

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche scientifique
Université A. MIRA – Bejaia

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des sciences alimentaires
Spécialité : Sciences des corps gras



Réf :

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

**Evaluation de l'effet antioxydant du mélange miel et
l'huile végétale de *Pistacia lentiscus* L.**

Présenté par : **ADOUR Sylia & LAGAB Sylia**

Soutenu le : **14 septembre 2020**

Devant le jury Composé de :

Mme TAFININE Zina	MCA	Présidente
Mme OUCHEMOUKH Nadia	MCA	Promotrice
Mme LEHOUCHE Rahima	MCA	Examinatrice

Année universitaire : 2019/2020

Remerciements

Avant tout , nous tenons à remercier Dieu le tout puissant qui nous a donné la santé, la volonté , la patience pour réaliser ce travail .

On tient à exprimer nos profonds respects et nos sincères remerciement à :

Notre promotrice, Mme OUCHEMOUKH N. et Mr. OUCHEMOUKH S. pour leur gentillesse , leur simplicité , leur aide et pour nous avoir donné les moyens et l'assistance nécessaire à la réalisation de notre travail .

à Mademoiselle AYAD Rabha pour son suivi , sa disponibilité et ces conseils durant notre travail .

Aux membres de jury Mme TAFININE Z. et Mme LAHOUCHE R. d'avoir accepté d'examiner notre travail.

à toutes les personnes qui , d'une manière ou d'une autre, ont contribué au bon déroulement de ce travail , tant au niveau humain qu'au niveau scientifique.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail ,

A ma mère et à mon père qui ont tout fait pour moi pour que je réussisse dans ma vie et mes études . Un grand merci à vous

je ne vous oublierai jamais . Que dieu vous préserve toujours

Dans ce bas monde en bonne santé

A mon cher frère et mes deux sœurs

A toute ma famille

A ma chère binome et copine sylvia adour avec qui on a partagé des moments inoubliable , A tous mes amis et mes copine de chambre warda abla et ghania .

A toutes personnes qui m'ont encouragé et aidé tout au long de mes études.

Sylvia L

Dédicaces

je dédie ce modeste travail

A la mémoire de mon grand père qui est pour moi le symbole de
de l'homme rebelle, de la force , l'égalité et la sincérité

A mes chères parents qui n'ont jamais cessé de sacrifier pour mon
avenir , que dieux me les protège de tout mal

A ma chère et unique sœur Nabila qui est toujours à mes cotés

A mon oncle soufiane que je considère comme un frère pour moi

A mes deux grands-mères que j'aime beaucoup

A mes oncles, tantes, cousins et cousines

A ma binome , copine et sœur sisi un très grand merci pour tout
ce qu'elle m'a fait , soutenu et soulager durant une période
difficile .

A mes copines de chambre Ghanou , Warda et Abla .

Je dédie ce travail en particulier à tous les cancéreux et les
cardiaques du monde courage a vous.

Sylian A

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction.....1

Synthèse bibliographique

Chapitre I : Généralités sur le miel.....3

I.1. Définition.....3

I.2. Origine.....3

I.2.1. Nectar.....3

I.2.2. Miellat.....4

I.3. Composition chimiques du miel.....4

I.3.1. Sucre.....4

I.3.2. Eau.....4

I.3.3. Substances diverses.....4

I.4. Propriétés physiques5

I.4.1. pH du miel.....5

I.4.2. Viscosité et densité.....5

I.4.3. Solubilité.....5

I.4.4. Cristallisation.....6

I.5. Propriétés biologiques.....6

I.5.1. Propriétés antioxydantes.....6

I.5.2. Propriétés antibactériennes.....6

I.5.3. Valeurs nutritionnelles.....7

I.5.4. Propriétés thérapeutiques.....7

Chapitre II : Généralités sur *Pistacia lentiscus* L.....8

II.1. Définition.....8

II.2. Classification botanique et noms vernaculaires.....8

II.3. Description botanique de *Pistacia lentiscus* L.....8

II.4. Répartition géographiques et exigences écologiques du Pistachier.....	10
II.5. Composition chimique du fruit de <i>Pistacia lentiscus</i>.....	11
II.5.1 Glucides.....	11
II.5.2. Protéines et minéraux.....	12
II.5.3. Composés phénoliques.....	12
II.6. Huile de fruit de <i>Pistacia lentiscus</i>.....	12
II.6.1. Composition biochimique.....	12
II.7. Activités biologiques et usages thérapeutique de <i>P. lentiscus</i>.....	13
II.7.1. Activités biologiques.....	13
II.7.2. Usages et effets thérapeutiques.....	13
II.8. Intérêts industriels.....	14

Partie expérimentale

I. Matériel et Méthodes.....	16
I.1.Echantillonnage et préparation des extraits.....	16
I.2. Analyses physico-chimiques du miel.....	19
I.2.1. Teneurs en eau et en brix.....	19
I.2.2. pH.....	19
I.2.3. Conductivité électrique.....	19
I.2.4. Hydroxyméthyl furfural (HMF).....	20
I.2.5. Intensité de la couleur.....	20
I.3. Analyses physico-chimiques de l'huile.....	21
I.3.1. Rendement d'extraction.....	21
I.3.2. Densité.....	21
I.3.3. Indice de réfraction.....	22
I.3.4. Indice d'acide.....	22
I.3.5. Indice de peroxyde.....	23
I.4. Dosage des protéine pour le miel et les mélanges.....	23
I.5. Dosage des antioxydant pour le miel et les mélanges.....	23
I.5.1. Composés phénoliques totaux.....	23

I.5.2. Flavonoïdes.....	24
I.6. Etude de l'activités antioxydantes pour le miel et les mélanges.....	24
I.6.1. Test de FRAP	24
I.6.2. Pouvoir réducteur.....	25
I.7. Analyse statistique.....	25
II. Résultats et discussion.....	26
II.1. Analyses physico-chimiques du miel.....	26
II.1.1. Humidité.....	26
II.1.2. pH.....	27
II.1.3. Conductivité électrique.....	27
II.1.4. Hydroxyméthylfurfural.....	27
II.1.5. Brix.....	28
II.1.6. Couleur.....	28
II.2. Analyses physico-chimiques de l'huile.....	28
II.2.1. Rendement d'extraction.....	29
II.2.2. Densité.....	29
II.2.3. Indice de réfraction.....	29
II.2.4. Indice d'acidité.....	30
II.2.5. Indice de peroxyde.....	30
II.3. Dosage des protéines pour le miel et les mélanges.....	30
II.4. Dosage des antioxydants pour le miel et les mélanges.....	32
II.4.1. Polyphénols totaux.....	32
II.4.2. Flavonoïdes.....	34
II.5. Evaluation de l'activités antioxydantes pour le miel et les mélanges.....	36
II.5.1. Test de FRAP.....	36
II.5.2. Pouvoir réducteur.....	38
Conclusion.....	41
Références bibliographiques.....	43
Annexes	

Liste des figures

Figure 1: Feuilles de <i>Pistacia lentiscus</i> L.....	9
Figure 2: Inflorescences de <i>P. lentiscus</i>	10
Figure 3 : Fruit de <i>Pistacia</i> et ses différentes parties de la paroi.....	10
Figure 4: Distribution de <i>Pistacia lentiscus</i> dans le bassin méditerranéen.....	11
Figure 5: Effeuilage et triage des baies.....	16
Figure 6: Séchage des baies de <i>P. lentiscus</i>	17
Figure 7: Méthode de délipidation et d'extraction d'huile.....	17
Figure 8 : Schéma montre l'ensemble des étapes d'extraction des mélanges.....	18
Figure 9: Teneurs en protéines des échantillons analysés (M et M/PD).....	31
Figure 10: Teneurs en protéines des échantillons analysés (M et M/H).....	32
Figure 11: Teneurs en polyphénols des échantillons M et M/PD.....	33
Figure 12: Taux en polyphénols pour les différents échantillons M et M/H.....	34
Figure 13: Teneurs moyennes en flavonoïdes des échantillons étudiés (M et M/PD).....	35
Figure 14: Teneurs moyennes en flavonoïdes pour les échantillons étudiés (M et M/.....	36
Figure 15: Activité antioxydante (FRAP) des échantillons analysé (M et M/PD).....	37
Figure 16: Activité antioxydante (FRAP) pour les échantillons M et M/H.....	38
Figure 17: Pouvoir réducteur du miel analysé et mélanges M/PD.....	39
Figure 18 : Pouvoir réducteur des échantillons analysés M et M/H.....	40

Liste des tableaux

Tableau I : Classification botanique de <i>Pistacia lentiscus</i> L.....	8
Tableau II : Présentation des échantillons du miel étudiés.....	16
Tableau III : Présentation des mélanges préparés.....	18
Tableau IV : Protocole du dosage d'HMF.....	20
Tableau V : Résultats des paramètres physico-chimiques du miel analysé.....	26
Tableau VI : Résultats des paramètres physico-chimiques d'huile analysé.....	29

Liste des abréviations

Abs: Absorbance

AFNOR: Association française de normalisation

BSA: Bovine Serum Albumine

Carrez I: Solution d'hexacyanoferrate de potassium à 15%

Carrez II: Solution d'acétate de Zinc à 30%

CE: Conductivité électrique

COI: Conseil Oléicole International

CPT: Composés phénoliques totaux

EAG: Equivalent d'acide gallique

Eq : Equivalent

ERO: Espèces réactives d'oxygènes

FRAP: Ferric reducing-antioxydant power

G250 : Bleue de commassie brilliant

HMF: Hydroxyméthylfurfural

ISO: Organisation internationale de normalisation

IUPAC: Union internationale de chimie pure et appliquée

LDL: Low density lipoprotein

M/H: Miel / huile végétale de *Pistacia lentiscus* L.

M/PD: miel / poudre délipidée de *Pistacia lentiscus* L.

Meq d'O₂ : Milliéquivalent d'oxygène

MS : Teneur en matière sèche de miel

TPTZ : Tripyridyletriazine

Introduction

En Algérie, la médecine alternative est encore largement demandée par des patients qui ne sont pas satisfaits des traitements reçus et préfèrent des remèdes naturels et à base des plantes médicinales qui semblent être plus probablement efficaces par leurs effets thérapeutiques naturels, non nocifs et peu coûteux (**Hemlat et al., 2019**).

Parmi les produits de la ruche, le miel c'est le remède le plus communément utilisé depuis l'antiquité comme ingrédient dans certains aliments manufacturés, c'est un aliment à haute valeur nutritive qui se distingue par son arôme caractéristique et son goût agréablement sucré. Des aspects de son utilisation indiquent que le miel fonctionne comme un conservateur alimentaire car il contient des composants bioactifs qui agissent comme des conservateurs à savoir les composés phénoliques, les α -tocophérols, les flavonoïdes et certaines enzymes (**Maaria et al., 2018 ; Ren et al., 2019 ; Sari et al., 2019**). Le miel joue un rôle important dans la réduction du risque de déclin du système immunitaire, la prévention des maladies cardiaques , du cancer et l'inflammation (**Swapna et al ., 2017 ; Liu et al., 2019**).

Les utilisations des plantes médicinales sont attribuées à leur richesse en métabolites secondaires qui constituent des ressources uniques pour les produits pharmaceutiques, les additifs alimentaires et la chimie fine (**Belhachat et al., 2018**).

Pistacia lentiscus L. appartenant à la famille des *Anacardiaceae* est l'une des plantes spontanées les plus répandues en Algérie. On la trouve sur tout type de sol, sub-humide et semi-aride et dispersée tout au long du littoral et se développe dans divers habitats le long d'un gradient climatique qui varie suivant le rayonnement solaire, température et précipitation (**Ait Said, 2011**).

Les qualités thérapeutiques de cette espèce sont connues depuis l'antiquité, lorsque les égyptiens ont utilisé le mastic de Pistachier lentisque pour l'embaumement (**De Pooter et al., 1991**). L'huile des fruits de lentisque est souvent utilisée comme un remède d'application locale externe sous forme d'onguent pour soigner les brûlures (**Bensegueni, 2007**) ou les douleurs dorsales (**Bellakhdar, 1997**).

Dans ce contexte, le présent travail vise d'une part, l'incorporation de la poudre délipidée du fruit et de l'huile du lentisque à différentes concentrations dans le miel en vue de la formulation d'un aliment à caractère plus fonctionnel, d'autre part, la caractérisation

phytochimique et les propriétés antioxydantes du miel et de ces mélanges, afin de déterminer lequel d'entre eux a un effet le plus bénéfique.

Afin d'aboutir à nos objectifs, nous avons partagé ce travail en trois parties dont la première est la synthèse bibliographique, la deuxième matériel et méthodes et la troisième est résultats et discussion.

La première partie est une synthèse bibliographique présentant des généralités sur le miel (définition et composition, ses activités biologiques et ses effets thérapeutiques) et sur le lentisque (classification, répartition géographique et culture, sa composition nutritionnelle et chimique des graines et leurs utilisations) .

La deuxième partie comporte matériel et méthodes où sont déterminés quelques caractéristiques physico-chimiques du miel et de l'huile de *Pistacia*. Les teneurs en quelques antioxydants (polyphénols totaux et flavonoïdes) et des protéines présents dans l'extrait du miel et de ses mélanges sont aussi déterminés ainsi que les activités antioxydantes en utilisant le FRAP et le pouvoir réducteur. Les résultats obtenus sont assemblés et discutés dans la troisième partie. Cette étude s'achève par une conclusion et des perspectives qui ont pu être dégagées.

Chapitre I: Généralités sur le miel

I.1. Définition

Le miel est la substance naturelle sucrée produite par les abeilles "*Apis mellifera*" à partir du nectar de plantes ou des sécrétions provenant de parties vivantes des plantes ou à partir d'excrétions d'insectes butineurs laissées sur les parties vivantes de plantes, que les abeilles butinent, transforment en les combinant avec des substances spécifiques qu'elles sécrètent elles-mêmes, déposent, déshydratent, emmagasinent et laissent affiner et murir dans les rayons de la ruche (*Codex Alimentarius, 2010*).

I.2. Origine

Le miel vient des plantes par l'intermédiaire des abeilles. La sève élaborée est la matière première du miel. Elle est extraite des vaisseaux du liber qui la contiennent de deux manières :

- Par des nectaires élaborant le nectar.
- Par des insectes piqueurs et suceurs, pucerons principalement, rejetant du miellat.

Il existe deux types de miel, miels de miellat et du nectar. Leurs compositions chimiques diffèrent selon plusieurs paramètres (pH, teneur en minéraux, profil des glucides...) (*Codex Alimentarius, 2001*).

I.2.1. Nectar

Le nectar, exsudation sucrée plus ou moins visqueuse, contient environ 90 % de sucres, les plus courants étant le saccharose, le glucose et le fructose. Les proportions de chacun d'entre eux sont relativement stables pour une même espèce végétale. Le nectar contient également des acides organiques (acides fumarique, succinique, malique, oxalique, etc.), des protéines, notamment des enzymes, des acides aminés libres (acides glutamique et aspartique, méthionine, sérine, tyrosine, etc.), et des composés inorganiques (comme les phosphates). Dans certains nectars peuvent se retrouver des composés huileux, des alcaloïdes ou des substances bactéricides. Chaque espèce végétale fournit un nectar aux caractéristiques propres qui confèrent au miel sa saveur et son parfum (*Bonaté et al., 2013*).

Le nectar est produit par des glandes nectarifères ou nectaires et sa quantité dépend de très nombreux facteurs dont la structure des inflorescences, la durée de floraison, l'humidité de l'air et le moment de la journée. Dans de bonnes conditions, lorsqu'une espèce végétale produit un nectar en quantité, une colonie peut en récolter jusqu'à 5 kg par jour (*Bonaté et al., 2013*).

I.2.2. Miellat

Le miellat est un liquide épais et visqueux constitué par les excréments liquides des homoptères (psylles, cochenilles et surtout pucerons). Il est plus dense que le nectar, plus riche en azote, en acides organiques, en minéraux et sucres complexes. Il est récolté par les abeilles en complément ou en remplacement du nectar et produit un miel plutôt sombre, moins humide que le miel de nectar. La récolte du miellat par les abeilles est très aléatoire, se réalisant essentiellement sur les arbres forestiers ou d'ornementation comme le sapin, l'épicéa, le pin sylvestre, le tilleul et le chêne (**Bonaté et al., 2013**).

Le miel de miellat est souvent très foncé, il contient moins de glucose et de fructose que les miels de nectar (**Kerbastard, 2020**) et il se cristallise généralement moins que les miels de nectar.

I.3. Composition chimiques du miel

La composition du miel varie en fonction de la source florale, de la nature du sol, des conditions météorologiques, de l'abeille elle-même, libre de choisir son bouquet floral, de la présence ou non d'autres insectes (pucerons, cochenilles), de l'environnement et des méthodes de traitement utilisées par l'apiculture (**Ballot-Flurin, 2010**).

I.3.1. Sucre

Les glucides sont présents en quantités de 78 à 80%. Les principaux glucides constitutifs du miel sont le fructose et le glucose avec une prédominance du fructose, et une petite quantité d'oligosaccharides, disaccharides et trisaccharides (**Delphine, 2010, Kerbastard, 2020**). Certains proviennent du nectar ou du miellat (d'origine végétale), d'autres apparaissent seulement comme des produits secondaires après transformation par les enzymes de l'abeille (**Lequet, 2010**).

I.3.2. Eau

La teneur en eau d'un miel provient essentiellement de l'humidité du nectar mais peut être influencée par de nombreux facteurs, parmi lesquels les conditions de stockage et les conditions climatiques lors de la récolte et le degré de maturité du miel (**Louvain, 2005**). Selon le *Codex Alimentarius* (2001), la teneur en eau ne doit pas dépasser 20 %.

I.3.3. Substances diverses

Les protéines sont présentes en faibles quantités dans le miel (0,26 %), il s'agit essentiellement de peptones, d'albumines, de globulines et nucléoprotéines. Différents acides aminés peuvent être détectés dans le miel comme la lysine, l'histidine, l'arginine, l'acide aspartique, la thréonine, la sérine et la proline.

Ce dernier acide aminé qui est le plus important, provient principalement des sécrétions salivaires des abeilles, pendant la conversion du nectar en miel (**Ouchemoukh et al., 2007 ; Rossant, 2011**).

Le miel contient également les enzymes provenant des sécrétions salivaires de l'abeille comme la diastase ou l'amylase (qui provoque la dégradation de l'amidon en dextrine puis en maltose) et l'invertase (qui provoque la scission du saccharose en fructose et en glucose). On y trouve également des vitamines, des arômes, des lipides, du glycérol (résultat d'une fermentation), des grains de pollens, des levures, des grains d'amidon, des spores de champignons, des algues, etc. (**Nair, 2014; Belhaj et al., 2015**).

Enfin, le 5-Hydroxy-2-méthylfurfural (HMF) est un composant retrouvé systématiquement à l'état de traces dans le miel. Il provient de la dégradation du fructose et est un excellent indicateur de qualité (**Nair, 2014**). Les différents composants du miel sont représentés sur un tableau récapitulatif (**Annexe 1**).

I.4. Propriétés physiques

I.4.1. pH du miel

Le pH du miel est compris entre 3,2 et 5,5. Généralement, il est inférieur à 4 pour le miel de nectar et supérieur à 4,5 pour le miel de miellat (**Cavia et al., 2007**). L'acidité du miel provient de la dégradation du glucose en acide gluconique. Le glucose se dégrade plus facilement lorsque la chaleur augmente, c'est pour cela, qu'il faut stocker le miel à une température plutôt fraîche (**Jean-prost et al., 2005**).

I.4.2. Viscosité et densité

Les deux propriétés, densité et viscosité, dépendent fortement de la teneur en eau et de la température et à moindre degré de la composition chimique du miel (**Gidamis et al., 2004**). La densité varie entre 1,39 à 1,44 à 20 °C (**Jean-Prost et Médori., 2005**).

La viscosité est l'une des caractéristiques physiques la plus significatives car elle affecte la qualité du produit. La majorité des miels ont une viscosité normale, ils suivent les lois de Newton sur l'écoulement des fluides (**Louveau, 1985**).

I.4.3. Solubilité

Le miel est soluble dans l'eau, l'alcool dilué et insoluble dans l'alcool fort, l'éther, le chloroforme et le benzène (**Hoyet, 2005**).

I.4.4. Cristallisation

Selon **Ouchemoukh et al. (2012)**, la cristallisation est un phénomène physique, naturel et non une altération. Cependant, dans la ruche à 36 °C, le miel est liquide mais une fois récolté il peut se cristalliser

La vitesse de cristallisation dépend de la température de conservation et de la nature des sucres ainsi que leur solubilité dans l'eau (**Gonnet, 1982**). Selon **Jean-Prost et Médori (2005)**, les miels riches en glucose cristallisent beaucoup plus vite que ceux riches en fructose. La pasteurisation permet d'éviter la fermentation et la cristallisation du miel. En effet, l'application de la température de 78 °C pendant 5 à 6 minutes détruit les levures et entraîne la refonte des microcristaux primaires de glucose (**Ouchemoukh et al., 2012**).

I.5. Propriétés biologiques

I.5.1. Propriétés antioxydantes

Les antioxydants jouent un rôle important dans la préservation des aliments et la santé humaine, par désactivation et stabilisation des agents d'oxydation (espèces réactives oxygénées) responsables de nombreuses maladies telles que le cancer, la cataracte, le diabète, les maladies cardiovasculaires et les différents processus d'inflammation (**Meda et al., 2005**).

Le miel est un aliment très riches en antioxydant naturel tel que les caroténoïdes, les polyphénols, et certaines vitamines et oligominéraux, et aussi un système antioxydant enzymatique (**Ouchemoukh et al., 2007**). Ces antioxydants peuvent se diviser en deux :

- Les substances enzymatiques: la catalase, l'oxydase de glucose et la peroxydase ;
- les substances non-enzymatiques : l'acide ascorbique, l' α -tocophérol, les caroténoïdes, les acides aminés, les protéines, les acides organiques, plus de 150 composés poly phénoliques, y compris des flavonoïdes, acides phénoliques, catéchine, et dérivés acides cinnamiques (**Aires et al., 2009 ; Pasupuleti et al., 2016**).

I.5.2. Propriétés antibactériennes

Tous les miels ont des mécanismes bactériostatiques communs qui sont dus aux propriétés physico-chimiques, l'acidité, l'osmolarité et la viscosité le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) (**Vallianou et al., 2014**) à savoir :

- **Acidité** : L'acidité naturelle du miel comprise entre 4 et 4,5 inhibe naturellement la croissance de nombreux pathogènes (**Christy et al., 2011**) .

- **Osmolarité** : La teneur élevée en sucre du miel rend l'eau indisponible pour les microorganismes d'où aucune bactérie ou mycète ne peut se développer en miel entièrement mûri. Le miel dilué devient, très proliférable par plusieurs d'espèces (**Molan , 1995**)
- **Peroxyde d'hydrogène** : Une des activités antibactériennes du miel est indirectement due à l'action de l'invertase. Cette enzyme va transformer le glucose, l'eau et l'oxygène, en acide gluconique et en peroxyde d'hydrogène. Ce peroxyde d'hydrogène est plus communément connu sous le nom d'eau oxygénée qui a une activité aseptisante bien connue (**Christy et al., 2011**).
- **Autres composants** : Les miels de quelques sources florales contiennent diverses substances antibactériennes, vraisemblablement produites par certaines espèces des plantes, qui dans certains cas peuvent expliquer une grande partie de l'activité antibactérienne du miel (**Iurlina et Fritz, 2005; Hyungjae et al., 2008**).
Une activité antimicrobienne additionnelle pourrait être attribuée aux composés (protéiques) produits par les bactéries indigènes dans les estomacs d'abeilles avant la maturation du miel (**Hyungjae et al., 2008**).

I.5.3. Valeur nutritionnelle

Le miel est un aliment glucidique à haute valeur énergétique (320 calories par 100 grammes de miel) assimilable par l'organisme par sa haute teneur en glucose et fructose (**Melliou et Chinou, 2011**).

I.5.4. Propriétés thérapeutiques

Depuis des millénaires, le miel a été utilisé dans la médecine populaire dans de nombreux domaines d'ailleurs Aristote, le recommandait pour soulager divers maux (**Paulus et al., 2012**).

Le miel peut être considéré comme un excellent chémoprotecteur contre l'ensemble des agressions cellulaires pouvant mener à un cancer. Les mécanismes oxydatifs et inflammatoires peuvent induire des mutations génétiques somatiques qui à long terme peuvent évoluer en cancer. Grâce à ses propriétés anti-inflammatoires mais aussi antioxydantes et immunomodulatrices, la consommation régulière de miel est un facteur protecteur vis à vis du cancer (**Fatin et al., 2018 ; Kerbastard,2020**).

Il a été rapporté aussi, qu'il est efficace contre les désordres gastro-intestinaux, la guérison des blessures et des brûlures, et pour produire une protection gastrique contre les lésions gastriques aiguës et chroniques (**Gomez- Caravaca et al., 2006**).

Chapitre II: Généralités sur la plante médicinale (*Pistacia lentiscus*)

II.1. Définition

Le nom *Pistacia lentiscus* donné à cette plante lui vient des mots latin car *Pistacia* est le nom grec «*Pistakia* » constitue une alteration du mot «*foustak* » (Garnier *et al.*, 1961). C'est une plante médicinale spontanée pousse à l'état sauvage en Algérie et est largement distribuée dans les écosystèmes « extrêmes » du bassin méditerranéen (Yidirim, 2012). Elle peut être considérée comme une plante oléagineuse avec un rendement en huile élevé estimé à environ 40% (Trabelsi *et al.*, 2012).

II.2. Classification botanique et noms vernaculaires

La classification botanique et les noms vernaculaires du lentisque sont donnés sur le tableau ci-dessous :

Tableau I: Classification botanique de *Pistacia lentiscus* L. (Gacem *et al.*, 2020) :

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

Noms vernaculaires

Nom vernaculaire français : **Lentisque ou arbre au mastic** (Garnier *et al.*,1961).

Nom vernaculaire anglais : **Mastic tree** (Garnier *et al.*, 1961).

Nom vernaculaire kabyle : **Amadagh** (Baba-Aissa.,1999).

Nom vernaculaire arabe : **Darw** (Baba-Aissa, 1999).

II.3. Description botanique de *Pistacia lentiscus*

Pistacia lentiscus L. est l'une des 14 espèces dans le genre *Pistacia* L. des Anacardiaceae (Onay *et al.*, 2016). Il est un arbuste ou arbre sempervirent de 1–5 m de haut, se caractérise par son système reproducteur dioïque (plantes mâles et plantes femelles) et par son périanthe homochlamydyque de fleurs (Yaniv et Dudia, 2014). Le lentisque se reconnaît à sa belle couleur mais particulièrement à sa très bonne odeur prononcée et unique. Cette espèce est caractérisée par :

- **Ecorce:** Rougeâtre sur les jeunes branches et vert au gris avec le temps. Quand on incise l'écorce, la plante laisse s'écouler une résine irritante non colorée à odeur forte. (Mekious, 1997).
- **Feuilles:** Les feuilles de ce petit ligneux sont persistantes, paripennées, avec 4 à 10 folioles elliptiques, coriaces et luisantes et le pétiole est nettement ailé (Hans, 2007) (figure1).



Figure1: Feuilles de *Pistacia lentiscus* L. (Photos originaux, 2020).

- **Fleur :** Les fleurs sont toutes très petites, de 2-3 mm de large, vertes ou rougeâtres, denses, unisexuées, elles sont disposées en épis cylindriques courts, serrés, latéraux à l'aisselle des feuilles. La période de floraison s'étale d'avril jusqu'à juin. Les fleurs mâles (**Figure 2 (A)**) sont à calice et à 5 pointes, de 8 à 10 petites étamines rouge foncé, qui produisent de 47000 à 60000 graines de pollens par fleurs. Quant aux fleurs femelles (**figure 2(B)**) ; elles sont vertes jaunâtres, à calice, à 3-4 pointes, parfois un peu velues, style à 5 stigmates tricarpel et ovaire uniloculaire fourré par un seul anatrope ovule et regroupées dans une inflorescence de 4 à 21 fleurs. Les fleurs femelles ont des ovaires uni et tri-carpelles (Verdu et Garcia-Fayos, 1998; Baba-Aissa, 1999).

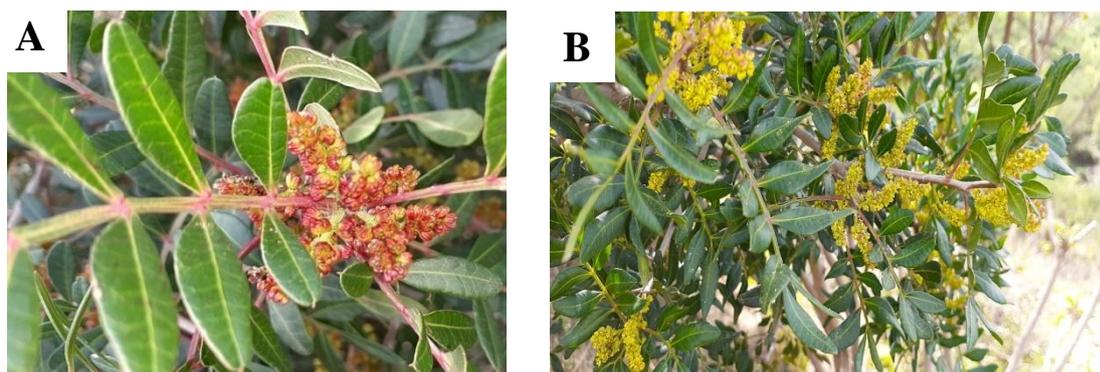


Figure 2: Inflorescences de *Pistacia lentiscus* ((A) : inflorescence mâles, (B): inflorescences femelles) (Photos originaux, 2020).

- **Mastic:** est une résine naturelle obtenue à partir de la tige de *Pistacia lentiscus* de couleur jaune blanchâtre, a les propriétés de cristal opaque et un goût de baume et odeur forte (Marone *et al.*, 2001).
- **Fruit:** Les fruits sont mûres 150 à 230 jours après le début de la floraison (Yaniv et Dudia, 2014). Elle est une petite drupe sèche de 4mm de long, globuleuse et légèrement comprimée, de la taille d'un pois, d'abord rouge puis noir à maturité, le noyau renferme une seule graine, il est composé de péricarpe (epicarpe, mésocarpe, endocarpe) et de la graine (figure 3).

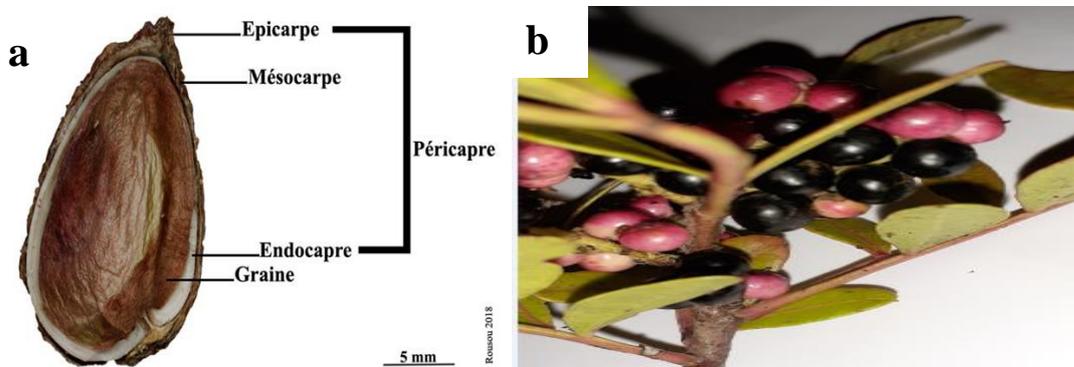


Figure 3 : Fruit de *Pistacia lentiscus* (b) et ses différentes parties de paroi (a) (Rousou, 2018).

II.4.Répartition géographiques et exigences écologiques de pistachier lentisque

Défini par Carl Von Linné, le genre *Pistacia* L. est probablement d'origine américaine, selon les fossiles les plus anciens (Paléocène) découverts en Amérique du Nord (Zohary., 1952 ; Al-Saghir., 2009 ;).

Il comprend arbres et arbustes, riches en résines, d'une distribution géographique actuellement large et discontinue : Mexique et Amérique du Sud, îles atlantiques, Europe du Sud et bassin méditerranéen, Afrique tropicale de l'Est, Asie Centrale, Chine et Asie du Sud-Est (Figure 4).

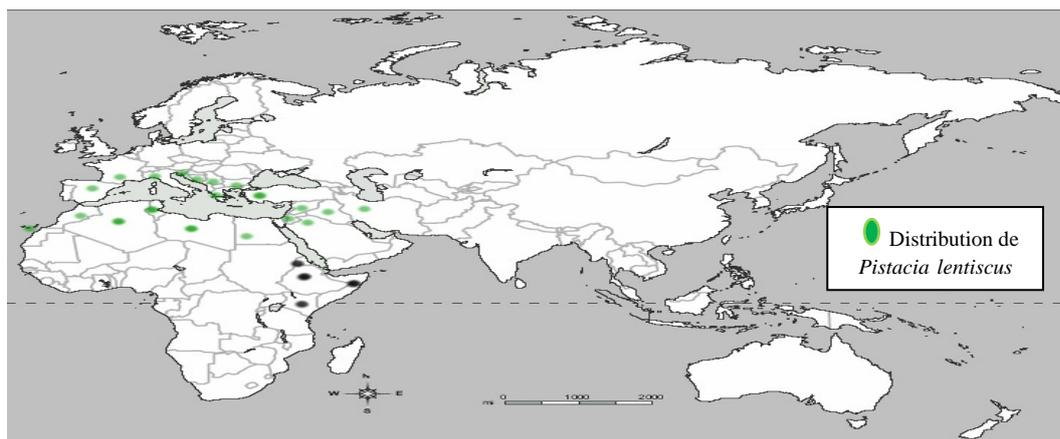


Figure 4: Distribution de *Pistacia lentiscus* dans le bassin méditerranéen (Al-Sghir, 2006).

En Algérie, *Pistacia lentiscus* est très répandue dans tout le littoral et le bassin de la Soummam, les régions sublittorales et jusqu'au Sahara (Belhadj, 2002; Hamlat et Hassani, 2008).

Le pistachier est un arbrisseau qui préfère les sols siliceux et secs, il se développe aussi sur des sols calcaires. Ce genre paraît s'être étendu à l'origine aux régions forestières subtropicales de la zone méditerranéenne (Djedaia, 2017).

Dans les zones humides, cette espèce est plus abondante dans les plaines que sur les hauteurs, contrairement aux zones semi-arides où elle pousse plutôt sur les hauteurs. Le lentisque assure la protection du sol contre l'érosion et crée les conditions favorables pour l'humification de la matière organique et l'enrichissement de ses propriétés biologiques (Correia et Diaz Barradas, 2000).

II.5. Composition chimique de fruit de *Pistacia lentiscus*

II.5.1. Glucides

Selon Boudieb *et al.* (2019), la teneur totale en sucre pour les fruits de *Pistacia lentiscus* immature (rouge) est d'ordre 5,65mg/100g de poudre sèche, tandis que cette teneur est de 3,33 mg/100 g de poudre sèche pour les fruits matures (rouge).

Les fruits de *Pistacia lentiscus* ont une teneur élevée en glucosides qui est un hétéroside dérivé du glucose et une forte teneur d'amidon (chaines de D-glucose) contrairement aux feuilles qui sont dépourvues d'amidon avec une teneur moyenne en glucosides (Arab *et al.*, 2014).

II.5.2. Protéines et minéraux

Les travaux réalisés par **Boukeloua et ses collaborateurs (2016)**, ont montré que les fruits noirs matures de *Pistacia lentiscus* sont riches en protéines avec une portion de 23.86 % du poids des fruits.

La composition minérale de ces fruits montre que la teneur en potassium est la plus élevée (2,67%), alors que celles du sodium, calcium et phosphore sont de : 0,46, 0,37 et 0,004 % respectivement.

Ces minéraux sont essentiels et indispensables pour l'organisme humain, ils jouent un rôle important comme: activateurs d'enzymes, régulateurs de la pression osmotique et du pH, substances fondamentale dans la structure du squelette (**Marzougui, 2015**).

II.5.3. Composés phénoliques

Selon **Boudieb et al. (2019)**, les fruits noirs de *Pistacia lentiscus* contiennent 3,75 mg de cyanidine-3-glucoside eq/g de poudre sèche d'anthocyanes. Par ailleurs, une autre étude chimique effectuée sur la fraction d'acétate d'éthyle (AcOEt) de fruits de *Pistacia lentiscus* a permis d'isoler deux polyphénols: acide gallique et 1.2.3.4.6- pentagolloylylucose (**Abdelwahed et al., 2007**).

II.6. Huile de fruits de *Pistacia lentiscus* L.

L'huile représente 38,8% du poids des fruits et contient 53 % d'acide gras monoinsaturé. (**Trabelsi et al., 2012**).

Huile de *lentisque* (dont les baies peuvent fournir 20 à 25% de leur poids) est extraite à partir du fruit comestible, de couleur jaune foncée; elle n'est entièrement liquide qu'à la température de 32 et 34 C°; au-dessous elle laisse déposer une matière blanche, susceptible à la cristallisation, qui bientôt envahit la totalité de l'huile et la solidifie complètement (**Leprieur, 1860**)

II.6.1. Composition biochimique

L'huile de lentisque est constituée majoritairement par des acides gras insaturés (mono insaturés) et acides gras saturés, accompagnés de substances lipidiques auxiliaires dites constituants mineurs, tels que les tocophérols, les phytostérols et des composés phénoliques (**Dhifi et al., 2013**).

Selon **Brahmi et al. (2020)**, la composition chimique en acides gras des huiles végétales obtenues à partir des baies de *Pistacia lentiscus* L. récoltées en Algérie est: l'acide oléique (41.22%), suivi par l'acide palmitique (20.34%) et linoléique (19.94%). D'autres acides sont présents avec des proportions de traces telles que les acides : palmitoléique, stéarique,

linoléinique, arachidique. Seulement trois stérols sont identifiés et quantifiés : β -sitostérol a été le principal (58,79%), suivis par stigmastérol après campesterol.

L'huile de *Pistacia lentiscus* a également montré une teneur en antioxydants tels que les caroténoïdes avec la concentration la plus élevée (65,5 mg/kg) (Brahmi *et al.*, 2020). Les molécules identifiées dans l'huile étaient la lutéine, la zéaxanthine et le β -carotène (Mezin *et al.*, 2020), suivie par les composés phénoliques totaux (25,15 mg/kg), les chlorophylles et les flavonoïdes.

II.7. Activités Biologiques et usages thérapeutiques

II.7.1. Activités biologiques

L'évaluation des activités biologiques potentielles de *Pistacia lentiscus* a fait l'objet de plusieurs études scientifiques, qui ont démontré son efficacité thérapeutique, grâce à ses composés actifs, notamment les activités neuro-protective, antibactérienne et antimicrobienne, analgésique, antioxydant et l'activité antiproliférative dans le cancer du côlon sans compter son efficacité contre l'ulcère d'estomac. D'une autre part, des études *in vivo* et *in vitro*, ont été réalisées sur *Pistacia lentiscus* qui révèlent son pouvoir anti-inflammatoire et cicatrisant (Gacem *et al.*, 2019; Salhi *et al.*, 2019; Brahmi *et al.*, 2020; Mezni *et al.*, 2020).

II.7.2. Usages et effets thérapeutiques

La phytothérapie est essentielle dans le domaine médical car il a été démontré que les plantes utilisées en médecine traditionnelle possèdent des attributs pharmacologiques et peuvent offrir un potentiel important en tant qu'agents thérapeutiques (Remila *et al.*, 2015).

Le lentisque est une plante exsude qui se spécifie par l'utilité de toutes ses parties, feuilles, écorces, graines et résines :

- ✓ Les infusion des feuilles de *P. lentiscus* sont largement utilisées en médecine traditionnelle algérienne pour le traitement de plusieurs maladies liées aux inflammations, telles que les infections de la gorge et les ulcères gastro-intestinaux, aussi sont appliquées pour le traitement de l'eczéma et la diarrhée (Rodriguez-pérez *et al.*, 2013 ; Remila *et al.*, 2015). Les travaux d'Azaïzeh *et al.* (2013), ont montré une activité de l'extrait éthanolique et aqueux des feuilles de *P. lentiscus* contre un parasite gastro-intestinal. Le test a été évalué avec des larves de nématodes *Teladorsagia circumcincta*, *T. colubriformis* et *chabertia ovina*.

- ✓ Une autre étude réalisée par **Foddai et al. (2015)**, a montré que l'extrait aqueux des feuilles et des fruits de *P. lentiscus* présentent une activité inhibitrice de la lipase pancréatique, l' α -amylase et l' α -glucosidase, qui sont des cibles pharmacologiques pour la gestion de la dyslipidémie, l'athérosclérose, l'obésité et le diabète.
- ✓ Les infusions des fruits sont souvent utilisées comme applications topiques contre le psoriasis. La présente étude a donc été entreprise pour établir une base scientifique pour les capacités de guérison de cette plante (**Remila et al., 2015**).
- ✓ Le mastic était bien connu des anciens Grecs et a été utilisé pour le soulagement de gêne abdominale haute, gastralgie, dyspepsie et ulcère gastro-duodéal. Il a également été utilisé comme masticatoire et par des dentistes pour le remplissage dents cariées. Le mastic aurait été efficace dans le traitement des troubles gastriques bénins ulcères et ulcères duodénaux (**Marone et al., 2001**). mastic dérivé de *Pistacia lentiscus* pourrait être considéré comme un conglomérat de médicament anticancéreux efficace, attribué à leur capacité à inhiber la prolifération cellulaire par des voies de signalisation de l'apoptose extrinsèque et intrinsèque (**Giaginis et al., 2011**).
- ✓ L'huile du fruit de lentisque est souvent utilisée comme un remède d'application externe locale sous forme d'onguent pour soigner les brûlures ou les douleurs dorsales (**Bammou et al., 2015**). En outre, cette huile peut partiellement aider dans la protection contre l'intoxication au mercure. Elle possède des propriétés anti-lipidiques au moins pour réduire le cholestérol total et les triglycérides (**Trablsi et al., 2012; Dhifi et al., 2013; Djerrou et al., 2014**). En Algérie, cette huile est utilisée comme anti-diarrhéique et elle est recommandée pour les diabétiques. Elle est également préconisée dans le traitement des douleurs d'estomac et dans le cas de la circoncision. L'huile est aussi largement utilisée dans le traitement des troubles respiratoires (**Maameri-Habibatni, 2014**).

II.8. Intérêts industriels

Les huiles essentielles extraites à partir de ces feuilles et rameaux de *Pistacia lentiscus* sont utilisées dans plusieurs applications industrielles telles que la parfumerie, l'alimentation et en pharmaceutique (**Longo et al., 2007; Amhamdi et al., 2009**).

Le fruit pourrait être utilisé comme collation ou dans la préparation de boisson de type café. Alors que la composition en anthocyanes des fruits de *P. lentiscus* pourraient être utilisée comme colorants alimentaires (**Longo et al., 2007; Durmaz et al., 2011**).

La gomme mastic est aussi employée en pâtisserie, en confiserie, comme arôme en technologie alimentaire, dans les industries cosmétologiques et pharmaceutiques, mais aussi dans l'industrie photographique et dans la fabrication de liqueurs (**Kivçak et Akay, 2005 ; Barazani et al., 2009**).

I. Matériel et méthodes

Le présent travail a été réalisé au niveau du laboratoire de biochimie alimentaire de l'université d'Abderrahmane Mira de Bejaia. Il porte sur l'étude des échantillons suivant: le miel, l'huile et les mélanges miel/huile et miel/poudre délipidée de *Pistacia lentiscus*. L'ensemble des paramètres physico-chimiques, biochimiques et activité antioxydante sont déterminés.

I.1. Échantillonnage et préparation des extraits

- **Origine de l'échantillon de miel :** notre étude a été réalisée sur un échantillon de miel (M) récolté en novembre 2019, au niveau du village Ouandadja Commune Barbacha wilaya de Bejaia (nord d'Algérie) (**tableau II**). l'échantillon de miel est conservé dans un flacon en verre stérile couvert avec de l'aluminium, hermétiquement fermé et gardé à la température ambiante. Cette technique est utilisée pour protéger les composés sensibles à la chaleur et à la lumière.

Tableau II: Présentation d'échantillon de miel étudié.

Échantillons	Provenance géographique	Couleur	Texture	Année de récolte	Origine botanique
Miel	Ouandadja	Marron foncé	Liquide	Novembre 2019	Miel multifleurs

- **Matériel végétal:** Les baies de *Pistacia lentiscus* sont récoltées dans la région de Ziamamansouriah, la willaya de Jijel au mois de décembre 2019. La récolte est suivie par l'effeuillage et triage des baies (**figure 5**). Ces opérations ont été effectuées manuellement dans le but de se débarrasser des rameaux et des feuilles récoltées avec les fruits. Le choix des graines est de couleur noire (stade de maturité) en évitant la couleur verte ou rouge (ce stade de maturité dite précoce qui pourrait influencer le rendement de production de l'huile ainsi que sa conservation).



Figure 5: Effeuilage et triage des baies (Photo originale, 2019).

Immédiatement après ces étapes, les baies sont lavées pour les débarrasser des organismes potentiellement responsables de la détérioration de leur qualité et éliminer les fruits moisies qui flottent sur l'eau. Ensuite, elles sont égouttées et séchées dans un endroit aéré à l'abri de lumière pendant un mois, suivi d'un séchage à l'étuve (40°C), afin d'éliminer toute trace d'humidité.



Figure 6: Séchage des baies de *P.lentiscus* (Photos originaux, 2019).

- **Délipidation et extraction d'huile:** l'extraction de l'huile a été effectuée au niveau de l'entreprise de fabrication de condiments divers « ROMAIS » de Mr Khanache Hafid, Bounour, situé à El-kseur, wilaya de Bejaia. L'extraction est faite à froid sur un appareil de type oil press KERN- KRAFT, à partir des fruits de *Pistacia lentiscus* mûres (figure 7), pour éliminer le maximum d'huiles contenues dans le fruit mature d'une part, et d'utiliser les tourteaux (marc) délipidés après le séchage, broyage et tamisage afin de récupérer une poudre délipidée fine, d'autre part, pour l'extraction des métabolites secondaires. Ces dernières ont été conservées dans des flacons en verre à l'abri de la lumière jusqu'à leurs utilisations. On précise que l'huile brut de *Pistacia* a été filtrée à l'aide d'un filtre de 0,22 µm avant son utilisation dans la préparation des échantillons.



Figure 7: Méthode de délipidation et d'extraction d'huile. (photos originaux, 2020)

- **Préparation des mélanges et des extraits éthanoliques:** on a préparé des échantillons en mélangeant une quantité constante de miel (M) 100g avec différentes concentrations de l'huile (H) et de poudre délipidée de *Pistacia lentiscus* (PD) (**Tableau III**).

Tableau III: Présentation des mélanges préparés.

Code de mélange	M	M/H 5%	M/H 10%	M/H 15%	M/H 20%	M/PD 5%	M/PD 10%	M/PD 15%	M/PD 20%
Les quantités	100g miel	100g miel + 5g d'huile	100g miel + 10g d'huile	100g miel + 15g d'huile	100g miel + 20g d'huile	100g miel + 5g poudre	100g miel + 10g poudre	100g miel + 15g poudre	100g miel + 20g poudre

M: Miel M/H: Miel et huile végétale de *Pistacia lentiscus* L. M/PD: Miel et poudre délipidée de *Pistacia lentiscus* L.

Après 15 jours de la préparation des différents mélanges on a effectué des extractions pour chaque mélange (**figure 8**). Le principe de cette extraction est basé sur la dissolution du miel et des mélanges préparés (10g) dans le solvant (éthanol/ eau distillée) (v/v). Après agitation pendant 24 heures et filtration à travers le papier filtre Whatman N° 1, les solutions éthanoliques sont conservées au frais dans des flacons étanches à la lumière jusqu'à leur utilisation.

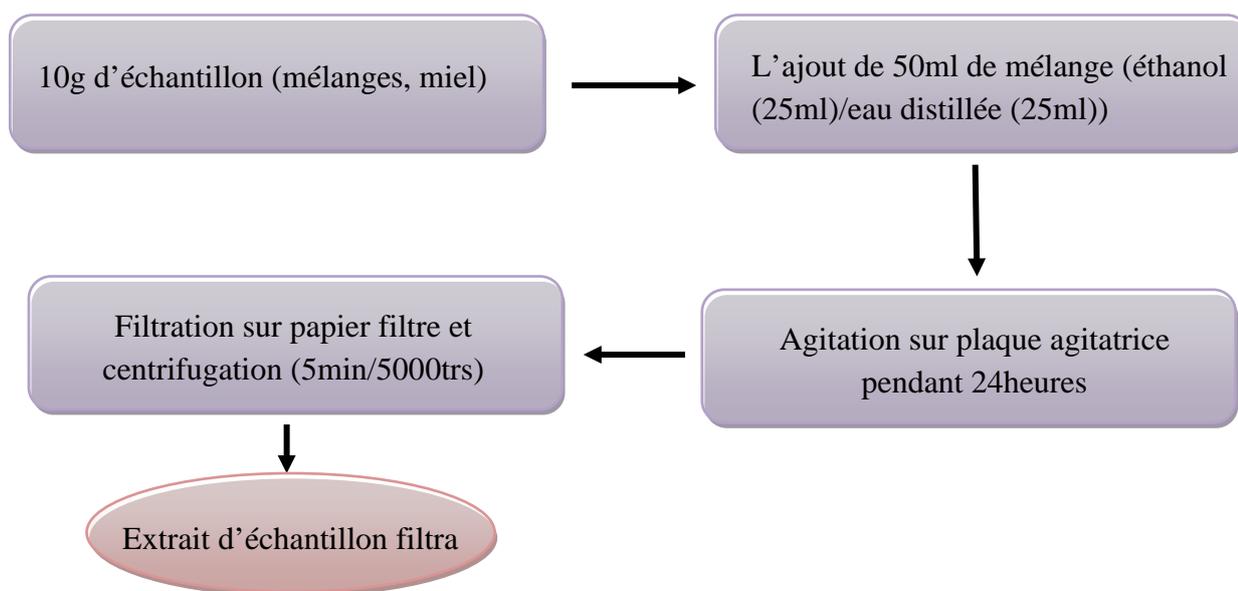


Figure 8: Schéma montre l'ensemble des étapes d'extraction des mélanges.

I.2. Analyses physico-chimiques du miel

Les méthodes utilisées pour la détermination des paramètres physico-chimiques: humidité, pH, conductivité électrique et HMF sont celles recommandées par **Bogdanov et al. (1997)**.

I.2.1. Teneurs en eau et en Brix

L'humidité du miel conditionne sa conservation, plus elle est élevée plus le miel risque de fermenter. La technique la plus simple pour mesurer le taux d'humidité dans un miel est la réfractométrie (**Guo et al., 2010**).

Les indices de réfraction des échantillons de miel sont déterminés en utilisant un réfractomètre d'Abbé à 20 °C. Une goutte de miel liquide est déposée sur le prisme du réfractomètre, préalablement étalonné avec de l'eau distillée. La lecture est faite à travers l'oculaire de l'appareil après un réglage de telle sorte à avoir une ligne horizontale de partage entre une zone claire et une zone obscure identiques. Cette ligne coupe une échelle verticale graduée directement en indice de réfraction et en pourcentage de Brix dans le miel. Les calculs sont effectués en se référant à la table de CHATAWAY (**annexe 2**).

I.2.2. pH

Le pH d'une solution de miel à 10% a été mesuré à l'aide d'un pH mètre et cela après avoir Pesé 2,5 g du miel ; l'homogénéisé ; puis versé la solution dans une fiole jaugée de 25ml et complété le volume avec l'eau distillée jusqu'au tri de jauge.

I.2.3. Conductivité électrique

La conductivité électrique est la mesure de la capacité de l'échantillon de miel à transmettre un flux électrique ou conductance. La détermination de celle-ci est réalisée sur une solution de miel contenant 20 % de la matière sèche à 20 °C. Une quantité de miel est dissoute dans 25ml d'eau distillée de très faible conductivité électrique (4 $\mu\text{S} / \text{cm}$). La lecture est faite directement après l'immersion de la cellule du conductimètre et les résultats sont exprimés en mS / cm .

$$\text{CE (milli-Siemens /cm)} = \text{valeur mesurée} - A$$

CE : Conductivité électrique.

A : (la valeur mesuré $\times 0,032$) $\times (T^\circ = 20^\circ\text{C})$.

T° : Température ambiante de la mesure (dans notre cas elle varie entre 16 et 18 °C).

0,032 : Facteur de correction.

I.2.4. Hydroxyméthyl furfural (HMF)

L'analyse de la quantité d'HMF est une excellente méthode pour apprécier la qualité de miel : son vieillissement et son chauffage.

Une quantité de 5 g de miel est dissoute dans 25 ml d'eau distillée. Une homogénéisation de cette solution avec 1ml de la solution de carrez I et ensuite avec 1ml de la solution de carrez II. Le volume du mélange est complété à 50 ml avec de l'eau distillée et la solution est filtrée avec du papier filtre whatman. Les solutions des échantillons et les solutions de références sont préparées comme suit (**Tableau IV**).

Tableau IV: Protocole du dosage d'HMF.

	Solutions de référence	Solutions des échantillons
Le filtrat	5 ml	5 ml
Eau distillée	5 ml	-
Solution de sodium bisulfite (0,2 %)	-	5 ml

Après homogénéisation, l'absorbance de la solution d'échantillon est lue contre celle de la solution de référence à 284 nm et 336 nm par le spectrophotomètre UV. La teneur en HMF est calculée selon la formule suivante :

$$(HMF)(mg /kg) = (A_{284} - A_{336}) \times 149,7 \times 5 / W$$

A₂₈₄ : absorbance à 284 nm.

A₃₃₆ : absorbance à 336 nm.

W : masse en grammes de l'échantillon de miel.

149,7 : constante.

5 : poids nominal théorique de l'échantillon.

I.2.5. Intensité de la couleur

Une quantité de 1g de miel est dissoute dans 4 ml d'eau distillée. Après une homogénéisation, la densité optique de la solution de miel est lue par le spectrophotomètre à 450 nm.

I.3. Analyses physico-chimiques de l'huile

I.3.1. Rendement d'extraction

Le rendement des huiles est déterminé par rapport à la matière sèche et exprimé en pourcentage. Il est égal au rapport de la masse de l'huile extraite par la masse de la matière végétale (Djedaia, 2017).

Cette méthode consiste à peser 3 kg de fruit de *Pistacia lentiscus*, après séchage, à l'aide d'une balance, puis la pesée d'huile obtenue après extraction. Les résultats sont exprimés par la formule ci-dessous:

$$R = m / ms \times 100$$

R : Rendement d'huile en %.

m : masse de l'huile en g.

ms : masse de la matière végétale sèche.

I.3.2. Densité

C'est le rapport de la masse d'un certain volume d'extrait à 20 °C à la masse d'un volume égale d'eau distillée à 20 °C. Brièvement, à l'aide d'un pycnomètre de capacité de 5ml, on pèse successivement des volumes égaux d'huile et d'eau distillée à la température ambiante (20 °C). On remplit le pycnomètre avec de l'eau distillée. On plonge le pycnomètre dans un bain marie, jusqu'à équilibre de la température aux environs de 20°C et on le retire. Après essuyage, on pèse le pycnomètre, en remplaçant l'eau par l'huile. Et on applique la formule suivante pour déterminer la densité (UICPA 2.101.1999):

$$D_t = \frac{(M_2 - M_0)}{(M_1 - M_0)} \times \Delta + 0.0012 \left(1 - \frac{(M_2 - M_0)}{(M_1 - M_0)} \right) \times \Delta$$

M₀: Masse du pycnomètre vide en gramme.

M₁: Masse du pycnomètre plein d'eau en gramme.

M₂: Masse du pycnomètre plein d'huile en gramme.

Δ : Densité de l'eau à une température T des mesures.

I.3.3. Indice de réfraction

La détermination de l'indice de réfraction de l'huile de lentisque est déterminée sur un réfractomètre d'Abbé à 20 °C (AFNOR, 1984 ; IUPAC, 1987). C'est une méthode rapide et simple pour suivre les opérations d'hydrogénation ou de fractionnement en étalant une goutte d'huile sur la prisme de réfractomètre puis on observe la zone afficher sur le réfractomètre .

I.3.4. Indice d'acide

L'indice d'acidité correspond à la teneur en pourcentage d'acide gras libre présent dans l'huile de lentisque et représente un paramètre important dans l'évaluation de sa qualité. Ce dosage nous renseigne sur le degré d'altération de l'huile et d'estimer le taux d'acides gras libres dans l'huile exprimée en acide oléique (Perrin, 1992). L'acidité est mesurée selon la norme **ISO 660-2003**.

Le principe repose sur la neutralisation des acides gras à l'aide d'une solution éthanolique d'hydroxyde de potassium de normalité 0,1 mol/L pour donner des savon selon la réaction suivante :



Une quantité de 3g d'huile de lentisque est dissoute dans 25ml (éthanol 95% - éther diéthylique) rajoutant 2 a 3 gouttes de phénolphtaléine, puis titré avec la solution d'hydroxyde de potassium (KOH) à 0,1N avec une agitation jusqu'au virage de couleur (rose pale). Un essai à blanc a été effectué. L'acidité est exprimée en pourcentage selon cette équation :

$$\text{IA}(\%) = \frac{M * N * (V - V_0)}{Me}$$

IA : Indice d'acidité.

M: Masse molaire de KOH.

N: Normalité de KOH à 0,1N.

V: Volume de la solution de KOH pour la prise d'essai.

V0: Volume de la solution de KOH utilisé pour le témoin.

Me: Masse de l'échantillon.

I.3.5. Indice de peroxyde

Indice de peroxyde est le nombre de milligramme équivalent d'oxygène active dans un kg de corps gras (IUPAC, 1987). 0,5g d'huile de lentisque sont dissoute dans 7,5ml de mélange chloroforme acide acétique glacial. Après l'ajout de 0,25 ml d'une solution d'iodure de potassium saturée, le mélange est laissé à l'obscurité pendant 5min à température ambiante après une agitation pendant une minute. Après l'ajout de 7,5ml d'eau distillée et quelques gouttes d'empois d'amidon, on titre l'iode avec une solution de thiosulfate de sodium à 0,01N. Un essai à blanc est effectué simultanément. Les résultats sont exprimés selon la loi suivante :

$$IP = N (V - V_0) \times 1000 / m \text{ (meq d'O}_2\text{/kg)}$$

IP: Indice de peroxyde

N: normalité de Na₂S₂O₃ (0,01).

V et V₀: le volume en ml de Na₂S₂O₃ nécessaire pour le titrage de l'échantillon et l'essai à blanc, respectivement.

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

I.4. Dosage des Protéines pour le miel et les mélanges

La teneur en protéines est déterminée par une méthode colorimétrique d'Azeredo *et al.* (2003). Un volume de 4 ml de la solution de Bradford est ajouté à 1ml d'extrait. Après un temps d'incubation de 2 min, le bleu de coomassie de couleur bleu-vert forme un complexe avec les protéines en donnant une couleur bleu. L'absorption est lue à 595 nm. Les résultats sont exprimés en mg équivalents de sérum albumine bovine (BSA) / 100 g du miel (annexe2, figure1).

I.5. Dosage des antioxydants pour le miel et les mélanges

I.5.1. Composés phénoliques totaux

La teneur en phénols est déterminée selon la méthode de Naithani *et al.* (2006). Cette dernière est basée sur la réaction colorée des composés phénoliques avec le réactif de Folin-Ciocalteu (acide phosphotungstique et acide phosphomolybdique) qui est utilisée pour déterminer les phénols totaux dans l'échantillon. Lors de la réaction avec des phénols, le réactif de Folin-Ciocalteu est réduit à un oxyde de couleur bleue. La coloration bleu produite possède un maximum d'absorbance à 750 nm et proportionnelle au taux de composés phénoliques présents dans la solution (Šarić *et al.*, 2012).

Un volume de 100 µl d'extrait d'échantillon (0,2g/ml) est mélangé avec 100 µl du folin-ciocalteu (50 %) et 2 ml de la solution de carbonate de sodium (2 %). Après 30 min à l'obscurité, l'absorbance est lue à 750 nm. La gamme d'étalonnage d'acide gallique permet de déterminer le taux en composés phénoliques. Les résultats sont exprimés en mg d'équivalent d'acide gallique par 100g d'extrait (mg EAG/100 g) (**annexe 2, figure2**).

I.5.2. Flavonoïdes

Le principe de la méthode de dosage des flavonoïdes se traduit par la formation d'un complexe flavonoïdes-métaux tel que l'aluminium qui est utilisé sous sa forme de chlorure d'aluminium (AlCl₃) qui forme des complexes jaunâtres avec les atomes d'oxygène présents sur les carbones 4 et 5 des flavonoïdes (**Arvouet-Grand et al., 1994**).

La teneur en flavonoïdes est estimée selon la méthode décrite par **Al et al. (2009)**. 1 ml d'extrait (0,2g/ml) est mélangé avec 300 µl de nitrite de sodium (5%). 5min après, un volume équivalent de chlorure d'aluminium (10%) est additionné et après 6 min, 2ml de la soude (1M) y sont ajoutés. L'absorbance est lue à 510 nm. Les résultats sont exprimés en mg équivalent quercétine par 100 g d'extrait (mg EQ/100 g) (**annexe2, figure3**).

I.6. Etude de l'activités antioxydantes pour le miel et les mélanges

I.6.1. Test FRAP (Ferric reducing-antioxidant power)

Le FRAP est utilisé pour la détermination de l'activité antioxydante, le principe de cette technique consiste à la réduction d'un complexe ferrique (Fe³⁺-TPTZ) à sa forme ferreuse (Fe²⁺-TPTZ) en présence des antioxydants. La solution TPTZ (tripyridyletriazine) a une couleur bleu intense (**Alvarez-Suarez et al., 2010**). La solution de FRAP est préparée à base de trois constituants qui sont tampon acétate de sodium (300 Nm, pH=3,6), le TPTZ dissout dans HCl et le chlorure de fer FeCl₃ dissout dans l'eau distillée.

Un volume de 500 µl d'extrait (miel et les mélanges) est ajouté à 750 µl du réactif FRAP. Après 5 min d'incubation, la lecture est faite à 593 nm. La concentration des composés réducteurs présents dans l'extrait est exprimée en mg équivalents d'acide gallique par 100 g d'extrait (mg EAG/100 g), après avoir réalisé une courbe d'étalonnage avec l'acide gallique (**annexe 2, figure4**).

I.6.2. Pouvoir réducteur

Le pouvoir réducteur d'un extrait est associé à son pouvoir antioxydant. Cette technique est développée pour mesurer la capacité des échantillons testés à réduire le chlorure ferrique ($FeCl_3$) en chlorure ferreux ($FeCl_2$) en présence de complexe ferricyanure de potassium [$K_3Fe(CN)_6$] et en milieu acidifié par l'acide trichloroacétique. L'absorbance est déterminée à 700 nm. Une augmentation de l'absorbance correspond à une augmentation du pouvoir réducteur des extraits testés (**Liu *et al.* 2013 ; Canadanovic-Brunet *et al.*, 2014**).

L'analyse du pouvoir réducteur du miel est réalisée selon la méthode décrite par **Li et Lin (2010)**. Un volume de 0,5 ml d'extrait d'échantillon (0,2g / ml) est additionné à 0,5 ml du tampon phosphate (pH 6,6 ; 0,2 M) et 0,5 ml d'hexacyanoferrate de potassium [$K_3Fe(CN)_6$](1 %). Le mélange est incubé pendant 20 min au bain marie à 50 °C. Après 0,5 ml de la solution trichloroacétate (TCA10%) sont rajoutés à ce mélange. Dans un tube à essai, 0,5 ml du mélange réactionnel sont prélevés et sont additionnés à 0,8 ml d'eau distillée et 0,1 ml de chlorure ferrique (0,1 %). L'absorbance est lue à 700 nm après 10 min et les résultats sont exprimés en mg EAG /100 g (**annexe 2, figure 5**).

I.7. Analyses statistiques

Tous les résultats obtenus sont la moyenne de 3 essais sauf le rendement d'extraction. Le programme Microsoft office Excel 2007 est utilisé pour calculer les moyennes et les écartypes.

Une analyse de la variance (ANOVA) à un facteur suivie du teste LSD est appliquée à l'aide du logiciel STATISTICA 5.5, afin de mettre en évidence les différences significatives entre les échantillons analysés, ainsi que la détermination des coefficients de corrélation entres les échantillons .

II. Résultats et discussion

II.1. Analyses physico chimiques du miel

Les résultats des analyses physico-chimiques d'échantillon de miel étudié sont présentés dans le tableau V.

Tableau V: Résultats des paramètres physico-chimiques de miel analysé.

Analyses	Humidité (%)	Indice de réfraction (IR)	pH	CE (mS/cm)	HMF (mg/kg)	Brix (%)	Couleur (Abs _{420nm})
Résultats	17,6%	1,49 ±0,002	4,69 ±0,0005	0,61 ±0,005	2,34 ±1,61	81% ±0,007	1,01 ±0,01
Norme <i>Codex Alimentarius</i>	≤20%	/	3,5<pH <4,5	/	≤40 mg/kg	/	/

II.1.1. Humidité

La teneur en humidité du miel est un facteur majeur contribuant à sa stabilité contre la granulation et la fermentation. De plus, l'humidité du miel est le critère de qualité qui détermine la durée de conservation du miel (**Roby et al., 2020**).

Il est clair que l'échantillon de notre étude avait une faible teneur en humidité (17,6%) qui correspond à un indice de réfraction de 1,4925 ±0,002. La valeur de l'humidité obtenue indique un degré de maturité et une qualité appropriés qui étaient conformes aux normes de *Codex Alimentarius* (2001) (≤20). La valeur trouvée est un révélateur d'un bon stockage de notre miel. Cette teneur en eau est proche de la valeur trouvée par **Otmani et al. (2019)**, (18%) (Skikda) et supérieur à des valeurs trouvées par **Bakchiche et al. (2018)**, pour les échantillons de miel de Laghouat, Hassi-R'mel, Ellassafia (15,08%), (15,19%) et (14,11%) respectivement.

Il convient de noter que la teneur en humidité du miel dépend des facteurs environnementaux, de la manipulation des apiculteurs pendant la récolte du miel, du degré de maturité atteint dans la ruche, de la teneur en humidité de la plante d'origine et peut varier au cours des années de récolte consécutives (**Rodríguez-Flores et al., 2015**).

II.1.2. pH

Le pH d'échantillon du miel est important au cours du processus d'extraction, car il affecte la texture, la stabilité et la durée de vie. Le pH de miel étudié est de $4,69 \pm 0,0005$ proche de celui du miel de Hassi-R'mel (M₂) 4,65 obtenu par **Bakchiche et al. (2018)**, et légèrement élevé par rapport aux normes de *Codex Alimentarius*. Selon **Cavia et al. (2007)**, le pH du miel de nectar est inférieur à 4 et supérieure à 4,5 pour la miel de miellat, le résultat pourrait indiquer que notre échantillon de miel est d'origine de miellat.

La variation du pH serait due à la flore butinée, à la sécrétion salivaire de l'abeille et aux processus enzymatiques et fermentatifs pendant la transformation de la matière première (**Louveaux, 1968**).

II.1.3. Conductivité électrique

La conductivité électrique exprime l'aptitude de la solution aqueuse à conduire un courant électrique. Elle est en corrélation positive avec la teneur en sels solubles (**Amellal, 2008**).

Selon **Gonnet (1986)**, les miels de nectar ont une conductivité allant de 0,1 à 0,5 mS / cm, par contre les miels de miellat de 1 à 1,5 mS / cm, les valeurs médianes seraient correspond à des mélanges de deux origines (nectar + miellat).

Le résultat de la conductivité électrique de miel de notre étude est de 0,61 mS / cm. Cette valeur supérieure à 0,5 mS / cm et inférieure à 1 mS / cm, donc ce miel est de mélange de nectar et de miellat. Le résultat obtenu est semblable à ceux donnés par **Makhloufi (2001)** sur l'étude des miels algériens (0,114 à 0,94 mS / cm), de **Lazarevic et al. (2012)** (0,16 à 0,64 mS / cm), **Habib et al. (2014)** (0,15 à 0,69 mS / cm) et **Bettar et al. (2019)** (0,22 à 0,87 mS / cm).

II.1.4. Hydroxy-méthyl-furfural (HMF)

L'analyse spectrométrique de l'échantillon du miel révèle une teneur en HMF de $2,34 \pm 1,61$ (mg /kg). Cette valeur conforme aux normes de *Codex Alimentarius*. (2001) (< 40 mg/kg). Donc, il est un miel frais et de bonne qualité.

Cette teneur est inférieure à celles trouvées par **Mouhoubi-Tafinine et al. (2018)** ($15,63 \pm 0,85$; $29,13 \pm 0,47$; $17,87 \pm 0,59$; $11,04 \pm 0,66$; $34,53 \pm 0,33$) et proche de celle de miel d'Apiaceae (M25) 2,42 mg/kg signalée par **Ouchemoukh (2012)**.

Plusieurs facteurs influencent la formation d' HMF, tels que la température, le temps de chauffage, les conditions de stockage (**Cordella et al., 2005**) et certaines propriétés chimiques du miel (acidité totale, teneur en minéraux, quantité et type de sucres réducteurs) qui sont liés

à la source florale du miel (**Ramirez Cervantes et al ., 2000; Gidamis et al ., 2004**). **Ozcan et Olmez (2014)** ont rapporté que le miel de faible pH produisait plus d' HMF.

Le taux en HMF n'est pas une propriété intrinsèque de miel donc il n'est pas utilisé pour la détermination de l'origine botanique. Par contre, c'est un paramètre pour estimer la fraîcheur du miel (**Schweitzer et al., 2004**).

II.1.5. Brix

Le brix est calculé afin d'estimer le taux de glucides que le miel possède, la valeur indiquée est de $81\% \pm 0,0075$. Cette teneur en sucres est proche à celle de miel de Ksar Elhiran (Iaghout) $81,45 \pm 0,44$ **Bakchiche et al. (2018)**, et se diffère des miels Egyptiens (miel d'agrumes $78,8\% \pm 0,08$; miel de trèfle $75,6\% \pm 0,12$) étudié par **Roby et al. (2020)**.

La composition en glucides dans le miel dépend de l'origine botanique des plantes à partir desquelles le miellat ou le nectar a été récolté, de l'environnement, du climat et des conditions de stockage (**Ouchemoukh, 2012**).

II.1.6. Couleur

La couleur des miels est une donnée importante, c'est une caractéristique physique dépendant de l'origine du produit mais également un élément sensoriel primordial qui détermine en partie le choix du consommateur (**Ouchemoukh, 2012**).

Le résultat obtenu pour ce paramètre est de $1,01 \pm 0,01$, qui est supérieure à celui obtenu par **Tafinine-Mouhoubi et al. (2018)**, pour les miels H₁($0,87 \pm 0,01$) ; H₄ ($0,80 \pm 0,02$) ; H₅ ($0,77 \pm 0,01$) et H₆ ($0,66 \pm 0,00$) et en accord avec le miel H₃ ($1,01 \pm 0,00$).

L'augmentation de l'intensité de la couleur semble être liée à une augmentation des propriétés antioxydantes et de la teneur en polyphénols du miel (**Bertta et al., 2005**).

De nombreuses études ont rapporté que la couleur du miel est un indicateur de sa teneur en minéraux, plus la teneur en minéraux est élevée, plus la couleur est foncée et vice versa (**Terrab et al., 2004 ; Alvarez-Suarez et al., 2010**).

II.2. Analyses physico chimiques de l'huile

Afin de contrôler la qualité d'huile végétale de lentisque, des paramètres physico-chimiques ont été utilisés. Ces paramètres comprennent : le rendement, la densité, indice de réfraction, indice d'acidité et indice de peroxyde (tableau VI).

Tableau VI: Résultats des paramètres physico-chimiques d'huile analysée.

Paramètres	Rendement (%)	Densité	Indice de réfraction	Indice d'acidité (%)	Indice de peroxyde (meq d'O ₂ /Kg)
Résultats	31,77 %	0,883 ±0,015	1,471 ± 0,00	1,776 ±0,093	0,4 ±0,00
Normes COI 2011	/	/	1,4677-1,4705	0,8 - 3,3	≤ 20

II.2.1. Rendement d'extraction

Le fruit de lentisque étudié est riche en huile justifié avec un rendement de 31,77%. Cette valeur est proche de celle trouvée par **Trabelsi et al. (2012)** 38,8% .

Le rendement de l'huile est influencé par la zone de récolte et le stade de maturité. D'un autre coté, il existe de nombreuses études montrant qu'au cours de la période de maturité, le pourcentage de l'huile augmente radicalement au début du stade de maturation et baisse légèrement quand le fruit dépasse la maturité (**Salvador et al., 2001**).

II.2.2. Densité

Le résultat propre à la densité de l'huile étudié qui révèle une valeur de 0,883 ± 0,015 cette dernière est inférieure à celle trouvée par **Brahmi et al. (2020)** (1,02 ±0,01) et proche de celles de **Maameri, (2014)** et **boukeloua et al. (2012)** avec 0,91 et 0,92, respectivement.

La densité d'huiles dépend de la température et de sa composition chimique. Elle renseigne sur la nature des acides gras y compris la longueur de chaîne et le degré d'insaturation et les groupes fonctionnels sur la chaîne carbonée (**Maameri, 2014**).

II.2.3. Indice de réfraction

L'indice de réfraction de notre échantillon est de 1,471. Cette valeur est très proche de celles de **Djerrou, (2014)** (1,466 ± 0,02) et de **Brahmi et al. (2020)** (1,468 ± 0,010).

Comme la densité, cette indice dépend de la composition chimique de l'huile et de la température, elle augmente avec le degrés d'insaturation et la présence de fonction secondaire sur la chaîne des acides gras (**Boukeloua et al., 2012**).

II.2.4. Indice d'acide

L'acidité est liée à la qualité d'acide gras libre résultant des réactions hydrolytiques des triglycérides. Il s'agit d'un critère de qualité qui renseigne sur la qualité de conservation d'une huile comestible (**Kandji, 2001**).

L'huile de lentisque présente un faible indice d'acide $1,776\% \pm 0,09$ qui est conforme au norme de **COI 2011**. L'acidité trouvée est inférieure à la valeur trouvée par **Brahmi et al. (2020)** ($3,52\% \pm 0,2$) et à celle rapportée par **Khedir et al. (2018)** qui est de l'ordre de ($3,02\%$) pour l'huile de lentisque. Cette faible valeur d'acidité pourrait indiquer une très faible ou l'absence d'hydrolyse enzymatique des graines pendant la récolte, la manipulation ou la transformation de l'huile. Cela pourrait également s'expliquer par la bonne conservation.

II.2.5. Indice de peroxyde

L'indice de peroxyde mesure les peroxydes contenus dans l'huile. Il est déterminé en mesurant l'iode libéré par l'iodure de potassium, et utiliser pour la mesure de l'étendue des réactions de rancissement qui se sont produites pendant le stockage. Il pourrait être considéré comme un indicateur de la qualité et de la stabilité des huiles et des graisses (**Zahir et al., 2017**).

La valeur d'indice de peroxyde obtenue est $0,4 \pm 0,00$ (meq d'O₂/Kg). Elle est conforme aux normes de *Codex alimentarius* qui fixe la valeur inférieure à 10 meq /kg et à la norme de COI 2011. Elle est aussi inférieure à la valeur rapportée par **Khedir et al. (2018)** ($7,21$ meq d'O₂/kg).

Les différences observées entre les paramètres physiques et chimiques trouvés dans ce travail par rapport à ceux rapportés dans la littérature ont été probablement causées par de nombreux facteurs notamment les facteurs génétiques, les cultivars, les conditions de croissance, la routine de récolte, le degré de floraison, la manipulation des fruits, le stockage et les caractéristiques du sol ou fluctuations géographiques des huiles étudiées (**Brahmi et al., 2020**).

II.3. Dosage des protéines pour le miel et les mélanges

➤ Les teneurs en protéines pour le miel étudié et les mélanges (miel et poudre délipidée de *Pistacia lentiscus*) à différentes concentrations (5%, 10%, 15% et 20%) sont présentées dans la figure suivante :

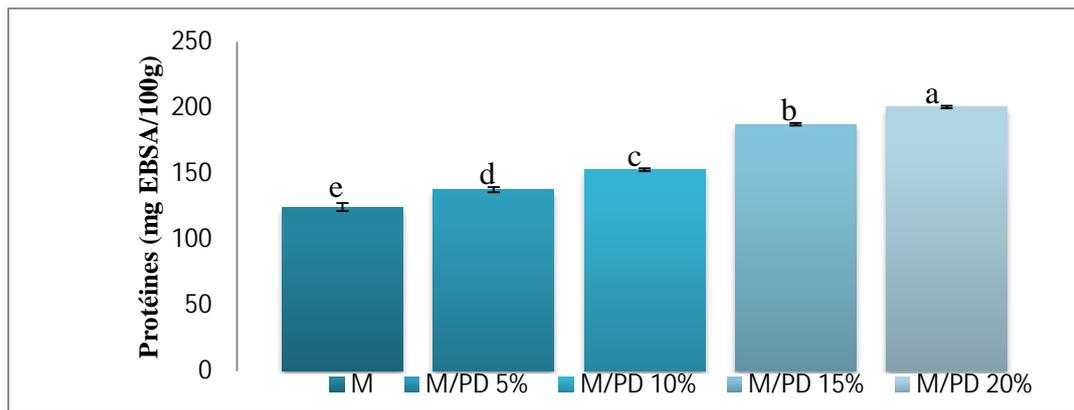


Figure 9: Teneurs en protéines des échantillons analysés (M et M/PD).

- M* : Miel *M/PD*: miel et poudre délipidée de *Pistacia lentiscus*
- Les différentes lettres indiquent que les valeurs sont significativement différentes
 - Les barres verticales représentent les écartypes

Les résultats obtenus indiquent que il existe une différence significative entre les échantillons analysés (miel et les mélanges). Une augmentation remarquable des teneurs en protéines de la concentration la plus faible à la concentration la plus élevée des échantillons (M/PD) .

L'échantillon de miel brut présente la teneur la plus faible ($124,29 \pm 3,67$ mg EBSA /100g). Cette valeur est proche de celle du miel M9 qui est 136 ± 18 mg/100g (miel de montagne Selma wilaya de Jijel) trouvée par **Bouhala et al. (2020)**. La teneur la plus élevée revient à l'échantillon M /PD 20% ($200,73 \pm 1,23$ mg EBSA/100 g).

La concentration de protéines et d'acides aminés dans les miels varient en fonction de leurs origines botanique, géographique et de leur durée de conservation. D'après **Khalil et al. (2012)** les protéines des échantillons de miel serait principalement constituée d'enzymes.

Les différents échantillons sont classés par ordre croissant comme suit : $M < M/PD (5\%) < M/PD (10\%) < M/PD (15\%) < M/PD (20\%)$. Cette augmentation est expliquée par une richesse de la PD en protéine. Selon **Boukeloua et al. (2016)**, la teneur en protéines de fruit de *Pistacia lentiscus* noir est d'ordre de $23,856 \pm 1,26$ % ce qui confirme le résultat.

➤ Les résultats du dosage des protéines pour les mélanges miel et l'huile végétale de *Pistacia lentiscus* à différentes concentrations sont représentés sur la figure suivante :

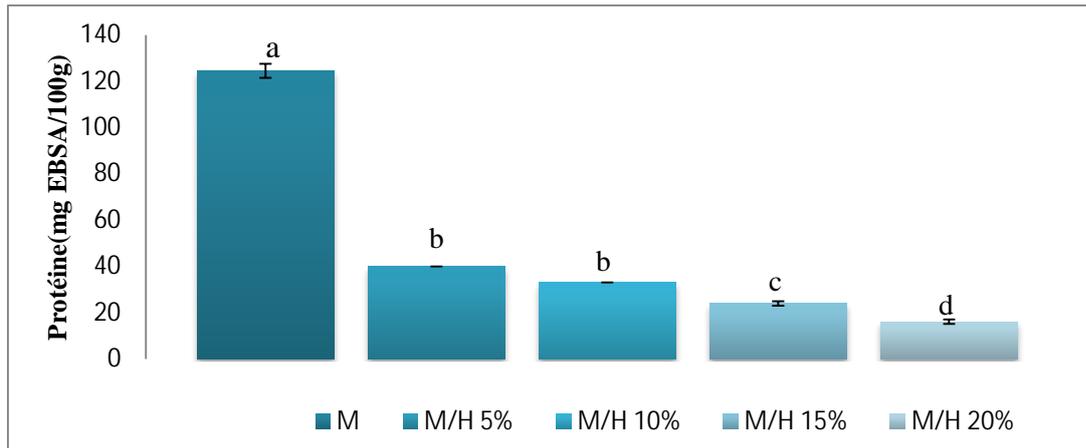


Figure 10: Teneurs en protéines des échantillons analysés (M et M/H).

M : Miel

M/H : Miel et huile de *Pistacia lentiscus*

- Les différentes lettres indiquent que les valeurs sont significativement différentes
- Les barres verticales représentent les écarts types

Selon la figure 10 on observe une diminution des teneurs en protéines lorsqu'on augmente la concentration de l'huile de *Pistacia lentiscus* dans les mélanges, contrairement aux premiers mélanges (M/PD). Dans ce cas, le miel a une teneur la plus élevée en protéine avec $124,29 \pm 3,67$ mg/100g, suivi dans un ordre décroissant des mélanges M>M/H (5%)>M/H(10%)>M/H(15%)>M/H(20%). Donc l'échantillon le plus riche en protéine dans cette étude est M/PD (20%) avec $(200,53 \pm 1,23$ mg/100g).

Cette diminution est due soit aux faibles teneurs en protéines dans l'huile végétale de *Pistacia lentiscus*, soit la formation des complexes lipides protéines d'où ils n'ont pas été révélé par la méthode de dosage utilisée. Selon la bibliographie l'huile végétale de lentisque est composer principalement des triglycérides et des faibles quantités d'acides gras libre, vitamines liposolubles, phospholipides, des stérols, des alcools gras et triterpéniques, des tocophérols, des pigments et des hydrocarbures.

II.4. Dosage des antioxydants pour le miel et les mélanges

II.4.1. Polyphénols totaux

L'évaluation du contenu phénolique de nos échantillons analysés peut être employée en tant que bons paramètres pour la détermination des principaux composants de l'activité antioxydante de ces échantillons.

- Les teneurs en composés phénoliques totaux dans les extraits du miel et les mélanges à différentes concentrations (M/PD) ont été déterminées par spectrométrie et exprimés en mg équivalents d'acide gallique / 100g de matière. Les résultats obtenus sont présentés dans le graphe ci-dessous:

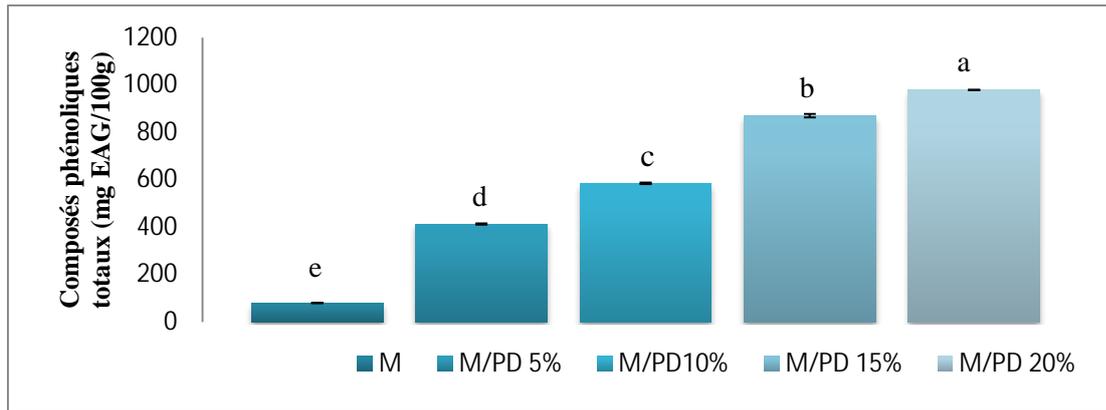


Figure 11: Teneurs en polyphénols des échantillons M et M/PD.

M : Miel M/PD: miel et poudre délipidée de *Pistacia lentiscus*

- Les différentes lettres indiquent que les valeurs sont significativement différentes
- Les barres verticales représentent les écarts types

La teneur en composés phénoliques du miel étudié est de $80,25 \pm 1,86$ (mg/100g). Cette valeur est supérieure à celle trouvée par **Otmani et al. (2019)** (59 mg/100g) pour un miel polyfloral et inférieure aux valeurs rapportées par **Lee Suan et al. (2013)** pour trois échantillons de miel de Malaisie, Tualang ($110,394 \pm 3,829$ mg /100g), Gelam ($159,743 \pm 9,004$) et Acacia ($196,500 \pm 6,323$).

Les taux en ces antioxydants sont classés selon l'ordre croissant suivant: M < M/PD (5%) < M/PD (10%) < M/PD (15%) < M/PD (20%). Le miel enrichi en PD de *Pistacia lentiscus* présente une teneur en composés phénoliques totaux significativement plus élevée par rapport au miel brut tandis que cette teneur augmente avec l'augmentation de la concentration en poudre ce qui signifie que la PD est l'origine de cette augmentation, car elle est riche en composés phénoliques. Il est à noter que tous les échantillons présentent des différences significatives en terme de teneurs en composés phénoliques.

Les teneurs en CPT dans nos mélanges sont plus élevées par rapport aux valeurs trouvées par **Tomczyk et al. (2020)** pour le mélange miel de colza et fruit noir de mur (*M. bombycis Kenmochi*) ($59,7 \pm 5,5$ mg/100g).

Notre échantillon de miel étudié est d'une couleur foncée, d'après **Bueno-costa et al, (2016)**, la concentration en composés phénoliques est plus élevée dans les miels de couleur foncée en comparaison avec les miels d'une couleur claire.

- La figure suivante représente le taux des polyphénols pour le miel et les mélanges M/H à différentes concentrations :

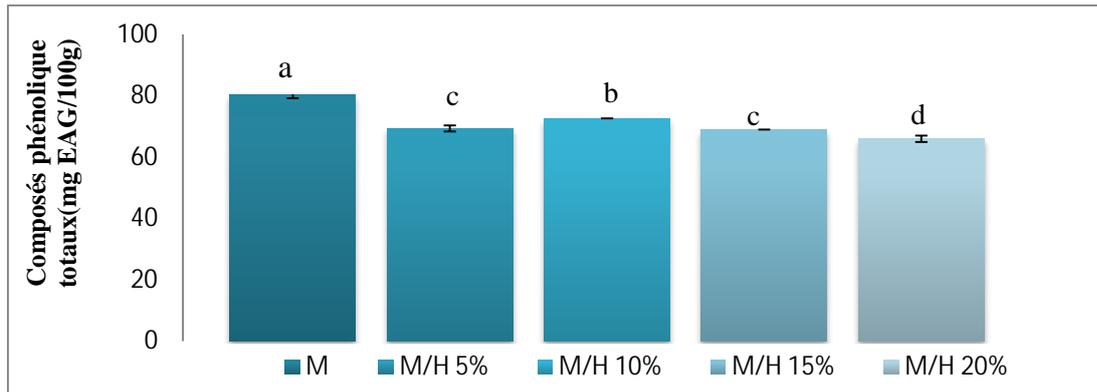


Figure 12: Taux en polyphénols pour les différents échantillons de M et M/H.

M : Miel

M/H : Miel et huile de *Pistacia lentiscus*

- Les différentes lettres indiquent que les valeurs sont significativement différentes
- Les barres verticales représentent les écarts types

Le miel brut présente la teneur la plus élevée en polyphénols tandis que les échantillons [M/H (5%), M/H (10%), M/H (15%), M/H (20%)] ont des teneurs presque stables avec des valeurs qui varient entre $66 \pm 1,12$ et $72,69 \pm 0,71$. Les mélange M/H 5% et M/H 15% ne présentent aucune différence significative en terme de teneurs en polyphénols totaux.

Cette faible variation en polyphénols est due à une faible teneur en polyphénols contenant dans l'huile. Selon le résultat obtenu par **Brahmi et al. (2020)**, la teneur des polyphénols totaux de huiles de *Pistacia lentiscus* noir est de $25,15 \pm 1,01$ mg/100g ce qui confirme nos résultats.

II.4.2. Flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des composés phénoliques de faible poids moléculaire responsables de l'arôme et du potentiel antioxydant.

- Les résultats des dosages des flavonoïdes obtenus pour les différents échantillons (M et M/DP) étudiés exprimés en mg équivalent de quercétine / 100g de l'échantillon sont représentés dans la figure suivante :

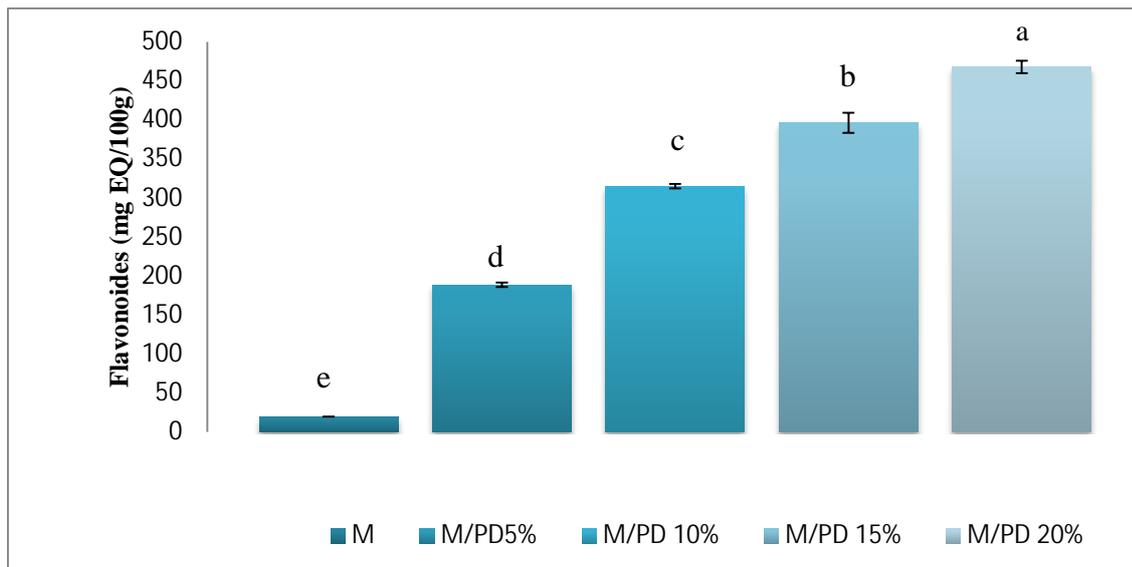


Figure13: Teneurs moyennes en flavonoïdes des échantillons étudiés (M et M/PD).

M : Miel M/PD: miel et poudre délipidée de *Pistacia lentiscus*

- Les différentes lettres indiquent que les valeurs sont significativement différentes
- Les barres verticales représentent les écartypes

D'après la figure 13, les teneurs en flavonoïdes des différents échantillons varient de 19,65 ± 0,16 à 467,95 ± 8,28 mg /100g. Le miel pure présente la teneur la plus faible en flavonoïdes, suivi par les échantillons M/PD (5%), M/PD (10%), M/PD (15%), M/PD (20%) avec des valeurs 188,64 ± 3,50 ; 315,14 ± 3,3 ; 396,31 ± 13,87 et 467,95 ± 8,28 mg/100g respectivement.

Le résultat obtenu concernant l'échantillon du miel brut (19,65 ± 0,16 mg/100g) est supérieure à la valeur rapportée par **Mouhoubi-Tafnine et al. (2016)**, qui est de 10,15 mg /100g pour le miel récolté à Adekar .

A partir des résultats illustrés sur l'histogramme, on conclut que l'augmentation de la teneur en flavonoïdes des échantillons étudiés est due à la richesse de la PD de *Pistacia lentiscus* en flavonoïdes par rapport au miel et selon **Belhachat et al. (2017)**, on constate que la teneur en flavonoïdes dans les extraits de baies de *Pistacia lentiscus* était 13,40 ± 0,35 mg/g.

- Les résultats de dosage des flavonoïdes pour les échantillons (M et M/H) sont présentés dans la figure ci-dessous :

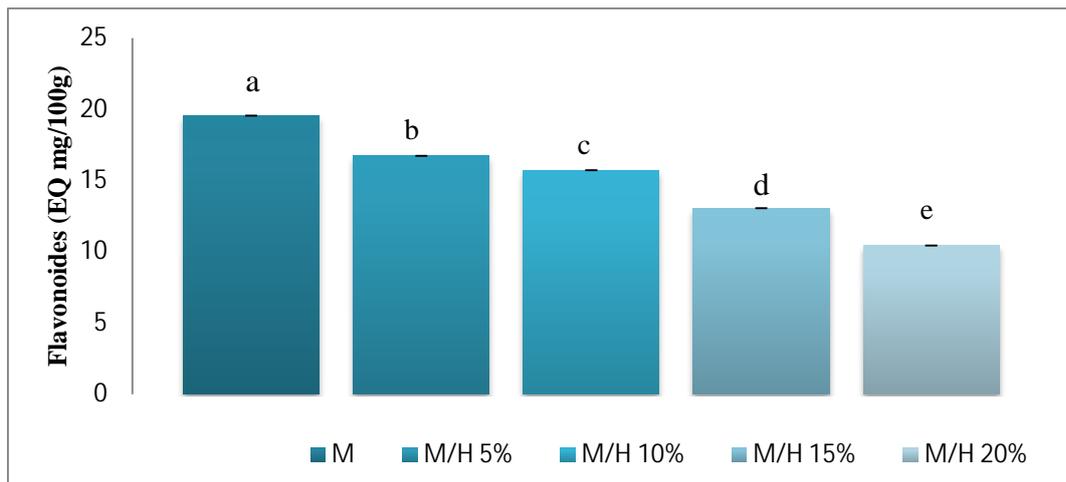


Figure 14: Les teneurs moyennes en flavonoïdes pour les échantillons étudiés (M et M/H).

M : Miel *M/H* : Miel et huile de *Pistacia lentiscus*

- Les différentes lettres indiquent que les valeurs sont significativement différentes
- Les barres verticales représentent les écarts types

Une diminution remarquable des taux des flavonoïdes dans les échantillons cités par ordre décroissant : $M > M/H (5\%) > M/H (10\%) > M/H (15\%) > M/H (20\%)$.

Les mélanges à différentes concentrations ont de faibles teneurs en flavonoïdes comparant avec le miel et à chaque fois qu'on augmente la concentration de l'huile de *Pistacia lentiscus* L. dans ces mélanges les teneurs en flavonoïdes diminues, ce résultat pourrait être expliqué par la présences d'interférents lors de dosage des flavonoïdes ou à la méthode ou solvant d'extraction utilisé, qui n'ont pas extrait plus de flavonoïdes dans les échantillons .

Selon la valeur trouvée par **Brahmi et al. (2020)**, pour huile de *Pistacia lentiscus* qui est de $16,08 \pm 1,15$ mg/100g, elle est inférieure à celle de l'échantillon de miel brut étudié.

Dans d'autres études, **Veberic et al. (2008)** ont rapporté que le contenu phénolique peut être baissé par la réaction de Millard qui agit sur la quercétine sous forme glycosides.

II.5. Evaluation de l'activités antioxydantes du miel et des mélanges

II.5.1. FRAP (Ferric reducing antioxidant power)

Le test de FRAP est basé sur la capacité des antioxydants à réduire le fer ferrique (Fe^{3+}) en fer ferreux (Fe^{2+}) (**Karagozler et al., 2008**).

➤ Le test de FRAP évalue directement la présence des antioxydants dans les différents échantillons étudié (M et M/PD), et les résultats sont représentés dans la figure suivante :

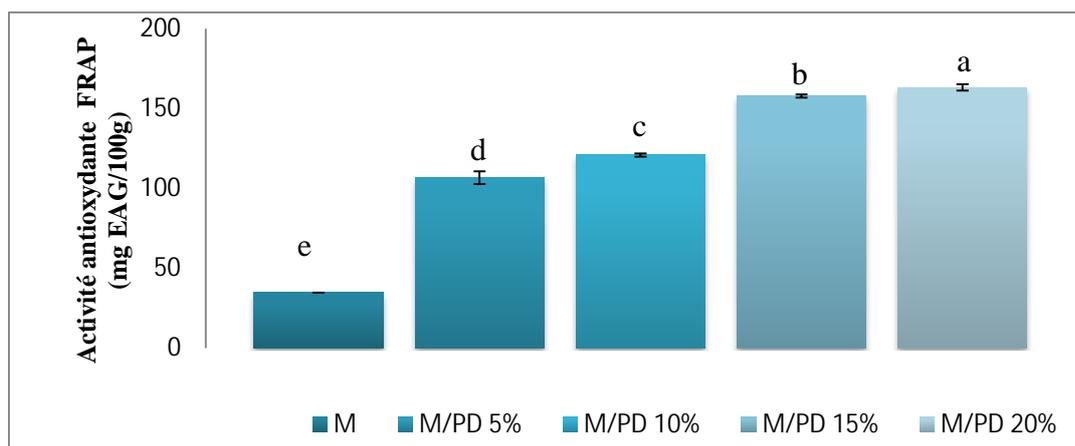


Figure 15: Activité antioxydante FRAP des échantillons analysés (M et M/PD).

M : Miel *M/PD*: miel et poudre délipidée de *Pistacia lentiscus*

- Les différentes lettres indiquent que les valeurs sont significativement différentes
- Les barres verticales représentent les écartypes

On a observé une augmentation de l'activité antioxydante FRAP dans les mélanges toute en augmentant la concentration de la PD de *Pistacia lentiscus*. Ces résultats sont proportionnel a ceux des composés phénoliques et les flavonoïdes. Plus il y'a augmentation de la concentration d'extrait, plus il y a des antioxydants et plus l'activité antioxydante est élevée , d'ailleur il existe une corrélation très hautement significative ($p < 0,01$) entre les composés phénoliques totaux , les flavonoides et le potentiel antioxydant FRAP avec des même coefficients de corrélation de ($r = 0,99$) (**annexe 3**).

Le miel brut possède la capacité de réduction la plus faible $34,77 \pm 0,48$ mg/100g qui est inférieure aux résultats rapportés par **Lee Sunn et al. (2013)** pour trois échantillons de miel ($52,386 \pm 5,192$; $82,529 \pm 5,032$ et $82,386 \pm 5,930$ mg/100g).

Le meilleur résultat pour ce test est celui obtenu pour l'échantillon M/PD (20%), qui est de $163,18 \pm 2,75$ mg/100g. Cette valeur est inférieure à celle trouvée par **Dizugan et al. (2016)**, pour le mélange (miel et lavande) .

➤ Les résultats de l'activité antioxydante FRAP de M et M/H à différentes concentrations sont représentés dans la figure ci-dessous :

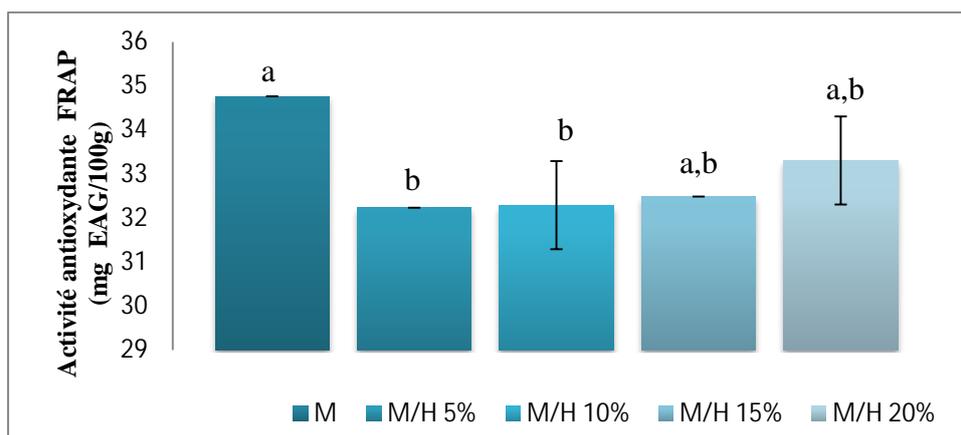


Figure 16: Activité antioxydante (FRAP) pour les échantillons M et M/H.

M : Miel

M/H : Miel et huile de *Pistacia lentiscus*

- Les différentes lettres indiquent que les valeurs sont significativement différentes
- Les barres verticales représentent les écartypes

D'après les résultats obtenus dans la présente étude, l'activité antioxydante FRAP est plus élevée dans le miel brut comparant aux mélanges M/H avec une valeur $34,77 \pm 0,48$ mg/100g.

Une légère augmentation de l'activité antioxydante FRAP est observée dans les mélanges lorsqu'on augmente la concentration d'huile pour atteindre la valeur $33,31 \pm 1,25$ mg/100g. Cette augmentation est expliquée par la richesse de l'huile de *Pistacia lentiscus* en polyphénols et caroténoïdes. Selon **Brahmi et al. (2020)**, les antioxydants les plus abondants dans l'huile de *Pistacia lentiscus* sont les caroténoïdes $1480,0 \pm 5,1$ mg/kg, ce qui confirme nos résultats.

Les échantillons M/H 5% et M/H 10% ne présente pas de différences significatives pour le FRAP, il en est de même pour les échantillons M/H 15% et M/H 20%.

L'activité antioxydante varie d'un échantillon à l'autre, ceci est probablement due aux taux des composés phénolique qui différent évidemment pour tous les échantillons analysés.

II.5.2. Pouvoir réducteur

- Les résultats obtenus pour le pouvoir réducteur de différents échantillons miel et M/PD à différentes concentrations sont représentés dans la figure suivante :

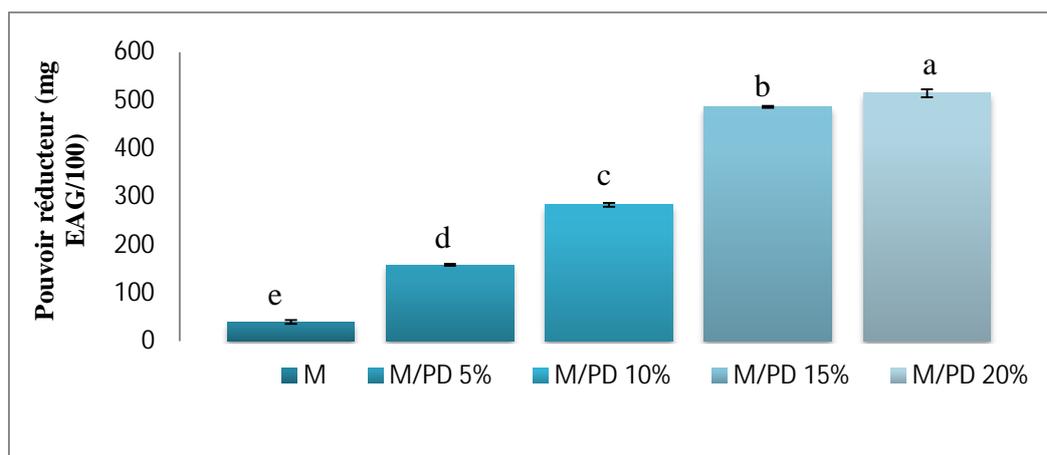


Figure 17: Pouvoir réducteur du miel et mélanges M/PD analysés.

M : Miel *M/PD*: miel et poudre délipidée de *Pistacia lentiscus*

- Les différentes lettres indiquent que les valeurs sont significativement différentes
- Les barres verticales représentent les écarts types

Les résultats obtenus montrent que le mélange M/PD (20%) présente le pouvoir réducteur le plus élevé qui est de $514,78 \pm 8,18$ (mg/100g) contrairement au miel brut qui représente le pouvoir réducteur le moins élevé $39,72 \pm 4,78$ (mg/100g). Ce dernier est proche de la valeur trouvée par **Mouhoubi-Tafnine et al. (2016)** 36 mg/100g pour le miel H4 de Béjaia (El kseur).

L'augmentation du potentiel de réduction en ordre croissant est le suivant : $M < M/PD (5\%) < M/PD (10\%) < M/PD (15\%) < M/PD (20\%)$. Tous les échantillons analysés ont la capacité de réduire le Fe^{3+} en Fe^{2+} et diffèrent significativement entre eux. L'augmentation de potentiel de pouvoir réducteur est proportionnel avec les composés phénoliques totaux et les flavonoïdes, de même, l'analyse statistique montre que le potentiel de pouvoir réducteur possède des corrélations très hautement significatives ($p < 0.001$) avec les composés phénoliques totaux et les flavonoïdes dont les coefficients de corrélation sont : $r = 0,99$ et $r = 0,98$ respectivement (**annexe 3**).

- Les résultats d'évaluation du pouvoir réducteur de l'échantillon M et les mélanges M/H à différentes concentrations sont représentés dans le schéma suivant :

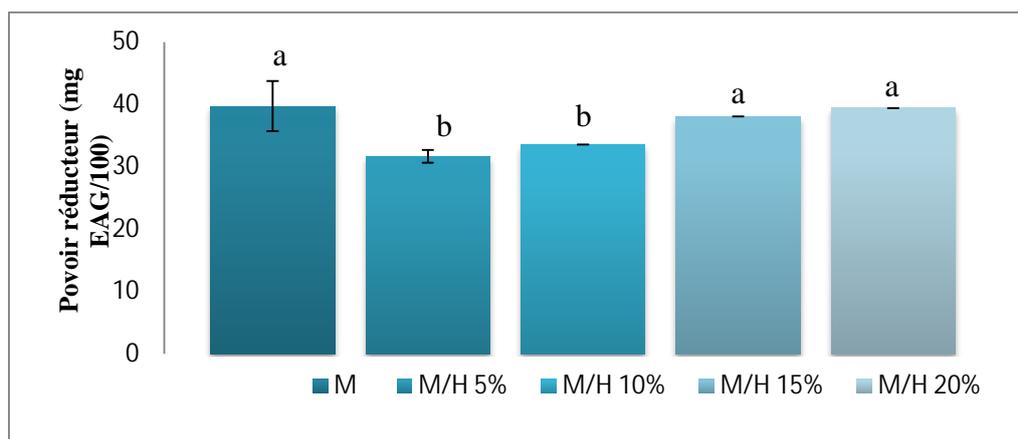


Figure 18: Pouvoir réducteur des échantillons analysés M et M/H.

M : Miel

M/H : Miel et huile de *Pistacia lentiscus*

- Les différentes lettres indiquent que les valeurs sont significativement différentes
- Les barres verticales représentent les écarts types

L'analyse des échantillons enregistrent un pouvoir réducteur qui varie entre $31,66 \pm 1,54$ et $39,72 \pm 4,78$ (mg/100 g). Les échantillons du miel brut (M) et M/H 15% et M/H 20% enregistrent le potentiel le plus élevé, cependant, les échantillons M/H 5% et M/H 10% enregistrent de faibles potentiels antioxydant.

Dans le cas des mélanges l'augmentation de potentiel antioxydant est due à leur richesse en caroténoïdes.

La variation de pouvoir réducteur des échantillons est probablement due à la diversité des composés phénoliques présents dans les échantillons. En plus l'effet chélatant des ions Fe^{3+} des polyphénols peut être liés aux cycles aromatiques hautement nucléophiles en tant que groupes chélateurs spécifiques présents dans la molécule (Al-Mamary *et al.*, 2002). Le degré d'hydroxylation et de méthylation de composés phénoliques et la présence d'autres composés non phénoliques tels que les enzymes, les vitamines, et autres antioxydants (les caroténoïdes) peuvent également être impliqués dans cette activité (Aljadi et Kumaruddin, 2004).

Conclusion

La présente étude a déterminé les qualités du miel récolté au niveau de la Wilaya de Bejaïa étudié, l'huile extraite à partir du fruit mature de l'espèce *Pistacia lentiscus*, et ce durant la saison hivernale (2019-2020) et leurs graines constituant notre corpus d'étude provenant du site géographique appartenant à la région de l'Est algérien à Jijel.

Ce travail nous a permis en premier lieu d'incorporer la poudre délipidée des baies et l'huile de lentisque à différentes concentrations dans le miel en vue de la formulation d'un aliment à caractère plus fonctionnel. D'autre part, d'apprendre les techniques analytiques en passant de l'extraction des polyphénols aux différentes méthodes de dosage de base dans l'étude des composés bioactifs contenus dans le miel, et leur mélange avec la PD de *Pistacia lentiscus* et leur huile. Cette étude nous a permis de quantifier les composés phénoliques en utilisant les techniques universelles appropriées et l'évaluation de la capacité antioxydante (pouvoir réducteur).

Les résultats obtenus pour les différentes analyses physico-chimiques pour les échantillons du miel et l'huile de *Pistacia lentiscus* sont conformes aux normes de *Codex Alimentarius* et COI 2011, sachant que chaque paramètre contribue à une indication précise sur la qualité. L'HMF de miel permet de déterminer la fraîcheur de notre miel ; le brix et le pH ainsi que l'humidité et la couleur dépendent de l'origine botanique en indiquant une bonne conservation de miel. Le rendement élevé de l'huile végétale de *P.lentiscus* permet de la classer parmi les oléagineux ; la densité et l'indice de réfraction dépendent de la composition chimique de notre huile et l'indice d'acidité et de peroxyde indiquent les bonnes conditions de récolte et de stockage.

Le dosage des protéines pour le miel et les huit mélanges montre que le mélange M/PD à la concentration (20%) est le plus riche en protéines.

L'évaluation du contenus phénoliques totaux et les teneurs en flavonoïdes nous ont permis de déterminer que les mélanges M/PD présentent des quantités remarquables en polyohénols et en flavonoïdes et que l'activité antioxydante dépend de ces derniers.

Dans cette étude, nous avons pu démontrer que le miel et le fruit de *Pistacia lentiscus* contient des molécules qui sont considérées comme des agents antioxydants pourraient être utilisées comme ingrédients dans les industries alimentaires et/ou pour des applications thérapeutiques et pharmaceutiques, sachant que les antioxydants contribuent de manière très

efficace à la prévention des maladies liées au stress oxydatif telles que le cancer, et les maladies cardiovasculaires.

Afin de compléter ce travail, il serait intéressant :

- D'identifier les différents antioxydants présents dans nos échantillons par des techniques plus performantes (GC/MS et LC/MS) .
- Effectuer des analyses physico-chimiques sur la poudre dilipidé .
- Effectuer le dosage des carotinoïdes pour les échantillons analysés ainsi les tests CUPRAC , ABTS, DPPH, Phosphomolybdate .
- d'élucider leur mécanisme d'action et de tester l'activité des extraits *in vivo*, de part des études de biodisponibilité des composés préalablement identifiés .
- d'étudier d'autres activités biologiques telles que l'activité antibactérienne de nos extraits.
- d'étudier d'autres parties de la plante telles que les feuilles qui présentent des vertus médicinales.

-A-

- **Abdelwahed A., Bouhlef I., Skandrani I., Valenti K., Kadri M., Guiraud P., Dijoux-Franca M. G. (2007).** Study of antimutagenic and antioxidant activities of Gallic acid and 1, 2, 3, 4, 6-pentagalloylglucose from *Pistacia lentiscus*: Confirmation by microarray expression profiling. *Chemico-biological interactions*, 165(1), 1-13.
- **AFNOR. (1984).** Détermination de l'indice de réfraction NFT 60 212.
- **Aires E., Barreira J.C.M., Ferreira I.C.F.R., Estevinho L.M. (2008).** Antioxydant Activity of Portuguese Honey Samples: Different Contribution of the Entire Honey and Phenolic Extract. *Food Chemistry*, 1-27.
- **Ait Said S. (2011).** Stratégies adaptatives de deux espèces du genre *Pistacia* (*P. lentiscus* L. et *P. atlantica desf*) salinité et d'aridité : approches morpho-anatomiques, phytochimiques et ecophysiologiques. *Thèse de doctorat*, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, Algérie, 180p.
- **Aljadi A.M., Kamaruddin M.Y. (2004).** Evaluation of the phenolic contents and antioxidant capacities of two Malaysian floral honeys. *Food chemistry*, 101, 1383-1392.
- **Al-Mamary M., Al-Meerri A., Al-Habori M. (2002).** Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey. *Nutrition research*, 22(9), 1041-1047.
- **Al ML., Daniel D., Moise A., Bobis O., Laslo L et Bogdanov S. (2009).** Physico-chemical and bioactive properties of different floral origin honeys from Romania. *Food Chemistry*, 112, 863-867.
- **Al-Saghir M.G. (2009).** Evolutionary history of the genus *Pistacia* (Anacardiaceae). *International Journal of Botany*, 5(3), 255-257.
- **Al-Sghir M.G. (2006).** Phylogenetic Analysis of Genus *Pistacia* (*Anacardiaceae*). *Thèse de doctorat*, Blacksburg, Virginia, 37p.
- **Alvarez-Suarez J. M., Tulipani S., Diaz D., Estevez Y., Romandini S., Giampieri F., Damiani E., Astolfi P., Bompadre S., Battino M. (2010).** Antioxidant and antimicrobial capacity of several monofloral Cuban honeys and their correlation with color, polyphenol content and other chemical compounds. *Food and Chemical Toxicology*, 48, 2490–2499.

- **Amhamdi H.; Aouinti F., Wathelet J.P., Elbachiri A. (2009).** Chemical Composition of the Essential Oil of *Pistacia lentiscus* L. from Eastern Morocco. *Records of Natural Products*, 3(2), 90- 95.
- **Amellal H. (2008).** Aptitudes technologiques de quelques variétés communes de dattes, formulation d'un yaourt naturellement, sucré et aromatisé. *Thèse de doctorat en Technologie Alimentaire*. Université M'hamed Bouguera, Boumerdes, Algérie, 127p.
- **Arab K.,Bouchnak O., Yahiaoui K. (2014).** Etude phytochimique et évolution de l'article antimicrobienne et antioxydant de l'huile essentielle et des composés phénolique du pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus* L). *Journal of Fundamental and applied Science*, 6(1), 79-93.
- **Ardabili A.G., Farhoosh R., Khodaparast M.H. (2011).** Chemical composition and physicochemical properties of pumpkin seeds (*Cucurbita pepo* Subsp. *pepo* Var. *Styriaca*) .grown in Iran. *Journal Agricultural Science and Technology*, 13, 1053–1063.
- **Arvouet-Grand A., Vennat B., Pourrat A et Legret P. (1994).** Standardization of propolis extract and identification of principal constituents. *Journal of Pharmacy of Belgium*, 49(6), 462-468.
- **Azaizeh H., Halaleha F ., Abbasa N ., Markovic A ., Mukladad H ., Ungard E.D .,et al. (2013).** Polyphenol from *Pistacia lentiscus* and *Phillyria latifolia* impair the exsheathment of gastro-intestinal nematode larvae. *Veterinary Parasitology*, 191, 44-50.
- **Azeredo L.D.C., Azeredo M.A.A., Souza S.R., Dutra V.M.L. (2003).** Protein contents and physicochemical properties in honey samples of *Apis mellifera* of different floral origins. *Food Chemistry*, 80, 249–254.

-B-

- **Baba-Aissa F. (1999).** Encyclopédie des plantes utiles, Flore d'Algérie et du Maghreb, Edition Librairie moderne, Bouira, Algérie, 1-218p.
- **Bakchiche B., Habatil M., Benbarek A., Gherib A. (2018).** Caractéristiques physico-chimiques, concentration en composés phénoliques et pouvoir antioxydant de quatre variétés de miels local (Algérie). *Revue marocaine des sciences agronomiques et vétérinaires*, 6(1), 118-123.

- **Ballot F.C. (2009).** Miels et gelée royale: Leur origine, leur nature, leur composition et leurs propriétés reconnues. *Phytoter*, 7(2), 87-90.
- **Ballot-flurin C. (2010).** Les fondements de la santé par les abeilles : l'apithérapie. Les bienfaits de l'apithérapie, Editions Eyrolles, Paris, France, 1-162p.
- **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 Bioscience*, 86, 7966– 7975.
- **Barazani O., Golan-Goldhirsh A. (2009)** . Salt-driven interactions between *Pistacia lentiscus* and *Salsola inermis*. *Environmental Science and Pollution Research* 16, 855–861.
- **Bellakhdar J., (1997).** La pharmacopée marocaine traditionnelle. *Médecine arabe ancienne et savoirs populaires*. Ibis Press, Paris, 764p.
- **Belhadj S. (2002).** Les Pistacheraies algériennes: Etat actuel et dégradation. *Centre Universitaire de Djelfa*, Algérie, 107-109pp.
- **Belhaj O., Oumato J., Zrira S. (2015).** Etude physic-chimique de quelques types de miels marocains. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 3 (3), 71-75.
- **Belhechat D., Aid F., Mekimene L., Belhechat M. (2017).** Phytochemical screening and in vitro antioxidant activity of *Pistacia lentiscus* berries ethanolic extract growing in Algeria. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, (10), 273-285.
- **Belhachat DJ., Mekimene L., belhachat M., Ferradji A., Aid F. (2018).** Application of response surface methodology to optimize the extraction of essential oil from ripe berries of *Pistacia lentiscus* using ultrasonic pretreatment. *Journal of applied research on medicinal and aromatic plants*, 9, 132-140.
- **Bensegueni A. (2007).** Les onguents traditionnels dans le traitement des plaies et des brûlures. *Thèse d'Etat en sciences vétérinaires*. Université Mentouri, Constantine, Algérie, 21-22p.
- **Beretta G., Granata P., Ferrero M., Orioli M., Facino R. M. (2005).** Standardization of antioxidant properties of honey by a combination of spectrophotometric / fluorimetric assays and chemometrics. *Analytica Chimica Acta*, 533(2), 185-191.

- **Bettar I., González-Miret M. L., Hernanz D., Marconi A., Heredia F. J., Terrab, A. (2019).** Characterisation of Moroccan Spurge (*Euphorbia*) honeys by their Physicochemical characteristics, mineral contents and colour. *Arabian Journal of chemistry*, 12, 2052-2060.
- **Bogdanov S. (1997).** Nature and origin of the antibacterial substances in honey. *LWT-Food Science and Technology*, 30(7), 748-753.
- **Bonté F., Desmoulière A. (2013).** Le miel : origine et composition. *Actualités pharmaceutiques*, 531, 18-21.
- **Boudieb K., Ait Slimane-Ait Kaki S., Amellal-Chibane H. (2019).** Effect of Maturation Degree on the Fixed oil Chemical Composition, phenolic Compounds, Mineral Nutrients and Antioxydant Properties of *Pistacia lentiscus* L. Fruits. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 47(3), 836-847.
- **Bouhala A., Ouchmoukhe S., Moussi A., Beldjoudi S. (2020).** Altitude effect on the properties of Honey from the Region of Jijel (Algeria). *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 70(2), 169-178.
- **Boukeloua A., Belkhiri A., Djerrou Z., Bahri L., Boulebda N., Pacha Y.H.(2012).** Acute toxicity of *Opuntia ficus indica* and *Pistacia lentiscus* seed oils in mice. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 9, 607–611.
- **Boukeloua A., Belkhiri A., Yilmaz M.A., Temel H. (2016).** Chemical profiling and total thickness-excised Wound-healing activity of *Pistacia lentiscus* L. fruits growing Algeria. *Cogent Biology*, 2 ,1182611.
- **Brahmi F., Haddad S., Bouamara K., Yalaoui-Guellal D., Prost-Camus E., Pais de Baros J.P., Prost M., Atanasov A.G., Madani KH., Boulekbache-Makhlouf L., Lizard G.(2020).** Comparaison of chemical composition and biological activities of Algerian seed oils of *Pistacia lentiscus* L., *Opuntia ficus indica* (L.) mill. and *Argania spinosa* L. Skeels. *Industrial Corps and Products*, 151, 112456.
- **Bueno-Costa F.M., Zambiasi R.C., Bohmer B.W., Chaves F.C., Silva W.P.D., Zanusso J.T., Dutra.L.(2016).** Antibacterial and antioxidant activity of honeys from the state of Rio Grande do Sul, Brazil. *LWT-Food Science and Technology*, 65, 333-340.

- Čanadanović-Brunet J., Četković G., Šaponjac V. T., Stajčić S., Vulić J., Djilas S., et Popović, B. (2014). Evaluation of phenolic content, antioxidant activity and sensory characteristics of Serbian honey-based product. *Industrial Crops and Products*, 62, 1-7.
- Cavia M.M., Fernandez-Muino M.A., Alonso-Torre S.R., Huidobro J. F., Sancho M, T.(2007). Evolution of acidity of honeys from continental climates: Influence of induced granulation. *Food Chemistry*, 100, 1728–1733.
- Christy E.M., Anna M.C., Roland N, Ndip,. (2011).An overview of honey: Therapeutic properties and contribution in nutrition and human health. *African Journal of Microbiology Research*, (5) 8, 844-852.
- *Codex Alimentarius* (2001). Revised codex standard for honey, Revue, 12, 1-7.
- *Codex Alimentarius* (2010) – CX/RVDF 10/19/10 Discussion paper on veterinary drugs in honey production.
- Cordella C., Militão J.S.L.T., Clément M.C., Drajnudela P. and Cabrol-Bass. D. (2005). Detection and quantification of honey adulteration via direct incorporation of sugar syrups or bee-feeding: preliminary study using high-performance anion exchange chromatography with pulsed amperometric detection (HPAEC-PAD) and chemometrics. *Analytica Chimica Acta*, 531, 239-248.
- Correia O., Barradas M.D. (2000). Ecophysiological differences between male and female plants of *Pistacia lentiscus* L. *Plant Ecology*, 149(2), 131-142.

-D-

- Delphine I. (2010). Le miel et ses propriétés thérapeutiques. Utilisation dans les plaies. *Thèse de Doctorat*. Faculté de pharmacie. Université de Limoges, France, 56-57pp.
- De Pooter H.L., Schamp N.M., Aboutabl E.A., El Tohamy S.F., Doss S.L., (1991). Essential oils from the leaves of three *Pistacia* species grown in Egypt. *Flavour and Fragrance Journal*, 6, 229-232.
- Dhifi W., Jelali N., Chaabani E. (2013). Chemical composition of Lentisk (*Pistacia lentiscus* L.) seed oil. *African Journal of Agricultural Research*, 8(16), 1395-1400.
- Djedaia S.(2017). Etude physico-chimiques et caractérisation de fruit de la plante lentisque (*Pistacia lentiscus*). *Thèse de Doctorat*, Département chimie, Université Badji Mokhtar-Annaba, Algérie, 57-76pp.

- **Djerrou Z. (2014).** Anti-hypercholesterolemic effect of *Pistacia lentiscus* fatty oil in egg yolk-fed rabbits: a comparative study with simvastatin. *Chinese Journal of Natural Medicines*, 12, 561-6.
- **Durmaz G., Gökmen V. (2011).** Changes in oxidative stability, antioxidant capacity and phytochemical composition of *Pistacia terebinthus* oil with roasting. *Food Chemistry*, 128, 410–414.
- **Dzugan M ., Sowa P ., Kwasniewska M ., Wesolowska M ., Czernicka M .(2016).** Physicochemical Parameters and Antioxidant Activity of Bee Honey Enriched With Herbs . *Plant Foods Human Nutrition*, 72(1), 74-81.

-F-

- **Fatin A., Zulkhairi A., Suriana S., Salma M. M., Maznah I, Kim Wei Ch., Norsharina I ., Mohd E. N., Norhasnida Z . (2018).** Therapeutic Properties of Stingless Bee Honey in Comparison with European Bee Honey. *Advances in pharmacological and pharmaceutical sciences*, 1- 12.
- **Foddai M., Kasabri V., Afifi F.U ., Azara E., Petretto G.L ., Pintore G .(2015).** In vitro inhibitory effects of Sardinian *Pistacia lentiscus* L and *Pistacia terebinthus* L . On metabolic enzymes: Pancreatic lipase, α -amylase and α -glucosidase . *Starch-Starke*, 67 (12), 204-212.

-G-

- **Gacem M.A., Ouled El Hadj-Khelil A., Boudjemaa B., Gacem H. (2020).** Phytochemistry, Toxicity and Pharmacology of *Pistacia lentiscus*, *Artemisia herba-alba* and *Citrullus colocythis*. *Sustainable, Agriculture Reviews*, 39, 57-80.
- **Garnier G., Bézanger-Beauquesne L., Debraux G. (1961).** Ressources médicinales de la flore française. *Food and Agriculture Organization of the United Nation*, 665-666.
- **Giaginis C, Theocharis S. (2011).** Current evidence on the anticancer potential of Chios mastic gum. *Nutrition and Cancer*, 63, 1174-84
- **Gidamis A. B., Chove B.E., Shayo N. B., Nnko S. A. and Bangu N.T. (2004).** Quality evaluation of honey harvested from selected areas in tanzania with special emphasis on hydroxymethyl furfural (HMF) levels. *Plant Foods for Human Nutrition* 59, 129-132.

- **Gómez-Caravaca AM., Gómez-Romero M., Arràez-Román D., Segura-Carretero A., Fernandez-Gutierrez A. (2006).** Advances in the analysis of phenolic compounds in products derived from bees. *Journal Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 41, 1220-1234.
- **Gonnet M. (1982).** Le miel : composition, propriétés, conservation. INRA station expérimentale d'apiculture, 1-18.
- **Gonnet M. (1986).** L'analyse des miels. Description de quelques méthodes de contrôle de la qualité. *Bulletin technique apicole*, 13 (1), 17-36.
- **Guo Wenchuan., Zhu Xinhua., Zhuang Hong., Liu Yi. (2010).** Sugar and water contents of honey with dielectric property sensing. *Journal of Food Engineering*, 97(2), 275-281.

-H-

- **Habib H. M., Al Meqbali F. T., Kamal H., Souka U. D., Ibrahim W. H. (2014).** Physicochemical and biochemical properties of honeys from arid regions. *Food chemistry*, 153, 35-43.
- **Hamlat N., Hassani A., Ouafi S. (2008).** Analyse des polyphénols extraits des feuilles du *Pistacia lentiscus* Etude de l'activité antibactérienne. *Revue des régions arides*, 306-316.
- **Hans W. K. (2007).** 1000 plantes aromatiques et médicinales. Edition Terre, Paris, France, 242p.
- **Hemlat N., Benarfa A., Beladel B., Begaa S., Messaoudi M., Hassani A. (2019).** Assessment of the contents of essential and potentially toxic elements in *Pistacia terebinthus L.* and *Pistacia lentiscus L.* by INAA technique. *Journal of Radioanalytical and Nuclear chemistry*, 332, 1127-1131.
- **Hoyet C. (2005).** Le miel: De la source à la thérapeutique, *Thèse de doctorat*, Pharmacie, Université Henri Poincaré – Nancy-1, France, 87p.
- **Hyungjae L., Churey J.J., Worobo R.W. (2008).** Antibacterial activity of bacterial isolates from sources of honey. *International Journal of Food Microbiology*, 126, 240-244.

-I-

- **ISO 660 : (2003).** Corps gras d'origines animale et végétale- détermination de l'indice d'acide et de l'acidité
- **IUPAC. (1987).** Determination of refractive index. German Institute for Standardization e.v., Berlin: Beuth Verlag GmbH. 2, 102.
- **Iuralina M.O., Fritz R. (2005).** Caracterisation of microorganisms Argentinean honeys from different sources. *International Journal of Food Microbiology*, 105, 297-304.

-J-

- **Jean-Prost P. (2005).** Apiculture ; Connaitre l'abeille, Conduire Le Rucher (7ème édition).Edition Tec et Doc. Paris, France, 379-419p.
- **Jean-Prost P., Medori P. (2005).** Miel. In « Apiculture ». Edition Tec et Doc, Paris, France, 180-424p.

-K-

- **Kandji N.(2001).** Etude de la composition chimique et de la qualite d'huiles végétales artisanales consommées au Senegal. *Doctoral dissertation. Thèse pour l'obtention du titre de Docteur en Pharmacie.* Université Cheik Anta Diop (UCAD) de Dakar, Senegal.
- **Karagözler A. A., Erdağ B., Emek Y. Ç., Uygun D. A. (2008).** Antioxidant activity and proline content of leaf extracts from *Dorystoechas hastate*. *Food Chemistry*, 111(2), 400-407.
- **Kerbastard N. (2020).** Des abeilles, des humains et des Miel. *Thèse de doctorat*, UFR des sciences pharmaceutiques et biologiques, université de Montpellier, 73-77pp.
- **Khalil M.L., Moniruzzaman M., Boukraa L., Benhanifia M., Islam M.N., Sulaiman S.A., Gan S.H.(2012).** Physicochemical and antioxidant properties of Algerian honey. *Molecules*, 17(19), 11199-11215.
- **Khedir S.B., Bardaa S., Moalla D., Ghlissi Z., Sahnoun Z., Rebai T.(2018).** Tunisian *Pistacia lentiscus* fruit oil: biochemical composition and wound healing activity in a rat model. *International Journal of Clinical Medicine Research*, 5, 72–85.
- **Kivcak B., Akay S. (2005).** Quantitative determination of a-tocopherol in *Pistacia lentiscus*, *Pistacia lentiscus* var. *chia*, and *Pistacia terebinthus* by TLC-densitometry and colorimetry. *Fitoterapia*, 76, 62–66.

-L-

- **Lazarevic KB., Andric F., Trifkovic J., Tesic Z., Miloikovic D et al. (2012).** Characterisation of Serbian unifloral honeys according to their physicochemical parameters. *Food chemistry*, 132(4), 2060-2064.
- **Lee Suan CH., Norul L.A.R., Nur A.A., Ti T.E.T. (2013).** Antioxidant Activity of Three Honey Samples in relation with Their Biochemical Components. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, 1-8.
- **Leprieur J. (1860).** de médecine, chirurgie et de pharmacie, 3ème volume, Publié par la société de science médicale et naturelle de brus celles, 614 -615.
- **Lequet L. (2010).** Du nectar au miel de qualité : contrôle analytique du miel et conseils pratiques à l'intention de l'apiculteur amateur. *Thèse de Doctorat*. Ecole National Vétérinaire de Lyon, France, 195p.
- **Li C. C., Lin E. S. (2010).** Antiradical capacity and reducing power of different extraction method of Areca catechu seed. *African Journal of Biotechnology*, 9(46), 7831-7836.
- **Liu J. R., Ye Y. L., Lin T. Y., Wang Y. W., Peng C. C. (2013).** Effect of floral sources on the antioxidant, antimicrobial, and anti-inflammatory activities of honeys in Taiwan. *Food chemistry*, 139(1), 938-943.
- **Liu S., Zhu W., Bai X., Youm TJ., Yan J. (2019).** Effect of ultrasonic energy density on moisture transfer during ultrasound enhanced vacuum drying of honey. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 13(1), 559–570.
- **Longo L., Scardino A., Vasapollo G. (2007).** Identification and quantification of anthocyanins in the berries of *Pistacia lentiscus* L., *Phillyrea latifolia* L. and *Rubia peregrine* L. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 8 , 360–364.
- **Louveaux J. (1968).** Étude expérimentale de la récolte du pollen. *Traité de biologie de l'abeille*, *Masson et Cie*, Paris 3, 174-203p.
- **Louveaux J. (1985).** Les produits du rucher. In « Les abeilles et leur élevage ». Edition Opida, 165-199p.

-M-

- **Maamei–Habibatni Z. (2014).** *Pistacia lentiscus* L.: Evaluation pharmacologique et toxicologique. *Thèse de Doctorat en sciences*. Université de Constantine I, Faculté des sciences de la nature et de la vie, Constantine, Algérie, 11p.
- **Maaria K., Sirli R., Oskar L., Anita V., Tarja O., Kristel V., Baoru Y., (2018).** Sensory and chemical profiles of Finnish honeys of different botanical origins and consumer preferences. *Food Chemistry*, 246, 351–359.
- **Makhloufi C., 2001.** Etude physico-chimique et palynologique de quelques miels de nord Algérien. Mémoire de magistère d’Agronomie. Université de Tiaret, Algérie, 100p.
- **Marone P., Bono L., Bona S., Leone E., Carretto E., Perversi L. (2001).** Bactericidal Activity of *Pistacia lentiscus* Mastic Gum Against *Helicobacter pylori*. *Journal of Chemotherapy*, 13(6), 611-614.
- **Marzougi I. (2015).** Caractérisation physicochimique et biochimique d’un extrait de *Pistacia lentiscus* et détermination de ses effets sur certains paramètres biologiques. *Thèse de doctorat*, Département Biochimie, Université Badji Mokhtar, Annaba, Algérie, 30p.
- **Meda A., Lamien C.E., Marco R. (2005).** Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Faso honey, as well as their radical scavenging activity. *Food Chemistry*, 91(3), 571-577.
- **Mekious. (1997).** Plante dans la médecine traditionnelle et la cuisine algérienne. Edition Rvbia, 51p.
- **Melliou E., Chinou I. (2011).** Chemical constituents of selected unifloral Greek bee-honies with antimicrobial activity. *Food Chemistry*, 129, 284-290.
- **Mezni F., Martine L., Khodja M.L., Berdeaux O., Khaldi A. (2020).** Identification and quantitation of tocopherols, carotenoids and triglycerides in edible *Pistacia lentiscus* oil from Tunisia. *Journal of Materials and Environmental Science*, 11, 79-84.
- **Molan PC. (1992).** The antibacterial activity of honey. Doctorat thesis, Department of Biological Sciences. *Bee world*. University of Waikato, New Zealand, 1-40p.
- **Mouhoubi-Tafnine Z., Ouchmoukhe S., Tamendjari A. (2016).** Antioxydant activity of some Algeria honey and propolis. *Industrial crops and products*, (88), 85-90.

- **Mouhoubi-Tafinine Z., Oucmoukh S., Bachir-bey M., Loualeche H., Tamendjari A.(2018).**Effect of storage on hydroxymethylfurfural(HMF) and color of some Algerian honey. *International Food Research Journal*, 25 (3), 1044-1050.

-N-

- **Naithani V., Nair S. et Kakkar P. (2006).** Decline in antioxidant capacity of Indian herbal teas during storage and its relation phenolic content. *Food Research International*, 39, 176-181.
- **Nair S. (2014).** Identification des plantes mellifères et analyse physicochimique des miels algériens, *Thèse de Doctorat en Biologie*, Département Biochimie, Université d'Oran, Algérie, 202p.

-O-

- **Onay A., Yildirim H., Yavuz M.A.(2016).** *Pistacia lentiscus L.* growing techniques mastic gum production. *Batman Univ. Journal Life Sciences*, 6, 133-144.
- **Otmani I., Abdennour CH., Dridi A., Kahalerras L., Halima-Salem A. (2019).** Characteristics of the bitter and sweet honey from Algeria Mediterranean Coast, *Veterinary World*, 12(4), 551.
- **Ouchemoukh S., Louaileche H., Schweitzer P. (2007).** Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Algerian honeys. *Food Control*, 18(1), 52-58.
- **Ouchemoukh S. (2012).** Caractérisation physico-chimique, profils polliniques, glucidiques et phénoliques et activités antioxydantes de miels Algériens. *Thèse doctorat*, biochimie, université Abderrhmane Mira, Bejaia, Algérie ,162p.
- **Özcan M. M., Ölmez C. (2014).** Some qualitative properties of different monofloral honeys. *Food Chemistry*, 163, 212–218.

-P-

- **Pasupuleti V.R., Kumara T. K., Naguib S., Siew H.G. (2016).** Biological and therapeutic effects of honey produced by honey bees and stingless bees: a comparative review. *Brazilian Journal of Pharmacognosy* , 657 - 662.
- **Paulus HS. K., Sebastian A J. Z. (2012).** Antibacterial Components of honey. *International Union of Biochemistry and Molecular Biology Life*, 64 (1) , 48-55.
- **Perrin J.L. (1992).** Manuel des Corps Gras, tome 2. Edition. Technique et documentation, Lavoisier, Paris, France, 1020-1198p.

-R-

- **Ramirez Cervantes M.A., Gonzalez Novelo S.A., Sauri Duch E. (2000).** Effect of heat treatment on honey quality during storage. *Apiacta*, 35, 162 -170.
- **Ren H., Yue J., Wang D., Fan J., An L. (2019).** HPLC and 1H-NMR combined with chemometrics analysis for rapid discrimination of floral origin of honey. *Food Measurement and Characterization*, 13(2), 1195–1204.
- **Remila S., Atmani-Kilani D., Delemasure S., Connat, J. L., Azib L., Richard T., Atmani D. (2015).** Antioxidant, cytoprotective, anti-inflammatory and anticancer activities of *Pistacia lentiscus* (Anacardiaceae) leaf and fruit extracts. *European Journal of Integrative Medicine*, 7(3), 274-286.
- **Roby M.H.H., Abdelaliem Y.F., Mashref E.H., Mohdaly A.A., Ramdan M.F. (2020).** Evaluation of Egyptian honeys and their floral origins: phenolic compounds , antioxidant activities, and antimicrobial characteristics. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-9.
- **Rodríguez-Flores M. S., Escuredo O., Seijo M.C.(2015).** Assessment of physicochemical and antioxidant characteristics of *Quercus pyrenaica* honeydew honeys. *Food Chemistry*, 166, 101–106.
- **Rodriguez-Pérez C., Quirantes-Pinéa R., Amessis-Ouchmoukh N., Madani K., Segura-Carretero A., Fernandez-Gutierrez A.(2013).** A metabolite-profiling approach allows the identification of new compounds from *Pistacia lentiscus* leaves. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 77, 167-174.
- **Rossant A. (2011).** Le miel, un composé complexe aux propriétés surprenantes. *Thèse de Doctorat*, Département Pharmacie, Université de Limoges, France ,132p.
- **Rousou M. (2018).** Identification des restes archéologiques du genre *Pistacia L* : approches morphologique et morphométrique traditionnelle et géométrique.

Archéologie et préhistoire. Mémoire de Master 2, Université de Bretagne Sud, France, 11p.

-S-

- **Salhi A., Bellaouchi R., El Barkany S., Rokni Y., Bouyanzer A., Asehrou A., Amhamdi H., Zarrouk A., Hammouti B. (2019).** Total phenolic content, antioxidant and antimicrobial activities of extracts from *Pistacia lentiscus* leaves. *Caspian Journal of Environmental sciences*, 17 (13), 189-198.
- **Salvador M.D., Aranda F., G. Fregapane. (2001).** Influence of fruit ripening on cornicabra virgin olive oil quality. A study of four successive crop seasons. *Food Chemistry*, 73, 45-53.
- **Sari MF., Gurkan AE., Esen F. (2019).** Determination of polychlorinated biphenyls in honeybee, pollen, and honey samples from urban and semi-urban areas in Turkey. *Environ Science and Pollution Research*, 27, 4414–4422.
- **Šarić G., Marcović K., Major N., Krpan M., Uršulin-Trstenjak N., Hruškar M. et Vahčić N. (2012).** Changes of Antioxidant Activity and Phenolic Content in Acacia and Multifloral Honey During Storage. *Food Technoogy and Biotechnology*. 50 (4), 434–44.
- **Schweitzer P. (2004).** Le monde des miellats. Revue l'abeille de France, 908p.
- **Swapna G., Geoffrey WK., Liana B., Margot S., Gregor S., Ralf S. (2017).** Correlation of the immunostimulatory activities of honeys with their contents of identified bioactives. *Food Chemistry*, 221, 39–46.

-T-

- **Terrab A., Recamales A.F., Hernanz D., Heredia F.J.(2004).** Characteristics of spanish thyme honeys by their physicochemical characteristics and mineral contents. *Food chemistry*, 88, 537-542.
- **Tomczyk M., Milek M., Sidor E., Kapusta I., Litwinczuk W., Puchalski C., Dzigan M. (2020).** The effect of adding the leaves and fruits of *Morus Alba* to Rape honey on its antioxidant properties, polyphenolic profile, and amylase Activity. *Molecules*, 25-84.

- **Trabelsi H., Cherif O. A., Sakouhi F., Villeneuve P., Renaud J., Barouh N., 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), 434-440.

-V-

- **Vallianou N G., Gounari P., Skourtis A., Panagos J., Kazazis Ch. (2014).** Honey and its Anti-Inflammatory, Anti-Bacterial and Anti-Oxidant Properties. *General Medicine (Los Angel)*, 2(132), 1-5.
- **Veberic R., Colarie M., Stampar F. (2008).** Phenolic acids and flavonoids of fig fruit (*Ficuscurica* L) in the northern Mediterranean region. *Food Chemistry*, 106, 153-157.
- **Verdú M and García-Fayos P. (1998).** Ecological causes, function, and evolution of abortion and parthenocarpy in *Pistacia lentiscus* (Anacardiaceae). *Canadian Journal of Botany*, 76, 134–141.

-Y-

- **Yaiche Achour H., Khali M. (2014).** Composition physico-chimique des miels algériens. Détermination des éléments traces et des éléments potentiellement toxiques. *Afrique Science*, 10(2), 127-136.
- **Yaniv Z., Dudai N. (2014).** Medicinal and Aromatic Plants of the Middle-East. Department of Plant Introduction and Seed Research Institute of Plant Sciences Agricultural Research Organisation Bet-Dagan, Israel, 342.
- **Yildirim H. (2012).** Micropropagation of *Pistacia lentiscus* L. from axenic seedling-derived explants. *Science Horticulturae*, 137, 29-35.

-Z-

- **Zahir E., Saeed R., Hameed M.A., Yousuf A. (2017).** Study of physicochemical properties of edible oil and evaluation of frying oil quality by Fourier Transform-Infrared (FTIR) Spectroscopy. *Arabian Journal Chemistry*, 10, 3870–3876.
- **Zohary M. (1952).** A monographical study of the genus *Pistacia*. *Palestine Journal of Botany Jerusalem Series*, 5, 187-228.

Table de CHATAWAY

Indice de réfraction à 20°C	Teneur en eau (%)	Indice de réfraction à 20°C	Teneur en eau (%)
1,5044	13,0	1,4885	19,2
1,5038	13,2	1,4880	19,4
1,5033	13,4	1,4875	19,6
1,5028	13,6	1,4870	19,8
1,5023	13,8	1,4865	20,0
1,5018	14,0	1,4860	20,2
1,5012	14,2	1,4855	20,4
1,5007	14,4	1,4850	20,6
1,5002	14,6	1,4845	20,8
1,4997	14,8	1,4840	21,0
1,4992	15,0	1,4835	21,2
1,4987	15,2	1,8430	21,4
1,4982	15,4	1,8425	21,6
1,4976	15,6	1,4820	21,8
1,4971	15,8	1,4815	22,0
1,4966	16,0	1,4810	22,2
1,4961	16,2	1,4805	22,4
1,4956	16,4	1,4800	22,6
1,4951	16,6	1,4795	22,8
1,4946	16,8	1,4790	23,0
1,4940	17,0	1,4785	23,2
1,4935	17,2	1,4780	23,4
1,4930	17,4	1,4775	23,6
1,4925	17,6	1,4770	23,8
1,4920	17,8	1,4765	24,0
1,4915	18,0	1,4760	24,2
1,4910	18,2	1,4755	24,4
1,4905	18,4	1,4750	24,6
1,4900	18,6	1,4745	24,8
1,4895	18,8	1,4740	25,0
1,4890	19,0		

Courbes d'étalonnages

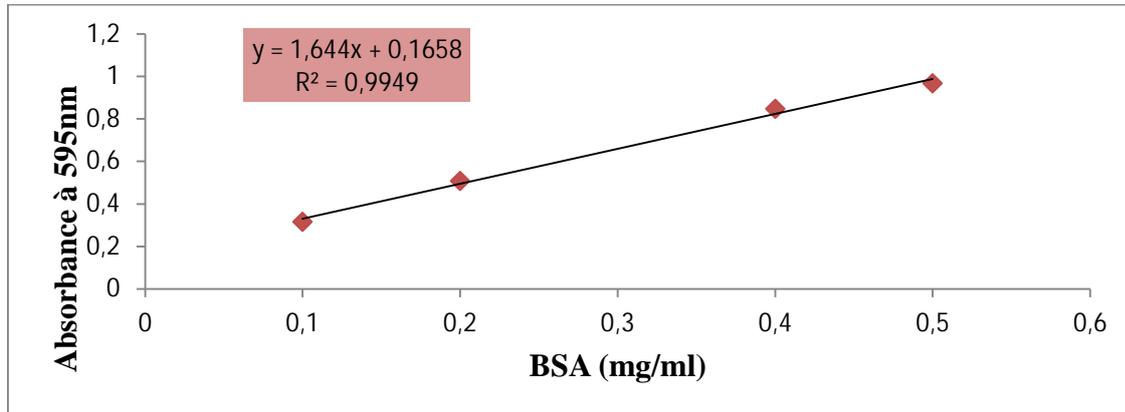


Figure 1: Courbe d'étalonnage de protéines.

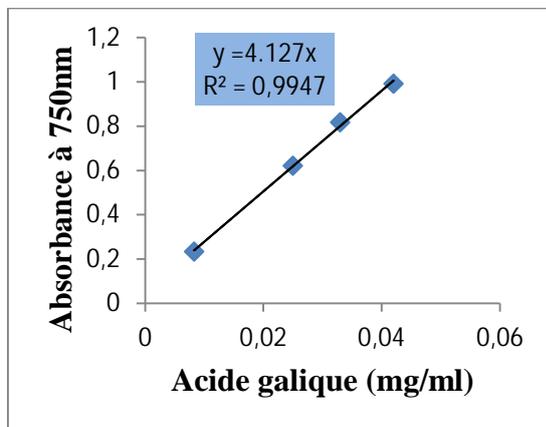


Figure 2 : Courbe d'étalonnage des CPT.

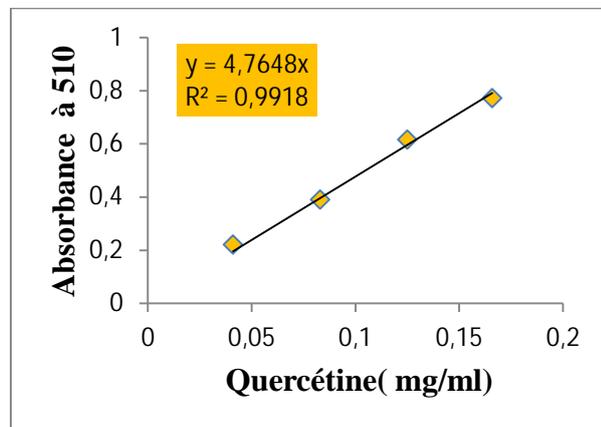


Figure 3: Courbe d'étalonnage des flavonoïdes.

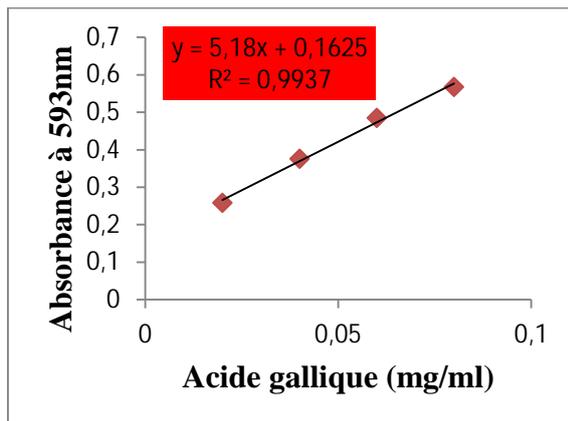


Figure 4: Courbe d'étalonnage de test de FRAP.

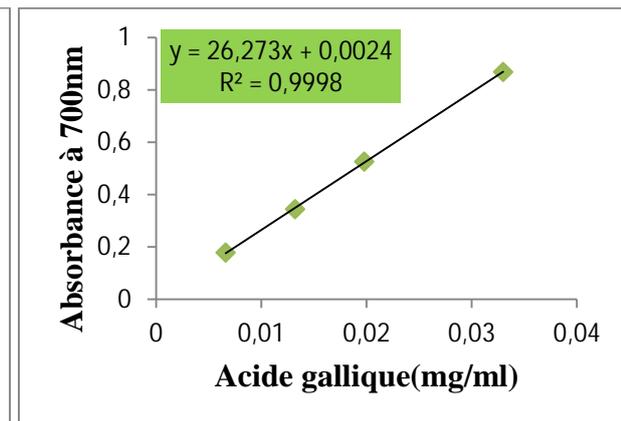


Figure 5: Courbe d'étalonnage pouvoir réducteur.

Corrélations significatives marquées à $p < 0,05$; $p < 0,01$ et $p < 0,001$.

Suite...		Corrélations significatives marquées à $p < ,05000$ N=27 (Suppression des observ. à VM)				
Variable	PROTEINE	PPT	FLAV	FRAP	PR	
PROTEINE	1,00	,90	,90	,91	,87	
PPT	,90	1,00	1,00	,99	,99	
FLAV	,90	1,00	1,00	,99	,98	
FRAP	,91	,99	,99	1,00	,97	
PR	,87	,99	,98	,97	1,00	

Suite...		Corrélations significatives marquées à $p < ,01000$ N=27 (Suppression des observ. à VM)				
Variable	PROTEINE	PPT	FLAV	FRAP	PR	
PROTEINE	1,00	,90	,90	,91	,87	
PPT	,90	1,00	1,00	,99	,99	
FLAV	,90	1,00	1,00	,99	,98	
FRAP	,91	,99	,99	1,00	,97	
PR	,87	,99	,98	,97	1,00	

Suite...		Corrélations significatives marquées à $p < ,00100$ N=27 (Suppression des observ. à VM)				
Variable	PROTEINE	PPT	FLAV	FRAP	PR	
PROTEINE	1,00	,90	,90	,91	,87	
PPT	,90	1,00	1,00	,99	,99	
FLAV	,90	1,00	1,00	,99	,98	
FRAP	,91	,99	,99	1,00	,97	
PR	,87	,99	,98	,97	1,00	

Annexe 1 : Composition moyenne des miels européens (Hoyet, 2005).

Composition	Pourcentage total	Type de composés	Principaux composants
Eau	15 à 20%		
Sucres (Hydrates de carbone)	75 à 80 %	Monosaccharides	Glucose (33%) ; Fructose (39%).
		disaccharides	Maltose (0.9%) ; Isomaltose ; saccharose (2 ,3%).
		polysaccharides	Erlose, Raffinose, (mélézitose), (kojibiose), (dextrantriose), (mélibiose).
Substances divers	1 à 5 %	Acides organiques (0,1 à 0,5%)	Gluconique (0,1 à 0,4 %), (maléique), (succinique), (oxalique), (glutamique), (pyroglutamique), (citrique), (glucuronique), formique (0,01 à 0,05%)
		Protéines et acides aminés (0,2 à 2%)	Matières albuminoïdes, matières azotées, (proline), (tyrosine), (leucine), (histidine), (alanine), (glycine), (méthionine), (acide aspartique).
		vitamines	B, C, (A, D, K).
		E (glandes hypopharyngiennes)	Amylases a et B, gluee-Invertase, glucose oxydase.
		Enzyme (E) (nectar)	(Amylase), (catalase), (phosphatase acide).
		minéraux	K, Ca, Na, Mg, Mn, Fe, Cu, (Co, B,Si, Cr, Ni, Au, Ag, Ba, P, Cs).
Aromes		Esters	Méthylantnylates, acétate, méthyéthylcétone .
		Aldéhydes et acétones	Formaldéhydes, acétaldéhydes.
		Alcool	Méthanol, éthanol, isobutanol.
Flavones			Flavonol, catéchine, quercétine.
Lipides	Traces	Acides gras	Palmitique, butyrique, caprique, caproïque, valérique.
Les substances indiquées entre parenthèse sont à état de trace ; les % sont donnés par rapport au poids total de miel.			

Résumé

Le présent travail a pour objectif d'étudier les caractéristiques phytochimiques et l'activités antioxydantes des mélanges du miel et huile végétale de *Pistacia lentiscus* L. et miel incorporé avec de la poudre délipidée de *Pistacia* (flavonoides, composés phénoliques , FRAP , pouvoir reducteur) ainsi la détermination de quelques paramètres physico-chimiques des échantillons de miel et huile. Les résultats obtenus pour le miel à savoir l'HMF, indice de réfraction , brix , l'humidité , la conductivité électrique, pH et la couleur de miel présentent respectivement : 2,34 mg/kg , 1,49 , 81% , 17,6% , 0,61, 4,69 , 1,01 . Pour le rendement , la densité , indice de réfraction , indice d'acidité et indice de peroxyde de l'huile de *Pistacia* sont respectivement : 31,77% , 0,883 , 1,471 , 1,776 % , 0,4(mq d'O₂ /kg) . Ces résultats sont conformes aux normes législatif et on constate que l'échantillon de miel est issu d'un mélange de nectar et de miellat. La teneur moyenne en protéines , composés phénolique et flavonoïdes pour le miel et les huit échantillons est comprise respectivement entre 16,12 à 200,53(mg EBSA/100g) , 66 à 979,22 (mg /100g) , 10,43 à 467,95 (mg/100g) . Pour le teste de FRAP le mélange miel / poudre délipidée présente les valeurs les plus élevées comprises entre 106,78 à 163,18 mg EAG 100/g, ainsi que le pouvoir réducteur comprises entre 158,36 à 514,78 (mg EAG/100g). Le mélange miel / poudre délipidée de *Pistacia* de 20% présente la teneur la plus élevée en antioxydants et protéines et l'activité antioxydante la plus forte.

Mots clés : Miel , *Pistacia lentiscus* L , Activités antioxydantes , Flavonoïdes , Composés phénoliques , Analyses physico-chimiques.

Abstract

The objective of this work is to study the phytochemical characteristics and antioxidant activities of mixtures of honey and vegetable oil of *Pistacia lentiscus* L. and honey incorporated with Pistacia delipidated powder of *Pistacia* at different concentration (flavonoids, phenolic compounds, FRAP, reducing power) as well as the determination of some physico-chemical parameters of honey and oil samples. The results obtained for honey parameters such as HMF, refractive index, brix, moisture, electrical conductivity, pH and honey color, show respectively: 2,34 mg/kg, 1,49, 81%, 17,6%, 0,61, 4,69, 1,01. For the yield, density, refractive index, acidity index and peroxide value of Pistacia oil are respectively: 31,77%, 0,883, 1,471, 1,776%, 0,4(mq of O₂ /kg) . These results are in accordance with the legislative standards and it is noted that the honey sample is a mixture of nectar and honeydew. The average content of proteins, phenolic compounds and flavonoids for the honey and the eight samples ranged respectively between 16,12 to 200,53 (mg EBSA/100g) , 66 to 979,22 (mg /100g) , 10.43 to 467.95 (mg/100g) . For the FRAP test, the highest values for the honey/lipidated powder mixture were 106,78 to 163,18 mg EAG 100/g, and the highest values for the reducing power were 158,36 to 514,78 (mg EAG/100g). The honey / Pistacia delipidated powder mixture of 20% has the highest antioxidant and protein content and the strongest antioxidant activity.

Keywords : Honey, *Pistacia lentiscus* L , Antioxidant activities , Flavonoids , Phenolic compounds , Physico-chemical analysis.

Introduction

Synthèse bibliographique

Matériel et méthodes

Chapitre I :

Généralités sur le

miel

Conclusion et Perspectives

Annexes

Références bibliographiques

Chapitre II :
Généralités sur
Pistacia lentiscus

Résultats et Discussion

Partie expérimentale