



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et de la vie
Département des sciences de la nature et de la vie
Filière : Sciences biologiques

Référence / 2024

MÉMOIRE DE MASTER

Spécialité : Biochimie Appliquée

Présenté et soutenu par :
KHERRAMA Hanane KHOUDIR Nessrin

Le: mardi 11 juin 2024

Synthèse : Caractérisation physico-chimiques et biochimiques d'une huile végétale (*Pistacia lentiscus*) issue d'Est (El Kala, Skikda) et du Nord Algérien (Bouira, Tipaza et Boumerdes).

Jury :

Mme	Toulbia Nadjiba	MAA	Université de Biskra	Président
Mme	Merzougui Imene	MCB	Université de Biskra	Rapporteur
Mme	Yacoub Fadjria	MAA	Université de Biskra	Examineur

Année universitaire : 2023 – 2024.

Remerciements

Avant tout, on remercie Dieu le tout Puissant,

En tout premier lieu, nous souhaitons adresser nos remerciements les plus sincères à notre encadreur, M^{me} Merzougui Imene , pour avoir dirigé ce travail et a accepté de nous encadrer, pour ses conseils et son orientation, pour sa disponibilité.

Nos remerciements s'adressent également aux membres de jury, pour avoir donné de leur temps et de leur énergie afin de suivre les étapes de notre travail.

Enfin on remercie chaleureusement tous nos enseignants du Département des sciences de la nature et de la vie, pour leurs soutiens et formation ainsi qu'à toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

«HANANE» et «NESSRIN»

Dédicaces

Avant tout, je loue et remercie Dieu Tout-Puissant de lui avoir accordé le succès.

Cependant, toutes les lettres ne parviennent pas à trouver les mots corrects...Pour exprimer ses remerciements, son amour ...Je dédie aussi simplement ce travail

Au Roi et à la Reine, **à ma mère et à mon père**, qui ont toujours été mon soutien dans le suivi

Mon étude, et j'ai beaucoup sacrifié pour mon succès et atteindre ce niveau

À ma deuxième mère, Zohra qui m'a toujours soutenu

À frère le plus merveilleux du monde Mehdi

À la petite maison, Douaa À ma grande joie, mon fils, Hamza Zoubir

À ma sœur, mon amie et mon amant, Achouak

À mon deuxième père, Mohamed À mon ami Messaoud

À ma sœur, Chahra , Widad

À ma grand-mère et mon grand-père

À mon oncle Nouri, À tous mes oncles

À toutes mes familles, Kherrama et Ghenissa

A mes professeurs, Mme Merzougui Imane , Mme Bousif Asmaa, Mme Kherour warda

À tous les professeurs de la Faculté des sciences naturelles et de la vie

À tous les amis : Achouak, Halima, Ahlam, Hanadi, Alia, Nesrin, Baya, Selma, Nessrin, Zaineb, Asma, Chorouk, Rouqaya, Achouak, Samira, Hasina, Ferouz, Khedija, Heddi, Gamra, Sara, Maria, Radia, El hadj, Mohamed, Abde Rahman, Abde Wehab

À tous ceux que j'aime et à tous ceux qui m'ont soutenu dans la réalisation de mon parcours académique

«HANANE»

Dédicaces

Je dédie ce travail à la mémoire de mes parents : Fahima Bent Hmada Et Ahmed Ben

EL Bachir

À ma famille, À mes chères sœurs Salsabil, Amel, Amina, Leila, et mes chères frères

Salim, KHALED, Mohamed

Je ne saurai terminer sans citer mes amis qui m'ont toujours soutenu et encouragé à

suivre les chemins que je désirais. :Amani ,Mimo,Marwa

,Imen,bouthaina,Chaima,khadidja

«NESSRIN»

Table des matières

Liste des Tableaux.....	I
Liste des Figures.....	I
Liste des abréviations.....	I
Introduction.....	1
Partie 1. Synthèse Bibliographique	
Chapitre 1. Généralité sur <i>Pistacia lentiscus</i> L	
1.1. Généralités.....	3
1.2. Taxonomie de <i>pistacia lentiscus</i> L.....	3
1.3. Description botanique de <i>Pistacia lentiscus</i> L.....	4
1.4. Répartition géographique de <i>Pistacia lentiscus</i> L.....	5
1.5. Effets thérapeutiques de <i>Pistacia lentiscus</i> L.....	6
Chapitre 2. L'huile de <i>Pistacia lentiscus</i> L	
2.1. Huiles végétales.....	8
2.1.1. Définition.....	8
2.1.2. Composition.....	8
2.2. Huile de <i>Pistacia lentiscus</i> L.....	8
2.2.1. Définition.....	8
2.2.2. Composition chimique de l'huile de lentisque.....	8
2.2.2.1. Triglycérides.....	8
2.2.2.2. Acides gras.....	9
2.2.2.3. Composés phénoliques.....	9
2.2.2.4. Stérols.....	10
2.2.2.5. Tocophérols.....	10
2.2.2.6. Minéraux.....	11
2.3. Huile essentielles.....	11
Partie 2. Synthèse sur les travaux scientifiques choisis	
Chapitre 3. Méthodologie suivie dans les travaux choisis	
3.1. Zone d'étude et matériel végétal.....	13
3.1.1. Présentation de la zone d'étude.....	13
3.1.2. Localisation géographique et caractéristiques climatiques de la zone d'étude	13
3.1.2.1. El Kala.....	13
3.1.2.2. Skikda.....	14
3.1.2.3. Tipaza, Bouira, Boumerdes.....	14
3.2. Etude de l'huile de <i>Pistacia lentiscus</i>	15

3.2.1. Extraction de l'huile.....	15
3.2.2. Teneur en huile.....	17
3.3. Etude des caractéristiques physicochimiques de l'huile fixe de <i>Pistacia lentiscus</i>	18
3.3.1. Humidité.....	18
3.3.2. Acidité.....	19
3.3.3. Indice de saponification.....	20
3.3.4. Indice de peroxyde.....	21
3.3.5. Indice de réfraction.....	22
3.3.6. Indice d'ester	23
3.3.7. Extinction spécifique en UV.....	23
3.3.8. Indice d'iode.....	24
3.3.9. Indice de l'impureté.....	25
3.4. Etude biochimique de l'huile (dosage en Acide gras).....	25
3.4.1. Chromatographie en phase gazeuse des esters méthyliques des acides gras..	25
3.4.1.1. Préparation des esters méthyliques des acides gras.....	26
3.5. Dosage quantitatif des principes actifs.....	27
3.5.1. Dosage des polyphénols totaux.....	28
3.5.2. Dosage de chlorophylle.....	29
3.5.2. Dosage de caroténoïde.....	29

Chapitre 4. Résultats des travaux choisis

4.1. Etude de l'huile.....	31
4.1.1. Teneur en huile.....	31
4.2. Etude des caractéristiques physicochimiques de l'huile.....	31
4.2.1. Humidité.....	32
4.2.2. Acidité.....	32
4.2.3. Indice de saponification.....	33
4.2.4. Indice de peroxyde.....	34
4.2.5. Indice de réfraction.....	34
4.2.6. Indice d'ester.....	35
4.2.7. Extinction spécifique en UV.....	35
4.2.8. Indice d'iode.....	35
4.2.9. Indice de l'impureté.....	36
4.3. Etude biochimique de l'huile.....	37

4.3.1. La composition en Acide gras.....	37
4.4. Dosage quantitatif des principes actifs.....	41
4.4.1. Dosage des polyphénols totaux.....	41
4.4.2. Dosage de chlorophylle.....	41
4.4.3. Dosage de caroténoïde.....	42
Conclusion.....	43
Référence bibliographique.....	45
Annexes.....	53
Résumé	

Liste des tableaux

Tableau 1. Taxonomie de <i>Pistacia lentiscus</i> L	4
Tableau 2. Composition en acides gras de huile de <i>Pistacia lentiscus</i>	9
Tableau 3. Composition en stérols de huile de <i>Pistacia lentiscus</i>	10
Tableau 4. Composition en tocophérols de huile de <i>Pistacia lentiscus</i>	10
Tableau 5. Pourcentage des principaux constituants contenu dans les huiles essentielles de <i>Pistacia lentiscus</i>	11
Tableau 6. Les différentes zones dans lesquels les fruits de <i>Pistacia lentiscus</i> ont été récoltés. .	13
Tableau 7. Conditions chromatographique pour les ester méthyliques des huiles.	27
Tableau 8. Teneur en huile de fruits de <i>pistacia lentiscus</i>	31
Tableau 9. Les valeurs de l'indice de saponification.	33

Liste des figures

Figure 1. <i>Pistacia lentiscus</i> L.....	3
Figure 2. Fruits et feuilles de <i>Pistacia lentiscus</i> L.	5
Figure 3. Fleurs et résine de <i>Pistacia lentiscus</i> L.....	5
Figure 4. Aire de répartition du genre de <i>Pistacia</i>	6
Figure 5. Carte de la zone d'échantillonnage (El Kala).	14
Figure 6. Montage d'extraction Liquide-Solide (Soxhlet) des huiles de lentisque.....	16
Figure 7. Schéma simplifié du chromatographe en phase gazeuse.	26
Figure 8. La composition en acides gras des différentes régions étudiées.	38

Liste des abréviations

AG : Acide Gras
TG : Triglycérides
IS : Indice de Saponification
IP : Indice de Peroxyde
IR : Indice de Réfraction
IE : Indice d'Ester
ES : Extinction Spécifique
K232 : Coefficient d'extinction spécifique 232
K272 : Coefficient d'extinction spécifique 272
II : Indice d'Iode
IMP : Indice de l'Impurité
CEE : Communauté Economique Européenne
COI : Conseil Oléicole International
CODEX : Codex Alimentarius Commission
AGMI : Acides Gras Monoinsaturés
AGPI : Acides Gras Polyinsaturés
AGS : Acides Gras Saturés
OOL: Dioléyl-linoléylglycérol
OOO: Trioléylglycérol
OLL: Oleyl-dilinoéyl-glycérol
PLL: Palmitoyl-dilinoéyl-glycérol
POL:Palmitoyl-oléyl-linoléylglycérol
POO: Palmitoyl-dioléylglycérol
PPL: Dipalmitoyllinoéylglycérol
PPO: Dipalmitoyl-oléylglycérol
SLL: Stéaroyl-dilinoéylglycérol
SOL: Stéaroyl-oléyl-linoléylglycérol
LLL: Trilinoéyl-glycérol

Introduction

Introduction

Depuis des milliers d'années, l'humanité a utilisé diverses ressources trouvées dans son environnement afin de traiter et soigner toutes sortes de pathologies (Lee, 2004).

Les plantes médicinales sont une ressource précieuse pour la plupart de la population rurale et urbaine en Afrique et sont le principal moyen de guérison des personnes. Malgré les avancées de la pharmacologie, l'usage thérapeutique des plantes médicinales est très présent dans certains pays du monde, notamment dans les pays en développement (Kouider *et al.*, 2019).

La région méditerranéenne est connue pour son grande richesse en espèces végétales, notamment les plantes médicinales et aromatiques (Hadjichambis *et al.*, 2008). Parmi eux, on peut trouver *Pistacia lentiscus* L, connu sous le nom de mastic arbre originaire du bassin méditerranéen du Nord L'Afrique(Dragović *et al.*, 2020 ; El Bishbishy *et al.*, 2020; Milia *et al.*, 2021).

Pistacia lentiscus L. fait partie de la famille des *Anacardiaceae* ; ça peut atteindre jusqu'à 5 mètres de hauteur, il est persistant, ovale et brillant (Ladio *et al.*, 2007; Trabelsi *et al.*, 2012), connu en Algérie sous le nom de Darou ou Amadagh, dont l'extrait de ses fruits est transformé sous forme d'huile qui est utilisé pour des fins thérapeutiques, culinaires, ainsi que d'autres utilisations, représentant une grande efficacité sur la santé humaine (Bensalem, 2015). Sa vaste utilisation en pharmacopée arabe et européenne depuis les anciens temps (soigner quelques irritations de la peau, la chute de cheveux et certains malaises gastriques) est justifiée par sa richesse en composants chimiques(Hamlat et Hassani, 2008).

Notre objectif est de comparer la qualité de l'huile de lentisque extraite des fruits entre différents régions algériens de Bouira, Boumerdes, El Kala, Tipaza et Skikda en termes de propriétés physico-chimiques (humidité, acidité, l'indice de saponification, l'indice de peroxyde, l'indice de réfraction, l'indice d'ester, l'indice d'iode, extinction spécifique, l'indice de l'impureté insoluble) et d'autre part composition chimique en huile essentiel et composition des huiles en acides gras, phénol, chlorophylle, caroténoïdes, pour déterminer la meilleure et la mauvaise qualité de l'huile de lentisque.

Donc notre travail est divisé en deux parties; La première constitue une synthèse bibliographique regroupant comme chapitre1 une étude de *Pistacia lentiscus* L consacré à la taxonomie, description botanique et répartition géographique et les aspects pharmacologique et

effets thérapeutiques, suivi par l'huile de *Pistacia lentiscus* L et sa composition en tant que chapitre 2 se compose de l'huile végétale, huile de *Pistacia lentiscus* L et huile essentielle.

Dans la seconde partie de synthèse de ce travail, le chapitre 3 concerne la méthodologie suivie dans les travaux choisis, suivie par les résultats et une discussion qui synthétise l'ensemble des résultats obtenus et nous achevons notre travail par une conclusion générale avec une partie des annexes.

Synthèse bibliographique

Chapitre 1
Etude du *pistacia*
***Lentiscus* L**

1.1. Généralités

Pistacia lentiscus L. appartient à la famille des *Anacardiaceae* composée de plus de onze espèces (Trabelsi *et al.*, 2012). C'est une plante médicinale et aromatique qui pousse à l'état sauvage (Haloui *et al.*, 2018).

Le lentisque est un petit arbre de 6 à 8 m de hauteur au feuillage persistant, plus épais, vert foncé, feuilles brillantes, avec de courtes grappes auxiliaires de baies qui deviennent noires à la maturité. La floraison se situe entre le mois d'avril et le mois de juin, il fructifie entre le mois d'octobre et le mois de novembre (Bardeau, 2009). Cette plante a la capacité de s'adapter à de nombreuses conditions climatiques et pédologiques (Zohary, 1952) et des caractères biologiques positifs comme la tolérance à la sécheresse (Correia et Catarino, 1994).

Les principaux centres de diversité se situeraient d'une part dans les régions méditerranéennes du nord de l'Afrique, sud de l'Europe et le moyen orient et d'une autre part entre le centre et l'est de l'Asie (Al-Saghir, 2010).



Figure 1. *Pistacia lentiscus* L(Tassin, 2012).

1.2. Taxonomie de *pistacia lentiscus* L

Pistacia lentiscus L. est une espèce appartenant à la famille des *Anacardiaceae* (Trabelsi *et al.*, 2012). Cet arbre possède nombreuses noms qui diffèrent d'une société à une autre. Parmi ces noms on trouve :Derw, Darw en Arabe et Tidekt ,Tidekst en Berbère (Afrique du nord); Lentisco en Espagnol et Arbre au mastic en français et Mastixbaum en Allemand et aussi Mastic tree ou Chios en Anglais (Boukeloua et Belkhiri, 2009).

Tableau 1. Taxonomie de *Pistacia lentiscus* L(Maameri-Habibatni, 2014).

Règne	Végétal
Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Ordre	Sapindales
Famille	<i>Anacardiaceae</i>
Genre	<i>Pistacia</i>
Espèce	<i>Pistacia lentiscus</i> L

1.3. Description botanique de *Pistacia lentiscus* L

Pistacia lentiscus est caractérisé par :

Ecorce : Rouge sur les jeunes branches et devenant grise avec le temps; quand on incise l'écorce, la plante laisse s'écouler une résine irritante, non colorée à odeur forte (Bensalem, 2015).

Branches : pressées et tortueuses , forment une masse serrée.

Fruit : est une baie globuleuse de 2 à 3 mm, remplie par nucléole de la même forme, monosperme , au début elle est de couleur rouge, et lorsqu'elle mûrit à l'automne, elle devient brune (Bammou *et al.*, 2015).

Feuilles : persistantes, elliptiques, obtuse, brillantes en dessus, glabres ,composées, possédant un nombre pair de folioles (4 à 10) d'un vert Sombre, et dont le pétiole est bordé d'une aile verte (Bammou *et al.*, 2015).

Fleurs : unisexuées, très aromatiques, d'environ 3 mm de large se présentent sous forme de grappe, forment des racèmes de petite taille à l'aisselle des feuilles. Les fleurs males sont rouge foncé et les fleurs femelles sont vert jaunâtre.

Mastic : L'incision du tronc de cet arbuste fait écouler un suc résineux nommé mastic qui, une fois distillé, fournit une essence employée en parfumerie (Ben Douissa, 2004).



Figure 2. Fruits et feuilles de *Pistacia lentiscus* L (Bammou *et al.*, 2015).



Figure 3. Fleurs et résine de *Pistacia lentiscus* L (Ben Douissa, 2004).

1.4. Répartition géographique de *Pistacia lentiscus* L

Dans le monde *Pistacia lentiscus* est un arbrisseau que l'on trouve couramment en région méditerranéenne de l'Europe et d'Afrique et les sites arides d'Asie et, jusqu'aux Canaries (Bellakhdar, 2013). *Pistacia lentiscus* pousse à l'état sauvage et retrouve sur tout type de sol (More et White, 2005).

En Algérie le lentisque occupe le site méditerranéenne, semi-aride et subhumide sur tout type de sol (Smail-Saadoun, 2005) , plus précisément dans le bassin du Soummam en association avec le chêne vert, le pin d'Alep et le chêne liège (Belhadj, 1999), et se trouve sur le long du tell et dans les zones forestières (More et White, 2005). Sa limite méridionale se situe aux environs de Saïda, sa présence au sud de l'Atlas saharien n'est pas signalée (Ait Said, 2011).

Ces arbres poussent dans les zones semi-arides des hautes terres, alors qu'ils sont plus abondants dans les plaines que dans les hautes terres des zones humides. le lentisque a un effet positif sur le sol, car il le protège de l'érosion et crée des conditions favorables pour la culture, humidifiant les matières organiques et enrichissant ses propriétés biologiques (Correia et Diaz Barradas, 2000).

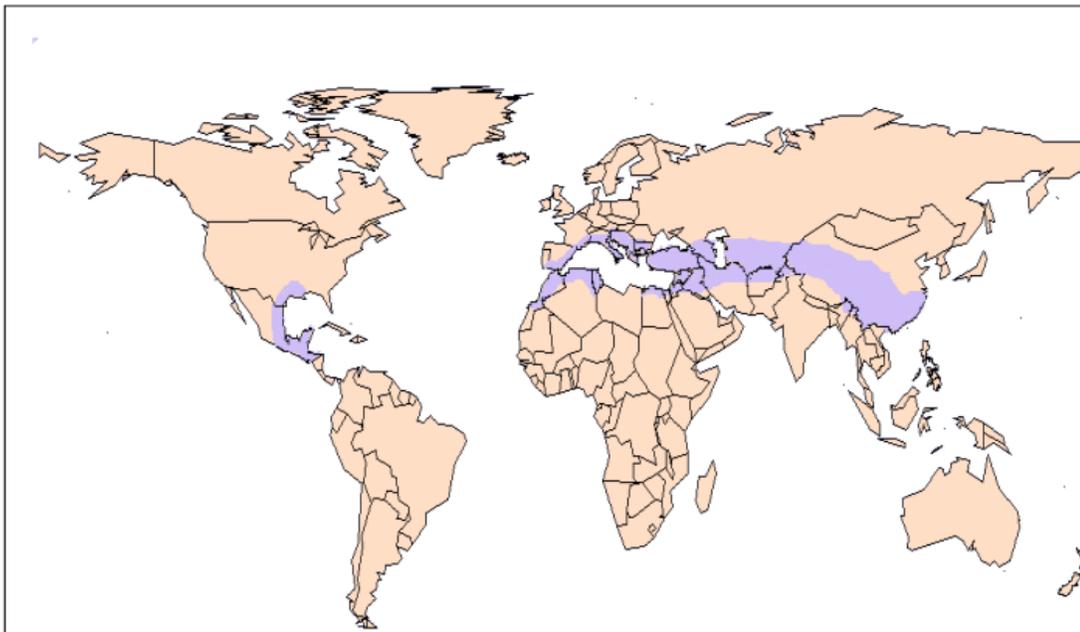


Figure 4. Aire de répartition du genre de *Pistacia* (Belfadel et Boulebda, 2009).

1.5. Effets thérapeutiques de *Pistacia lentiscus* L

P. lentiscus possède de nombreuses propriétés médicinales. Toutes les parties de la plante peuvent être utilisées à des fins médicinales par voie interne, transdermique ou par diffusion selon la pharmacopée traditionnelle de nombreux pays du pourtour méditerranéen (Boulebdia *et al.*, 2009; Dogan *et al.*, 2003). La décoction des racines séchées est efficace contre l'inflammation intestinale, d'estomac et dans le traitement de l'ulcère (Ouelmouhoub, 2005).

Les parties aériennes de *P. lentiscus* sont traditionnellement utilisées dans le traitement de l'hypertension et possèdent des propriétés stimulantes et diurétiques (Aouinti *et al.*, 2014).Egalement, ses feuilles contiennent également des activités biologiques telles que des agents anti-inflammatoires, antibactériens, antifongiques, antipyrétiques, hépatoprotecteurs, expectorants et cicatrisants (Villar *et al.*, 1987). Les extraits des feuilles de *P. lentiscus* ont des propriétés hypocholestérolémiques (Cheurfa et Allem, 2015).

Il joue également un rôle en phytothérapie, car il est utilisé pour traiter d'autres maladies telles que l'eczéma, diarrhées, infections buccales, jaunisse, lithiases rénales ulcères, maux de tête, maux d'estomac, asthme et problèmes respiratoires (Lev et Amar, 2002).

Le mastic obtenue à partir de *Pistacia lentiscus* est connue par de nombreuses propriétés communes avec feuilles dans son effet analgésique, antifongique, antibactérien, antioxydant, antiathérogenique , stimulant, expectorant, diurétique et spasmolytique (Dedoussis *et al.*, 2004), Il est également utile dans le traitement des ulcères gastriques et duodénaux (Haloui *et al.*, 2015).

D'autre part, la médecine traditionnelle algérienne utilise des huiles essentielles extraites du lentisque qui ont des effets pharmacologiques comme antispasmodiques., ou comme un remède d'application local externe sous forme de pommade pour soigner les brûlures et les douleurs dorsales (Arab *et al.*, 2014). Il est prouvé que l'huile essentielle de lentisque a des effets antibactériens, antifongiques, antioxydants et insecticides. Elle est également utilisée en cosmétique et en parfumerie et est également utilisée comme agent aromatisant dans les préparations alimentaires (Haloui *et al.*, 2015).

L'huile de fruits peut être considérée comme une source alimentaire sûre qui contribue en partie à la protection contre l'empoisonnement au mercure et maintient le cholestérol total et le cholestérol LDL nocif dans leur fourchette normale (Merzougui, 2015). L'huile extraite des fruits mûrs est utilisée en médecine traditionnelle tunisienne comme anti-ulcère, cicatrisante et antiseptique (Dhifi *et al.*, 2013).

Chapitre 2
L'huile de *Pistacia*
***Lentiscus* L**

2.1. Huiles végétales

2.1.1. Définition

Les huiles végétales sont utilisées dans les domaines nutritionnels, cosmétiques et thérapeutiques, ce qui leur a fait occuper partout au fil du temps une place importante (Hawley 2015). Les huiles végétales sont connues comme corps gras liquides à une température de 15 C°. Ils se caractérisent par leur insolubilité dans l'eau et leur capacité à se dissoudre dans les solvants organiques (éthers, hexane, benzène...etc) (Mohtadji-Lamballais, 1989).

2.1.2. Composition

Les huiles végétales sont des triglycérides constitués d'un mélange de trois acides gras et une molécule de glycérol, et leur composition dépend de la nature de la plante, de ses conditions de culture, du sol et de la saison (Karleskind et Wolff, 1992).

2.2. Huile de *Pistacia lentiscus* L

2.2.1. Définition

L'Huile de lentisque est extraite du fruit comestible qui peut fournir 38,8 % de leur poids, liquide épais de couleur jaune vert. Elle n'est entièrement liquide qu'à la température de 32 et 34 °C. Le rendement de l'huile varie selon les types de sol et les conditions climatiques (Saidi et Hasnaoui, 2003).

2.2.2. Composition chimique de l'huile de lentisque

L'huile de lentisque est caractérisée par la présence des acides gras insaturés (mono et polyinsaturés) et des acides gras saturés, et une fraction insaponifiable contient des composés phénoliques, des stérols, des tocophérols et minéraux (Charef *et al.*, 2008).

2.2.2.1. Triglycérides

Les triglycérides représentent 90 à 99% de lipides simples apolaires, et sont composés de triesters d'acide gras (AG) et de glycérol (Cuvelier et Maillard, 2012). Dans l'huile de lentisque, Les TG se présentent sous des formes mono et polyinsaturées. Les principaux constituants sont SOL et POO suivie par SLL et POL avec des quantités moindres d'OOO, OOL, PPO, PLL, OLL, PPL et LLL (Dhifi *et al.*, 2013).

2.2.2.2. Acides gras

La classe prédominante d'acides gras dans l'huile de lentisque a été représentée par les AGMI qui ont une activité antihypercholestérolimante, suivie par les AGS et AGPI (Dhifi *et al.*, 2013).

Tableau 2. Composition en acides gras de huile de *Pistacia lentiscus*

Acids Gras	Mezni <i>et al.</i> , 2014	(Merzougui <i>et al.</i> , 2014)
C18 :1 Oléique	53.3± 1.7	47,02± 0,02
C16 :0 Palmitique	28.6± 1.3	28,17± 0,09
C18 :2 Linoléique	13.7± 3.4	19,26± 0,006
C16:1 Palmitoléique	1.3± 0.43	3,28± 0,01
C18:0 Stéarique	1.39± 0.0	1,17± 0,02
C18:3 Linoléique	–	Traces
Acide oléique Trans	–	1,03± 0,03
AGS	30.04	29,34
AGI	68.47	70,57
I/S	2.27	2,38

2.2.2.3. Composés phénoliques

Le rendement en composés phénoliques dans le fruit de *Pistacia lentiscus* est de l'ordre de 61,34% alors que la concentration de l'extrait phénolique des fruits, exprimé en acide gallique, est de 31,81 mg/kg (Arab *et al.*, 2014).

Ces composés phénoliques possèdent un pouvoir antioxydant, car ils possèdent des propriétés redox en jouant un rôle important dans la destruction oxydative par la neutralisation des radicaux libres, décomposition des peroxydes ou piégeage de l'oxygène (Nijveldt *et al.*, 2001).

2.2.2.4. Stérols

L'huile de lentisque contient le sitostérol comme phytostérol principal (55,55%), suivi du cholestérol (44,45%). De plus, Quatre stérols ont été trouvés dans l'huile fixe, le β -sitostérol (90%), le campestérol, le cholestérol et le stigmastérol (Trabelsi *et al.*, 2012). Tandis que, le stigmastérol et d'autres stérols n'ont pas été détectés (Dhifi *et al.*, 2013).

Tableau 3. Composition en stérols de huile de *Pistacia lentiscus* (Dhifi *et al.*, 2013).

Stérols	Quantité (mg/100g de l'huile)	% des Stérols totaux
β -Sitostérol	231.67 \pm 10	55.55
Cholestérol	185.35 \pm 22	44.45

2.2.2.5. Tocophérols

Les tocophérols (vitamine E), constituent les antioxydants liposolubles naturels (Iserin *et al.*, 2001) qui participent à la conservation des huiles grâce à leur capacité à piéger les radicaux libres (Reboul *et al.*, 2007; Reiter *et al.*, 2007), se trouvent sous quatre formes isomériques α , β , γ et δ .

Tableau 4. Composition en tocophérols de huile de *Pistacia lentiscus* (Dhifi *et al.*, 2013).

Tocophérols	Quantité (mg / g de l'huile)	% de Tocophérols totaux
α -tocophérol	7.59 \pm 0.61	93.62
β -tocophérol	0.47 \pm 0.02	5.79
γ -tocophérol	0.48 \pm 0.04	0.59
δ -tocophérol	-	-

2.2.2.6. Minéraux

L'huile de *pistacia lentiscus* était riche en minéraux. Le minéral le plus abondant était Na (25.36), suivi de K (2.17), Ca (0.25), Mg (0.19), Fe (0.004) et Cu (0.0001) mg/100 g de l'huile.

Ces minéraux sont importants et indispensables pour le corps humain, pour leur valeur nutritionnelle (Dhifi *et al.*, 2013). Ces minéraux jouent un rôle essentiel dans le corps humain ; ils contribuent à la transmission nerveuse, l'équilibre acido-basique et osmotique du fluide corporel, comme cofacteur dans plusieurs réactions du métabolisme des glucides, substances essentiels dans la structure du squelette et des dents et la coagulation du sang (Hasan *et al.*, 2011).

2.2.3. Huile essentielle

Les huiles essentielles sont des substances obtenues à partir de plantes, qui extraite par entrainement à la vapeur d'eau, par hydro distillation ou par expression. En outre, elle est composée de nombreuses constituants aromatiques plus ou moins volatils qui appartiennent aux différentes classes de la chimie organique: hydrocarbures (composés terpéniques), alcools (géraniol), aldéhydes (citral) (Roques, 2002) .

Tableau 5. Pourcentage des principaux constituants contenu dans les huiles essentielles de *Pistacia lentiscus*.

Composants	<i>Pistacia lentiscus</i> (Djenane <i>et al.</i> , 2011)	<i>Pistacia lentiscus</i> (Bachrouch <i>et al.</i> , 2010)
Tricyclene	0.64	1.75
α -Pinene	5.54	9.48
β -Pinene	5.10	3.27
Camphene	3.15	1.00
β -Myrcene	15.18	-
α -Terpinene	2.78	-

p-Cymene	1.64	0.06
-----------------	------	------

Synthèse sur les travaux scientifiques choisis

Chapitre 3

Méthodologie suivie dans les travaux choisis

3.1. Zone d'étude et matériel végétal

3.1.1. Présentation de la zone d'étude

Du total des articles obtenu nous avons réalisé la partie expérimentale par un certain nombre des références analysants les propriétés physico-chimiques d'un extrait de *Pistacia lentiscus*. Cette étude a porté sur une huile issue de *Pistacia lentiscus* de l'est et L'nord-est algérien : El Kala wilaya de Tarf (Figure 5), Boumerdes, Bouira, Tipaza, Skikda.

Tableau 6. Les différentes zones dans lesquels les fruits de *Pistacia lentiscus* ont été récoltés.

Références	Date de récolte	Lieu de récolte
(Haouli <i>et al.</i> , 2015) (Merzougui <i>et al.</i> , 2014) (Merzougui, 2015) (Djedaia, 2017)	Novembre 2010 Novembre 2008	El Kala
(Arab <i>et al.</i> , 2014)	Octobre 2012	Boumerdes
(Belhachat, 2019)	Fruits rouge en Octobre 2014 Fruits noire en décembre 2014	Bouira
(Charef <i>et al.</i> , 2008)	/	Tipaza
(Boukeloua <i>et al.</i> , 2012)	November 2008	Skikda

3.1.2. Localisation géographique et caractéristiques climatiques de la zone d'étude

3.1.2.1. El Kala

La commune D'El Kala est située au nord-est de la wilaya d'El-Tarf et à l'est de la ville d'Annaba. Elle est proche de la frontière algéro-tunisienne et se trouve à 21 m au dessus du niveau de la mer .Ses coordonnées géographiques comprennent : Latitude : 36°53'44" nord ; Longitude : 8°26'35" est (Djedaia, 2017) , elle est située aux limites de la Province d'Annaba à l'ouest de la Wilaya de Souk Ahras au sud de la Méditerranée au nord de la Tunisie à l'est et au sud-ouest par la Wilaya de Guelma (Haouli *et al.*, 2015). Son climat est semi-humide et humide,

chaud au nord et modérément humide à frais et humide au sud, et la pluviométrie varie entre 900 et 1 200 mm/an (Djedaia, 2017).



Figure 5. Carte de la zone d'échantillonnage (El Kala)(Djedaia, 2017).

3.1.2.2. Skikda

Skikda est une wilaya algérienne située au nord-est de l'Algérie (à 471 km à l'est d'Alger), le Climat méditerranéen avec un été chaud est le climat principal de la Wilaya de Skikda.

La wilaya fait face, au nord, à la mer Méditerranée, et dispose de frontières communes avec les wilayas d'Annaba, de Guelma, de Constantine, Mila et de Jijel. La région d'étude appartient aux domaines bioclimatiques humides et subhumides; l'étage humide couvre toute la région occidentale montagneuse ainsi que les sommets à l'est et au sud. Les températures enregistrées sont de l'ordre de 9°C en hiver et 27°C en été, ce qui donne un hiver froid et un été chaud, caractéristiques du climat méditerranéen et les précipitations annuelles enregistrées oscillent entre 600 et 800 millimètres par an ; juillet et août sont les mois les plus secs(Amiour et Boukerzaza, 2005).

3.1.2.3. Tipaza, Bouira, Boumerdes

La wilaya de Tipaza situé sur la côte méditerranéenne à l'ouest d'Alger, Alors que Bouira située au nord du pays, bordée au nord par les provinces de Tizi Ouzou et Boumerdes, au sud par les provinces de M'Sila, à l'ouest par les provinces de Blida et Médéa, et à l'est par les provinces

de Bordj Bou Arreridj et Bejaia. Située à 41 mètres d'altitude, latitude : 36° 32' 58'' N et longitude 1° 42'15'' E (Amara *et al.*, 2019).

La wilaya Bouira de située au nord du pays, bordée au nord par les wilaya de Tizi Ouzou et Boumerdes, au sud par la wilaya de M'Sila, à l'ouest par la wilaya de Blida et Médéa, et à l'est par la wilaya de Bordj Bou Arreridj et Bejaia. Alors, la wilaya de Boumerdes situé au nord du pays entre la région Algérie et la région de Basse Kabylie, à l'ouest de Tizi Ouzou. Elle est située à 45 km à l'est d'Alger, à 52 km à l'ouest de Tizi Rou et à 25 km au nord de Bouira .Ils ont situaient a d'altitude (36°55, 36°23,et 36°42N ,longitude 03°57, 03°53et 04°03E , et température moyenne 18.3,17.5, et 19.2°C respectivement (Boudieb *et al.*, 2019).

3.2. Etude de l'huile de *Pistacia lentiscus*

3.2.1. Extraction de l'huile

Après avoir analysé tous les références que nous avons sélectionnés, nous avons trouvé que l'extraction de huile a travers les fruits est une étape très importante d'étude des constitués bioactif dans les plantes, il ya deux méthodes d'extraction de huile fixe (méthode physique et méthode chimique) entre les travaux avec des certains déférence selon les articles choisis.

Méthode physique (traditionnel) l'extraction de l'huile selon cette méthode commence par la phase de récolte du fruit manuellement et lavage à l'eau froide, puis séchage les graines pendant 3 à 4 jours à l'abri de la lumière , un broyage manuellement , après avoir obtenu une poudre, ils mélangeaient avec de l'eau froid puis appliqué une couche d'huile sur la surface et restaurer ce couche. Le mélange (couche + eau) a été placé à feu doux et restaurer la couche d'huile de surface avec l'btention de huile finale (Merzougui *et al.*, 2014) au région de El Kala ,par contre (Haouli *et al.*, 2015) ils ont utilisé la méthode traditionnel avec de l'eau chaude au même zone d'étude, (Boukeloua *et al.*, 2012) ont été réduites les graines d'*Pistacia lentiscus* en poudre mécaniquement.

Le reste des références (Arab *et al.*, 2014) (Belhachat, 2019) (Charef *et al.*, 2008) (Djedaia, 2017) ne mentionne pas cette méthode de l'extraction.

Méthodes chimique l'extraction de l'huile de fruits de *Pistacia lentiscus* selon cette méthode basée sur l'utilisation le montage d'extraction Liquide-Solide «Soxhlet » et les solvants organiques comme méthanol (Djedaia, 2017) ou l'hexane (Charef *et al.*, 2008) (Haouli *et al.*, 2015) pendant 6 heures (Ait Mohand *et al.*, 2020).ils ont préparée une poudre de graines du

lentisque pistachier moulues (10g) à l'aide d'un broyeur moulinex, sont introduites dans la cartouche en cellulose puis placée dans l'extracteur au dessus duquel est placé un réfrigérant servant à liquéfier les vapeurs du solvant, ensuite l'ajout de méthanol (120 ml) dans le ballon puis chauffage pour démarrage de l'extraction.

Après chauffage le solvant est évaporé puis condensé au niveau du réfrigérant, ils sont recueillis dans l'extracteur, cependant l'écoulement du contenu du cartouche se fait à partir du siphon dans le ballon et le cycle commence de nouveau (Djedaia, 2017) au site 1 (El Kala), par contre au wilaya de Bouira (Belhachat, 2019) les fruits noire et rouge ont été nettoyées à l'eau et séchées à l'obscurité pendant une quinzaine de jours, dans un endroit sec et aéré, puis broyage finement à l'aide d'un broyeur jusqu'à l'obtention d'une poudre végétale qui est conservée à température ambiante dans des sacs en papier, elle utilise 20 g de poudre avec volume de 250 ml de méthanol laissez l'expérience être répétée (environ 3 heures) Après l'extraction, elle fait une évaporation pour éliminé le solvant par évaporateur rotatif (Rotavapor).

Enfin l'extrait non volatil ainsi récupéré est pesé et conservé à 4-6°C jusqu'à son utilisation. Selon (Boukeloua *et al.*, 2012). Les extraits ont été obtenus par extraction Soxhlet de graines en poudre dans (3 x 1,5) litres d'hexane trois fois en 18 heures. Le solvant a été éliminé de l'extrait sous pression réduite.

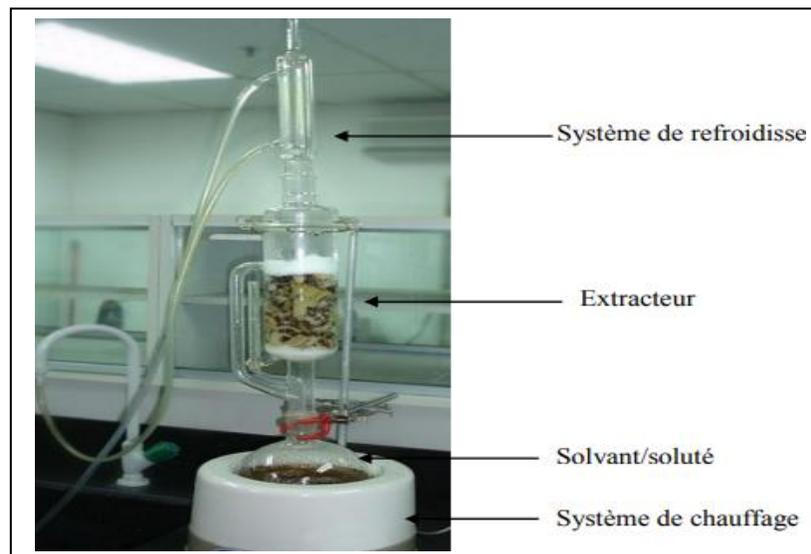


Figure 6. Montage d'extraction Liquide-Solide (Soxhlet) des huiles de lentisque(Djedaia, 2017).

Le reste des références (Merzougui, 2015)(Arab *et al.*, 2014) ne mentionne pas cette méthode de l'extraction.

3.2.2. Teneur en huile

Après l'obtention de l'huile brute de fruits du *pistacia lentiscus* ils ont concentrée sous pression réduite par évaporateur rotatif afin d'éliminer les traces de solvant organique puis séchage de l'extrait huileux par le sulfate de sodium anhydre (Djedaia, 2017).

Mode opératoire

Détermination de la teneur en huile d'un échantillon par extraction dans un appareil approprié (Sohxlet), avec de l'hexane ou l'éther .D'abord, placement de poids (x) de l'échantillon dans un dessiccateur jusqu'à un poids constant. Ensuite, il est moulu. La cartouche est placée six heures et demie. Par la suite, élimination de solvant qui se trouve dans le ballon par évaporation. Enfin séchage (Haouli *et al.*, 2015) mais séchage par le sulfate de sodium anhydre (Djedaia, 2017) et selon (Merzougui, 2015) D'abord, 10 g de l'échantillon à analyser sont placés dans une cartouche à extraction puis séchage un ballon dans une étuve, est pesé : c'est (mi).Donc placement la cartouche dans l'appareil à extraction, puis la quantité nécessaire du solvant est versée dans le ballon.

Après le ballon est adapté à l'appareil à extraction sur un chauffe-ballon réglé à une température, soit 60°C. Après 6 heures d'extraction, passer le ballon au rotavapeur, ensuite, le ballon est chauffé à l'étuve (60°C / 30-60 mn) .Enfin, laisser refroidir et peser le ballon + huile extraite : c'est (mf).

Les références suivante (Charef *et al.*, 2008) (Merzougui *et al.*, 2014) (Arab *et al.*, 2014) (Belhachat, 2019) (Boukeloua *et al.*, 2012) ne mentionne pas teneur en huile.

Le rendement en huile (RH) est déterminée par la même formule suivante (Djedaia, 2017)

$$\text{Teneur en huile (\%)} : [(mf - mi) / me] \times 100$$

mf : la masse finale du ballon.

mi : la masse du ballon vide.

me : la masse initiale de l'échantillon à analyser.

Mais selon (Haouli *et al.*, 2015) , la formule pour déterminée la teneur en huile sont

$$\text{Teneur en huile (\%)} : m1/ m0 \times 100$$

m1 : la masse moyenne des deux déterminations 1(moyenne arithmétique).

m0 : la masse en grammes de l'échantillon à tester.

3.3. Etude des caractéristiques physico-chimiques de l'huile fixe de *pistacia lentiscus*

L'huile de *pistacia lentiscus* obtenues à partir de l'extraction physique et chimique, a subi des analyses physico-chimiques suivantes (L'humidité, L'acidité, L'indice de saponification, L'indice de peroxyde, L'indice de réfraction, L'indice d'ester, Extinction spécifique en UV).

Les méthodes utilisées pour la détermination des caractéristiques physico-chimiques sont celles décrites dans la norme du règlement Afnor normalisées (AFNOR, 1984) (Djedaia, 2017) et CEE Européen n°2568/91 , (ISO 662, 1998) (Haouli *et al.*, 2015). Mais (Kechidi *et al.*, 2020) Ils ont déterminée des propriétés chimiques des huiles (L'indice d'acidité et l'acidité, l'indice de saponification et l'indice de peroxyde) respectivement selon le protocole des normes : ISO 660 - 1996, NA 276-1992, ISO 3960-1977.

3.3.1. Humidité

L'humidité (teneur en eau) (H %) est la perte en masse d'un échantillon chauffé, elle est exprimée en pourcentage massique (Haouli *et al.*, 2015).

Mode opératoire

Selon Abdelkrim *et al.* (2015) Ils ont déterminée la teneur en eau de l'huile d'un échantillon à tester s'effectue par séchage en étuve à pression atmosphérique, jusqu'à obtention d'un poids sensiblement constant. Ils ont pesé (x) g d'huile est introduit dans une capsule et porté à 105°C dans une étuve pendant deux heures. Alors que séchage au four à 100-105 °C selon (Djedaia, 2017) et à 103 ± °C 2° pendant 2 ± 3 heures jusqu'à un poids constant (Haouli *et al.*, 2015). La capsule est ensuite placée dans un dessiccateur pendant une heure puis pesée.

Ceci est répété plusieurs fois ; avec un temps d'incubation de 30 minutes ,alors que (Merzougui, 2015) leur temps d'incubation 15 min jusqu'à obtenir un poids final de l'échantillon constant .

La teneur de l'humidité est donnée par la relation suivante selon (Arab *et al.*, 2014)

$$\text{Humidité (\%)} = [(m_1 - m_2) / m_1 \times 100]$$

m_1 : masse de l'échantillon avant séchage (g).

m_2 : masse de l'échantillon après séchage (g).

Mais (Belhachat, 2019) (Arab *et al.*, 2014) (Charef *et al.*, 2008) (Boukeloua *et al.*, 2012) ne mentionne pas comment calculé l'humidité.

3.3.2. Acidité

L'acidité (AC) est la teneur de l'huile de lentisque en acides gras libres résultant de l'hydrolyse des triglycérides et exprimée conventionnellement en acide oléique (g/100g d'huile) (Kandji, 2001; Benrachou, 2012).

L'**indice d'acide** correspond au nombre de milligrammes de potasse (KOH) nécessaire pour neutraliser les acides gras libres dans un gramme de corps gras (AFNOR T 60 204, 1999) (Elbir *et al.*, 2014).

Mode opératoire

Une prise de 5 g d'huile est dissoute dans 30 ml d'un volume égal éthanol/éther [1 :1] neutralisé, les fonctions carboxyliques libres sont dosées par une solution de KOH à 0,177 N en présence de phénolphaléine à 1% dans l'alcool absolu. La fin du dosage est marquée par l'apparition d'une couleur légèrement rose. L'acidité est égale au volume de soude nécessaire au virage de la couleur puisque 1 ml de cette solution permet de neutraliser une acidité de 1%. L'acidité selon (Merzougui, 2015) est déterminé par la formule suivant :

$$\text{Acidité (AC)} = V_{\text{NaOH}} \text{ (ml)}$$

Selon (Merzougui, 2015) l'indice d'acide est calculé selon la formule :

$$\text{L'indice d'acide} = \frac{M_{wt} N \times V}{Pr}$$

M.wt : le poids moléculaire de KOH (56,1 g/mol) par molaire masse 282 g/ml d'acide oléique (spécifique à l'huile de lentille).

N : l'exacte normalité de la solution étalon de KOH éthanolique.

V : le nombre de millilitres de solution titrée solution de KOH éthanolique.

Pr : l'échantillon d'essai en grammes.

L'indice d'acide est exprimé en mg de KOH /g d'huile.

Les reste des références ne mentionne pas l'acidité.

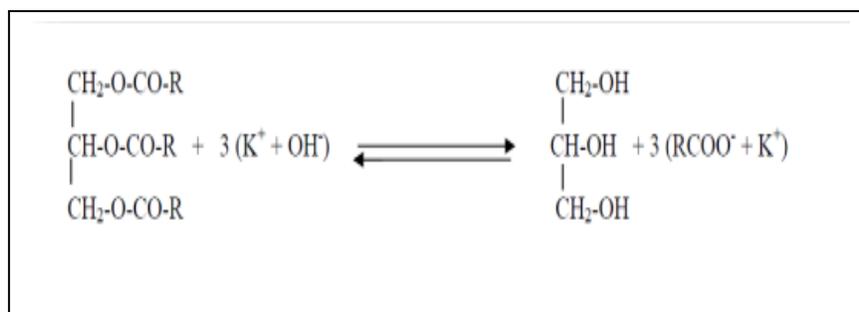
3.3.3. Indice de saponification

L'indice de saponification (IS) d'une substance est le nombre de milligrammes de KOH nécessaire pour saponifier un gramme de cette substance (Benrachou *et al.*, 2010) (IUPAC, 1987).

Mode opératoire

Selon (Djedaia, 2017) , la méthode de détermination de l'indice de saponification consiste à introduire dans un erlenmeyer une quantité d'huile (1g) et un volume de potasse alcoolique (10ml) (0,1N). Cette dernière est portée à ébullition au bain-marie pendant 30 min, ensuite laisser refroidir et ajouter 1 ml d'eau distillée. Si le mélange est trouble c'est qu'il y a un excès d'ester non saponifié . Puis l'ajoute de quelque gouttes de phénolphtaléine, puis on effectue un titrage à chaud de l'excès de potasse avec l'acide chlorhydrique (HCl) (0,5N) jusqu'à décoloration.

Un dosage à blanc dans les mêmes conditions opératoires est réalisé en utilisant les mêmes réactifs. Donc les auteurs (Haouli *et al.*, 2015) (Charef *et al.*, 2008) et (Belhachat, 2019) ne mentionne pas mode opératoire. Lors de la réaction, le KOH réagit avec les acides gras (triglycérides) présents pour produire un savon selon la réaction suivante :



Après titrage à chaud l'indice de saponification est donné par la relation suivante (Djedaia, 2017)

$$\text{L'indice saponification} = m \times V_{pe} \times (1 - (V / V_0)) / m_e$$

m: mase molaire de KOH.

V_{pe} : volume de la solution de KOH (10 ml).

V : volume de la solution d'acide chlorhydrique pour neutraliser KOH restant.

V_0 : volume d'acide pour neutraliser le KOH du témoin.

m_e : masse de l'échantillon.

Selon (Merzougui, 2015) l'indice de saponification est donné par la relation suivante

$$\text{L'indice saponification} = (V_0 - V_1) \cdot 56,1 \cdot N / P$$

V_0 : Volume de la solution d'HCl utilisé pour l'essai à blanc.

V_1 : Volume de la solution d'HCl utilisé pour l'échantillon.

N : Normalité de la solution d'HCl.

P : Prise d'essai.

(Arab *et al.*, 2014) et (Boukeloua *et al.*, 2012) Ils n'ont pas mentionnée l'indice de saponification.

3.3.4. Indice de Peroxyde

L'indice de peroxyde (IP) est la quantité de peroxyde présente dans l'échantillon qui est exprimée en milliéquivalents d'oxygène actif contenu dans un kilogramme de produit, oxydant l'iodure de potassium avec libération d'iode (Beldi *et al.*, 2020). Elle est le nombre de milligramme équivalent d'oxygène dans 1 Kg de corps gras (IUPAC, 1987)(Djedaia, 2017) et permet d'évaluer la fraîcheur de l'huile.

Mode opératoire

Selon (Djedaia, 2017) il a introduit 10 mg de l'échantillon dans un bécher puis il a ajouté 0,5 ml de la solution KI ou l'iodure de potassium saturée et 20 ml du mélange ($\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CHCl}_3$ 3/2 (V/V)). après il a agité le mélange rigoureusement pendant 1 mn, puis il a

laissé reposer pendant 5 mn à l'obscurité, puis il a ajouté un peu d'amidon et 60 ml d'eau distillée. Enfin titrage de mélange par une solution de thiosulfate de sodium $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ à 0,01 N jusqu'à décoloration du noir clair à blanc neige. pour (Kechidi *et al.*, 2020) ils ont été utilisés la même méthode de dosage , juste les doses étaient différentes. Par contre (Merzougui *et al.*, 2014)(Boukeloua *et al.*, 2012) ne mentionne pas mode opératoire.

L'indice de peroxyde est exprimé en milliéquivalent d'oxygène actif par kg d'huile et donné par la formule suivante (Djedaia, 2017)

$$\text{L'indice de peroxyde (IP)} = (V - V') \times 5$$

V: volume, en ml, de thiosulfate.

V': volume, en ml, de thiosulfate de l'essai à blanc.

Par contre, selon (Beldi *et al.*, 2020), la formule d'IP donne par ce forme

$$\text{L'indice de peroxyde (IP)} = (V - V_0) \times N \times 100/M$$

V : le volume de thiosulfate de sodium dans l'échantillon.

V₀ : le volume requis pour l'étalonnage du blanc.

N : le titre exact du thiosulfate de Na utilisé.

M : l'échantillon d'huile en grammes.

Le reste des références ne mentionne pas la méthode de déterminée l'indice de peroxyde.

3.3.5. Indice de réfraction

L'indice de réfraction (IR) des liquides est mesuré à l'aide d'un réfractomètre de type ABBE avec température fixée à 20°C (AFNOR, 1984 ; IUPAC, 1987) (Benrachou *et al.*, 2010). Elle est dépend de nombreux facteurs à savoir la composition chimique du corps gras et de la température et encore lié à l'insaturation et influencé par nombreux autres facteurs : acidité, polymérisation, degré de dilution, oxydation, existence de fonction secondaire sur les molécules et l'indice de réfraction croit avec l'instauration ou la présence de fonctions secondaires sur les chaînes grasses (Djedaia, 2017). la température est fixée à 20°C.

Mode opératoire

Il existe une température fixe pour calculer IR parmi toutes les références choisis. la mesure a été effectuée à l'aide d'un refractomètre de type ABBE (Djedaia, 2017) (Merzougui, 2015) Alors le reste des références ne mentionne pas ce indice .

3.3.6. Indice d'ester

L'indice d'ester (IE) est le nombre de milligramme d'hydroxyde de potassium (KOH) nécessaire pour saponifier l'ester contenu dans un gramme de corps gras (AFNOR. NF T 75 104, 1999)(FAO, 1979)(Djedaia, 2017) tous les auteurs ont mesurées (IE) à partir de l'Indice d'Acide (IA) et l'Indice de Saponification (IS) selon l'équation suivante

$$L'indice\ d'ester\ (IE) = l'Indice\ de\ Saponification\ (IS) - l'Indice\ d'Acide\ (IA)$$

3.3.7. Extinction spécifique en UV

L'extinction (ES) à 232 et 270 nm d'un corps gras exprime son état d'oxydation, plus l'huile est peroxydée et plus l'extinction à 232 et 270 nm est forte (Gharby *et al.*, 2011).

Tous les corps gras naturels contiennent de l'acide linoléique en quantité plus ou moins importante. l'oxydation d'un corps gras conduit à la formation d'hydropéroxydes linoléique qui absorbent la lumière ultraviolette au voisinage de 266 nm (Belhachat, 2019). Si l'oxydation se poursuit, il se forme des produits secondaires d'oxydation, en particulier les hydroperoxydes et les cétones insaturées qui absorbent la lumière à 232 et 270 nm (Merzougui, 2015). Alors le reste des référence ne mentionne pas ce paramètre.

Mode opératoire

Selon (Belhachat, 2019 ; (Gharby *et al.*, 2011) ils pesaient 0,25gramme d'huile et dissolvez-la dans 25 ml de cyclohexane. L'absorbance de la solution grasse dans une cuve en quartz comparée à l'absorbance du solvant utilisé a ensuite été mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre UV/VIS (PERKIN-ELMER Lambda 2) à des longueurs d'onde spécifiques de 232 et 270 nm.

Pour les coefficients d'extinction K232 et K270 sont exprimés par l'équation suivante selon (Belhachat, 2019).

$$K = A_{\lambda} / C \times l$$

K : Extinction spécifique à la longueur d'onde λ .

A_λ : Absorbance mesurée à la longueur d'onde λ .

C : La concentration de la solution (g/100ml).

I : Epaisseur de la cuve en centimètre (1cm).

3.3.8. Indice d'iode

L'indice d'iode (II) est le nombre de grammes d'halogène, exprimé en iode, fixé par 100 grammes de produits dans les conditions données. (IUPAC, 1987). La méthode de Wijs a été retenue par AFNOR pour la détermination de l'indice d'iode dans les corps gras (Djedaia, 2017) (Merzougui, 2015). Nous avons trouvé que le reste des références n'expliquait pas comment calculer cet indice.

Mode opératoire

Selon (Djedaia, 2017) D'abord, il a préparé la solution d'iode 0,1N appelé réactif de HANUS est obtenue par dissolution de 19g chlorure d'iode (ICl) dans un litre d'acide acétique cristallisable et de tétrachlorure de carbone (70/30). Puis il ajoute 3mg de cristaux d'iode et déterminée la teneur de l'iode libre contenu dans cette solution d'iode. Cette solution servira pour la détermination de l'indice d'iode. Ensuite, il a pesé dans deux nacelles deux prises d'essais de masses 0,4g de l'huile de fruits de *Pistacia*.

Chaque prise d'essai est introduite dans un erlenmeyer que ajoute 15 ml de tétrachlorure de carbone (CCl₄) dans chacun des 2 récipients et dans un troisième récipient servant comme témoin. Après dissolution des deux prises d'essais, 25 ml d'une solution ICl, sont ajoutés à tous les récipients que l'on agite soigneusement et on les garde à l'obscurité à 20°C pendant 90 minutes. Au bout de ce temps, il ajoute 20ml de solution aqueuse de KI (10%) et 150 ml d'eau distillée. Enfin, titration des mélanges par une solution de Na₂S₂O₃ (0,1N).

Lorsque la coloration de la solution s'est atténuée jusqu'à être jaune claire, 1ml de dispersion aqueuse d'empois d'amidon sera ajouté et la solution devient alors noirâtre. L'on écoule goutte à goutte de la solution de Na₂S₂O₃ jusqu'au virage brusque du bleu à l'incolore, cela indique la fin de la réaction. L'indice d'iode est donné par la relation suivante :

$$\text{L'indice d'iode} = (V_0 - V) \times 12.69 \times N / P$$

V₀ : volume de thiosulfate de sodium pour titrer le témoin.

V : volume de thiosulfate pour l'essai.

N : normalité de thiosulfate de sodium.

p: masse de la prise essai.

Alors (Merzougui, 2015) (II) a calculé selon la formule suivante

$$\text{L'indice d'iode} = (V - V_0) \times 1,269 / P_e$$

V₀ : nombre de ml de la solution de thiosulfate de sodium 0,1 N versés dans l'essai à blanc.

V : nombre de ml de la solution de thiosulfate de sodium 0,1 N versés dans l'essai.

P_e : prise d'essai en grammes, 1,269 : masse de l'iode.

3.3.9. Indice de l'impureté Insoluble

Les impuretés (IMP) sont des matières autres que l'eau et les solvants et qui ne correspondent pas aux glycérides, aux acides gras et aux saponifiables constitutifs des huiles. Ce sont des substances insolubles dans l'eau mais solubles dans les solvants tels que l'hexane (Barka *et al.*, 2016).

3.4. Etude biochimique de l'huile (dosage en Acide gras)

D'après les références que nous avons prises, il n'y a que deux régions (El Kala et Bouira) où la composition chimique de l'huile fixe de cette plante a été étudiée.

3.4.1. Chromatographie en phase gazeuse des esters méthyliques des acides gras

L'identification des acides gras (AG) est réalisée par chromatographie en phase gazeuse (CPG, après la transformation AG préalable en esters méthyliques des acides gras (EMAG) de façon à accroître leur volatilité (Belhachat, 2019) (Merzougui, 2015) ;(Djedaia, 2017).

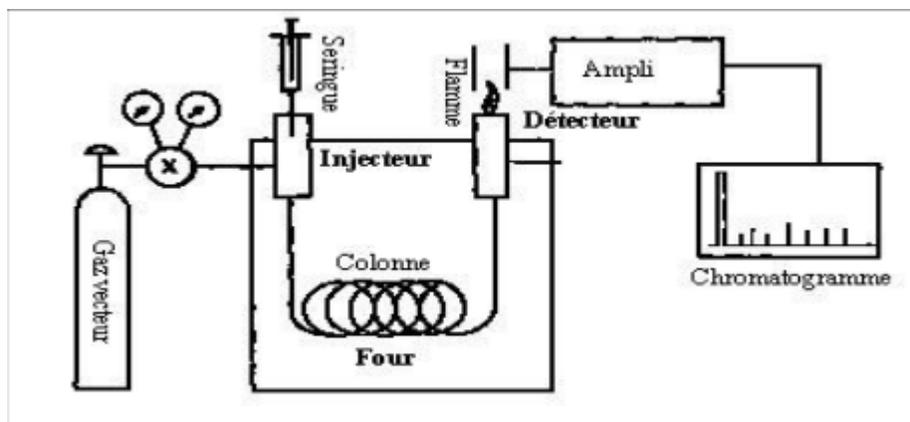


Figure 7. Schéma simplifié du chromatographe en phase gazeuse (Djedaia, 2017).

3.4.1.1. Préparation des esters métyliques des acides gras

La préparation des esters métyliques des acides gras sont obtenus par transestérification dans une solution méthanolique d'hydroxyde de potassium, C'est une étape intermédiaire avant la saponification (Djedaia, 2017) (Belhachat, 2019). Par contre (Merzougui, 2015) dans sa préparation, les esters métyliques d'acides gras étaient à base de réaction de trans-méthylation Lequel méthanolise des glycérides et des acides gras libres en milieu alcalin.

Mode opératoire

Dans une éprouvette à bouchon. Ils ont pesé 0,1 g d'huile fixe et l'y ont ajouté 2 mL d'hexane (Belhachat, 2019) mais (Djedaia, 2017) Il a utilisé 2 ml d'heptane et une agitation. Puis ils ont ajouté 0,2 ml d'une solution méthanolique 2 N d'hydroxyde de potassium (Belhachat, 2019) mais la solution méthanolique de sodium selon (Djedaia, 2017). Alors agité énergiquement pendant 30 secondes (Belhachat, 2019) et une agitation rigoureuse pendant 2min (Djedaia, 2017) il est ensuite laissé à décanter jusqu'à ce que la partie supérieure de la solution devienne claire ; La couche supérieure hénanique, est celle qui contient les esters métyliques.

(Djedaia, 2017) ils ont préparé un mélange de standards contenant 0,1 g de chacun des acides gras suivants : Acide palmitique, palmitoléique, oléique, linoléique, linoléique et érucique dissouts dans 100ml d'heptane et un mélange détalons internes contenant 5µl du mélange de standards ainsi préparé et 0,1 g de palmitoléate de méthyle la solution d'heptane contenant les esters métyliques, la solution des standards ainsi que la solution des étalons internes sont prêtes à l'injection dans le chromatographe.

Selon (Merzougui, 2015), la méthode de méthylation consiste à diluer 0,2 g d'huile fixe dans 3 ml d'hexane et 0,4 ml de potasse méthanolique deux fois normal 2N (1ml). Le mélange réactionnel est agité pendant 2 min puis centrifugé. Donc une phase supérieure, contenant les esters des acides gras dissous dans l'hexane et une phase inférieure formée par la fraction de glycérol et les constituants mineurs de l'huile.

Tableau 7. Conditions chromatographique pour les ester méthyliques des huiles.

Conditions chromatographique	(Belhachat,2019) (Merzougui, 2015)	(Djedaia, 2017)
Chromatographe	Chrompack CP 9002	Perkin Elmer Autosystem GC
Détecteur	un détecteur à ionisation de flamme (FID)	deux détecteurs à ionisation de flamme (FID)
Injecteur	Split 1/100 (250°C)	Split 1/50 (250°C)
Gaz vecteur	l'Azote (1ml/min)	l'Hélium (1ml/min)
Colonne Capillaire	une colonne capillaire de phase stationnaire non polaire DB 5	deux colonnes polaire (Rtx-Wax, polyéthylène glycol) apolaire (Rtx-1, polydiméthyl-siloxane)
Longueur	30 m	60 m
Diamètre intérieur	0,32 mm × 0.25 µm	0,22 mm × 0.25 µm
Epaisseur	0.25 µm	0.25 µm
Injection / Détection	250 °C / 280 °C	250 °C / 280° C
Quantité injectée	0.8µL	0.2µL

3.5. Dosage quantitatif des principes actifs

La plupart des régions que nous avons sélectionnées ont analysé les principes actifs polyphénols totaux et les pigments de chlorophylle et les caroténoïdes.

3.5.1. Dosage des polyphénols totaux

L'analyse des composés phénoliques dans l'huile présente un grand intérêt étant donné, d'une part, leur rôle d'antioxydant naturels et, d'autre part, leur contribution à la saveur de l'huile (Merzougui, 2015). Nous avons trouvé que toutes les références reposaient sur la même méthode de dosage des polyphénols en utilisant le réactif de Folin et Ciocalteu avec certain défaut, alors que (Belhachat, 2019) ne mentionne pas dosage de ce principe actif.

(Djedaia, 2017) La quantification des polyphénols totaux est déterminée par les résidus secs obtenus précédemment par le protocole d'extraction des polyphénols sont dissouts dans des volumes de méthanol connus afin d'obtenir des solutions méthanoliques de concentration 1mg.mL^{-1} . Les extraits méthanoliques préparés sont destinés pour le dosage colorimétrique des polyphénols totaux. D'abord, 1 mL de solution des extraits méthanoliques des fruits sont ajoutés à 1 mL du réactif de Folin Ciocalteu (dilué 10 fois par du méthanol). Par contre (Merzougui, 2015) elle ajoute l'eau distillé avant l'ajout de réactif de Folin Ciocalteu. Après un repos de 5 minutes, 1ml de carbonate de sodium Na_2CO_3 (75g.L^{-1}) est ajouté. Ensuite une agitation rigoureuse au vortex, les extraits sont laissés 15 minutes dans un bain à 40°C . Enfin incubation à l'obscurité pendant 30 min, la mesure de l'absorbance à l'aide d'un spectrophotomètre UV (T60U) est effectuée à 765 nm (Djedaia, 2017) mais la longueur d'onde de (Merzougui, 2015) est 725nm. Le principe de cette méthode repose sur la réduction des réactifs acides phosphotungstique ($\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}$) et phosphomolybdique ($\text{H}_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}$) de couleur jaune, (réactif de Folin) dans une solution alcaline (Arab *et al.*, 2014). Qui est réduit lors de l'oxydation des phénols en un mélange d'oxydes bleus de tungstène (W_8O_{23}) et de molybdène (Mo_8O_{23}). Cette coloration bleue, dont l'intensité est proportionnelle aux taux de composés phénoliques.

La concentration en polyphénols totaux est calculée à partir de l'équation de régression de la gamme d'étalonnage établie avec l'acide gallique ($10\text{-}150\ \mu\text{g.mL}^{-1}$) où le méthanol est le blanc (Djedaia, 2017), par contre (Arab *et al.*, 2014) établie avec le standard étalon d'acide gallique ($2,5\text{-}42,5\ \mu\text{g/ml}$), préparée à partir d'une solution mère de $50\ \mu\text{g/ml}$, les résultats sont exprimés en milligramme d'équivalent d'acide gallique par un gramme de matière sèche (mg EAG.g-1MS) (Djedaia, 2017) mais exprimé en microgrammes d'équivalents d'acide gallique par milligramme d'extrait ($\mu\text{g/mg}$) (Arab *et al.*, 2014).

Selon(Merzougui, 2015), L'intensité de la coloration est proportionnelle à la quantité de composés phénoliques, exprimée en acide caféique, La quantité en polyphénols totaux est exprimés en ppm (mg/kg)exprimés en acide caféique) selon la formule suivante :

$$A_{725} \times (V_e / 0,2) \times (1000 / P_o) \times 0,06 = \text{Polyphénols en ppm(mg/kg)}$$

Avec : A_{725} : Absorbance à 725 nm.

V_e : volume de l'extrait de la solution méthanolique.

P_o : prise d'essai de l'échantillon en gramme.

0,06 : coefficient déduit par la méthode exprimé en acide caféique.

3.5.2. Dosage de chlorophylle

Il n'y a que deux références (Merzougui, 2015)(Belhachat, 2019) mentionnant la même méthode de dosage de chlorophylle. La détermination de la teneur en pigments chlorophylliens dans l'huile est effectuée selon la méthode décrite par (Wolf, 1968). Elle consiste en une quantification par spectrophotométrie à des longueurs d'onde de 630, 670 et 710 nm.

Mode opératoire

Selon(Belhachat, 2019) elle a mesuré 5mL d'huile sont dissout dans 5 mL de tétrachlorure de carbone. Après homogénéisation, la mesure de l'absorbances à 670, 630 et 710 nm. La teneur en chlorophylles est calculée selon la formule suivante

$$\text{Chlorophylles en ppm (mg/kg)} = A_{670} - [(A_{630} + A_{710}) / 2] / 0.1086 \times L$$

A_{670} : absorbance à 670 nm ; A_{630} : absorbance à 630 nm par rapport à une cuve de référence contenant de tétrachlorure de carbone ; A_{710} : absorbance à 710 nm ; 0,1086 : coefficient lié à l'appareil; L : trajet optique = 1 cm.

3.5.3. Dosage de caroténoïde

Comme le dosage de chlorophylle il n'y a que deux références (Merzougui, 2015) (Belhachat, 2019) qui ont mentionnés la même méthode de dosage de caroténoïde.

La détermination de la teneur en ces pigments dans l'huile fixe est basée sur une méthode spectrophotométrique, l'absorption se fait à 470 nm.

Mode opératoire

Une prise de 7,5 grammes d'huile est introduite dans une fiole jaugée de 25 ml qui sera remplie, jusqu'au trait de jauge par du cyclohexane. L'absorbance de la solution obtenue est mesurée par rapport à celle du solvant à 470 nm. La teneur en carotènes est déterminée selon la formule suivante :

$$\text{Carotène (ppm)} = (A_{470} \times 25 \times 10000) / (2000 \times 7,5)$$

Chapitre 4

Résultats des travaux choisis

4.1. Etude de l'huile

4.1.1. Teneur en huile

Tableau 8. Teneur en huile de fruits de *pistacia lentiscus*.

Les references	Teneur en huile %
(Djedaia, 2017)	64,5
(Charef <i>et al.</i> , 2008)	32,8 ± 0,8 (fruits noirs) 11,7 ± 0,5 (fruits rouges)
(Merzougui, 2015)	17,45 ± 1,058
(Haouli <i>et al.</i> , 2015)	27,25
(Belhachat, 2019)	11,50± 0,35 (fruits noirs) 34,90±0,05 (fruits rouges)

La teneur en huile, des fruits de *Pistacia lentiscus* (tableau 7) est de 64,5% pour la région d'El Kala (Djedaia, 2017), c'est la valeur la plus élevée dans tous les régions étudiés. Dont les régions de Tipaza 32,8% et Tunisie 35,37% nous avons trouvé que les valeurs étaient similaires et supérieure à ceux trouvés par (Haouli *et al.*, 2015) qui ont obtenu une teneur de 27,25% dans l'El Kala et proche à celle trouvée par (Belhachat, 2019) (34,90%) pour fruits rouges et plus supérieurs par rapport aux fruits noirs (11,5%). Alors que la teneur est 17,45% selon (Merzougui, 2015) ou les fruits sont issue de la même régions que (Djedaia, 2017) et (Haouli *et al.*, 2015).

A partir de ces résultats on peut dire que le rendement de l'huile peut varier en fonction de la région de récolte des fruits, la nature de ses parties utilisées (fruit noire ou rouge), la période de récolte et la méthode d'extraction de huile.

4.2. Etude des caractéristiques physico-chimiques de l'huile

Tous les résultats de propriétés physico-chimiques se trouvent dans un tableau (voire annexe 1).

4.2.1. Humidité

Les taux d'humidité sont ($9,06 \pm 0,05\%$ et $6,84 \pm 0,08\%$) pour fruits rouges et noirs respectivement au région Bouira (Belhachat, 2019).

D'un autre côté, la teneur en eau trouvé par (Haouli *et al.*, 2015) est 9,98% il est supérieur que la valeur de Bouira et selon (Merzougui, 2015) est $0,843 \pm 0,005\%$ issue de la région d'El Kala .Par contre le taux d'humidité de huile au wilaya de Skikda (Boukeloua *et al.*, 2012) est très élevé (11,6%) par rapport aux autres références.

Tous les résultats sont dans la norme parce que le taux (inférieur à 10%) avec moins de risque de contamination par les champignons (Belhachat, 2019), meilleure conservation de l'huile sauf (Boukeloua *et al.*, 2012). le résultat de ce paramètre n'est pas mentionné pour les autres régions.

4.2.2. Acidité

La valeur d'acidité est déterminée par une seule référence (Merzougui *et al.*, 2014) au wilaya El Kala est élevée ($3,750 \pm 0,010\%$) par rapport aux normes COI (0,8 - 3,3) et CEE (0,8 - 2,0) relatives aux huiles d'olive vierges, mais ils ont trouvé que la valeur de 2.27% au Skikda (Boukeloua *et al.*, 2012). Donc il est dans les normes de COI. On constate que le pourcentage d'acidité des huiles de deux régions (El Kala et Skikda) dépasse en général les limites établies par le CODEX et FAO (2001) ($<1\%$).

Alors que l'indice d'acidité qu'il a trouvé par (Charef *et al.*, 2008) pour les fruits noirs ($7,7 \pm 0,3$) et pour les fruits rouges ($24,0 \pm 0,5$). C'est plus élevé que ce qui a été trouvé par (Haouli *et al.*, 2015) 4,4368 et (Djedaia, 2017) 2,345 et par (Belhachat, 2019) est ($1,12 \pm 0,10$) pour fruit rouge, ($2,24 \pm 0,03$) pour fruit noir dans wilaya Bouira.

D'après ces résultats, on peut dire que les valeurs élevées de l'acidité des huiles sont peut-être dues à la mauvaise conservation des fruits avant extraction et analyse ou à la maturité incomplète des graines. Et aussi l'indice de l'acidité élevé montre que les huiles contiennent une énorme quantité d'acides gras libres (Charef *et al.*, 2008). Le résultat de ce paramètre n'est pas mentionné pour les autres régions.

4.2.3. Indice de saponification

La détermination de cet indice est importante, car il permet de caractériser le poids moléculaire et la longueur moyenne des chaînes grasses (Bensalem, 2015). Donc les résultats des travaux choisis dans (tableau 9)

Tableau 9. Les valeurs de l'indice de saponification.

Les references	l'indice de saponification(mg de KOH /g d'huile)
(Boukeloua <i>et al.</i> , 2012)	193.30±0.05
(Charef <i>et al.</i> , 2008)	147.8 ± 0.2 (fruit noir) 154.6 ± 0.1 (fruit rouge)
(Haouli <i>et al.</i> , 2015)	186,433
(Djedaia, 2017)	192,67
(Merzougui, 2015)	191,45± 0,05
(Belhachat, 2019)	Fruits rouges (194,21± 0,05) Fruits noirs (191,25± 0,12)

L'huile du *Pistacia lentiscus* présente un indice de saponification de 193, 30 mgKOH/g rapporté par (Boukeloua *et al.*, 2012) au Skikda, C'est la valeur la plus élevée et dans les norme de COI(184-196)et CEE(184-196). Après on trouve que (Djedaia, 2017) et (Merzougui, 2015)Ils l'ont trouvé l'indice de saponification 192,67/191,45 mgKOH/g respectivement des valeurs similaire. Alors que cet indice représente par une valeur de 186,433 mgKOH/g rapporté par (Haouli *et al.*, 2015) inferieure a celle trouvée par (Merzougui, 2015). En revanche, les résultats de (Merzougui, 2015) sont également similaires à celui de (Belhachat, 2019) pour les fruits noirs.

Par contre (Charef *et al.*, 2008)ont révélé un faible indice par rapport à celui de la présente étude, en effet l'huile extraite à partir des fruits noirs de *Pistacia lentiscus* présente un indice de 147,8 ± 0,2 mgKOH/g d'huile tandis que pour les fruits rouge, cet indice est de 154,6 ±0,1 mgKOH/g d'huile au région de Tipaza.

D'après les résultats que nous avons présentés, on peut dire que l'indice de saponification est affecté par les conditions climatiques et stade de maturité faible. Mais en général, cet indicateur est comparable avec quelques autres huiles végétales comme l'olive, le palme et l'avocat qui présentent respectivement des indicateurs de saponification de 184 à 196, de 190 à 205 et de 177 à 198 mgKOH/g d'huile (Karleskind et Wolff, 1992).

4.2.4. Indice de Peroxyde

L'indice de peroxyde est de 4,2 et $5,393 \pm 0,015 \text{ meqO}_2/\text{Kg}$ d'huile pour issue de la région d'El Kala (Djedaia, 2017) et (Merzougui, 2015), valeurs conformes aux exigences des normes commerciales COI, CEE et codex alimentaires (≤ 20). Cependant elles restent supérieures à celle trouvées par (Boukeloua *et al.*, 2012) avec un pourcentage de $(1.12 \pm 0.06 \text{ méqO}_2/\text{Kg}$ d'huile) dans la région de Skikda. Alors que (Belhachat, 2019) elle a trouvé des valeurs élevées de l'indice de peroxyde qui sont de $8,390 \pm 0,012 \text{ méqO}_2/\text{kg}$ d'huile pour les huiles issues des fruits rouges et de $5.90 \pm 0.02 \text{ méqO}_2/\text{kg}$ d'huile pour celles extraites des fruits noirs dans la région de Bouira.

Donc tous les valeurs inférieure à $10 \text{ méqO}_2/\text{kg}$ d'huile caractéristique de la plupart des huiles conventionnelles (FAO, 1981) et considérée comme témoignant d'un niveau d'oxydation acceptable (Rossell, 1993). Le résultat de cet indice n'est pas mentionné pour les autres régions.

4.2.5. Indice de réfraction

L'indice de réfraction dépend de la densité, de la composition chimique de l'huile et de la température (Djedaia, 2017). Elle augmente avec l'insaturation et la présence des chaînes grasses de fonctions secondaires. L'indice de réfraction mesuré par (Boukeloua *et al.*, 2012) est de $1,465 \pm 0,03$ à 20° au Skikda, cette valeur est similaire à (Belhachat, 2019) est $(1,465 \pm 0,010)$ pour fruits rouges $(1,470 \pm 0,120)$ pour fruits noirs et celle rapporté par (Merzougui, 2015) $(1,469 \pm 0,02)$ à El Kala. Cependant (Djedaia, 2017) mentionne leur valeur par $1,4395$ à 40° cette valeur est légèrement faible, les régions qui précède représente des valeurs proche à celle rapportés par (Karleskind & Wolff, 1992) pour l'huile d'olive, l'huile de palme et l'huile d'avocat, qui sont respectivement de $(1,468$ à $1,470)$, $(1,453$ à $1,458)$ et $(1,465$ à $1,474)$.

D'après les résultats que nous avons présentés, on peut dire que tous les valeurs de l'indice de réfraction conformes aux exigences des normes commerciales COI (2011) $(1,4677 - 1,4705)$.

(Charef *et al.*, 2008) et (Haouli *et al.*, 2015) ne mentionne pas les résultats de cet indice.

4.2.6. Indice d'ester

Nous n'avons trouvé que la valeur de l'indice d'ester dans la région d'El Kala est de 186,433 selon (Haouli *et al.*, 2015), ce résultat est inférieur à celle rapporté par (Bensalem, 2015) qui varient de 197,013 à 213,706 dans les trois régions Skikda, Jijel et Guelma et inférieur à la valeur de (Belhachat, 2019) qui est $(189,53 \pm 0.37)$ pour fruits rouges et (187.40 ± 0.56) pour fruits noirs.

Sachant que, l'indice d'ester est la différence entre l'indice de saponification et celui d'Acide (Djedaia, 2017), on peut dire qu'autant l'indice de saponification est élevé et moins l'indice d'acide l'est, celui d'Ester est important. Le résultat de cet indice n'est pas mentionné pour les autres régions.

4.2.7. Extinction spécifique en UV

Les valeurs obtenues par Merzougui *et al.* (2014) de l'extinction à 232 nm 270 nm sont très élevées (3,969 à 0,488) par rapport aux normes COI (2011) (2,50- 2,60) à 232 nm (0,22- 0,30) à 270 nm, CEE (2005) (2,5- 2,60) à 232 nm (0,22- 0,25) à 270 nm et Codex, FAO (2001) (0,25- 0,3) à 270 nm. Par contre au wilaya Bouira (Belhachat, 2019) l'extinction à 232 nm pour les fruits rouge (0.123 ± 0.14) et noirs (0.114 ± 0.100) est inférieur à les normes de COI et CEE, mais l'extinction à 270 nm de l'huile issue des fruits rouges est de (0.289 ± 0.01) et celle issue des fruits noirs de (0.267 ± 0.130) dans les normes. Ce qui montre la présence des produits d'oxydation secondaire dans l'huile d'El Kala tels que les hydroperoxydes qui absorbent à 232 nm, et l'oxydation secondaire les produits tels que les cétones absorbent à environ 270 nm. Alors que les restes des références ne mentionnent pas les résultats de leur extinction spécifique.

A partir de ce résultat on peut dire que cette forte valeur résulterait d'une auto oxydation de l'huile lors de l'extraction ou de la conservation. Par ailleurs, l'impact d'une attaque parasitaire des fruits n'est pas à exclure (Douzane et Bellal, 2004). Le résultat de cette extinction n'est pas mentionné pour les autres régions.

4.2.8. Indice d'iode

Le degré de l'insaturation global d'une huile végétale est déterminé en mesurant son indice d'iode. Plus celui-ci est élevé, plus l'huile contient des AG insaturés. L'indice d'iode de l'huile du *Pistacia* est 70 (Djedaia, 2017) et selon les norme de Codex, FAO (2001) est (75-94). Alors que (Charef, 2015) est trouvé l'indice d'iode pour fruits rouge au Tipaza (109.0 ± 0.1) très élevé par

rapport les normes précédent. En revanche, ce indice obtenu par (Boukeloua *et al.*, 2012) et (Charef, 2015) pour fruits noir des valeurs presque égales est (87.38 ± 0.31 , 87.3 ± 0.2) respectivement dans deux région différents (Skikda et Tipaza), même chose avec (Haouli *et al.*, 2015) et (Djedaia, 2017) par valeurs inferieur que les normes de (69,64) mais dans même wilaya de El Kala. Cependant (Merzougui, 2015) trouve un valeur de $80,446 \pm 0,02$ supérieur que (Djedaia, 2017) malgré au même wilaya de El Kala et presque similaire à (Belhachat, 2019) qui a trouvé que cette indice pour fruits rouges ($83,45 \pm 0,25$) et noirs (80.01 ± 0.01).

L'indice d'iode est un paramètre qui renseigne sur le nombre de doubles liaisons (Belhachat, 2019) et il est permet de classer cette huile en huiles non siccatives comme les huiles d'olive, d'arachide et d'amande avec un indice $I_i < 100$ fixée par la norme du Codex Alimentarius (Djedaia, 2017).

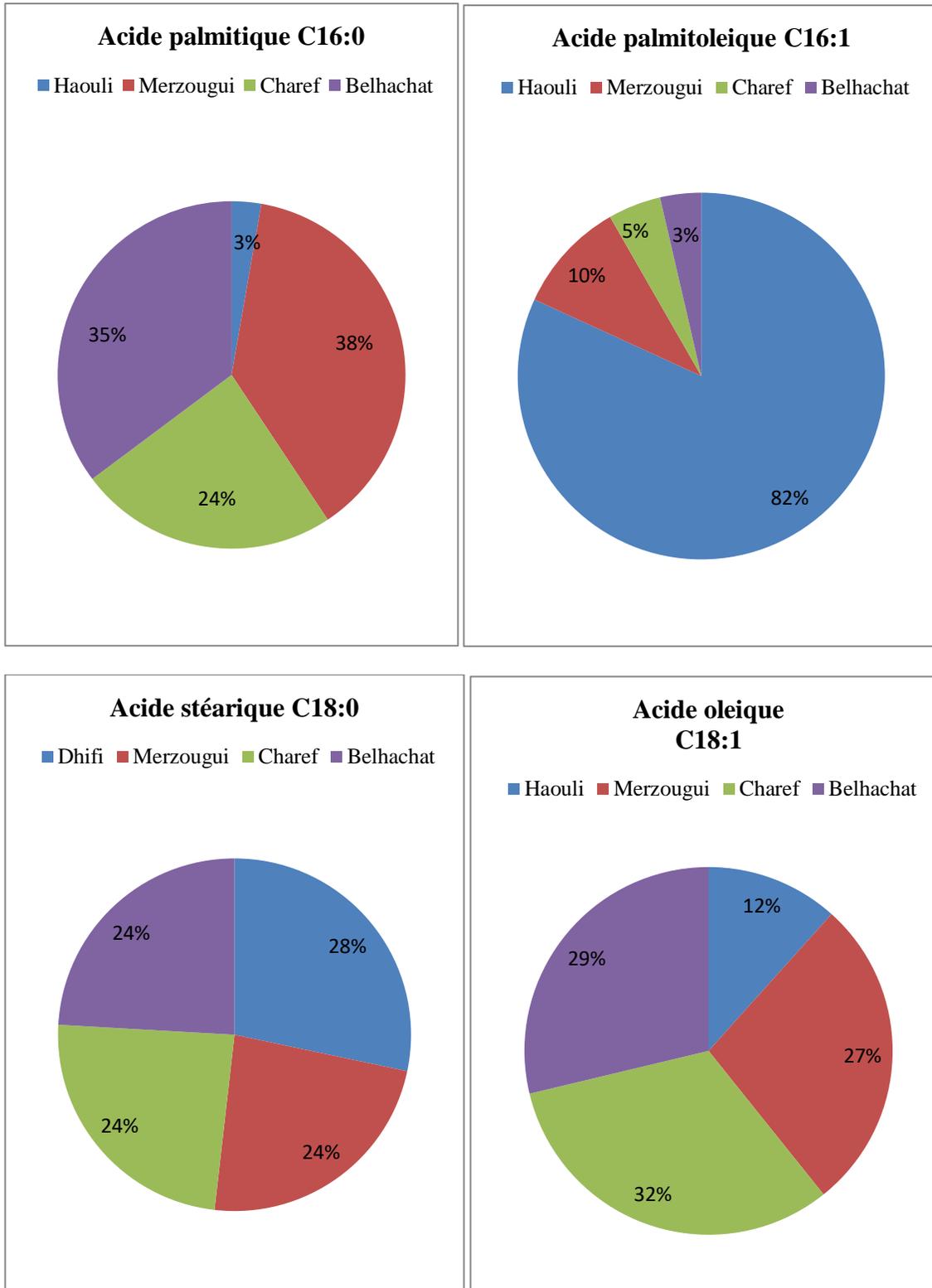
4.2.9. Indice de l'impureté

Après avoir étudié l'indice de l'impuretés (Haouli *et al.*, 2015) ils l'ont trouvé (2,32%) dans la région d'El-Kala ,ce résultat obtenu est supérieur à celle trouvé par (Bensalem, 2015) dans les trois régions : Guelma, Jijel et Skikda qui ont trouvés des taux faible d'impuretés (0,481-1,849%). Cependant ils sont très supérieurs aux normes COI 2015 et au CODEX/FAO 2013 qui sont de ($\leq 0,1$ et $0,05-0,1$) respectivement.

Donc on peut dire qu'il n'y a pas une relation entre la méthode d'extraction et le taux d'impuretés, ainsi entre ce dernier et les zones de récolte des échantillons. Cela peut être expliqué par des similitudes d'une façon ou d'une autre entre les méthodes qui sont toutes artisanales appliquant un essorage poussé entraînant beaucoup d'impuretés (Bensalem, 2015). Le résultat de cet indice n'est pas mentionné pour les autres régions.

4.3. Etude biochimique de l'huile

4.3.1. La composition en Acide gras



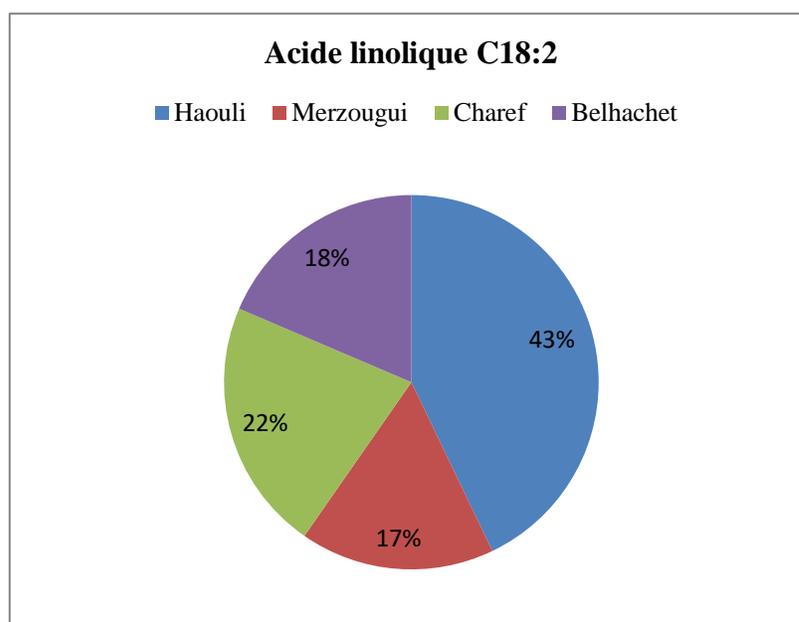


Figure 8. La composition en acides gras des différentes régions étudiées.

Tableau 10 . La composition en acide gras saturé et insaturé de huile.

	(Haouli <i>et al.</i> , 2015)	(Merzougui <i>et al.</i> , 2014)	(Charef <i>et al.</i> , 2008)	(Belhachat, 2019)	(Dhifi <i>et al.</i> , 2013)
AGS	2,039	29,34	FR(17) FN(21,2)	FR(25,17) FN(31,87)	26,42
AGI	97,959	70,57	FR(83) FN(78,8)	FR(74,82) FN(68,08)	52,4
I/S	69,64	2,38	FR(4,8) FN(3,7)	FR(2,97) FN(2,13)	21,18

AGS : acide gras saturé, AGI : acide gras insaturé, FR : fruits rouges, FN : fruits noirs.

Les acides gras sont considérés comme un code génétique des huiles, ce sont les constituants majoritaires de ces dernières avec lesquels on peut identifier la nature de l'huile (Ollivier, 2003).

D'après les résultats que nous avons présenté dans la Figure 10 et le Tableau 9, nous avons trouvé que l'huile de *Pistacia lentiscus* contient plusieurs acides gras, pour qu'il y en ait des communs dans les régions étudiées (Acide Palmitique C16:0, Acide Palmitoléique C16 :1, AGS ,AGI ,I/S)et qu'il y ait ceux qui ne sont pas présents dans certain région (Acide Stéarique C18:0, Acide Oléique Trans C18 :1, Acide linoléique C18:3) alors que (Acide Oléique C18 :1, Acide linoléique C18 :2) sont présent dans tous les huiles de lentisque. On a les résultats de (Haouli *et al.*, 2015)et(Djedaia, 2017) sont identiques. En revanche, au wilaya de Bouira (Belhachat, 2019) elle a trouvé d'autres acides gras saturé et insaturé(Acide margarique C17 :0 , Acide arachidique C20 :0, Acide gondoïque C20 :1, Acide béhénique C22 :0) l'on ne trouve pas dans les huiles de d'autres régions(voir annexe 3).

L'acide palmitique C16:0 a été déterminé selon (Merzougui *et al.*, 2014) par un pourcentage élevé de 38% à El Kala, Par contre le même acide déterminé selon (Haouli *et al.*, 2015) par très faible valeur de 3% au même région. Alors il est trouvé selon(Charef *et al.*, 2008) et (Belhachat, 2019) par 24% et 25% à Tipaza et Bouira respectivement(voir annexe 2), Par ailleurs, au en Tunisie (Dhifi *et al.*, 2013) ils ont trouvé que la valeur de cet acide 23,52% était inférieure à celle du (Merzougui *et al.*, 2014).

Cet acide apparaît en pourcentage élevé dans tout les régions choisis et dépasse la norme de COI(2009)(7,5-20), sauf (Haouli *et al.*, 2015) Ils ont trouvé une valeur inférieure à celle du norme. Donc, on peut dire que l'acide palmitique de huile de lentisque dans tout les régions est le principal composant des acides gras saturés, qui se présente avec un pourcentage élevé de 28,22 % selon (Merzougui, 2015) et il apparaît à des valeurs inférieures dans le reste des références . Mais l'acide stéarique C18:0 a été détecté avec une quantité faible dans tous les références. Par ailleurs, l'acide stéarique on ne le trouve pas dans l'huile extrait par (Haouli *et al.*, 2015),(Djedaia, 2017)(voir annexe 2).

L'acide palmitoleique C16:1 parmi les acides gras monoinsaturé (AGMI) qui se trouve par un pourcentage élevé 82% selon (Haouli *et al.*, 2015)leur valeurs dépasse le norme de COI(0,3-3,5). Par contre le reste de références se trouve des valeurs dans les normes (voir annexe 2).

Parmi les AGMI l'acide oléique C18:1 qui se présente par un pourcentage élevé (53,5%) pour fruits rouges et (55,3%) pour fruits noirs dans la région de Tipaza (Charef *et al.*, 2008), en revanche (Merzougui, 2015) et (Belhachat, 2019) ils ont trouvé des valeurs proche 47,02%, 48,18% (fruits rouges) et 49,7% (fruits noirs) respectivement au deux régions déférents El Kala et Bouira, mais (Haouli *et al.*, 2015)(Djedaia, 2017) présente une faible pourcentage de l'acide oléique 19,832%. Alors tout le résultat donné des valeurs ne dépasse la norme de COI (55-83).

L'acide oléique est réputé pour son rôle dans la préservation des maladies cardiovasculaires et pour sa valeur nutritive. En effet, ils sont reconnus pour abaisser le mauvais cholestérol (Cholestérol LDL) et pour augmenter le bon cholestérol (Cholestérol HDL) (Fukushima *et al.*, 1996; Mata *et al.*, 1992). La teneur élevée de l'acide oléique confère aussi à l'huile de *P. lentiscus* (L.) une stabilité au cours du stockage.

Donc, on dit que l'acide oléique a été déterminé comme étant l'acide gras principal et dominant dans l'huile de *Pistacia lentiscus* dans tous les référence sauf (Djedaia, 2017) (Haouli *et al.*, 2015).

Concernant les acides gras polyinsaturés(AGPI) l'acide linoléique C18:2(ω 6)selon (Haouli *et al.*, 2015)ils ont trouvé que l'acide linoléique qui est dominant dans leur huile et présente par une pourcentage très élevé 43% et dépasse le norme COI(3,5-21). Alors que l'huile de lentique qui extrait selon (Merzougui, 2015) et (Belhachat, 2019) trouvé des pourcentage proche 17% et 18% respectivement(voir annexe 2).

Enfin, L'acide linoléique C18 :3(ω 9) toutes les références ont trouvé des valeurs faibles(Haouli *et al.*, 2015), (Belhachat, 2019), (Dhifi *et al.*, 2013), (Merzougui, 2015) par (1,775/0,27pour fruits rouges et 0,18 pour fruits noirs/0,47/traces)respectivement pour cet acide mais elles étaient dans le norme de COI (\leq 1,5).

A travers le tableau 9 ce qui présent la composition de huile fixe en AGS et AGI on trouve que les AGI sont dominant et possède des valeurs supérieure à AGS dans tout les sites étudiées.

Donc, la présence des acides gras insaturés c'est essentiels, ils étaient prédominants dans toutes les huiles comme le confirme le test de l'indice d'iode (78,6 et 109,0) (Charef *et al.*, 2008), Cependant, l'acide oléique est le principal acide gras de l'huile, suivi par l'acide linoléique (ils ne sont pas fabriqué par l'organisme sont apporté par l'alimentation).

Ils fournissent une huile de bonne qualité nutritionnelle et médicinale, ils protègeraient contre certaines maladies métaboliques, les maladies cardiovasculaires et le cancer (Delplanque *et al.*, 2002 ;Soel *et al.*, 2007).

4.4. Dosage quantitatif des principes actifs

4.4.1. Dosage des polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols totaux a été réalisé selon la méthode Folin-ciocalton en utilisant l'acide gallique comme standard, la teneur en composés phénoliques de huile fixe selon (Merzougui, 2015) est $(79,35 \pm 0,01)$, cette valeur est comparable à celle trouvée par (Arab *et al.*, 2014) qui a trouvé 61,34% au deux régions déférents. En revanche, la teneur des polyphénols de huile extraite par (Djedaia, 2017) est $(154,3466 \pm 2,5 \text{ mg AG/g de matière sèche})$ cette valeur est en accord avec la teneur obtenue par (Piluzza & Bullitta, 2011) soit de 147.68 mg AG/g de matière sèche (voire annexe 4).

D'autres études (Bozorgi *et al.*, 2013) réalisées sur cinq variétés Pistacia (*P. vera*, *P. atlantica*, *P. terebinthus*, *P. khinjuk*, and *P. lentiscus*) ont montré la richesse de cette plante en composés phénoliques. Cette différence en teneur peut être due au biotope de la plante et/ou aux variations interspécifiques.

4.4.2. Dosage de chlorophylle

L'évolution de la teneur en chlorophylles renseigne sur les substances colorantes contenues dans l'huile. L'huile de lentisque extraite des fruits rouges non murs renferme une teneur plus importante en chlorophylle $(8.52 \pm 0.04 \text{ mg/Kg})$ par rapport à celle extraite à partir des fruits murs noirs $(4,32 \pm 1.02 \text{ mg/Kg})$ selon (Belhachat, 2019). Alors, Les résultats de (Merzougui, 2015) révèlent que l'huile de lentisque renferme une quantité en chlorophylles 9,04 ppm, supérieur à trouvé par (Belhachat, 2019), ce résultat est proche à ceux obtenus par (Salvador *et al.*, 2001) qui ont montré que les teneurs en chlorophylles de l'huile d'olive de quelques variétés espagnoles qui sont comprises entre 2 et 27 ppm (voire annexe 4).

Ces différences, sont liées au degré de maturité des fruits du lentisque. En effet, la concentration en chlorophylles est élevée au début de la maturité des fruits puis se dégradent rapidement (Belhachat, 2019).

4.4.3. Dosage de caroténoïde

L'huile de lentisque extraite à partir des fruits noirs a une teneur en caroténoïdes de $24,91 \pm 0,001 \text{ mg/Kg}$. Cette teneur est plus importante que celle de l'huile extraite à partir des fruits rouges ($5,06 \pm 0,11 \text{ mg/Kg}$) (Belhachat, 2019) et l'huile extraite par (Merzougui, 2015) est $11,86 \text{ mg/Kg}$. Ces résultats sont comparables à celui obtenus sur la variété d'huile d'olive, Cornicabra espagnole, qui présente des teneurs en carotènes variant de 2 à 14 mg/kg (Salvador *et al.*, 2001) (voire annexe 4).

Donc, les carotènes sont des substances chimiques naturelles impliquées dans les mécanismes d'oxydation de l'huile, leur présence en quantité suffisante dans l'huile permet de retarder le phénomène de la photo oxydation et de préserver les paramètres de qualité de l'huile au cours du stockage (Merzougui, 2015; Belhachat, 2019).

La concentration en caroténoïdes varie non seulement avec les espèces mais aussi avec les variétés de plantes, les facteurs environnementaux (la lumière, le sol, le degré de maturation, le climat, l'origine géographique et les conditions de culture) et les conditions de conservation et de stockage. En effet, l'exposition à la lumière et à des températures élevées favorise la dégradation des caroténoïdes (Rodriguez-Amaya, 2001; Dias *et al.*, 2009), la teneur en ce pigment dépend du stade de maturité du fruit, du processus d'extraction, des conditions du stockage, de la méthode de cueillette, et de l'âge de l'huile (Fedeli, 1977; Kiritsakis et Dugan, 1985; Ramadan et Mörsel, 2003).

Conclusion

Conclusion

Les plantes médicinales restent une source fiable de molécules bioactives ayant montré leurs efficacités dans le traitement de diverses pathologies et prédominante de médicaments pour la majorité de la population mondiale, en particulier dans les pays en voie de développement. *Pistacia lentiscus* est une plante connue pour ses activités phyto-thérapeutiques intéressantes et par sa richesse en métabolites secondaires, elle a été choisie en fonction de la facilité de sa récolte et du succès dont elle jouisse dans la thérapeutique traditionnelle.

Ce travail permet de comparée les caractéristiques physico-chimiques (humidité, acidité , l'indice de saponification, l'indice de peroxyde, l'indice de réfraction, l'indice d'ester, l'indice d'iode, extinction spécifique, l'indice de l'impureté insoluble) et la composition des huiles en acides gras, et le dosage en pigments, pour déterminer la qualité de l'extrait de *Pistacia lentiscus* de cinq régions algérienne. Les résultats obtenus de cette huile végétale sont conformes aux normes du COI, Codex, CEE et AFNOR.

L'extraction de huile de lentisque a travers les fruits est une étape très importante d'étude des constitués bioactif dans les plantes, donc nous avons trouvé deux méthodes d'extraction de l'huile fixe, la méthode physique consiste à transformés les fruits de *Pistacia lentiscus* en poudre et la méthode chimique par l'utilisation des solvants organiques(méthanol et hexane) entre les travaux choisis, la teneur en huile entre (11,7-64,5%).

Les résultats des propriétés physicochimiques de cette huile varient d'une région à l'autre, ce qui affecte la qualité de l'huile. Concernant la teneur en eau est (7,95-9,98%) c'est dans les conditions nécessaires pour meilleure conservation de l'huile, sauf région de Skikda. Alors que l'acidité de huile se défèrent selon la région, il est dépend de condition de conservation.

La composition en acides gras par CPG a révélé que l'huile de lentisque riche en AGMI l'acide oléique entre (19,832% et 55,3%), le pourcentage élevé au wilaya de Tipaza suivie par les AGPI qui sont représentés par l'acide linoléique (19,26 et 49,163%), le pourcentage élevé la wilaya de El Kala, l'utilisation thérapeutique de cette huile par la population algérienne peut être expliquée par sa teneur élevée en acide linoléique. Cet acide gras polyinsaturé est le précurseur de la famille de l'acide gras oméga 3 connu pour son grand intérêt dans la prévention des maladies cardio-vasculaires.

L'analyse photochimique de fruit étudié a montré la présence d'une multitude de métabolites secondaires citant ; chlorophylle, les polyphénols et caroténoïde, dont le dosage des polyphénols totaux a été réalisé par le réactif de Folin-Ciocalteu, et le dosage de chlorophylle et caroténoïde a été réalisé par une méthode spectrophotométrique.

En perspective, il serait souhaitable de :

-Mettre en évidence l'activité antimicrobienne, l'activité anti-inflammatoire et l'activité anticancéreuse.

Référence bibliographie

Référence bibliographique

- ❖ Abdelkrim, H., Ratiba, S., Samir, D., Ouahiba, B., & Hacene, F. (2015). Contribution to the analysis of *Pistacia lentiscus* extracted oil.
- ❖ Ait Mohand. B., El Antari. A., Benkhalti F. 2020. Chemical Composition of *Pistacia lentiscus* Seeds' Oil from Moroccan High Atlas Mountain. Journal of Food Quality.
- ❖ Ait Said S. 2011. Strategies adaptatives de deux especes du genre *pistacia* (*p. Lentiscus* L. Et *p. Atlantica* Desf.) aux conditions d'altitude, de salinite et d'aridite:[texte imprimé] : Approches morpho-anatomiques, phytochimiques et ecophysiologiques.Thèse de doctorat, Université Mouloud Mammeri.
- ❖ Al-Saghir M. G., 2010. Perspective on chromosome numbers in the genus *Pistacia* L.(*Anacardiaceae*). Int J Plant Breed Genet, 4(3), 153-157.
- ❖ Amara N., Benrima A., Anba C., Belkhir H. 2019. Activité antimicrobienne de l'huile essentielle des fruits du Pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus* L.). Revue Agrobiologia, 9(2), 1669-1676.
- ❖ Amieur A.,Boukerzaza H. 2005. Les zones préférentielles de la mondialisation en Algérie. Exemple de Skikda.Thèse de doctorat. Université Frères Mentouri-Constantine 1.
- ❖ Aouinti F., Zidane H., Tahri M., Wathelet J. P.,El Bachiri A. 2014. Chemical composition, mineral contents and antioxidant activity of fruits of *Pistacia lentiscus* L. from Eastern Morocco. Journal of Materials and Environmental Science, 5(1), 199-206.
- ❖ Arab K., Bouchenak O.,Yahiaoui K. 2014. Etude phytochimique et évaluation de l'activité antimicrobienne et antioxydante de l'huile essentielle et des composés phénoliques du pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus* L.). J. Fundment. Appl. Sci, 6(1), 79-93.
- ❖ Bachrouch O., Jemaa J. M.-B., Talou T., Marzouk B., Abderraba M. 2010. Fumigant toxicity of *Pistacia lentiscus* essential oil against *Tribolium castaneum* and *Lasioderma serricornis*. Bulletin of Insectology, 63(1), 129-135.
- ❖ Bammou M., Daoudi A., Slimani I., Najem M., Bouiamrine E. H., Ibijbijen J., Nassiri L. 2015. Valorisation du lentisque «*Pistacia lentiscus* L.» : Étude ethnobotanique, Screening phytochimique et pouvoir antibactérien. Journal of applied biosciences, 86, 7966-7975.
- ❖ Bardeau F. 2009. Les Huiles Essentielles. Fernand Lanore.

- ❖ Barka E. A., Vatsa P., Sanchez L., Gaveau-Vaillant N., Jacquard C., Klenk H. P., Clement C., Ouhdouch Y., Wezel G. P. van. 2016. Taxonomy, Physiology, and Natural Products of Actinobacteria. *Microbiology And Molecular Biology Reviews*, 80(1), 1-43.
- ❖ Beldi M., Boucheker A., Djelloul R., Lazli, A. 2020. Physicochemical characterization and antibacterial and antifungal activities of *Pistacia lentiscus* oils in Northeastern Algeria. *Catrina: The International Journal of Environmental Sciences*, 22(1), 57-69.
- ❖ Belfadel F.Z., Boulebda N. 2009. Huile de fruits de *Pistacia lentiscus*. Caractéristiques physico-chimiques et effets biologiques (Effet cicatrisant chez le rat).
- ❖ Belhachat D. 2019a. Etude phytochimique des extraits de *Pistacia lentiscus* L. activité antioxydante et antimicrobienne. Thèse de doctorat.
- ❖ Belhadj S. 1999. Les pistacheraies algériennes : Etat actuel et dégradation. *Cahiers Options MED*, 56, 107-109.
- ❖ Bellakhdar J. 2013. Le Maghreb à travers ses plantes : Plantes, productions végétales et traditions au Maghreb. Editions Le Fennec.
- ❖ Ben Douissa F. 2004. Étude chimique et biologique de *Pistacia lentiscus* L. Thèse de doctorat, Université Joseph Fourier .1971-2015.
- ❖ Benrachou N. 2012. Etude des caractéristiques physicochimiques et de la composition biochimique d'huiles d'olive issues de trois cultivars de l'Est algérien. Thèse de doctorat, Université Annaba.
- ❖ Benrachou N., Henchiri C., Djeghaba Z. 2010. Caractérisation de trois huiles d'olive issues de trois cultivars de l'Est algérien. *Synthèse: Revue des Sciences et de la Technologie*, 22, 12-22.
- ❖ Bensalem G. 2015. L'huile de lentisque (*Pistacia lentiscus* L.) dans l'est algérien caractéristiques physico-chimiques et composition en acides gras. Mémoire Magister, université constantine.
- ❖ Boudieb K., Kaki S. A. S.-A., Amellal-Chibane H. 2019. Effect of maturation degree on the fixed oil chemical composition, phenolic compounds, mineral nutrients and antioxidant properties of *Pistacia lentiscus* L. fruits. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 47(3), 836-847.

- ❖ Boukeloua A., Belkhiri A. 2009. Caractérisation botanique et chimique et évaluation pharmaco-toxicologique d'une préparation topique à base d'huile de *Pistacia lentiscus* L.(*Anacardiaceae*).Thèse de doctorat, Université Frères Mentouri-Constantine 1.
- ❖ Boukeloua A., Belkhiri A., Djerrou Z., Bahri L., Boulebda N., PachaY. 2012. Acute Toxicity of *Opuntia Ficus Indica* and *Pistacia Lentiscus* Seed Oils in Mice. African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines, 9(4),
- ❖ Boulebda N., Belkhiri A., Belfadel F., Bensegueni A.,Bahri L. 2009. Dermal wound healing effect of *Pistacia lentiscus* fruit's fatty oil. Pharmacognosy Research, 1(2).
- ❖ Bozorgi M., Memariani Z., Mobli M., Surmaghi M. H. S., Shams-Ardekani M. R., Rahimi R. 2013. Five *Pistacia* species (*P. vera*, *P. atlantica*, *P. terebinthus*, *P. khinjuk*, and *P. lentiscus*): A review of their traditional uses, phytochemistry, and pharmacology. The Scientific World Journal, 2013.
- ❖ Charef M. 2015. Contribution à l'étude de la composition chimique et étude des propriétés phytochimiques et nutritionnelles des lipides des fruits de *Pistacia lentiscus* et du *Quercus* .Tèse de doctorat, Université Kasdi Merbah Ouargla.
- ❖ Charef M., Yousfi M., Saidi M.,Stocker P. 2008. Determination of the fatty acid composition of acorn (*Quercus*), *Pistacia lentiscus* seeds growing in Algeria. Journal of the American Oil Chemists' Society,85, 921-924.
- ❖ Cheurfa M., Allem R. 2015. Study of hypocholesterolemic activity of Algerian *Pistacia lentiscus* leaves extracts in vivo. Revista Brasileira de Farmacognosia, 25, 142-144.
- ❖ Correia O. A., Catarino F. M. 1994. Seasonal changes in soil-to-leaf resistance in *Cistus* sp. And *Pistacia lentiscus*.
- ❖ Correia O., Diaz Barradas M. C. 2000. Ecophysiological differences between male and female plants of *Pistacia lentiscus* L. Plant Ecology, 149, 131-142.
- ❖ Cuvelier M.-E., Maillard M.-N. 2012. Stabilité des huiles alimentaires au cours de leur stockage. OCL Oilseeds and fats crops and lipids, 19(2), 125-132.
- ❖ Dedoussis G. V., Kaliora A. C., Psarras S., Chiou A., Mylona A., Papadopoulos N. G., Andrikopoulos N. K. 2004. Antiatherogenic effect of *Pistacia lentiscus* via GSH restoration and downregulation of CD36 mRNA expression. Atherosclerosis, 174(2), 293-303.

- ❖ Delplanque B., Le Roy B., Mendy F., Fenart E., Thaminy-Dekar A., Syeda F., Combe N., Ruelland A., Borel P., Tanguy S. 2002. Définition des limites de flexibilité des apports en acides oléique, linoléique et alphalinoléique sur la lipidémie et les paramètres d'athérombose chez l'homme : Intérêt des huiles végétales combinées. *Oléagineux, Corps gras, Lipides*, 9(4), 237-243.
- ❖ Dhifi W., Jelali N., Chaabani E., Beji M., Fatnassi S., Omri S., Mnif W. 2013. Chemical composition of Lentisk (*Pistacia lentiscus* L.) seed oil. *African Journal of Agricultural Research*, 8(16), 1395-1400.
- ❖ Dias M. G., Camões M. F. G., Oliveira, L. 2009. Carotenoids in traditional Portuguese fruits and vegetables. *Food Chemistry*, 113(3), 808-815.
- ❖ Djedaia M. S. 2017. Etude physico-chimique et caractérisation du fruit de la plante lentisque (*Pistacia Lentiscus* L.). Université Badji Mokhtar Annaba.
- ❖ Djenane D., Yangüela J., Montañés L., Djerbal M., Roncalés P. 2011. Antimicrobial activity of *Pistacia lentiscus* and *Satureja montana* essential oils against *Listeria monocytogenes* CECT 935 using laboratory media : Efficacy and synergistic potential in minced beef. *Food control*, 22(7), 1046-1053.
- ❖ Dogan Y., Baslar S., Ayden H., Mert H. H. 2003. A study of the soil-plant interactions of *Pistacia lentiscus* L. distributed in the western Anatolian part of Turkey. *Acta Botanica Croatica*, 62(2), 73-88.
- ❖ Douzane M., Bellal M. 2004. Etude Des Caractéristiques Physicochimiques Des Huiles De Quelques Variétés Populations D'Olive De La Région De Bejaia. *Sciences et Technologie C, Biotechnologies*, 86-93.
- ❖ Dragović S., Dragović-Uzelac V., Pedisić S., Čošić Z., Friščić M., Elez Garofulić I., Zorić Z. 2020. The mastic tree (*Pistacia lentiscus* L.) leaves as source of BACs : Effect of growing location, phenological stage and extraction solvent on phenolic content. *Food technology and biotechnology*, 58(3), 303-313.
- ❖ El Bishbishy M. H., Gad H. A., Aborehab N. M. 2020. Chemometric discrimination of three *Pistacia* species via their metabolic profiling and their possible in vitro effects on memory functions. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 177, 112840.

- ❖ Elbir M., Amhoud A., Houlali I., Moubarik A., Hasib H., Jouad A., Mbarki M. 2014. Caractérisation et Classification des huiles d'olives monovariétales de deux régions au Maroc (Meknès-Tafilalet et Marrakech-Tensift-Al Haouz)[Characterization and classification of monocultivar olive oils from two areas in Morocco (Meknes-Tafilalet and M. J Mater Environ Sci, 5, 565-570.
- ❖ Fedeli E. 1977. Prog. Chem. Fats Other Lipids. Pergamon Press London.
- ❖ Fukushima M., Akiba S., Nakano M. 1996. Comparative hypocholesterolemic effects of six vegetable oils in cholesterol-fed rat. Lipids, 31(4), 415-419.
- ❖ Gharby S., Harhar H., Kartah B., El Monfalouti H., Maata N., Guillaume D., Ben T. 2011. Influence de l'origine du fruit (terroir, caprin) et de la méthode d'extraction sur la composition chimique, les caractéristiques organoleptiques et la stabilité de l'huile d'argane. Actes du Premier Congrès International de l'Arganier. Agadir, Morocco, 203-214.
- ❖ Hadjichambis A. Ch., Paraskeva-Hadjichambi D., Della A., Elena Giusti M., De Pasquale C., Lenzarini C., Censorii E., Reyes Gonzales-Tejero M., Patricia Sanchez-Rojas C., Ramiro-Gutierrez J. M., Skoula M., Johnson C., Sarpaki A., Hmamouchi M., Jorhi S., El-Demerdash M., El-Zayat M., Pieroni A. 2008. Wild and semi-domesticated food plant consumption in seven circum-Mediterranean areas. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 59(5), 383-414.
- ❖ Haloui T., Fadil M., Jennan S., Farah A., Alaoui A. B. 2015. Application of Plackett-Burman design in the essential oil extraction by hydro-distillation process of *Pistacia lentiscus* L. leaves. Journal of Materials and Environmental Science, 6(4), 942-948.
- ❖ Haloui T., Farah A., Lebrazi S., Fadil M., Alaoui, A. B. 2018. Application of response surface methodology for the optimization of hydro-distillation extraction of *Pistacia lentiscus* L. essential oil. Journal of Applied Pharmaceutical Science, 8,(1), 050-054.
- ❖ Hamlat N.,Hassani A. 2008. Analyse des flavonoïdes présents dans les feuilles du lentisque par les méthodes chromatographiques. XIes Journées Scientifiques du réseau.
- ❖ Haouli A., Seridi R., Djemli S., Bourdjiba O.,Frih, H. 2015. Contribution to the analysis of *Pistacia lentiscus* extracted oil. Am.-Eur. J. Agric. Environ. Sci, 15, 1075-1081.

-
- ❖ Hasan H. H., Habib I. H., Gonaïd M. H., Islam M. 2011. Comparative phytochemical and antimicrobial investigation of some plants growing in Al Jabal Al-Akhdar. *J. Nat. Prod. Plant Resour*, 1(1), 15-23.
 - ❖ Iserin P., Masson M., Restellini J., Ybert E., De Laage de Meux A., Moulard F., Vican P. 2001. *Larousse des plantes médicinales : Identification. préparation, soins. 2ème édition de VUEF, Hong Kong, 335.*
 - ❖ Kandji N. A. 2001. Etude de la composition chimique et de la qualité d'huiles végétales artisanales consommées au Sénégal. Docteur en pharmacie. Université cheikh anta diop de dakar.
 - ❖ Karleskind A., Wolff J. 1992. *Manuel des corps gras, vol. 1. Lavoisier, Paris, France, 787p.*
 - ❖ Kechidi M., Chalal M. A., Bouzenad A., Gherib A., Touahri B., Mustapha M. A., Ourihene M. 2020. Determination of the fixed oil quality of ripe pistacia lentiscus fruits and Opuntia-ficus indica seeds. *bioRxiv*, 2020-11.
 - ❖ Kiritsakis A., Dugan L. R. 1985. Studies in photooxidation of olive oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 62(5), 892-896.
 - ❖ Kouider H., Mohammed B., Mohammed M., Abdelkader O., Abdelkarim R. 2019. Importance des plantes médicinales pour la population rurale du parc national de Djebel Aïssa (Sud ouest algérien). *Lejeunia, Revue de Botanique.*
 - ❖ Ladio A., Lozada M., Weigandt M. 2007. Comparison of traditional wild plant knowledge between aboriginal communities inhabiting arid and forest environments in Patagonia, Argentina. *Journal of arid environments*, 69(4), 695-715.
 - ❖ Lee, K.-H. 2004. Current developments in the discovery and design of new drug candidates from plant natural product leads. *Journal of Natural products*, 67(2), 273-283.
 - ❖ Lev E., Amar Z. 2002. Ethnopharmacological survey of traditional drugs sold in the Kingdom of Jordan. *Journal of Ethnopharmacology*, 82(2-3), 131-145.
 - ❖ Maameri-Habibatni Z. 2014. *Pistacia lentiscus L. : Evaluation pharmacotoxicologique .Thèse de Doctorat en Sciences. Université Constantine 1, Algérie.*
 - ❖ Mata P., Garrido J. A., Ordovas J. M., Blazquez E., Alvarez-Sala L. A., Rubio M. J., Alonso R., De Oya M. 1992. Effect of dietary monounsaturated fatty acids on plasma

- lipoproteins and apolipoproteins in women. *The American journal of clinical nutrition*, 56(1), 77-83.
- ❖ Merzougui I. 2015. Caractérisation physicochimique et biochimique d'un extrait de *Pistacia Lentiscus* et détermination de ses effets sur certains paramètres biologiques. Thèse de doctorat 3ème cycle. Univ. Badji Mokhtar. Annaba. 136p. 66.
 - ❖ Merzougui I., Gherib A., Henchiri C. 2014. Physicochemical and Biochemical Characterization of an Oil of *Pistacia Lentiscus* Fruits and its Effects on Blood Lipid Profile. *European Journal of Scientific Research*, 117, 127-136.
 - ❖ Milia E., Bullitta S. M., Mastandrea G., Szotáková B., Schoubben A., Langhansová L., Quartu M., Bortone A., Eick S. 2021. Leaves and Fruits Preparations of *Pistacia lentiscus* L. : A Review on the Ethnopharmacological Uses and Implications in Inflammation and Infection. *Antibiotics*, 10(4), 425.
 - ❖ Mohtadji-Lamballais C. 1989. *Les Aliments*. Maloine.
 - ❖ More D., White J. 2005. *Encyclopédie des arbres*. Flammarion.
 - ❖ Nijveldt R. J., Van Nood E. L. S., Van Hoorn D. E., Boelens P. G., Van Norren K., Van Leeuwen P. A. 2001. Flavonoids: A review of probable mechanisms of action and potential applications. *The American journal of clinical nutrition*, 74(4), 418-425.
 - ❖ Ollivier D. 2003. Recherche d'adultération dans les huiles végétales: Application à la qualité des huiles vierges et notamment de l'huile d'olive. *Oléagineux, Corps gras, Lipides*, 10(4), 315-320.
 - ❖ Ouelmouhoub S. 2005. Gestion multi-usage et conservation du patrimoine forestier: Cas des subéraies du Parc national d'El Kala (Algérie). Master of Science (CIHEAM), 78.
 - ❖ Piluzza G., Bullitta S. 2011. Correlations between phenolic content and antioxidant properties in twenty-four plant species of traditional ethnoveterinary use in the Mediterranean area. *Pharmaceutical biology*, 49(3), 240-247.
 - ❖ Ramadan M. F., Mörsel J.-T. 2003. Oil cactus pear (*Opuntia ficus-indica* L.). *Food chemistry*, 82(3), 339-345.
 - ❖ Reboul E., Thap S., Perrot E., Amiot M. J., Lairon D., Borel P. 2007. Effect of the main dietary antioxidants (carotenoids, γ -tocopherol, polyphenols, and vitamin C) on α -tocopherol absorption. *European journal of clinical nutrition*, 61(10), 1167-1173.

- ❖ Reiter E., Jiang Q., Christen S. 2007. Anti-inflammatory properties of α - and γ -tocopherol. *Molecular aspects of medicine*, 28(5-6), 668-691.
- ❖ Rodriguez-Amaya D. B. 2001. *A guide to carotenoid analysis in foods* (Vol. 71). ILSI press Washington.
- ❖ Roques C. 2002. De Billerbeck G., ROQUES C., VANIERE P., MARQUIER P. 2002. Activité antibactérienne et antifongique de produits à base d'huiles essentielles. *Hygienes*. X (3) : 248-251. *hygienes*, 10, 248.
- ❖ Rossell B. 1993. Measuring resistance to oxidative rancidity Food. International Publisher of Science, Technology and Medicine, 4, 220-225.
- ❖ Saidi Y., Hasnaoui, F. 2003. Rapport d'activités du laboratoire de biotechnologie. ISP Tabarka. 25p.
- ❖ Salvador M. D., Aranda F., Fregapane G. 2001. Influence of fruit ripening on 'Cornicabra' virgin olive oil quality a study of four successive crop seasons. *Food Chemistry*, 73(1), 45-53.
- ❖ Smail-Saadoun N. 2005. Types stomatiques du genre *Pistacia* : *Pistacia atlantica* Desf. *spp. Atlantica* et *Pistacia lentiscus* L. *Options méditerranéennes, série A*, 63, 369-371.
- ❖ Soel S. M., Choi O. S., Bang M. H., Park J. H. Y., Kim W. K. 2007. Influence of conjugated linoleic acid isomers on the metastasis of colon cancer cells *in vitro* and *in vivo*. *The Journal of nutritional biochemistry*, 18(10), 650-657.
- ❖ Tassin C. 2012. *Paysages végétaux du domaine méditerranéen : Bassin méditerranéen, Californie, Chili central, Afrique du Sud, Australie méridionale*. IRD éditions.
- ❖ Trabelsi H., Cherif O. A., Sakouhi F., Villeneuve P., Renaud J., Barouh N., Boukhchina S., Mayer, P. 2012. Total lipid content, fatty acids and 4-desmethylsterols accumulation in developing fruit of *Pistacia lentiscus* L. growing wild in Tunisia. *Food Chemistry*, 131(2),
- ❖ Villar R. N., Marsh D., Rushton N., Greatorex R. A. 1987. Three years after Colles' fracture. A prospective review. *The Journal of Bone & Joint Surgery British Volume*, 69(4), 635-638.
- ❖ Wolf J. P. 1968. *Manuel des corps gras*. Edition, Tec et Doc, Lavoisier, Paris, 551.
- ❖ Zohary M. 1952. A monographical study of the genus *Pistacia*. *Palestine Journal of Botany (Jerusalem Series)*, 5(4), 187-228.

Annexes

Annexe 1. Caractéristique physicochimique de l'huile de lentisque dans les régions étudiées.

	humidité	Acidité	IS	IP	IR	IE	ES à 232 et270nm	II	IM
(Merzoug ui, 2015)	0,843	3,75	191,45	5,393	1,469	/	3,969 0,488	/	/
(Djedaia, 2017)	/	2,345	192,67	4,2	1,4395	/	/	70	/
(Boukelo ua <i>et al.</i> , 2012)	11,6	2,27	193	1,12	1,465	/	/	87,38	/
(Charef <i>et al.</i> , 2008)	/	FR 24 FN 7,7	FR154, 6 FN 147,8	/	/	/	/	FR10 9 FN87 ,3	/
(Belhacha t, 2019)	FR9,0 6 FN6,8 4	FR1,1 2 FN2, 24	FR194, 21 FN191, 25	FR8,3 90 FN5,9 0	FR1,4 65 FN1,4 70	FR189, 53 FN187, 40	FR1,23/0,28 9 FN0,114/0, 267		/
Norme COI	<10	0,8- 3,03	184-196	≤20	1,4677 - 1,4705	/	(2,50-2,60) (0,22-0,25	/	≤0, 1

Norme CEE	/	0,8-2	184-196	≤ 20	/	/	(2,50-2,60) (0,22-0,25)	/	/
Codex		<1	/	≤ 20	/	/	0,25-0,3	75-94	0,05-0,1

Annexe 2. Composition en acide gras (%) d'une huile de lentisque dans différents régions.

Les acides gras	(Djedaia, 2017) (Haouli <i>et al.</i> , 2015)	(Merzougui, 2015)	(Charef <i>et al.</i> , 2008)	(Belhachat, 2019)	Norme COI
Acide palmitique C16 :0	2,039	28,17	FR 16,3 FN 19,5	FR 22,74 FN 29,59	7,5-20
Acide Palmitoléique C16 :1	27,189	3,28	FR 1,0 FN 2,1	FR 0,89 FN 0,82	0,3- 3,5
Acide Stéarique C18:0	/	1,17	FR 0,7 FN 1,7	FR 1,71 FN 1,41	0,5-5
Acide Oléique C18 :1	19,832	47,02	FR 53,5 FN 55,3	FR 48,18 FN 49,7	55-83
Acide linoléique C18 :2	49,163	19,26	FR 28,5 FN 21,4	FR 25,20 FN 17,38	3,5-21

Acide linoléique C18:3	1,775	Traces	/	FR 0,27 FN 0,18	≤1,5
------------------------------	-------	--------	---	--------------------	------

Annexe 3. Composition en acide gras en (%) d'une huile de lentisque selon (Belhachat, 2019) et (Dhifi *et al.*, 2013).

Les acides gras	(Belhachat, 2019)		(Dhifi <i>et al.</i> , 2013)
	Fruits rouges	Fruits noirs	
Acide margarique (acide heptadécanoïque) C17:0	Traces	0,28	0,10
Acide arachidique C20:0	0,64	0,44	
Acide gondoïque C20:1	0,27	Traces	
L'acide béhénique (acide docosanoïque) C22:0	Traces	0,15	

Annexe 4. Teneur en polyphénols, chlorophylle et caroténoïde d'une huile de lentisque

	(Djedaia, 2017)	(Merzougui, 2015)	(Belhachat, 2019)
Teneur en polyphénol	154,3466	79,35	/
Teneur en chlorophylle	/	9,04	FR 8,52 FN4,32
Teneur en caroténoïde	/	11,86	FR 5,06 FN 24,91

ملخص

الهدف من هذه الدراسة هو مقارنة الخصائص الفيزيائية والكيميائية الحيوية لمستخلص الفستق العدسي في الأحماض الدهنية والمكونات النشطة في القالة، بومرداس، البويرة، تيبازة، سكيكدة. وأظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن محتوى الزيت كان أعلى في ولاية القالة (64.5%) مقارنة بالمناطق الأخرى التي شملتها الدراسة، بالإضافة إلى أن زيت سكيكدة يحتوي على نسبة رطوبة (11.6%)، ومؤشر التصبن (196.30 ملغم من KOH/g من الزيت) أعلى من المناطق الأخرى. وزيت تيبازة لديه حموضة (24%) للفواكه السوداء، مؤشر اليود (109 غ/يود) أعلى من المناطق الأخرى. زيت البويرة بمؤشر بيروكسيد (8.39 ملي مكافئ / كغ) للفواكه الحمراء، ومعامل الانكسار (1.470) للفواكه السوداء، ومؤشر الإستر (189.53) للفواكه الحمراء أعلى من الولايات الأخرى. كما أن لزيت القالة درجة انقراض نوعية تبلغ 232 (3.969)، ومؤشر شوائب غير قابلة للذوبان (2.32%) أعلى من المواقع الأخرى. بالإضافة إلى ذلك، فإن هذا الزيت غني بالأحماض الدهنية الأحادية غير المشبعة (حمض الأوليك) ثم الأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة (حمض اللينوليك) في جميع المناطق التي تمت دراستها، وأفضل جودة لزيت المستكة هو من منطقة القالة حيث يحتوي على (97.959%) من الأحماض الدهنية غير المشبعة وأظهر القياس الكمي للمركبات الفينولية غنى الزيوت بمجموع الفينولات (154.3466 ملجم) والكلوروفيل (9.04 جزء في المليون) بالقالة والكاروتينويد بالبويرة.

كلمات مفتاحية: الفستق العدسي، الزيت، الخواص الفيزيائية والكيميائية، الأحماض الدهنية، المنطقة.

Résumé

L'objectif de cette étude est de comparer les propriétés physicochimiques et la composition biochimique de l'extrait de *Pistacia lentiscus* en acide gras et en principes actifs dans les régions d'El Kala, Boumerdes, Bouira, Tipaza, Skikda. Les résultats obtenus ont montré que la teneur en huile plus élevée au wilaya de El Kala (64,5%) par rapport aux autres régions étudiées, en outre l'huile de Skikda a l'humidité (11,6%), l'indice de saponification (196,30mg d'KOH/g d'huile) est le plus élevée que les autres régions et l'huile de Tipaza a l'acidité (24%) pour fruits noirs, l'indice d'iode (109 g/d'iode) est le plus élevée que les autres régions. L'huile de Bouira a l'indice de peroxyde (8,39mEq/Kg) pour fruits rouges, l'indice de réfraction (1,470) pour fruits noirs, l'indice d'ester (189,53) pour fruits rouges plus élevée que l'autre wilaya. L'huile de El Kala aussi a une extinction spécifique à 232 (3,969), l'indice de l'impureté insoluble (2,32%) plus élevée que les autres sites. De plus cette huile est riche en AGMI (l'acide oléique) puis AGPI (l'acide linoléique) dans toutes les régions étudiées, la meilleure qualité d'huile de lentisque est de la région de El Kala il contient (97,959 %) de AGI. La quantification des composés phénoliques a montré la richesse des huiles en phénols totaux (154,3466mg) et chlorophylle (9,04 ppm) à El Kala et caroténoïde au Bouira.

Mots clés : *Pistacia lentiscus*, huile, propriétés physicochimiques, acide gras, région.

Abstract

The objective of this study is to compare the physicochemical properties and the biochemical composition of *Pistacia lentiscus* extract in fatty acids and active ingredients in El Kala, Boumerdes, Bouira, Tipaza, Skikda. The results obtained showed that the oil content was higher in the wilaya of El Kala (64.5%) compared to the other regions studied, in addition the oil of Skikda had humidity (11.6%), the saponification index (196.30mg of KOH/g of oil) higher than other regions and Tipaza oil has the acidity (24%) for black fruits, the iodine index (109 g/iodine) more higher than other regions. Bouira oil has the peroxide index (8.39mEq/Kg) for red fruits, the refractive index (1.470) for black fruits, the ester index (189.53) for fruits red higher than the other wilaya. El Kala oil also has. El Kala oil also has specific extinction at 232 (3.969), insoluble impurity index (2.32%) higher than the other sites. In addition this oil is rich in MUFA (oleic acid) then PUFA (linoleic acid) in all the regions studied, the best quality of mastic oil is from the El Kala region it contains (97.959%) of AGI. The quantification of phenolic compounds showed the richness of the oils in total phenols (154.3466 mg) and chlorophyll (9.04 ppm) in El Kala and carotenoid in Bouira.

Key words: *Pistacia Lentiscus*, oil, physicochemical properties, fatty acid, regions.