganier.....  | 12 |
| I.1.11. Bois de l'arganier .....   | 13 |
| I.2. Huile végétale de l'arganier .....  | 13 |
| I.2.1. Huile d'argan .....   | 13 |
| I.2.1.1. Extraction de l'huile d'argan .....                                       | 13 |
| I.2.1.2. Procédé d'extraction traditionnel.....                                    | 14 |
| I.2.1.3. Procédé d'extraction par presse.....                                      | 16 |
| I.2.1.4. Procédé d'extraction industriel ou extraction par solvant organique ..... | 16 |
| I.2.2. Caractéristiques de l'huile d'argan et ses vertus .....                     | 18 |
| I.2.2.1. Caractéristiques qualitatives de l'huile d'argan .....                    | 18 |
| I.2.2.2. Caractéristiques sensorielles de l'huile d'argan .....                    | 19 |
| I.2.2.3. Vertus de l'huile d'argan.....  | 20 |
| CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES.....  | 22 |
| II.1. Matériel Biologique .....  | 21 |
| II.1.1. Graines de l'arganier .....  | 21 |
| II.1.2. Huile de lentisque et huile d'olive .....                                  | 21 |
| II.2. Méthodes analytiques .....   | 21 |

|  |           |
|--|-----------|
| II.2.1. Analyses physico-chimiques .....                               | 21        |
| II.2.2. Détermination de la composition en Acides gras .....           | 26        |
| <b>CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION .....</b>                    | <b>28</b> |
| <b>III.1. Propriétés physico-chimiques de l'huile de l'argan .....</b> | <b>28</b> |
| <b>III.2. Propriétés physiques .....</b>                               | <b>29</b> |
| III.2.1. Densité .....   | 29        |
| III.2.2. Humidité .....  | 29        |
| III.2.3. Indice de réfraction .....                                    | 29        |
| <b>III.3. Propriétés physico-chimiques .....</b>                       | <b>29</b> |
| III.3.1. Indice d'acidité (IA) .....                                   | 29        |
| III.3.2. Indice de peroxyde .....                                      | 30        |
| III.3.3. Extinction spécifique (E232 & E270) .....                     | 30        |
| III.3.4. Indice d'iode .....   | 31        |
| III.3.5. Indice de Saponification .....                                | 31        |
| <b>III.4. Composition chimique de l'huile de lentisque .....</b>       | <b>32</b> |
| <b>III.4.1. Composition en acides gras .....</b>                       | <b>32</b> |
| <b>CONCLUSION ET PERSPECTIVES .....</b>                                | <b>34</b> |
| <b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>                               | <b>35</b> |

## LISTE DES FIGURES

|   |    |
|---|----|
| Figure 1: Photos de l'écorce rugueuse craquelée du tronc de L'Arganier .....      | 6  |
| Figure 2: Photos des Feuilles et fleurs de l'Arganier. ....                       | 7  |
| Figure 3: Fruit, baies et amande oléagineuse de <i>l'Arganier</i> .....           | 8  |
| Figure 4: Air de répartition de l'arganier au Maroc .....                         | 9  |
| Figure 5: Air de répartition de l'arganier en Algérie : .....                     | 11 |
| Figure 6: Etapes d'extraction traditionnelle de l'huile d'argan.....              | 15 |
| Figure 7: Machines utilisées pour l'extraction mécanique de l'huile d'argan ..... | 17 |

## LISTE DES TABLEAUX

|   |    |
|---|----|
| Tableau 1: Données physico-chimiques de classification des huiles d'argan et d'olive .....  | 18 |
| Tableau 2: Récapitulatif des résultats moyens de l'analyse physico-chimique d'huiles<br>d' <i>Argania spinosa</i> , d' <i>Olea europaea</i> et de <i>Pistacia lentiscus</i> ..... | 28 |
| Tableau 3: Composition en acides gras de l'huile de lentisque (exprimée en pourcentage des<br>acides gras totaux).....  | 32 |

## RESUME

L'objectif de ce travail étant la caractérisation de l'huile de l'argan obtenu par extraction par presse à froid. Les paramètres de structure et de qualité qui caractérisent cette huile ont été déterminés. Aussi, le profil en acides gras a été recherché. En parallèle, deux huiles témoins ont été analysés afin d'établir une comparaison avec l'huile d'argan.

Nos résultats ont montré que l'huile d'argan présente des paramètres de qualité conformes aux normes préconisées aux huiles végétales. L'analyse chimique de cette huile a montré qu'elle est riche en acides gras insaturés (AGI), et particulièrement en acide linoléique qui est deux fois plus important que celui de l'huile d'olive.

**Mots clés :** Huile végétale, Arganier, Lentisque, Olivier, Paramètres physico-chimiques, Profil d'acides gras.

## ABSTRACT

The objective of this work is the characterization of argan oil obtained by cold press extraction. The structure and quality parameters which characterize this oil have been determined. Also, the fatty acid profile was researched. In parallel, two control oils were analyzed in order to establish a comparison with argan oil.

Our results showed that argan oil has quality parameters that meet the standards recommended for vegetable oils. Chemical analysis of this oil has shown that it is rich in unsaturated fatty acids (UFAs), and particularly in linoleic acid which is twice as important as that of olive oil.

**Keywords:** Vegetable oil, Argan tree, Lentiscus, olive tree, physicochemical parameters. Fatty acid profile

### ملخص:

الهدف من هذا العمل هو تمييز زيت الأركان الذي تم الحصول عليه عن طريق الاستخلاص بالضغط على البريد. تم تحديد معايير الهيكل والجودة التي تميز هذا الزيت. أيضا، تم بحث ملف الأحماض الدهنية في موازاة ذلك، تم تحليل اثنين من زيوت التحكم من أجل مقارنة مع زيت الأركان .

أظهرت نتائجنا أن زيت الأركان له معايير جودة تلبى المعايير الموصى بها للزيوت النباتية. أظهر التحليل الكيميائي لهذا الزيت أنه غني بالأحماض الدهنية غير المشبعة (UFAs)، وخاصة حمض اللينوليك الذي يعتبر ضعف أهمية زيت الزيتون .

### الكلمات الدالة:

زيت نباتي، شجرة الأركان، زيت الذرو ، شجرة الزيتون، معلومات فيزيائية كيميائية، ملف تعريف الأحماض الدهنية.

# **INTRODUCTION**

# INTRODUCTION

---

## *INTRODUCTION*

L'huile d'argan est obtenue des amandes du fruit de l'arganier (*Argania spinosa* (L). Skeels), qui est un arbre endémique en Algérie. Il se disperse dans le Nord-ouest de la wilaya de Tindouf en plein cœur du Sahara, où il constitue la seconde essence forestière après l'Acacia (**Kaabèche et al., 2010**).

Les propriétés oléifères de l'amande oléagineuse du fruit de l'arganier ont orienté son exploitation par la population locale pour la production de l'huile grasse qui est employée en alimentation humaine et en cosmétique et en thérapeutique (**Miklavčič, 2020**). Traditionnellement, l'huile d'argan constitue la base du régime alimentaire des habitants de l'Arganeraie et ces préparations sont recommandées comme un hépato-protecteur et un cholérétique. Il prévient le diabète et présente des propriétés anti-inflammatoires. L'huile d'argan utilisée en cosmétique revitalise la peau, soigne l'acné, hydrate les peaux sèches et fait briller les cheveux (**El Monfalouti et al., 2010**).

La préparation artisanale de l'huile d'argan alimentaire débute par le dépulpage des fruits récoltés puis le concassage des graines à l'aide de pierres. Les amandes récupérées sont ensuite torréfiées et broyées dans un moulin à bras qui conduit à une pâte lisse et de couleur beige à marron clair. Des petites quantités d'eau chaude sont alors ajoutées progressivement à la pâte pour pouvoir la malaxer. Le mélange fini par durcir et l'huile se sépare progressivement de la pâte (**Aldouni, 2010**).

Cependant et à l'image des autres huiles végétales, l'acidification et l'oxydation de l'huile d'argan conduisent à des phénomènes néfastes d'altération qui débutent depuis la récolte des fruits jusqu'au stockage de l'huile. En conséquence, des critères physico-chimiques parmi lesquels l'acidité, l'indice de peroxyde et l'extinction spécifique à 270 nm (E270) ont été sélectionnés pour constituer la base de la détermination de la qualité de l'huile d'argan. La quantification des composés majoritaires, comme les acides gras, et minoritaires, comme les stérols et les tocophérols, dans l'huile est également importante et leur détermination est nécessaire car leur variation peut s'accompagner de modifications nutritionnelles et sanitaires (**Gharby, 2013**).

Ainsi, le but notre étude est de caractériser l'huile d'argan obtenue selon un procédé d'extraction par presse à froid afin d'évaluer la qualité de cette huile sur la base de ses caractéristiques physico-chimiques et de sa composition en acides gras.

## INTRODUCTION

---

Le manuscrit est divisé en 3 grandes parties.

La 1<sup>ère</sup> partie est consacrée à la revue de la littérature qui présente dans un premier temps l'arbre de l'*Argania spinosa* et dans un second temps les modes d'extraction de l'huile végétale extraite des amandes des fruits de l'argan.

Dans la 2<sup>nd</sup>e partie du manuscrit, nous présentons les méthodes d'analyses appliquées aux échantillons de l'huile.

La 3<sup>ème</sup> partie du manuscrit est consacrée à la présentation et à la discussion des résultats obtenus ainsi qu'une conclusion générale et les perspectives projetées.

***CHAPITRE I : SYNTHESE  
BIBLIOGRAPHIQUE***

# CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

---

## ***I.1. ARGANIER (Argania spinosa (L) Skeel)***

L'arganier, un arbre oléo-agro-sylvo-pastoral, est le seul représentant de la famille des Sapotacées en Afrique du Nord. C'est une espèce endémique du Maroc et de certaines parties de l'Algérie. Il est localisé principalement dans les zones arides et semi-arides du Sud-Ouest marocain et en plein cœur du Sahara nord-occidental algérien (**Miklavčič *et al.*, 2020 ; Adlouni, 2010 ; Kaabèche *et al.*, 2010**)

Arbre à usages multiples, il joue un rôle socio-économique vital et son exploitation durable est essentielle au maintien d'un équilibre écologique et à la préservation de la biodiversité (**Khallouki *et al.*, 2017**).

L'originalité et la diversité de l'arganeraie marocaine ont justifié son classement comme « Réserve de la Biosphère » par l'Unesco, en 1998, et ce qui lui a valu d'être déclarée « espèce protégée ».

### **I.1.1. Aspect historique sur la culture de l'arganier**

D'après les travaux consacrés à l'arganier au Maroc et plus particulièrement ceux d'**Adlouni (2010)**, les premières données sur l'arganier ont été citées par les géographes et les savants arabes qui étudièrent plus particulièrement la région du Maghreb, tels Al-Bekri (XI<sup>ème</sup> siècle) et Chérif Al-Idrissi (XII<sup>ème</sup> siècle). L'une des plus anciennes mentions de l'arganier et du mode d'obtention artisanal de l'huile est celle du médecin andalous Dya Aldin Ibn Al Baytar (XII<sup>ème</sup> siècle) dans son ouvrage « Traité des simples ». Par ailleurs, Elhassan Ben Mohammed Elwazzani, dans son livre « Description de l'Afrique » qui remonte à 1515, il décriva l'huile d'argan comme étant d'une mauvaise odeur et servant pour l'alimentation et l'éclairage. Linné, En 1838, est le premier à avoir baptisé l'arganier sous le nom de « *Sideroxylon spinosum* » (bois de fer) et le classa dans le genre *Sideroxylon*.

Par ailleurs et en Algérie, **Kaabèche *et al.* (2013)** rapportent que la présence de l'arganier en Algérie avait été établie depuis les travaux de Maire (1939) et que la description précise des premiers peuplements d'arganier n'a été reconnue que récemment par Baumer et Zéraia (1999).

Cependant, la découverte par Biondi en 1981, d'un bois de fossile en Sardaigne, qui date du Tertiaire et qui a conduit à la description du genre *Aganioxylon*, dont les affinités avec l'arganier sont importantes, a permis de révéler que les Sapotacées auraient occupé des surfaces

## CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

---

très étendues pendant le Tertiaire et que leur disparition et régression, comme le cas pour l'arganier, seraient liées aux bouleversements climatiques du Quaternaire (**Badreddine, 2016**).

### I.1.2. Dénominations et étymologie

**Nom latin** : *Argania spinosa* (L.) Skeels

Autrefois appelé *Sideroxylon spinosum*, puis *Argania sideroxylon*.

**Noms français** : l'Arganier ou Bois de fer.

Concernant l'**étymologie** du terme « Argania » ou Arganier en français, que Émile Littré définit comme Végétal du Maroc et de l'Atlas, il tire son nom de l'arabe « argan (ar-gan) ou argane (ar-ga-n) ». L'origine du mot est probablement le mot « irgen » qui désigne en berbère le noyau du fruit. Le terme en français signifie « brillant » par référence à ses fruits, qui ressemblent à de petites prunes jaunes.

**Miklavčič et al., (2020)** pense que le nom « arganier » vient du mot berbère « arjan » qui a évolué en « Argan » ou « arqân » et qui dérive probablement de « rajnah » qui signifie « rester enfermé dans un endroit fixe », qui fait à l'arbre qui est curieusement confiné dans une zone localisée. Le mot « arqân » semble avoir un rapprochement avec le terme « al-arqân » qui signifie en Berbère, feuilles du henné (*Lawsonia inernis*) qui est également utilisée en cosmétique pour embellir les cheveux.

Pour le terme « spinosa », il signifie « épineux » par référence à ses rameaux épineux.

Par ailleurs, cet arbre est nommé « bois de fer » en raison de son bois à grain dense et dure. Il est essentiellement utilisé comme bois de chauffage pour la population locale mais également employé comme bois de charpente.

**Nom vernaculaire** : الأركان – الأركان - الارجان

### I.1.3. Taxonomie

L'arganier (*Argania spinosa* (L) Skeels), seule espèce de genre *Argania*, appartient à la famille botanique des « Sapotacées » et de l'ordre des « Ebénales ». L'arganier est le représentant le plus septentrional d'une famille regroupant une cinquantaine de genres et environ 600 espèces de plantes tropicales. Plusieurs espèces de cette famille présentent un grand intérêt économique, d'ordre alimentaire (Karité) ou industriel (production de Gutta percha). Le plus proche parent

## CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

---

de l'arganier est *Sideroxylon marmulano* de l'île de Madère qui forme des arbrisseaux de 1 à 2 mètres de haut et non pas des arbres volumineux comme l'arganier (M'hirit *et al.*, 1998). Selon Quezel & Santa (1962), l'arganier appartient à :

### Classification taxonomique :

Embranchement : Spermaphytes.

S/embranchement : Angiospermes

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida (Dicotylédones).

Sous-classe : Gamopétales

Ordre : Ebénales.

Famille : Sapotaceae.

Genre : *Argania*.

Espèce : *Argania spinosa* L. Skeels.

Variétés : *A. Sideroxylon* Rom et Schl.

*A. Sideroxylon spinosium* L.Sp.

### Classification claudique (AGP III 2009)

Uni : plantae.

Clade : Angiospermes

Clade : Dicotylédones vraies

Clade : Astéridées

Ordre : Ericales.

Famille : Sapotaceae.

Tribu :

Nom binomial : *Argania spinosa* (L.) Skeels, 1911

### I.1.4. Description de l'arganier

L'Arganier, qui est un arbre millénaire et unique, est doué d'une extraordinaire variabilité génétique qui est à l'origine d'une diversité de forme. L'arganier est un arbre épineux pouvant atteindre 8 à 10 m de hauteur et qui se pare d'une cime est très grande et étalée, dense et à

## CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

---

contours arrondis. Le tronc très vigoureux et court, avec une grande couronne, et l'écorce rugueuse craquelée en « peau de serpent » (**Fig 1**), permettent aux chèvres de grimper dans la couronne pour brouter les feuilles et les fruits. Les racines de l'arganier plongent très profondément dans le sol (30 m de profondeur), ce qui permet ainsi la récupération des eaux à partir de couches profondes, et par conséquent une adaptation de l'arganier à un climat semi-aride et aride.

Les épines sont l'équivalent botanique d'un rameau et certaines épines peuvent évoluer en un nouveau rameau à croissance limitée et d'autres étant d'architecture plus classique, avec un bourgeon apical et à croissance limitée. L'arganier possède une grande capacité de rebourgeoisement et l'ablation des bourgeons apicaux par le broutage stimule la ramification des rameaux coupés, ce qui donne à l'arbre un aspect très dense et parfois touffu.



**Figure 1. Photos de l'écorce rugueuse craquelée du tronc de l'Arganier (Photographie publique)**

La grande variabilité entre arbres est accentuée par la variabilité de taille et de forme des feuilles et des fruits. Le feuillage coriace d'*Argania spinosa* est muni de pétioles courts et de feuilles alternes, en forme de spatule ou lancéolées. Elles sont généralement longues de 2 à 3 cm, de couleur vert sombre à la face supérieure et plus claire en dessous. Elles sont simples ou groupées en rosette. Les feuilles d'arganier sont subséchantes : l'arbre ne perd son feuillage qu'en cas de forte sécheresse. Cet état peut durer des années, les feuilles réapparaissent peu après le retour des pluies (M'hirit *et al.*, 1998).

La floraison (Fig 2) apparaît à la fin du printemps et conduit à des fruits qui arrivent à maturité vers septembre. Les fleurs à cinq pétales, blanches à jaune verdâtre, sont des gamopétales

## CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

---

hermaphrodites à tube très court et sont réunis en glomérules. Ceux-ci apparaissent en mai-juin. Leur corolle jaune pâle en forme de coupe qui obéit à une symétrie de type cinq. Les fleurs sont minuscules (2 à 4 mm) et apparaissent en général à la base des feuilles ou sur les nœuds des branches matures en position axillaire sur les rameaux (de l'année ou des années précédentes) (Ait Abd, 2007).



**Figure 2.** Photos des feuilles et fleurs de l'Arganier. (a). Boutons floraux à style apparent (b) Fleur au début d'épanouissement. Anthères encore moins ouvertes (c). Fleur au cours d'épanouissement à anthères imparfaitement ouvertes (d) Fleur épanouie à déhiscence complète et pollens libres (Mouhaddab *et al.*, 2016)

La fructification (Fig 3) de l'arganier peut commencer dès l'âge de 5ans quand l'arbre a 2,1 à 3,5 m de hauteur. Le fruit est une baie ayant la grosseur d'une noix, de forme variable, ovale, arrondie ou en fuseau d'environ 4 cm de long. Le fruit de l'arganier est formé d'un péricarpe charnu ou pulpe qui couvre un noyau dur (noix d'argan), représentant environ un quart du poids du fruit frais. La noix renferme une à trois amandes albuminées. Un arbre produit environ 8 kg par an de fruits. La couleur du fruit est verdâtre avant maturation, puis elle évolue vers le jaune ou le marron clair. Une couleur brun foncé ou noire se développe après l'abscission du fruit mûr. Le fruit est composé d'un péricarpe charnu (pulpe) qui mûrit au printemps et tombe au sol au début de l'été (Aldoun, 2010 ; Ozenda, 1991).



**Figure 3. Fruit, baies et amande oléagineuse de l'Arganier.**

### **I.1.5. Répartition de l'arganier**

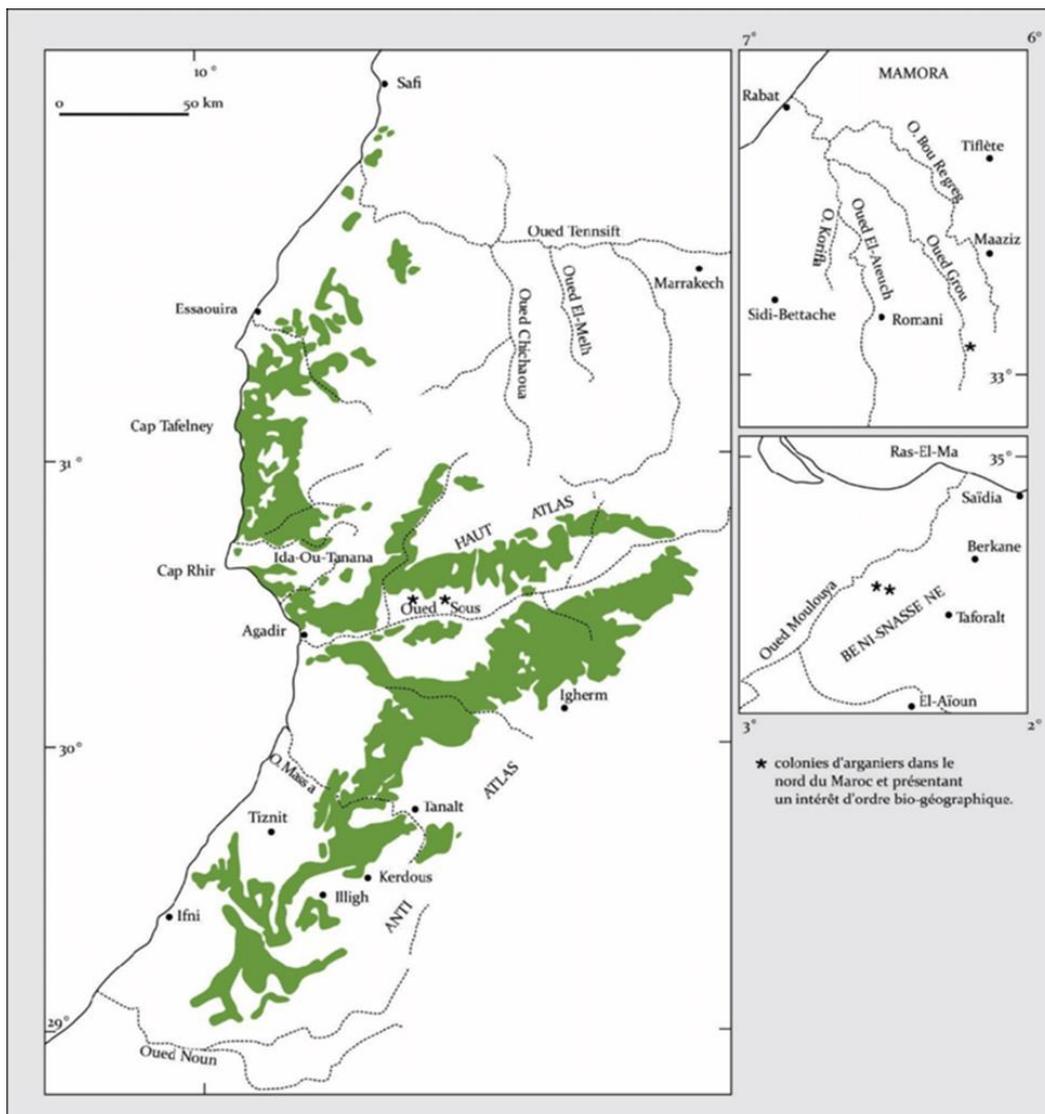
L'arganier « *Argania spinosa* (L). Skeels », est la seule représentante septentrionale dans la région méditerranéenne (Maroc et Algérie) d'où son endémisme marqué à cette région. C'est une espèce rustique, xéro-thermophile, qui pousse, à l'état sauvage, dans tout type de sols excepté les sables mobiles. Il peut s'accommoder aussi bien argileux ou calcaires que siliceux, meubles que compacts. L'arganier peut vivre ne que dans des conditions très strictes de températures et d'humidité. A l'intérieur de l'aire de l'arganier au Maroc, les précipitations moyennes annuelles peuvent varier de 116 à 519 mm, toutefois son optimum pluviométrique paraît se situer entre 200 et 250 mm en moyenne. La température maximale que peut supporter cet arbre est de 50,2 °C. L'arganier peut également résister à des températures basses aux environs de 0°C pourvu qu'elles soient de courte durée. Sur le plan édaphique, l'arganier peut s'accommoder de tous les types de substrats. Il occupe une tranche altitudinale allant du niveau

## CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

de la mer jusqu'à 1300 m dans l'Anti-Atlas et 900m dans le Haut Atlas (Aldoun, 2010 ; Khalil *et al.* 2015 ; Tabet *et al.* 2013 ; Ziri et Gmira, 2013).

### I.1.6. Répartition de l'arganier au Maroc

L'Arganeraie constitue un écosystème forestier original des zones arides et semi-arides le long de la côte atlantique dans le sud-ouest du Maroc de part et d'autre d'Agadir (Fig 4). Elle couvre une superficie de plus de 830.000 ha de domaine forestier avec environ 21 millions d'arganiers (Khalil *et al.*, 2015).



**Figure 4.** Air de répartition de l'arganier au Maroc (Khalil *et al.*, 2015)

## CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

---

L'aire de répartition de l'arganier s'étend depuis l'embouchure de l'oued Tensift au nord, jusqu'à l'embouchure de l'oued Drâa au sud. L'arganier se développe aussi dans la plaine du Souss, sur le versant sud du Haut-Atlas occidental et sur les versants septentrionaux et méridionaux de l'AntiAtlas occidental jusqu'à des altitudes de 1 300-1 500 m. Deux petites stations sont signalées dans la haute vallée de l'oued Grou au sud-est de Rabat et dans le piémont nord-ouest des Béni-Snassen, près d'Oujda. Ces deux stations, très isolées, résulteraient d'une dispersion assez récente, probablement par l'homme (**Msanda et al., 2005**). L'étude menée par **Khalil et al. (2015)**, qui avait permis de cartographier l'aire de répartition de l'arganier dans la région orientale du Maroc par l'utilisation de la télédétection spatiale, à l'aide de G.P.S. combiné au S.I.G, a montré que l'arganier de cette région orientale du Maroc est une relique de cette espèce qui serait réparti sur une grande partie du pays, mais qui aurait été refoulé au Sud-Ouest marocain par la dernière invasion glaciaire lors du quaternaire. Les populations existantes à Oued Grou et dans les Béni-Snassen s'expliquent par la conservation des conditions écologiques optimales réunies dans cette région et qui seraient directement liées aux influences méditerranéennes et aux températures clémentes à élevées.

### I.1.7. Répartition de l'arganier en Algérie

L'arganeraie, qui se situe dans le Nord-ouest de la wilaya de Tindouf en plein cœur du Sahara nord-occidental algérien, présente une aire de répartition « limitée » par rapport à l'immensité de la hamada. Elle constitue la seconde essence forestière après l'*Acacia raddiana*. L'arganier se rencontre entre 254 et 634 m d'altitude sur une superficie de 50,670 hectares où il forme dans ce territoire des populations dispersées, le long des berges des oueds qui lui permettent les compensations hydriques nécessaires à son développement. Trois principaux oueds (oued Targuent, oued Gahouane et oued El-Ma), cours d'eau secs en période sèche, constituent des vallées étroites et encaissées en amont et plus élargies en aval comme par exemple la vallée de l'oued El-Ma qui traverse, sur près de 120 km, la hamada depuis les contreforts du djebel Ouarkziz (662 m d'altitude), au nord, jusqu'à la sebkhah de Tindouf, à moins de 400 m au sud (**Kaabèche et al., 2010 ; Tabet et al., 2013 ; Kechairi et al., 2016**).

D'après les travaux de prospections menés par **Kaabèche et al. (2010)**, l'aire de répartition de l'arganier au sein de la hamada de Tindouf, englobe le périmètre suivant (Fig 5) :

- au nord-ouest : les crêtes méridionales du djebel Tazout et du djebel Ouarkziz ;
- au nord et au nord-est, les « kreb », c'est-à-dire les revers rocheux de la hamada ;
- à l'ouest : l'extrémité occidentale du « kreb el hamada » au-dessus du plateau de

# CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

Merkala ;

- au sud : la limite méridionale du plateau reliant la Tour de Merkala à la dépression de Touaref Bou-Aam ;
- à l'est, la haute vallée de l'oued El-Ma depuis sa jonction avec l'oued El-Gahouane jusqu'à sa source au niveau des contreforts du djebel Ouarkziz.

Bien que l'arganeraie de Tindouf présente une aire de répartition « limitée » par rapport à l'immensité de la hamada, elle constitue le pivot d'un habitat écologique caractérisé par une biodiversité de qualité exceptionnelle.

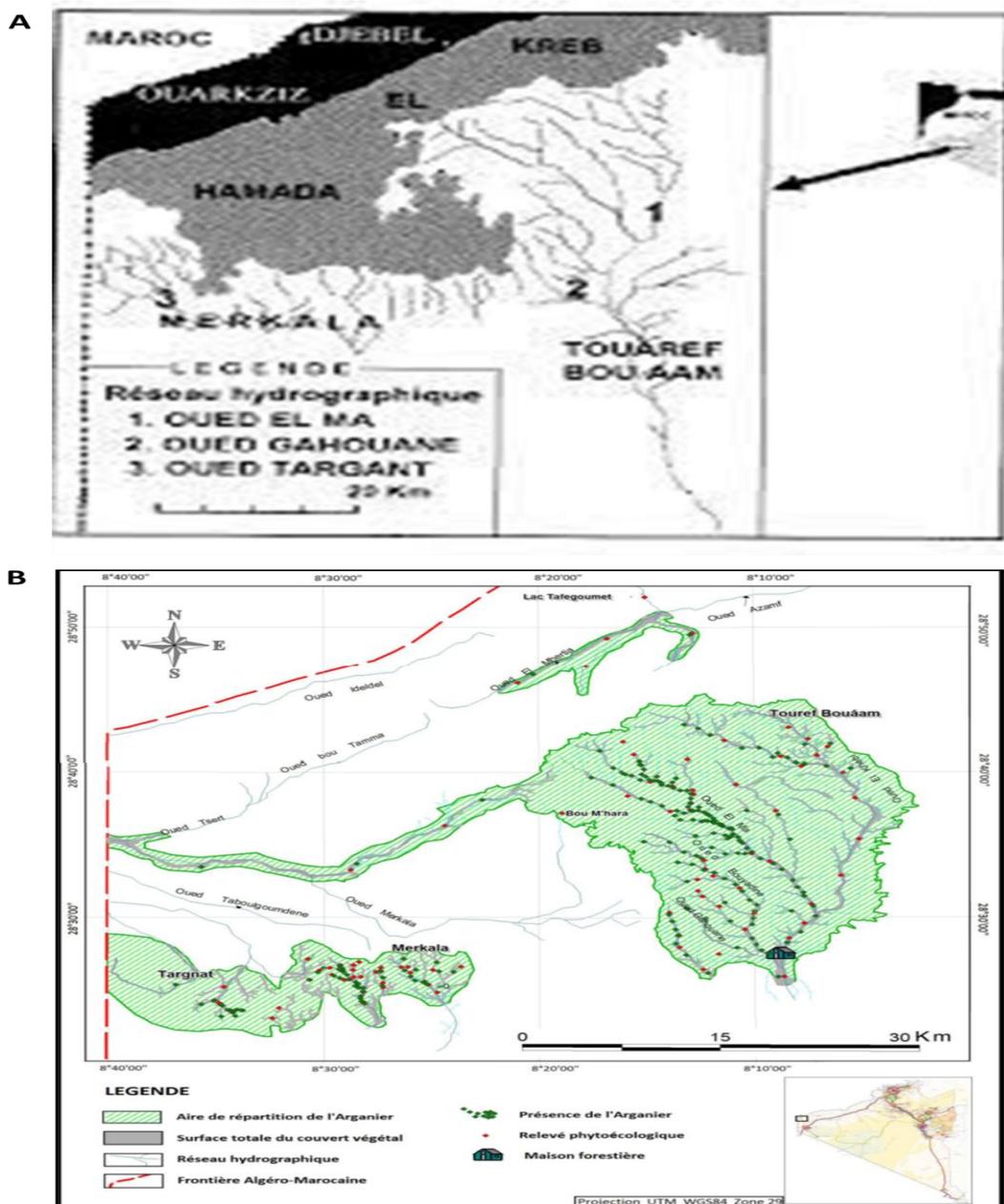


Figure 5. Air de répartition de l'arganier en Algérie :  
(A) Kaabèche *et al.* (2010) ; (B) CRSTRA

### I.1.8. Substances utiles de l'arganier

L'arganier est un arbre forestier à usages multiples, de haute importance tant sur le plan économique, sociétale et environnementale. Il lutte contre la désertification et l'érosion des sols comme il participe au maintien d'une biodiversité particulière. Parfois arbre forestier et parfois arbre fruitier ou fourrager, selon la perception qu'on en fait, l'arganier joue plusieurs rôles. Ainsi, pour les populations locales, il est une source d'alimentation (huile d'argan), ses produits rentrent dans des préparations cosmétiques traditionnelles (que les firmes pharmaceutiques recherchent de plus en plus), ses sous-produits constituent un aliment pour le bétail (feuilles, pulpe, tourteau), une source énergétique (bois de feu, charbon) et aussi un moyen pour la confection d'outils de travail ou pour la construction des toitures des bâtiments (**Aziz et al., 2013**).

### I.1.9. Feuilles, tiges et fleurs de l'arganier

La partie aérienne de l'arganier est particulièrement riche en flavonoïdes tel que : la myricétine, la quercétine et quatre de leurs dérivés glycosylés. Cette fraction métabolique peut aller jusqu'à composer 17 % des feuilles et tiges mélangées. Les feuilles de l'arganier renferment aussi des substances volatiles dont la concentration a été évaluée à 98 mg/g de feuilles sèches et huiles essentielles dont la teneur est de 0,03-0,05 %. De façon plus intéressante, l'arganier est riche en saponines qui sont pourvues de propriétés mollusquicides et antifongiques. Elles possèdent également une activité anti-inflammatoire consécutive à une interaction avec les leucotriènes. L'évaluation de la toxicité des saponines a permis de déterminer leur DL50 qui est de 1,3 g/kg. Ces saponines présentent aussi une activité antioxydante et stimulent la lipolyse in vitro. Elles protégeraient aussi l'ADN des effets néfastes des UVB (**Guillaume et charrouf, 2005**).

### I.1.10. Fruits de l'arganier

Les fruits de l'arganier contiennent dans leur noyau des amandes qui sont essentiellement utilisées pour extraire une huile végétale de couleur jaune claire, traditionnellement utilisée pour l'alimentation, et même autrefois pour l'éclairage. Actuellement, la population amazighe (berbère) de l'Atlas utilise l'huile d'argan pour ses vertus alimentaires et cosmétiques. Avec le thé, l'huile d'argan accompagnée de miel est offerte aux invités en signe d'hospitalité, dans la région du Souss.

### **I.1.11. Bois de l'arganier**

Le bois de l'arganier se prête mal pour à l'utilisation en ébénisterie en raison de sa dureté et sa grande résistance mécanique. Il est particulièrement utilisé comme matériau pour l'élaboration d'outils agricoles et pour consolider les constructions ou constituer les charpentes des maisons.

Le bois de l'arganier est particulièrement riche en saponines, celles-ci étant retrouvées à une concentration d'environ 6 %, soit une concentration douze fois supérieure à celle des saponines du tourteau. Cette forte concentration associée aux propriétés antifongiques et antibiotiques observées pour certaines saponines a conduit à proposer l'hypothèse de l'implication des saponines de l'arganier dans sa longévité exceptionnelle et sa forte résistance aux agressions exogènes. L'isolement des saponines du bois séché d'arganier a été réalisé par extraction à l'aide d'un alcool de bas point d'ébullition puis partition entre l'eau et le n-butanol (**Guillaume et Charrouf, 2005**).

### ***I.2. Huile végétale de l'arganier***

L'huile d'argan est produite à partir des amandes contenues dans les fruits de l'arganier [*Argania spinosa* (L.) Skeels]. Elle peut être de deux types : alimentaire ou à usage cosmétique. Longtemps préparée de façon artisanale, l'huile alimentaire est maintenant principalement produite par pressage à froid des amandes préalablement torréfiées pendant quelques minutes. L'huile de beauté est produite par la même technique, mais à partir des amandes non torréfiées (**Gharby et al., 2013**).

#### **I.2.1. Huile d'argan**

##### **I.2.1.1. Extraction de l'huile d'argan**

L'arganier fructifie dès l'âge de cinq ans. Il fleurit aux mois de mai ou juin, le fruit paraît vers la fin du mois suivant ou au commencement d'août. Il continue à croître lentement jusqu'à l'époque des pluies, qui commencent à tomber en septembre. A partir de cette époque, il augmente de volume et à la fin de mars de l'année suivante, il est bon à récolter. Les cultivateurs battent les arbres avec des gaules pour faire tomber les fruits qui, après leur récolte, après la

## CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

---

récolte, les fruits de l'arganier sont séchés au soleil puis dépulvés. Les noix obtenues sont concassées par des femmes pour fournir les amandes qui sont stockés ou bien torréfiés.

Pour obtenir l'huile à partir des fruits séchés, trois procédés d'extraction sont à présent utilisés, traditionnel ou artisanal, industriel et procédé d'extraction par presse (**Aldouni, 2010**).

### II.2.1.2. Procédé d'extraction traditionnel

La préparation traditionnelle de l'huile d'argan, nécessitant de longues heures de travail physique pénible, est assurée par les femmes de l'arganeraie. Seule la collecte des fruits est une tâche familiale.

Six (6) étapes peuvent être distinguées sur la figure 6. Après séchage du fruit, le **dépulpage** des fruits récoltés entre juillet et septembre est la première étape de la préparation de l'huile. Le **concassage** des noix est réalisé à l'aide de pierres : une plate qui sert de support, et une allongée qui fait office de marteau. La **torréfaction** des amandes qui n'est effectuée que pour la préparation de l'huile d'argan alimentaire, est l'étape qui lui confère son parfum unique et caractéristique de noisette. Elle est réalisée sur feu doux sur un plan en terre. Le **broyage** des amandes torréfiées est ensuite accompli dans un moulin à bras pour aboutir à une pâte lisse et beige à marron clair qui est recueillie dans une bassine en terre. De petites quantités d'eau chaude sont alors ajoutées progressivement à la pâte pendant que les femmes la **malaxent** à la main. Petit à petit, le mélange durcit et la pâte obtenue est **pressée** manuellement pour libérer l'huile progressivement de la pâte qui se sépare sous forme de gouttelettes. En moyenne, le broyage puis le malaxage de la pâte obtenue à partir de 6,5 kg d'amandes permet d'obtenir 2 litres à 2,5 litres d'huile d'argan et demande 3 heures de travail.

L'huile préparée artisanalement est généralement ensuite versée dans des bouteilles en plastique usagées et elle est utilisée dans un délai de deux à trois mois.

Des problèmes sanitaires peuvent accompagner la production artisanale d'huile d'argan. Lors des périodes de sécheresse, il arrive que l'eau utilisée pour l'extraction de l'huile soit de l'eau pluviale récupérée. En conséquence, des modifications techniques et sanitaires ont été apportées à la préparation de l'huile et ces méthodes modernes ont été implantées dans des coopératives de femmes (**Charrouf et Guillaume, 2007**).



Figure 6. Etapes d'extraction traditionnelle de l'huile d'argan (Conception originale des photos prises sur sites internet publique)

### II.2.1.3. Procédé d'extraction par presse

Afin d'augmenter le taux de production de l'huile et minimiser la durée du travail, des étapes du processus traditionnel de fabrication de l'huile d'argane ont été mécanisées. Les photos représentées sur la figure 7 montrent le matériel utilisé lors des étapes d'extraction mécanique de l'huile d'argan.

Le **dépulpage** qui consiste à séparer la noix d'argan de la pulpe sèche, est réalisé avec une "**dépulpeuse-gratteuse**". Lorsque la pulpe est complètement retirée, les noix sont concassées à la main pour extraire les amandes. A noter que l'étape du **concassage** est la seule pour laquelle le savoir-faire est difficilement remplaçable.

Par ailleurs, l'étape de **torréfaction** a été standardisée par l'emploi de **torréfacteurs à gaz** qui remplacent la torréfaction manuelle, ce qui permet d'obtenir des amandes de couleur homogène. Finalement, l'étape de **malaxage/pressage** a été améliorée par recours à des **presses mécaniques**. Celles-ci présentent le double avantage de supprimer l'addition d'eau qui représente une source de contamination bactérienne potentielle et de permettre l'extraction de quantités beaucoup plus grandes d'huile. L'huile obtenue avec les presses présente maintenant des capacités de conservation identiques à celles des autres huiles alimentaires et le rendement en huile a été augmenté de 20%.

L'huile ainsi obtenue est **décantée** de 10 à 15 jours afin de pouvoir éliminer les particules en suspensions par filtration à l'aide d'une **machine à filtrage** (Charrouf et Guillaume, 2007).

### II.2.1.4. Procédé d'extraction industriel ou extraction par solvant organique

L'huile d'argan extraite par solvant est principalement destinée à la cosmétologie. Le procédé emploie des solvants de type hydrocarbure, éventuellement halogène, en présence d'un antioxydant lipophile qui représente 0,02-0,1% de poids des amandes.

Le procédé consiste d'abord à **broyer** les amandes du fruit de l'arganier, préalablement séparées des débris du péricarpe, en poudre dans un **broyeur à meules ou à cylindres**. Cette poudre est mise à **macérer** dans de l'hexane, solvant apolaire, en présence du palmitate d'ascorbyle comme antioxydant, dans un **appareil d'extraction** approprié en acier inoxydable. A la fin de l'extraction, le solvant est **évacué** pour récupérer l'extrait lipidique.

Ce procédé chimique permet d'obtenir une huile stable sans forte odeur avec un rendement pouvant atteindre 50 à 55 % (Aldoun, 2010).



Figure 7: Machines utilisées pour l'extraction mécanique de l'huile d'argan (Conception originales des photos)

# CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

## I.2.2. Caractéristiques de l'huile d'argan et ses vertus

Comme toutes les huiles végétales, l'huile d'argan est composée d'une fraction glycérique (99%) et d'une fraction insaponifiable (1%). Les acides gras de l'huile d'argan sont à plus de 80% des acides insaturés. Les acides oléiques et linoléique sont présents respectivement à près de 45% et 35% ; ceci confère à cette huile de très bonnes qualités diététiques.

La partie insaponifiable de cette huile contient des hydrocarbures et des carotènes 37,50%, des tocophérols 7,50% des alcools triterpéniques 20% des méthyl-stérols et stérols 20% et des xanthophylles 6,50%. La fraction triterpénique est constituée essentiellement du tirucallol, de l'Amyrine et du Butyrospermol.

L'huile d'argan est relativement riche en tocophérols : 620 mg/kg, ils sont constitués de 69% de  $\alpha$ - tocophérol (vitamine E), 16% de  $\beta$ - Tocophérol, 13% de  $\gamma$ - Tocophérol et 12% de  $\delta$ - Tocophérol (Charrouf, 1984).

### I.2.2.1. Caractéristiques qualitatives de l'huile d'argan

La norme marocaine « Snima 2003 », établie sur la base des normes établies pour l'huile d'olive (COI, 2011 et CE 2568/91, 2009), définit les paramètres de qualité de l'huile d'argan (Rahmani, 2005). Cette norme fait référence au pourcentage d'acide gras libre, la teneur en indice de peroxyde et le coefficient de l'extinction spécifique  $K_{232}$  et  $K_{270}$ . Selon cette même norme, les seuls traitements autorisés pour l'obtention de l'huile d'argan sont la torréfaction, la pression, la décantation, la centrifugation et la filtration, et aucun additif n'est autorisé à être ajouté à l'huile d'argan « vierge ». Toutefois, les analyses sensorielles ne sont pas encore incluses dans la norme marocaine.

**Tableau 1.** Données physico-chimiques de classification des huiles d'argan et d'olive (COI, 2011 ; Snima, 2003).

| Paramètres                  | Huile        |     |             |     |                 |     |                 |     |
|-----------------------------|--------------|-----|-------------|-----|-----------------|-----|-----------------|-----|
|                             | Vierge Extra |     | Vierge Fine |     | Vierge Courante |     | Vierge Lampante |     |
| Acidité (%)                 | 0,8          | 1   | 1,5         | 2   | 2,5             | 3,3 | 2,5             | 3,3 |
| IP (Meq O <sub>2</sub> /kg) | 15           | 20  | 20          | 20  | 20              | 20  | Non limité      |     |
| K 270 nm                    | 0,35         | 0,2 | 0,35        | 0,3 | 0,45            | 0,3 | Non limité      |     |
| E 232 nm                    | -            | 2,5 | -           | 2,6 | -               |     |                 |     |

### I.2.2.2. Caractéristiques sensorielles de l'huile d'argan

En plus de l'analyse chimique qui décrit la qualité intrinsèque de l'huile d'argan destinée à l'alimentation, l'analyse sensorielle permet de décrire les paramètres organoleptiques tels que l'odeur et la saveur de l'huile qui sont appréciées grâce à un jury de dégustation.

La classification sensorielle de l'huile d'argan, développée par la fondation Slow Food et l'association Ibn Baytar au Maroc, permet de mettre en évidence les différents attributs "positifs" et les "défauts" de certaines huiles d'argan vierge.

**Benjelloun (2014)** résume les principaux attributs comme suit :

#### **a. Les attributs positifs**

- Noisette : senteur olfactive gustative typique des huiles obtenues des amandes torréfiées.
- Terre : au sens positif de fertile, parfumée
- Grillé : senteur due au processus d'obtention ; elle est un attribut positif si elle n'est pas envahissante
- Ecorce : évoquant des morceaux d'écorce emportés du tronc de l'arbre.
- Amande : évoquant l'arôme du fruit d'amande ; cette senteur est perçue également comme sensation rétro-olfactive.
- Cacahouète : rappelant les cacahouètes grillées.
- Café : sensation qui dérive de la torréfaction des amandes.
- Epices : cette senteur peut évoquer une épice particulière ou l'ensemble complexe de plusieurs arômes.
- Sucre : sensation complexe qui, même en l'absence de sucres, s'exprime à cause de l'interaction entre des éléments gustatifs olfactifs et des caractéristiques tactiles ; le résultat est une sensation de douceur et de souplesse.
- Amertume : cette senteur est souvent due à la torréfaction (parfois accompagnée d'une senteur de café). Elle est agréable lorsqu'elle est bien équilibrée.

#### **b. Les attributs négatifs**

- Vineux : flaveur qui rappelle l'odeur du vin et du vinaigre et que l'on perçoit surtout par l'odorat ; elle est typique des huiles obtenues à partir d'amandes mal conservés et partiellement fermentés.
- Chômé : flaveur caractéristique de l'huile extraite d'amandes entassées ayant subi un processus avancé de fermentation lactique.

## CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

---

- Vieux : défaut d'une huile ayant dépassé son temps de conservation, perdant ainsi ses caractéristiques de fraîcheur. Pour décrire les différents étages de vieillissement d'une huile, les termes : fatiguée, vieille, décrépite peuvent être utilisés.
- Rance : caractéristique partagée par toutes les huiles et les gras ayant subi d'importants processus d'auto-oxydation, ayant été longtemps exposés à l'air, la lumière et la chaleur. Le rance est perçu facilement par l'odorat et peut rappeler l'odeur d'une courge ou d'un melon trop mûrs.
- Chèvre : senteur sauvagine typique des huiles obtenues des fruits crachés par les chèvres.
- Cuit : flaveur due au réchauffement excessif ou prolongé de la pâte d'amandes pendant la préparation de l'huile.
- Lies (boue d'huile) : défaut caractéristique des huiles mal conservées, qui n'ont pas été filtrées ou transvasées, lesquelles par conséquent, sont restées en contact avec les lies – ou « boues » de décantation - qui fermentent. Si l'huile reste sur ses boues, elle peut absorber des odeurs et des saveurs très désagréables.
- Moisi : flaveur rappelant l'odeur émanant d'un endroit humide resté longtemps fermé. La saveur de moisi est très forte dans la dernière partie de la cavité orale, pendant les derniers moments de la dégustation et, en particulier, comme sensation rétro-olfactive. Elle est le résultat d'une mauvaise conservation des amandes - entassés dans des endroits humides et peu aérés - qui développent des moisissures et des levures.
- Brûlé : flaveur due aux torrifications excessives.
- Grossier : sensation tactile désagréable, qui fait sembler l'huile excessivement visqueuse et lourde (dense et pâteuse).
- Atténué ou aplati : huile avec des caractéristiques organoleptiques faibles, ayant perdu ses composants aromatiques.

### **I.2.2.3. Vertus de l'huile d'argan**

La composition de l'huile d'argan caractérisée par une prédominance des acides gras insaturés, lui confère des actions hypocholestérolémiantes et antiathérogènes. Le rapport des acides gras polyinsaturés à celui des acides gras saturés varie de 1,2 à 1,8 et reste donc voisin du rapport (1,25 à 1,50) recommandé par les nutritionnistes.

Avec un taux de 35 % environ, l'acide linoléique, acide gras essentiel, est bien représenté dans l'huile d'argane. Précurseur des acides gras insaturés de la série omega-6, il est indirectement à l'origine des prostaglandines et des leucotriènes des séries 1 et 2. Or ces substances jouent un rôle important au niveau du système nerveux, de l'équilibre cardiovasculaire, de l'immunité,

## CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

---

de la guérison des blessures et des réactions allergiques et inflammatoires. L'acide linoléique joue également un rôle dans la perméabilité cellulaire et sa carence entraîne, entre autres, un vieillissement cutané qui se traduit par un dessèchement et une perte d'élasticité de la peau, avec l'apparition de rides (**Rahmani, 2005**).

***CHAPITRE II : MATERIEL ET  
METHODES***

## CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

---

Notre étude, qui consiste à caractériser l'huile d'argan et à comparer ses caractéristiques physico-chimiques à celles de l'huile d'olive et de l'huile de lentisque, a porté sur des échantillons d'huile qui ont été extraits à partir de graines obtenues de l'arganeraie située dans la région de Tindouf.

La partie expérimentale a été réalisée au niveau du laboratoire de l'entreprise publique Safia du groupe des corps gras d'Alger (COGRAL).

### *II.1. Matériel Biologique*

#### **II.1.1. Graines de l'arganier**

Les graines de l'arganier ont été obtenues au mois de juillet 2020 auprès de la réserve forestière de Touerf Bouaam (DGF-Tindouf). Les graines ne sont pas sélectionnées et sont de dimensions variées. Le nombre d'amande contenu dans les graines dépend du calibre et de forme des graines. La forme arrondie des grosses graines contiennent trois amandes contrairement à la forme allongée qui ne renferme qu'une seule amande.

Après le concassage manuel des graines, les amandes entières sont pressées à froid à l'aide d'une presse manuelle et l'huile obtenue est analysée selon les paramètres physico-chimiques. Le rendement d'extraction de l'huile d'argan est calculé à partir de l'extraction chimique selon la méthode de Soxhlet, après écrasement des amandes dans un mortier et macération dans un solvant.

#### **II.1.2. Huile de lentisque et huile d'olive**

L'étude analytique a été élargie à la caractérisation de deux types d'huiles : la première est une huile de lentisque fournie par la coopérative Green Woman (ElTarf), et la deuxième est une huile d'olive fournie par une huilerie d'olive vierge et extra vierge Baghlia (**Huilerie Kiared**) de la région de Boumerdes.

Les deux types d'huile sont extraits à froid par un procédé d'extraction semi-industriel.

A réception, les huiles sont aliquotées dans des petits flacons en verre et stockées au congélateur à - 4 °C afin de s'affranchir d'une évolution éventuelle des huiles au cours de l'étude.

### **II.2. Méthodes analytiques**

#### **II.2.1. Analyses physico-chimiques**

L'ensemble de ces analyses a été effectué selon les méthodes décrites dans le **règlement CE n° 2568/91**.

## CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

---

### II.2.1.1. Paramètres physiques

#### II.2.1.1.1. Densité relative (20°C/eau à 20°C)

La densité relative à 20°C par rapport à l'eau à 20°C d'une huile est le quotient de la masse d'un certain volume de cette huile à 20°C par la masse du même volume d'eau à 20°C.

#### Mode opératoire :

- Peser le pycnomètre parfaitement propre et sec vide
- Remplir le pycnomètre d'eau distillée et le placer dans un bain-marie réglé à 20°C.
- Attendre l'équilibre de température.
- Ajuster le niveau de l'eau au trait repère.
- Sortir le pycnomètre du bain-marie.
- Le peser après l'avoir très bien essuyé
- Le vider, et le sécher à une étuve
- Remplir le pycnomètre d'huile et le remettre dans le bain-marie (20°C).
- Refaire la même opération et le peser après l'avoir fait sortir du bain-marie, sans oublier de bien l'essuyé.

#### Expression des résultats :

Densité relative à 20°C =  $m_2 / m_1 [(1 + \alpha + (t - 20^\circ))]$

Où :

$m_2$  : masse en grammes de l'huile ou de la graisse utilisée pour l'examen.

$m_1$  : masse en grammes de l'eau utilisée dans le test d'étalonnage.

$t$  : température ambiante.

$\alpha$  : est le coefficient de dilatation cubique du verre à la température donnée. Il est égal à 0.00003 pour le verre normal, ou 0.00001 pour le verre au borosilicate.

#### II.2.1.1.2. Humidité (teneur en eau) (H %)

L'humidité est la perte de masse subie par le produit après chauffage à  $103^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ , et exprimée en pourcentage en masse.

#### Mode opératoire :

- Peser la capsule vide
- Prise d'essai de 5 g de l'échantillon
- Chauffer la capsule contenant la prise d'essai sur le bain de sable ou sur la plaque chauffante à  $103^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ , jusqu'au moment où tout dégagement de bulles cesse.

## CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

---

- Reprendre la capsule et la refroidir dans un dessiccateur.
- Procéder à une dernière pesée

### Expression des résultats :

$$H\% = (m_1 - m_2 / m_1 - m_0) \times 100$$

Où

$m_0$  : est la masse, en grammes, de la capsule

$m_1$  : est la masse en grammes, de la capsule et de la prise d'essai avant chauffage.

$m_2$  est la masse en grammes, de la capsule et du résidu après chauffage.

### II.2.1.1.3. Indice de Réfraction

C'est le rapport entre la vitesse de la lumière dans le vide, à une longueur d'onde définie, à la vitesse de propagation dans la substance.

#### Mode opératoire

- Laver les prismes du réfractomètre à l'éther de pétrole.
- Les essuyer avec un chiffon propre très doux.
- Verser alors entre les prismes 2 à 3 gouttes d'huile.
- Déplacer alors la lunette de visée pour que la ligne de séparation de la plage claire et de la plage sombre se situe à la croisée des fils du réticule.
- Lire l'indice de réfraction de l'huile à  $T^{\circ}C=20^{\circ}C$ .

### II.2.1.2. Paramètres chimiques

#### II.2.1.2.1. Acidité

L'acidité rend compte de l'altération par hydrolyse des matières grasses correspond à la teneur en acides gras libres. Elle s'exprime en pourcentage en masse, est fréquemment basée sur la teneur en acide oléique .

#### Mode opératoire

- Peser  $P_e = 5g$  de corps gras .
- Ajouter 75 ml d'alcool neutraliser avec Na OH à 0,1 N en présence quelque gouttes de phénophtalyne et chauffé.
- Titrer par NaOH (0.1N) en présence de phénophtalyne jusqu'à virage de l'indicateur (persiste au moins 10 secondes )

## CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

---

### Expression des résultats

L'acidité est donné par la relation :  $A = (V \times 2.82) / P_e$

Où

**V** : désigne le volume de potasse employé.

**2.82** : la masse molaire d'acide oléique.

**P** : la masse de la prise d'essai.

#### II.2.1.2.2. Indice de peroxyde

L'indice de peroxyde est le nombre de milliéquivalents d'oxygène actif par kilogramme de corps gras.

### Mode opératoire

- Dans une fiole, peser à 0,001 gramme près, 2 grammes d'échantillon.
- Ajouter 10 millilitres de chloroforme. Dissoudre rapidement la prise d'essai en agitant.
- Ajouter 15 millilitres d'acide acétique puis 1 millilitre de solution de potassium.
- Remettre le bouchon rapidement, agiter pendant une minute et laisser reposer pendant exactement 5 minutes à l'abri de la lumière et à une température de 15 à 25°C.
- Ajouter environ 75 millilitres d'eau distillée.
- Titrer l'iode libéré avec une solution de thiosulfate de sodium  $Na_2S_2O_3$  0,002 N en agitant vigoureusement et en employant une solution d'empois d'amidon comme indicateur.
- Effectuer simultanément un essai à blanc. Si le résultat de ce dernier excède 0,05 millilitre de solution de thiosulfate de sodium 0,001N, remplacer les réactifs impurs

### Expression des résultats

L'indice de peroxyde ( $I_p$ ), exprimé en milliéquivalents d'oxygène actif par kilogramme, est fourni par la formule :  $I_p = (V_e - V_b) \times 10 / P_e$

Où

**V<sub>e</sub>** : volume de thiosulfate de sodium normalisé utilisée pour l'essai (ml).

**V<sub>b</sub>** : volume de thiosulfate de sodium pour l'essai blanc (ml).

**P<sub>e</sub>** : la prise d'essai (gr).

#### II.2.1.2.3. Absorbance spécifique dans l'ultraviolet

L'analyse spectrophotométrique dans l'ultraviolet permet de déterminer les coefficients d'extinction  $K_{232}$  et  $K_{270}$  calculés à partir de l'absorption à 232 et 270 nm qui correspondent au maximum d'absorbance des hydro-péroxydes et des produits secondaires d'oxydation.

## CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

---

### Mode opératoire

- 0,1 g de l'échantillon est dissout dans 10 ml du cyclohexane. Après homogénéisation, on mesure les extinctions K232 et K270.
- L'absorbance se fait à 232 nm et 270 nm avec à un spectrophotomètre UV
- La lecture se fait dans une cuve en quartz

### Expression des résultats

Les valeurs du coefficient d'extinctions spécifiques à 232 nm et 270 nm sont calculées selon la formule suivante :  $K_{\lambda} = E_{\lambda} / c \times s$

#### Où :

$K_{\lambda}$ : extinction spécifique à la longueur d'onde  $\lambda$ ;

$E_{\lambda}$ : extinction mesurée à la longueur d'onde  $\lambda$ ;

c : concentration de la solution en grammes par 100 millilitres ;

s : épaisseur de la cuvette en centimètres

#### II.2.1.2.4. Indice d'iode

L'indice diode est le nombre de grammes d'iode fixés par 100 grammes d'huile.

### Mode opératoire

- Introduire la prise d'essai (0.1g d'huile) dans une fiole de 500 millilitres.
- Ajouter 20 millilitres de solvant pour dissoudre l'huile. Ajouter exactement 25 millilitres du réactif de Wijs, boucher, agiter le contenu et placer la fiole dans un endroit sombre pendant une heure.
- Préparer un essai à blanc avec le solvant et le réactif mais sans la prise d'essai.
- Une fois ce laps de temps écoulé, ajouter 20 millilitres de la solution d'iodure de potassium et 150 millilitres d'eau dans chaque fiole.
- Titrer avec la solution thiosulfate de sodium 0.1N en présence d'empois d'amidon jusqu'à ce que la couleur jaune dûe à l'iode ait pratiquement disparu.
- Ajouter quelques gouttes de la solution d'amidon et poursuivre le titrage jusqu'au moment où la couleur bleue disparaît après avoir agité vigoureusement le contenu

### Expression des résultats

L'indice d'iode est donné comme suit :  $I_i = 12,96 \times ((V1-V2) / M) \times C$

#### Où :

C : concentration, en moles par litre, de la solution de thiosulfate de sodium utilisée.

## CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

---

V<sub>1</sub> : volume, en millilitres, de la solution Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> utilisé pour l'essai à blanc.

V<sub>2</sub> : volume, en millilitres, de la solution Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> utilisé pour la détermination.

M : masse en gramme de la prise d'essai.

### II.1.2.2.5. Indice de saponification

L'indice de saponification (I<sub>s</sub>) d'un lipide est la masse d'hydroxyde de potassium KOH, exprimée en milligrammes, nécessaire pour neutraliser les acides gras libres et saponifier les acides gras estérifiés contenus dans un gramme de matière grasse.

#### Mode opératoire

- Introduire dans une fiole une prise d'essai de 2g d'huile et 25 ml de potasse alcoolique (0,5N) ;
- Porter à ébullition au bain-marie pendant 30 mn ;
- ajouter 3gouttes de phénolphaléine ;
- effectuer un titrage à chaud de l'excès de potasse avec l'acide chlorhydrique (0,5N) jusqu'à décoloration.
- réaliser un essai à blanc dans les mêmes conditions.

#### Expression des résultats

L'indice de saponification est donné par la relation suivante :

$$I_s = (V_0 - V_1) \times 56,1 \times N / M$$

Où:

V<sub>0</sub> : Volume de la solution d'HCl utilisé pour l'essai à blanc.

V<sub>1</sub> : Volume de la solution d'HCl utilisé pour l'échantillon

N : Normalité de la solution d'HCl.

M : masse de la prise d'essai.

### II.2.2. Détermination de la composition en Acides gras

L'analyse et la détermination de la composition de l'huile en acides gras est réalisée par chromatographie en phase gazeuse (CPG) après estérification de l'huile et par comparaison à des standards (Ollivier *et al.*, 2001).

## CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

---

### - **Préparations des esters méthyliques des acides gras**

La transformation de l'huile en esters méthyliques est réalisée par Trans-estérification dans une solution méthanolique d'hydroxyde de potassium.

### - **Analyse chromatographique des esters méthyliques d'acides gras**

Les esters méthyliques ainsi préparés sont analysés au moyen d'un chromatographe Chrompack CP 9002 équipé d'une colonne capillaire Cp Sil 88 CB (5% Phenyl + 95% dimethylpolysiloxane) {L = 30m ; D = 320  $\mu$ m ; e = 0,25  $\mu$ m}}, d'un injecteur split 1/100 et d'un détecteur à ionisation de flamme.

Les températures du détecteur et de l'injecteur sont respectivement de 250 et 260 °C et le four est programmé de 150 °C à 220 °C avec un gradient de 4°C/min. Le gaz vecteur est de l'Azote avec un débit dans la colonne de 0.5 millilitre par minute.

L'identification des esters méthyliques est faite par comparaison des temps de rétention avec les esters méthyliques de témoin préalablement analysés.

***CHAPITRE III : RESULTATS ET  
DISCUSSION***

## CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

### III.1. Propriétés physico-chimiques de l'huile de l'argan

Le tableau 2 regroupe les principaux résultats de l'analyse physico-chimique qui caractérise l'huile de l'argan, l'huile d'olive et de l'huile de lentisque.

**Tableau 2.** Récapitulatif des résultats moyens de l'analyse physico-chimique d'huiles d'Argania spinosa, d'Olea europaea et de Pistacia lentiscus

|   | Paramètres                                  | Huile d'argan       | Huile d'olive  | Huile de lentisque |
|---|---|---------------------|----------------|--------------------|
| <b>Caractéristiques organoleptiques</b>   | Texture                                     | Liquide à 20°C      |                |                    |
|   | Goût - odeur                                | Amande              | Fruitée        | Fruitée            |
|   | Couleur Lovibond                            | verte               | 1.2 R / 23.6 Y | 1.6 R / 30 Y       |
|   | Aspect                                      | Limpide             | limpide        | limpide            |
| <b>Caractéristiques physiques</b>         | Densité (à 20°C)                            | <b>0.9175</b>       | <b>0.9107</b>  | <b>0.9025</b>      |
|   | Humidité (H%)                               | <b>0</b>            | <b>0.12</b>    | <b>0.08</b>        |
|   | Indice de réfraction (à 20°C)               | <b>1,4695</b>       | <b>1.4665</b>  | <b>1.4685</b>      |
|   | Taux d'impureté insolubles (%)              | <b>2.08</b>         | <b>0.6</b>     | <b>0.17</b>        |
| <b>Caractéristiques physico-chimiques</b> | Indice d'acidité (% en acide oléique)       | <b>0.33</b>         | <b>0.28</b>    | <b>7.68</b>        |
|   | Indice de Peroxyde (méq O <sub>2</sub> /kg) | <b>7.71</b>         | <b>5.97</b>    | <b>5.44</b>        |
|   | Extinction spécifique K <sub>232</sub>      | <b>2.132</b>        | <b>2,60</b>    | <b>3.257</b>       |
|   | K <sub>270</sub>                            | <b>0.510</b>        | <b>0.331</b>   | <b>0.498</b>       |
|   | Indice d'iode (g/100 g)                     | <b>76.71 /83.11</b> | <b>77.409</b>  | <b>101.52</b>      |
|   | Indice de saponification (mg de KOH/g)      | <b>154.275</b>      | <b>166.89</b>  | <b>173.04</b>      |
|   | Teneur en phosphores                        | <b>53.130</b>       | <b>27.5085</b> | <b>41.3169</b>     |

### *III.2. Propriétés physiques*

#### **III.2.1. Densité**

Conformément à la norme marocaine (NM 08.5.090) qui précise que la densité de l'huile d'argan à 20 °C oscille entre 0,906 - 0,919, les échantillons analysés dans cette étude affichent une valeur moyenne inférieure à la limite maximale. Par ailleurs et comparativement à l'huile d'olive et à l'huile de lentisque, l'huile d'argan paraît plus dense. A noter que la densité est étroitement liée à la température de mesure, lorsque nous augmentons la température, la densité diminue à mesure que l'huile se dilate.

#### **III.2.2. Humidité**

L'humidité de l'huile est la quantité d'eau présente dans l'huile ; celle-ci provient du procédé d'extraction ainsi que des tissus végétaux des graines à l'huile. Le taux d'humidité des trois huiles analysées présente une marge de différence importante qui est vraisemblablement lié au procédé d'extraction. Ainsi, l'huile d'argan présente un taux d'humidité nul alors que l'huile d'olive et l'huile de lentisque présentent des taux de 0.12 et 0.08% respectivement. Ceci est expliqué par fait de rajouter de l'eau lors de l'extraction semi-industrielle de l'huile d'olive et l'humidité absorbé par les baies de lentisques avant extraction par presse. Néanmoins, il faut signaler que les teneurs en eau de ces huiles sont inférieures à la norme du COI (2009) qui fixe la teneur maximale à 0,2% pour l'huile d'olive extra-vierge.

#### **III.2.3. Indice de réfraction**

L'indice de réfraction est considéré comme un critère de pureté d'une huile. Il est proportionnel au poids moléculaire des acides gras ainsi qu'à leur degré d'insaturation. La valeur de l'indice de réfraction de l'huile d'argan (1,4695) est comprise dans la fourchette (1,463-1,472) établie par norme marocaine (NM 08.5.090). Cette valeur se rapproche des indices de réfraction de l'huile de lentisque (1,4685) et de l'huile d'olive (1,4665) et qui est elle-même conforme à celle établie par CODEX ALIMENTARIUS (2009) pour l'huile d'olive (1,4677 à 1,4707).

### *III.3. Propriétés physico-chimiques*

#### **III.3.1. Indice d'acidité (IA)**

L'indice d'acide d'un corps gras est un bon indicateur pour déterminer son altération. L'huile d'argan analysée dans cette étude présente une acidité égale à 0.33%. Cette acidité est inférieure à la valeur maximale de 0.8% recommandée par **SNIMA (2003)**. D'après **Gharby et al. (2013)**,

## CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

---

l'huile d'argan est classée selon ce critère en huiles d'argan vierges lorsqu'il est inférieur à 2,5%, et en huiles dites lampantes et impropres à la consommation humaine quand l'acidité est supérieure à 2.5%.

Parmi les huiles d'argan vierges consommables en état on distingue :

- L'huile d'argan vierge extra dont l'acidité est inférieure ou égale à 0.8% ;
- L'huile d'argan vierge fine dont l'acidité est comprise entre 0.8 et 1.5% ;
- L'huile d'argan vierge courante dont l'acidité est comprise entre 1.5 et 2.5%.

Il est de même pour l'huile d'olive qui présente une acidité de 0.28%. Contrairement à cela, l'huile de lentisque présente une acidité élevée qui est égale à 7.68%. Bien que ce résultat est supérieur aux limites préconisées par les normes Codex Alimentarius pour les huiles végétales vierges et raffinées, il semble en accord avec les données de la littérature, en l'occurrence ceux de **Maameri *et al.* (2014)** et **Charef *et al.* (2008)** qui rapportent des valeurs d'acidité entre 7.7-24%. Le stade de maturité des baies de lentisque semble être le facteur responsable de cette différence.

### III.3.2. Indice de peroxyde

L'indice de peroxyde, qui indique la teneur en peroxydes et hydro-péroxydes, produits primaires de l'oxydation des huiles, est l'un des indicateurs de qualité les plus courants des huiles. La valeur de l'indice de peroxyde de l'huile d'argan trouvée dans cette étude est de l'ordre de 7.71 meq O<sub>2</sub>/kg d'huile. Ce résultat est conforme à la norme marocaine qui fixe la valeur maximale de cet indice à 15 Méq O<sub>2</sub> /Kg d'huile. Les échantillons d'huile d'olive et de lentisque analysés montrent des indices proches à celui de l'huile d'argan et nettement inférieurs aux recommandations des normes internationales (<20 meq.kg-1 pour les huiles vierges).

Les travaux traitant l'impact du procédé d'extraction sur ce paramètre, ont bien montré que cet indice était plus élevé dans les huiles extraites traditionnellement comparativement avec les procédés d'extraction à froid (**Gharby *et al.*, 2012**).

### III.3.3. Extinction spécifique (E232 & E270)

Le degré et le stade d'oxydation d'une huile peuvent être évalués par des coefficients d'absorption de la lumière dans l'ultraviolet appelés absorbances spécifiques K<sub>232</sub> et K<sub>270</sub> (**Gharby *et al.*, 2012**). Plus l'extinction de l'huile à 232 nm est forte, plus elle est peroxydée. De même, plus l'extinction à 270 nm est forte, plus elle est riche en produits d'oxydation secondaires, ce qui traduit une faible aptitude à la conservation. Comparativement à la norme

du COI, qui fixe pour les coefficients d'extinction à 232nm et à 270nm des valeurs inférieures à 2,5 et 0,2 pour la catégorie de " huile d'olive vierge extra ", nous constatons que les extinctions spécifiques dans l'ultraviolet pour l'huile d'argan ( $K_{232}=2.132$  et  $K_{270}=0.151$ ) présentent des valeurs nettement inférieures à ces limites. Par contre, l'examen des résultats relatifs aux coefficients  $K_{232}$  et  $K_{270}$  de l'huile d'olive (2.6 ; 0.331) permet de constater qu'elle est conforme à la norme du COI qui fixe pour la catégorie de l'huile vierge fine le coefficient d'extinction à 232nm à 2.6. Néanmoins la valeur de l'extinction à 270 nm est légèrement supérieure à celle du COI (2011) ; ( $K_{270}=0.3$ ).

### III.3.4. Indice d'iode

L'indice d'iode est une appréciation du degré d'insaturation contenu dans les chaînes des acides gras et des esters d'une huile donnée. Il est en rapport direct avec le degré d'oxydation d'une huile, étant donné que plus une huile est insaturée, plus son indice d'iode est élevé. La valeur de l'indice d'iode de l'huile d'argan analysée dans cette étude (76,7 g I<sub>2</sub>/100 g d'huile) est inférieure à celle de la norme marocaine qui indique une fourchette de 91,0 - 110,0 g I<sub>2</sub>/100 g d'huile. Nous constatons également que cette valeur est comparable à celle de l'huile d'olive (77.4) mais inférieur à celle de l'huile de lentisque qui est de (97.3). Ce résultat suppose que le degré d'insaturation de l'huile d'argan est de même ordre que celui de l'huile d'olive mais qu'il est inférieur à celui de l'huile de lentisque puisque les indices d'iode sont positivement corrélés avec la présence d'acides gras insaturés (**Gunstone, 2008**).

### III.3.5. Indice de Saponification

L'indice de saponification rend compte de la longueur des chaînes hydrocarbonées des acides gras. L'huile d'argan analysée lors de cette étude présente un indice de saponification (168.3 mg/g) comparable à celui de l'huile d'olive (166.8 mg/g) et de l'huile de lentisque (173.04 mg/g). Néanmoins, ces valeurs sont inférieures à la norme marocaine pour l'huile d'argan qui fixe une fourchette de 189,0 - 199,1 mg/g et la norme du COI pour l'huile d'olive qui souligne que l'indice de saponification varie entre 184 à 196 mg/g.

Cette large plage de différence observée entre nos résultats et ceux de la bibliographie est sans doute liée au procédé d'extraction. En effet, l'huile extraite par solvant présente un indice de saponification faible par rapport à l'huile préparée traditionnellement ou par extraction par presse. La torréfaction des graines semble également influencer les valeurs de saponification des huiles. L'huile préparée à partir d'amandes torréfiées présente des valeurs de saponification

## CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

plus élevées (197,9), que celle obtenues d'amandes non torréfiées (180,0). La spécificité géographique constitue également un facteur qui influence l'indice de saponification et l'acidité de l'huile de l'argan (**Hilali et al., 2005**).

### III.4. Composition chimique de l'huile de lentisque

Toutes les huiles végétales sont composées d'une fraction saponifiable (triglycérides) et d'une fraction insaponifiable (composants mineurs). Dans cette étude, nous nous sommes limités à déterminer la teneur et la composition des acides gras de la fraction saponifiable.

#### III.4.1. Composition en acides gras

L'analyse des esters méthanoliques par chromatographie en phase gazeuse, a permis d'identifier les acides gras présents dans les trois huiles étudiée (Tableau 2).

**Tableau 3.** Composition en acides gras de l'huile de lentisque (exprimée en pourcentage des acides gras totaux)

| ACIDE GRAS   | Huile d'Argan  | Huile d'olive  | Huile de lentisque |
|--|----------------|----------------|--------------------|
| Acide myristique C14 :0                              | 0.13%          | 0.12 %         | -                  |
| <b>Acide palmitique / C16 :0</b>                     | <b>13.20 %</b> | <b>18.03 %</b> | <b>25.67 %</b>     |
| Acide palmitoléique / C16 :1 $\omega$ 7              | 0.14 %         | 2.54 %         | 1.69 %             |
| Acide stéarique / C18 :0                             | <b>6.53 %</b>  | 1.92 %         | 1.31 %             |
| <b>Acide oléique / C18 :1<math>\omega</math>9</b>    | <b>49.01 %</b> | <b>64.75 %</b> | <b>51.59 %</b>     |
| <b>Acide linoléique / C18 :2<math>\omega</math>6</b> | <b>29.85 %</b> | <b>11.20 %</b> | <b>19.02 %</b>     |
| Acide linoléique / C18 :3 $\omega$ 3                 | 0.07 %         | 0.71 %         | 0.43 %             |
| Acide arachidique / C20 :0                           | 0.46 %         | 0.41 %         | 0.13 %             |
| Acide gondoïque / C20 :1 $\omega$ 9                  | 0.43%          | 0.28 %         | 0.12 %             |
| Acide béhénique / C22 :0                             | 0.14%          | 0.13 %         | -                  |

La composition en acides gras d'une huile joue un rôle important au niveau de sa qualité nutritionnelle. La renommée de l'huile d'olive se doit à l'importance de son apport en acides gras mono-insaturés et en particulier au taux d'acide oléique allant de 55 % et pouvant atteindre 83 %. Cette composition en acides gras confère à l'huile d'olive son originalité, ainsi que ses propriétés thérapeutiques. Divers facteurs, tels que le degré de maturité des fruits, la spécificité géographique, la variété ont une incidence sur le profil de composition en acides gras de l'huile d'olive (**Haddam et al., 2014**).

### CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

---

Dans le présent travail, les résultats d'analyse des trois huiles montrent que la composition en acides gras de leurs huiles est conforme aux spécifications exigées par la norme marocaine (NM 08.5.090) (SNIMA, 2003) pour l'huile d'argan et la norme commerciale COI (2011) pour l'huile d'olive. Néanmoins cette composition est variable selon l'espèce végétale. L'analyse de la composition en acides gras des trois huiles a montré que l'acide oléique **majoritaire** (C18 :1) est présent avec un taux de 49% dans l'huile d'argan. Ce taux est proche de celui de l'huile de lentisque qui enregistre une légère augmentation avec un taux 51.6 %. L'huile d'olive présente le taux le plus élevé qui atteint les 65 %. Quant à l'acide linoléique (C18 :2 $\omega$ 6), le taux le plus élevé est enregistré avec l'huile d'argan avec un taux de 29%, suivi de l'huile de lentisque avec 19 % et 11.2 % pour l'huile d'olive. Le pourcentage des acides gras mono-insaturés (l'acide oléique et linoléique) est en accord avec les résultats de divers travaux (**Hillali et al. 2005 ; Kharbach et al. 2019 ; Miklavčič et al. 2020**).

Par ailleurs, l'acide palmitique représentant des acides gras saturés est présent dans l'huile d'argan à un taux de 13.20 %. Ce taux est légèrement supérieur dans l'huile d'olive (18.03 %). Mais le taux le plus élevé (25.67 %) se trouve dans l'huile de lentisque. Par contre, le pourcentage le plus élevé de l'acide stéarique (C18 :0) se retrouve dans l'huile de l'argan avec une valeur de 6.53 %. Ce taux est de 1.92 % et 1.31 % dans l'huile d'olive et l'huile de lentisque respectivement. **Hillali et al. (2005)** ont rapporté un taux de 11.8-13.5 d'acide stéarique dans 21 échantillons d'huile d'argan prélevés dans différentes régions du Maroc. Quant aux acides myristique (C14 :0), palmitoléique (16:1), linoléique (C18 :3), gondoïque (C20 :1), et béhénique (C22 :0,) sont tous présents à un taux <0,5%.

## **CONCLUSION ET PERSPECTIVES**

### *CONCLUSION ET PERSPECTIVES*

Notre travail s'inscrit dans le cadre de la valorisation des huiles locales en l'occurrence l'huile d'argan, extraite des amandes des graines de cet arbre endémique du nord-occidental Algérien. La production de cette huile traditionnellement réalisée par un procédé artisanal, est extraite à titre expérimental dans notre étude à l'aide d'une presse mécanique à froid. Notre objectif étant de déterminer les caractéristiques physico-chimiques de cette huile et sa composition en acides gras.

Ces caractéristiques montrent que cette huile présente des propriétés physicochimiques intéressantes dans l'ensemble. Les paramètres (indice d'acidité, de peroxyde et le coefficient d'extinction) qui permettent d'évaluer la qualité d'une huile, ont démontré que l'huile d'argan obtenue dans nos conditions expérimentales, est de catégorie vierge extra. Nous supposons que le procédé d'extraction par pression à froid a certainement sauvé la qualité de l'huile extraite. Néanmoins, l'oxydation de l'huile qui met en jeu un ensemble de réactions auto-catalytiques donne naissance à un nombre de produits néoformés dans plusieurs types d'huiles. Les coefficients d'extinction  $K_{232}$  enregistrés dans notre étude (2,13) sont pratiquement inférieurs par rapport aux deux huiles analysées. En conséquence, nous pouvons affirmer que l'intensité des modifications produites ne dépendent pas seulement de la température, mais également de la nature de l'huile et plus particulièrement de la disponibilité de l'oxygène, principal agent oxydant.

Comme toutes les huiles oléiques-linoléiques, l'huile d'argan contient environ 80 % d'acides gras insaturés. L'acide oléique et linoléique représentant 49.01 % et 29.85 % des acides gras, ce qui confère à l'huile un intérêt du point de vue nutritionnel et ceci est d'autant plus intéressant si la présence de tocophérols en quantité appréciable donne à l'huile un grand degré de résistance aux oxydations

Comparativement aux huiles d'olive et de lentisque, l'huile d'argan est plus riche en acides palmitique et linoléique et contient moins d'acide oléique. Par contre, elle est différente des huiles de soja et de maïs concernant l'acide palmitique, moins riche en acide linoléique et plus riche en acide oléique.

Cette étude devra être poursuivie afin d'identifier la composition en tocophérols qui sont les principaux antioxydants des huiles.

*REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES*

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

### *REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES*

Adlouni, A. (2010). L'huile d'argan, de la nutrition à la santé. *Phytothérapie* 8, 89-97.

Ait Aabd, N. Développement du gamétophyte mâle et femelle chez *Argania spinosa* (L.) Skeels. Agadir, Univ. Ibn Zohr, Diplôme des Études Supérieures Approfondies (DESA) 2007, 31 p.

Aziz, L. Mormont, M. et K, Allali. (2013). Effets de la marchandisation de l'arganier sur la vie socioéconomique des populations de l'arganeraie marocaine. *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 13 Numéro 1 | avril URL : <http://journals.openedition.org/vertigo/13445> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/vertigo.13445> .

Badreddine, A. (2016). Préparation et caractérisation, d'extraits d'*Argania spinosa* et d'huile, d'argan et évaluation de leurs effets neuroprotecteurs in vivo et in vitro. *Biochimie, Biologie Moléculaire*. Université de Bourgogne. HAL Id: tel-01499664 <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01499664> Submitted on 31 Mar 2017.

Benjelloun, N. (2014). Huile d'argan, propriétés pharmacologiques et mise en place d'un processus de contrôle. Thèse pharmacie. 182 P.

Charrouf, Z. et Guillaume, D. (2007). Huile d'argan une production devenue adulte. *Les technologies de laboratoire - N°6* Septembre – Octobre 4-7.

Charrouf, M. (1984). Contribution à l'étude chimique de l'huile d'*Argania spinosa* (L.) Sapotaceae. Thèse université de Perpignan.

Codex Alimentarius. (2009). Normes alimentaires Internationales pour les huiles végétales portant un nom spécifique CODEX STAN 210-1999. Adoptée en 1999. Amendement : 2005, 2011, 2013, 2015. Révision : 2001, 2003, 2009. CODEX ALIMENTARIUS.

Conseil Oléicole International. (2009). Norme commerciales applicables aux huiles d'olives et aux huiles de grignons d'olives COI/NCn°3/Rev.4.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

Conseil Oléicole International. (2011). COI /T.15 / NC n° 3/ Rév.6 (Novembre). Norme commerciale applicable aux huiles d'olive et huiles de grignons d'olives.

COI/Doc. No. 1. Novembre 2011. Guide pour la détermination des caractéristiques des olives à huile.

El Monfaloutia, H. Guillaume, D. Denheza, C. and Charrouf, Z. (2010). Therapeutic potential of argan oil: a review. *Journal of Pharmacy and Pharmacology* 62: 1669–1675.

Gharby, S. Harhar, H. Kartah, B. Chafchaoui, I. Bouzoubaâ, Z. Guillaume, D. & Charrouf, Z. (2013). Contrôle de la qualité de l'huile d'argan. Actes du 2ème Congrès International de l'Arganier, Agadir 9 - 11 décembre 248-254.

Gunstone, F.D. (2008). *Oils and Fats in the Food Industry*. West Sussex: John Wiley & Sons,

Guillaume, D. et charrouf, Z. (2005). Saponines et métabolites secondaires de l'arganier (*Argania spinosa*). *Cahiers Agricultures* vol. 14, n° 6, novembre-décembre 509-513.

Haddam, M. Hammadi, Chimi. Aziz Amine. (2014). Formulation d'une huile d'olive de bonne qualité. *OCL* 21(5) D507.

Hilali, M. Charrouf, Z. Aziz Soulhi, A. E. Hachimi, L. & Guillaume, D. (2005). Influence of Origin and Extraction Method on Argan Oil Physico-Chemical Characteristics and Composition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53(6), 2081–2087.

Kaabèche, M. Benkheira, A. Mouzaoui, A. Khaznadar, M. et Benia, F. (2013). L'arganeraie de Tindouf : un patrimoine floristique exceptionnel ! *Algerian journal of arid environment* 24 vol. 3, n° 2, 24-33.

Kaabèche, M. Benkheira, A. et B. de Foucault. (2010). L'arganeraie d'Algérie : structure, écologie, syntaxonomie, dynamique. *Acta Bot. Gallica* 157 (3), 563-572.

Kechairi, R. et Abdoun, F. (2016). État des lieux cartographiques de l'arganier *Argania spinosa* (L.) Skeels (Sapotaceae) en Afrique Nord-Occidentale (Algérie et Sahara Occidental).

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

International Journal of Environmental Studies. Volume 73, Issue 2.  
<https://doi.org/10.1080/00207233.2016.1148448> .

Khallouki, F. Eddouks, M. Mourad, A. Breuer, A. Owen, R.W. Ethnobotanic, ethnopharmacologic aspects and new phytochemical insights into Moroccan Argan fruits. Int. J. Mol. Sci. 2017, 18, 2277. [CrossRef] [PubMed]

Khalil, F. Rharrabti, Y. Boukroute, A. Mahyou, H. Berrichi, A. (2015) Cartographie de l'aire de répartition de l'arganier (*Argania spinosa* L. Skeels) dans la région orientale du Maroc par le G.P.S. combiné au S.I.G. Revue « Nature & Technologie ». C-Science de l'Environnement, n° 12/Janvier 16-24.

Kharbach, M. Kamal, R. Marmouzi, I. Barra, I. Cherrah, Y. Alaoui, K. Heyden, Y.V. Bouklouze, A. (2019). Fatty acid profiling vs. UV-Visible fingerprints for geographical classification of Moroccan Argan oils. Food Control 95, 95–105.

Ozenda, P. (1991). Flore et la Végétation du Sahara, 3rd Ed. C.N.R.S. : Paris, France, 662p.

Quezel, P. Santa, S. (1962). Nouvelle Flore de l'Algerie et des Régions Désertiques Méridionales ; Centre National de la Recherche Scientifique : Paris, France, 738p

Messahli, S. Taguemount. M. Chermat. Sabah. (2019). Valorisation de l'huile de *Pistacia lentiscus*, L. dans le Nord-Est Algérien (Sétif et Béjaia). Mémoire Pharmacie.

M'hirit, O. Benzyane, M. Benchekroune, F. El yousfi, S. et Bendaanoun, M. (1998). L'arganier une espèce fruitière forestière à usage multiples, Pierre Mardaga Edit. Belgique 11 - 54.

Miklavčič, M. B. Fouad Taous, Vasilij Valenčič, Tibari Elghali, Maja Podgornik, Lidija Strojnik and Nives Ogrinc. (2020). Fatty Acid Composition of Cosmetic Argan Oil: Provenience and Authenticity Criteria. Molecules 25, 4080; doi: 10.3390/molecules 25184080.

Mouhaddab, J. Filali Alaoui, I. Zahidi, A. El Mousadik, A. (2016). Etude du mode de reproduction et de dissémination du pollen chez l'arganier (*Argania spinosa* (L) skeels).

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

American Journal of Innovative Research and Applied Sciences. ISSN 2429-5396 I  
www.american-jiras.com.

Msanda. F. El Aboudi, A. Peltier, J-P. (2005). Biodiversité et biogéographie de l'arganeraie marocaine. Cahiers Agricultures vol. 14, n° 4 juillet-août, 257-364.

Tabet, S. kechebar, M.S.A. karoune, S. belhamra, M. (2013). Evaluation en continu par des mesures synchroniques de l'aire de répartition de l'arganier en Algérie. Journal Algérien des Régions Arides N° Spécial. 39-45.

Rahmani, M. (2005). Composition chimique de l'huile d'argane « vierge ». Cahiers Agricultures vol. 14, n° 5 septembre-octobre, 461- 465.

SNIMA : Service de normalisation industrielle (2003). Corps gras d'origine animale et végétale Huile d'argan. Spécifications, Norme Marocaine NM 08.5.090. Rabat (Morocco).

UNESCO. Strengthening of the Argan Biosphere Reserve (SABR), Morocco. Available online : [http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/ecological\\_sciences/biosphere-reserves/arabstates/morocco/arganeraie/sustainable-development/](http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/ecological_sciences/biosphere-reserves/arabstates/morocco/arganeraie/sustainable-development/) (accessed on 1 January 2019).

