

Réf :.....

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

MASTER

Thème

Propriétés biologiques des extraits issus du mélange de miel et des baies de *Pistacia lentiscus*.

Présenté par :

BOURNINE Ferial & BOUZELMADEN Imane

Soutenu le : **14 septembre 2020**

Devant le jury composé de :

Mme HAMRI Sabrina.	MCA	Présidente
Mme TAFININE Zina.	MCA	Examinatrice
Mme OUCHEMOUKH Nadia.	MCA	Promotrice

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 et nous a guidé à réaliser ce modeste travail.

Nos plus sincères remerciements s'adressent à notre promotrice Madame OUCHEMOUKH N., ainsi qu'à Monsieur OUCHEMOUKH S., pour leurs simplicités, leurs collaborations, leurs disponibilités ainsi qu'à leurs précieux conseils et pour nous avoir donné les moyens et l'assistance nécessaire à la réalisation de notre travail.

Nous remercierons également la doctorante AYAD Rabha pour sa disponibilité, pour ces orientations, pour sa compréhension, pour les efforts qu'elle avait consentis avec beaucoup de sympathie et de patience, pour sa gentillesse et sa collaboration avec nous au laboratoire, mais également toute l'équipe du laboratoire de biochimie alimentaire, M^r BACHIR BEY M., nos collègues et notre technicienne de laboratoire pour leurs disponibilité.

Nous tenons à remercier les membres de jury (Mme TAFININE Z. et Mme HAMRI S.) pour avoir accepté d'examiner notre travail sans oublier l'ensemble des enseignants de notre faculté SNV en général et nos enseignants du département sciences alimentaires en particulier, ayant contribué à notre formation durant notre cycle d'études.

Enfin nos vifs remerciements sont adressés plus particulièrement à nos très chers parents, qui ont su nous soutenir, nous encourager, nous aider, nous orienter avec beaucoup d'amour et nous supporter tout au long des années d'études.

Nous voudrions adresser nos sincères reconnaissances et nos gratitude les plus profondes à tous ceux qui ont aidé à l'accomplissement de ce travail.

Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail à **mes très chers parents**, ceux qui m'ont comblé d'affection et d'amour, qui n'ont jamais cessé de se sacrifier pour mon avenir, auxquels je dois toute ma vie, mon respect et que je remerciais infiniment pour leur soutien,*

A mes très chers frères, Fares et Hicham, que dieu les gardes pour moi,

A ma belle-sœur Nadia, ainsi que ma petite nièce d'Amour Dima, merci pour votre soutien et votre amour,

A mes très chères grandes mères Djamilia et Zoubida pour leurs conseils que j'apprécie beaucoup,

A mon cher cousin Lamine et sa femme Siham pour leur soutien, et leur encouragement,

A mon binôme Imane, en témoignage d'amitié sincère qui nous a liés et des bons moments passés ensemble tout au long de notre parcours universitaire. Merci ma chère, ainsi que sa famille qui était toujours à nos côtés merci beaucoup pour vous ma deuxième famille adorable,

A ma très chère copine Celia, merci ma sœur pour tout,

A mes très chers amis, Anis, Yanis, Amel, Nassima et Hanane merci pour nos moments passés ensemble ainsi qu'à leurs conseils et soutien moral,

A mes chères cousines adorées,

A toute ma famille, et

A tous ceux et celles qui s'intéressent au miel ainsi qu'aux plantes, en particulier, et à la science, en général.

Feriel

Dédicaces

Je voudrais remercier chaleureusement en premier lieu mon encadreur Mme Ouchemoukh Nadia et son époux Mr Ouchemoukh Salim pour m'avoir fait l'honneur de me recevoir sans quoi rien n'aurait été possible, et pour leurs précieux enseignements et conseils et leurs appuis indéfectibles durant tout le long de ce travail.

Leurs conseils précieux et leurs critiques toujours des plus constructives se sont révélés bénéfiques et m'ont beaucoup apporté sur le plan intellectuel. Je lui suis également reconnaissante pour leurs générosités, leurs disponibilités et la confiance qu'ils m'ont témoignée. J'ai grandement apprécié tous nos échanges ainsi que leurs supervisions du début à la fin, spécifiquement durant cette crise sanitaire que vit notre pays.

Mes remerciements vont également à l'ensemble des professeurs et intervenants professionnels du département SNV pour la qualité de leurs interventions et leurs soutiens.

Je dédie également ce travail :

A ma très chère mère

Autant de phrases aussi expressives soient-elles ne sauraient montrer le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour toi. Tu m'as comblé avec ta tendresse et affection tout au long de mon parcours. Tu n'as cessé de me soutenir et de m'encourager durant toutes les années de mes études, tu as toujours été présente à mes côtés pour me consoler quand il fallait. En ce jour mémorable, pour moi ainsi que pour toi, reçoit ce travail en signe de ma vive reconnaissance et ma profonde estime. Puisse le tout puissant te donner santé, bonheur et longue vie afin que je puisse te combler à mon tour.

A mon très cher père

Autant de phrases et d'expressions aussi éloquentes sont-elles ne sauraient exprimer ma gratitude et ma reconnaissance. Tu as su m'inculquer le sens de la responsabilité, de l'optimisme et de la confiance en soi face aux difficultés de la vie. Tes conseils ont toujours guidé mes pas vers la réussite. Ta patience sans fin, ta compréhension et ton encouragement sont pour moi le soutien indispensable que tu as toujours su m'apporter. Je te dois ce que je suis aujourd'hui et ce que je serai demain et je ferai toujours de mon mieux pour rester ta fierté et ne jamais te décevoir. Que Dieu le tout puissant te préserve, t'accorde santé, bonheur, quiétude de l'esprit et te protège de tout mal.

A ma très chère grand-mère

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour toi, tu es ma deuxième maman, la lumière qui illumine ma vie, tu étais toujours là à mes côtés, tu n'as cessé de me soutenir et de m'encourager durant toutes les épreuves de ma vie, pour ton vrai amour, ton soutien et les valeurs que tu m'as enseignées, puisse le tout puissant te garde à mes côtés toujours heureuse et en bonne santé.

A mes deux précieuses sœurs

L'amour qui est entre nous est un repère essentiel dans mon existence, c'est un trésor de grande valeur, cet amour fraternel rend plus fort et reste un repère sécurisant dans les moments difficiles comme dans les moments de joie, je vous remercie pour leur grand amour et leurs encouragements permanents et leur soutien moral,

Ma grande sœur Lilia, mon exemple de la réussite et son époux

Ma petite sœur Fifi notre petite relève, pour leur grand amour, leurs encouragements permanents, et leur soutien moral, vous êtes le plus beau cadeau que nos parents m'ont pu me donner, que dieu vous protège à jamais.

A ma nièce et mon neveu

Ma petite poupée Elyna et son petit frère Maxym, malgré votre jeune âge, vous aviez su me combler d'amour et bonheur et vous avez rendu ma vie en rose rien que par vos câlins, mots doux et sourires ...vous êtes la lumière de ma vie.

A Ma grande famille

A tous les membres de ma famille pour leurs encouragements même de loin.

A Mes amis

Je remercie aussi la doctorante Ayad Rabha pour ses conseils et ses remarques et son extrême disponibilité qui m'ont été d'une aide précieuse.

A mes très chères Ouzna Amel, Nassima et Hanane

A ma meilleure partenaire Thiziri qui a été toujours là pour moi

A mon meilleur Karim, qui a répondu présent à chaque fois que j'avais besoins de lui, et qui me donne l'envie d'aller en avant

A mon binôme Feriel ainsi qu'à sa famille, au nom de notre sincère et profonde amitié et des moments agréables que nous avons passés ensemble, espérant que le meilleur est à venir, merci pour votre soutien et encouragements, merci pour vous ma deuxième famille.

Et je remercie aussi tout ce qui a contribué de près ou de loin à la réussite de ce travail.

Imane

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction 1

Revue bibliographique

Chapitre I. Le miel : Composition et propriétés physico-chimiques.

I.1 Définition 3

I.2 Origine 3

I.2.1 Nectar 3

I.2.2 Miellat 4

I.3 Elaboration 4

I.3.1 Abeilles mellifiques 4

I.3.2 Formation et récolte 5

I.4 Composition chimique 6

I.4.1 Glucides 6

I.4.2 Eau 6

I.4.3 Protéines et acides aminés 7

I.4.4 Minéraux 7

I.4.5 Acides organiques 7

I.4.6 Vitamines 7

I.4.7 Caroténoïdes 8

I.4.8 Composés phénoliques 8

I.4.9 Pollen 8

I.5 Propriétés physico-chimiques du miel 8

I.5.1 Propriétés physiques 9

I.5.1.1 Indice de réfraction et l'humidité 9

I.5.1.2 Pouvoir rotatoire 9

I.5.1.3 Couleur 9

I.5.1.4 Cristallisation.....	9
I.5.1.5 Densité et viscosité.....	10
I.5.2 Propriétés chimiques.....	10
I.5.2.1 pH et acidités.....	10
I.5.2.2 Conductivité électrique.....	10
I.5.2.3 Hydroxyméthylfurfural (HMF).....	10
I.6 Propriétés biologiques du miel.....	11

Chapitre II. Généralités sur *Pistacia lentiscus*.

II.1 Définition.....	13
II.2 Description botanique.....	13
II.3 Taxonomie de <i>Pistacia lentiscus</i>.....	14
II.4 Localisation géographique de la plante.....	14
II.5 Utilisation traditionnelle.....	14
II.6 Etude phyto-chimique de la plante.....	15
II.7 Propriétés biologiques de <i>Pistacia</i>.....	16

Chapitre III. Stress oxydatif et système antioxydant.

III.1 Stress oxydatif et système antioxydant.....	17
III.2 Les antioxydants d'origine alimentaire.....	17
III.2.1 Les poly phénols totaux.....	18
III.2.2 Les flavonoïdes.....	18

Partie Expérimentale

Partie I : Matériel et méthodes

I. Préparation des échantillons.....	20
II. Analyses physico-chimiques du miel seul.....	20
II.1 Humidité et brix.....	20
II.2 pH.....	21
II.3 Conductivité électrique.....	21

II.4 Hydroxyméthylfurfural (HMF).....	21
II.5 Couleur.....	22
III. Dosage des antioxydants.....	22
III.1 Dosage des composés phénoliques totaux.....	22
III.2 Dosage des flavonoïdes.....	22
IV. Evaluation de l'activité antioxydante.....	23
IV.1. Pouvoir réducteur.....	23
IV.2. Test du FRAP (ferric reducing antioxidant power).....	23
IV.3. Test du CUPRAC (cupric reducing antioxidant capacity).....	23
V. Dosage des protéines.....	24
VI. Analyses statistiques.....	24

Partie II : Résultats et discussion

I. Analyses physico-chimiques du miel.....	25
I.1 Humidité.....	25
I.2 pH.....	26
I.3 Conductivité électrique.....	26
I.4 Hydroxyméthylfurfural (HMF).....	26
I.5 Couleur.....	26
II. Dosage des antioxydants.....	27
II.1 Poly phénols totaux.....	27
II.2 Flavonoïdes.....	27
III. Evaluation de l'activité antioxydante.....	28
III.1 Pouvoir réducteur.....	28
III.2 Test du FRAP.....	29
III.3 Test du CUPRAC.....	30
V. Dosage des protéines.....	31
Conclusion.....	33
Références bibliographiques.....	34

Annexes

Liste des abréviations

Abs : Absorbance

BSA : Bovin Serum Albumin.

CE : Conductivité électrique

EAG : Equivalent d'acide gallique

EBSA : Equivalent bovin Serum Albumin

EQR : Equivalent quercétine

ERO : Espèce réactive à l'oxygène

FRAP: ferric reducing antioxidant power

H₂O₂: Peroxyde d'hydrogène

HMF: Hydroxyméthylfurfural

M : Miel

M/PE : miel et poudre des baies entières

M/PG : miel et poudre des baies grillées

MS : Matière sèche

PR : Pouvoir réducteur

TCA : Acide trichloracétique

TPTZ : tripyridyletriazine

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

v / v / v : volume / volume / volume

Liste des figures

Numéro de figure	Titre	Pages
1	Photographie de <i>P. lentiscus</i> (a) Arbre de <i>Pistacia lentiscus</i> (b) Fruit de <i>Pistacia</i> (c) Feuilles et fleurs de <i>Pistacia</i>	13
2	Teneurs en polyphénols totaux du miel et des mélanges analysés	28
3	Teneurs en flavonoïdes de miel et mélanges analysés	29
4	Pouvoir réducteur de miel analysé et mélanges	30
5	Potentiel FRAP des échantillons analysés	31
6	Potentiel CUPRAC des échantillons analysés	32
7	Teneurs en protéines du miel et des mélanges analysés	33

Liste des tableaux

Numéro de tableau	Titre	Pages
I	Taxonomie de <i>Pistacia lentiscus</i>	14
II	Résultats des paramètres physico-chimiques de miel analysé	26

Introduction

Introduction

La ruche pourrait être comparée à un laboratoire de recherche et de fabrication à pollution zéro et à impact positif sur l'environnement. Le miel est un produit de la ruche, qui était apprécié par les premiers hommes préhistoriques, il y a des milliers d'années. Il a un usage thérapeutique, et un rôle fondamental à jouer dans la santé humaine si nous savons préserver les abeilles et la qualité de leurs produits. Ce produit naturel était le seul édulcorant avant l'apparition de la canne à sucre et de la betterave **(Bogdanov et al., 2008)**.

Le miel est élaboré par les abeilles de l'espèce *Apis mellifera* à partir de substances sucrées (nectar et/ou miellat) qu'elles prélèvent sur diverses plantes. Il est composé principalement de glucides et d'eau, ainsi que d'autres constituants moins abondants tels : pollen, composés phénoliques, minéraux, protéines et acides aminés, vitamines, caroténoïdes, enzymes et acides organiques. Le miel n'est pas seulement un aliment sucré mais un produit médicinal car il est doté de plusieurs activités biologiques tels : antimicrobiennes, anti-oxydantes, anti-inflammatoires et anticancéreuses faisant de lui un élixir de premier rang **(Werner et Laccourreye, 2011 ; Oryan et al., 2016)**.

Les plantes ont toujours été utilisées à des fins médicinales et sont la principale source de principes actifs présents dans les médicaments conventionnels. *Pistacia lentiscus* est une espèce très utilisée en médecine traditionnelle qui fait partie d'une grande famille des Anacardiaceae composée de plus de onze espèces, largement réparties dans le bassin méditerranéen où elle pousse à l'état sauvage **(Trabelsi et al., 2012)**. A travers les travaux de recherche réalisés, nous comprenons de plus en plus, que les principes actifs sont souvent liés aux composés phénoliques qui sont présents dans toutes les parties des plantes (racines, feuilles, fleurs et fruits) qui sont des métabolites secondaires **(Macheix et al., 2005)**. Ils ont plus d'un groupe hydroxyle phénolique attaché à un ou plusieurs cycles benzéniques. Ils se sont avérés exercer divers effets biologiques, notamment antioxydants, anti-inflammatoires et anticancéreux **(Gharaei et al., 2013 ; Gupta et al., 2015)**.

Notre étude consiste à découvrir les propriétés biologiques des baies de *Pistacia lentiscus* mélangées au miel : dosage des anti-oxydants et l'évaluation de l'activité anti-oxydante de ce mélange. La caractérisation physicochimique du miel est aussi réalisée en vue de la formulation d'un aliment à caractère plus fonctionnel avec un effet plus bénéfique.

Ce présent travail est divisé en deux grandes parties :

- La première est destinée à la revue bibliographique sur les généralités du miel et *Pistacia lentiscus* ainsi qu'aux propriétés biologiques de ces derniers.
- La seconde est la partie expérimentale qui est subdivisée en deux chapitres : le premier porte sur la description de la méthodologie du travail entreprise au laboratoire ; le second chapitre décrit tous les résultats obtenus et leurs interprétations.
- Cette étude s'achève par une conclusion et les perspectives qui ont pu être dégagées.

Revue bibliographique

Chapitre I.

Le miel : composition *et propriétés physico-* *chimiques*

Chapitre I. Le miel : composition et propriétés physico-chimiques

I.1. Définition

Le miel a été défini par le **Journal Officiel de la République Française (2003)** et la **Commission Européenne (2002)** : « Le miel est la substance sucrée naturelle produite par les abeilles de l'espèce *Apis mellifera* à partir du nectar de plantes ou des sécrétions provenant de parties vivantes des plantes ou des excréments laissés sur celles-ci par les insectes suceurs, qu'elles butinent, transforment en les combinant avec des matières spécifiques propres, déposent, déshydratent, entreposent et laissent mûrir dans les rayons de la ruche. A l'exception du miel filtré, aucun pollen ou constituant propre au miel ne doit être retiré, sauf si cela est inévitable lors de matières organiques ou inorganiques étrangères ».

I.2. Origine

Le miel est issu du nectar des fleurs et/ou du miellat par l'intermédiaire des abeilles qui sont chargées de la récolte par les ouvrières butineuses. La sève élaborée dont le nectar provenant des nectaires des fleurs et le miellat qui est l'excrétion des insectes piqueurs et suceurs principalement les pucerons sur des plantes sont les matières premières butinées par l'abeille pour l'élaboration du miel (**Ricordel et bonmatin, 2003 ; Bonté et Desmoulière, 2013**). De ce fait, deux types de miel sont à distinguer, les miels de miellat et miels des fleurs ou nectar, et donc leur composition est différente selon plusieurs paramètres (pH, profil glucidique, taux des minéraux...) (**Codex Alimentarius, 2001**).

I.2.1. Nectar

Dans les fleurs, sur les pétales ou sur les bractées, des glandes spéciales appelées nectaires produisent le nectar qui est un liquide sucré de la sève élaborée des plantes. Il n'est d'aucune utilité directe pour la plante et sa seule raison d'exister est d'attirer les insectes pollinisateurs. Sa teneur en sucres est variable selon les variétés florales. Ainsi, plus la richesse en sucres est importante, plus ce nectar est attractif pour les abeilles.

Les nectaires sont généralement situés au fond de la corolle des fleurs. Pour y accéder, la butineuse doit pénétrer dans la fleur et allonger sa langue, pour mieux aspirer le nectar (**Hoyet, 2005 ; Schivre, 2006**).

I.2.2. Miellat

Le miellat est une substance sucrée qui a subi une première transformation que les abeilles butinent sur les feuilles de diverses plantes. L'origine du miellat est bien établie : c'est l'excrétion des pucerons, ou d'autres insectes piqueurs suceurs de l'ordre des hémiptères, parasites des végétaux dont ils sucent et se nourrissent de la sève élaborée qui est composée de glucides, de substances azotées, de sels minéraux, d'acides et de vitamines. Cette sève est filtrée dans le corps de l'insecte parasite, les sucres et l'eau qu'elle contient en excès sont rejetés par l'anus sous forme de gouttelettes sirupeuses appelées le miellat (**Jean-Prost, 2005**).

I.3.Elaboration

I.3.1.Abeilles mellifiques

Les abeilles mellifiques sont des insectes de l'ordre des hyménoptères vivant en colonies. L'espèce utilisée en apiculture est *Apis mellifera*. En Algérie, la race d'abeille existante est *Apis mellifera intermissa* (**Louveaux, 1985**). Les abeilles sont tributaires les unes des autres et ne peuvent en aucun cas subsister isolément.

Selon **Darrigol (1979)**, la ruche est constituée :

- d'une reine
- de plusieurs faux bourdons (1000 à 2000 environ)
- de plusieurs dizaines de milliers d'ouvrières.

- **La reine**

Est une abeille femelle qui assure la ponte et contribue au développement de l'essain. Durant le printemps et l'été, elle pond quotidiennement 2000 œufs. Elle vit en général 4 ans et se distingue des autres par sa grande taille, elle naît d'un œuf ordinaire, déposé dans une cellule royale. La reine est nourrie par les ouvrières avec de la gelée royale (**Lepage, 1990 ; Bruneau, 2002**).

- **Faux-bourdons**

Mâles de l'espèce abeille, issus d'œufs non fécondés, ils ont pour fonction de s'accoupler avec les reines (**Lepage, 1990**).

- **Ouvrières**

Femelles qui remplissent toutes les tâches domestiques (Nettoyage, nourrissage des larves, gardiennage, magasinage, usine à cire, évaporation, ventilation...).

Elles proviennent d'œufs fécondés. Leur durée de vie est de 45 jours. C'est uniquement grâce à elles que la ruche vit et prospère.

« Reine, ouvrières et mâles ne peuvent pas vivre longtemps séparés. Leur interdépendance est une notion-clé de l'apiculture » (**Jean-Prost, 2005**).

I.3.2. Formation et récolte

L'abeille ouvrière butineuse effectue environ 20 à 50 voyages par jour afin de prélever le nectar des fleurs ou le miellat avec sa langue, le mélange à sa salive, ensuite l'emmagasine dans son jabot ou commence sa transformation. A ce niveau, plusieurs enzymes agissent sur le nectar dont le saccharose est transformé en fructose et en glucose par l'invertase. De plus, d'autres modifications physico-chimiques se poursuivent dans la ruche. La butineuse régurgite la substance sucrée qu'elle a ingérée, la passe aux autres ouvrières, qui elles-mêmes la communiquent à d'autres et ainsi de suite (phénomène de trophallaxie). Durant ces opérations, la maturation du miel s'effectue, par l'enrichissement en substances salivaires et d'autres glucides nouvellement synthétisés. Le miel produit est déposé dans les alvéoles qui seront, après évaporation obturées par un opercule de cire (**Huchet *et al.*, 1996 ; Lobreau-Callen *et al.*, 1999 ; Hoyet, 2005**)

L'apiculteur récolte le miel dès la fin de la miellée, lorsque les apports de nectar ont cessé ou se sont ralentis et que les 3/4 au moins des alvéoles sont operculés, avec un taux d'humidité du miel optimum de 17.5% (**Kast, 2014**). Après avoir retiré les cadres de la ruche, l'apiculteur laisse aux abeilles les provisions nécessaires pour qu'elles puissent nourrir les jeunes larves, ensuite les alvéoles sont désoperculées afin d'entamer l'extraction du miel qui se fait à l'aide d'une force centrifuge ou les cadres sont mis dans l'extracteur qui permet d'extraire le miel des alvéoles. Le miel obtenu est mis en repos dans un maturateur pendant 7 à 10 jours environ pour une meilleure décantation. Après cette maturation, le miel peut être enfin conditionné en pot. En effet, la meilleure conservation s'opère à une température ne dépassant pas 20°C (**Lequeux et Bruneau, 2009**).

I.4. Composition chimique

Le miel est un produit naturel dont sa composition varie selon la source florale, la nature du sol et les conditions météorologiques, de l'abeille elle-même, libre de choisir sa source florale à butiner, de la présence ou non d'autres insectes (pucerons, cochenilles), et des méthodes de traitement utilisées par l'apiculteur (**Ballot-Flurin, 2010**).

Le miel renferme plus de 200 substances participant à l'équilibre de notre organisme (**Terrab *et al.*, 2002**). Les glucides sont les constituants les plus abondants dont ils représentent 90% à 98% de la matière sèche du miel. De plus, des composants mineurs peuvent être représentés par des composés phénoliques, des caroténoïdes, des enzymes, des acides organiques, des composés aromatiques et des minéraux. Il renferme également des éléments tels que le pollen, les levures et les spores (**Ricordel et Bonmatin, 2003 ; Ouchemoukh, 2012 ; Bonté et Desmoulière, 2013**).

I.4.1. Glucides

Les glucides constituent la partie la plus importante du miel, dont les plus abondants sont le fructose et le glucose avec des moyennes respectives de 38% et 31%. Les autres glucides sont minoritaires tels que le saccharose, le maltose, le mélézitose, l'isomaltose et l'érlose. Cette variation de composition du miel est due à son origine botanique et géographique (**Pita-Calvo et Vazquez, 2017**).

D'après le *Codex Alimentarius* (1981), la teneur maximale du saccharose est fixée à 5% avec des exceptions pour certains miels qui sont naturellement plus riches (jusqu'à 15 %) dans le miel de lavande. La teneur totale en fructose et glucose ne doit pas être inférieure à 60 % pour le miel de fleur et 45 % pour le miel de miellat ou mélange de miel de miellat et de fleurs.

I.4.2. Eau

L'eau occupe la seconde place après les glucides avec un taux de 15 à 20 % de la composition du miel. Selon le **Codex Alimentarius (2001)**, la teneur en eau ne doit pas dépasser 20 %. L'humidité est un paramètre de qualité, important surtout pendant la durée de conservation du miel, de la saison de récolte et du climat, mais également il est considéré comme indicateur de maturité et un facteur de fermentation d'un miel. D'autre part, l'humidité peut affecter les propriétés physiques du miel (viscosité et cristallisation), dont les miels avec un taux d'humidité de 15 à 18 %, leurs cristallisation est moins vite que les miels sous cet

intervalle et contrairement pour ceux qui possède une teneur supérieure à cette marge (**Bogdanov et al., 1995 ; Yao et al., 2003 ; Ojeda de Rodriguez et al., 2004**).

I.4.3. Protéines et acides aminés

La composition du miel en protéines et acides aminés est faible. Leurs origines proviennent en grande partie du pollen et le nectar des fleurs, les autres protéines dérivent des sécrétions salivaires de l'abeille lors de l'élaboration du miel. Les acides aminés tels que la lysine, histidine, arginine, acide aspartique, la glycine et la méthionine représentent 1 % de sa composition chimique dont la proline est l'acide aminé le plus abondant. Ce dernier compte l'authenticité pour un miel, sa teneur est supérieure ou égale à 180 mg/kg (**Bogdanov et al., 1999 ; Aurongzeb et Azim, 2011 ; Bonté et Desmoulière, 2013**).

I.4.4. Minéraux

Le taux en matières minérales dans le miel est faible, il varie de 0,05 à 1,5 % (**Mouhoubi, 2007**). Le miel renferme divers minéraux comme le calcium, le zinc, le sodium, le cuivre, le magnésium, et l'élément le plus majoritaire est le potassium avec 80% de matière minérale totale. Les miels de couleur foncée sont les plus riches en minéraux par rapport aux miels clairs. Ces minéraux sont à l'origine de la conductivité électrique du miel influençant sa couleur (**Lachman et al., 2007 ; Akbari et al., 2012**).

I.4.5. Acides organiques

Les acides organiques que compose le miel lui confèrent la propriété acide. Leurs teneurs dans le miel est aussi faible. L'acide gluconique est l'acide organique le plus abondant et il provient de l'oxydation du glucose par la glucose-oxydase, suivi d'autres acides mais en quantités moins abondantes tels que l'acide acétique, formique, benzoïque, citrique, malique, oxalique, et lactique (**Gianelli-Barra et al., 2010 ; Bonté et Désomulière, 2013 ; Abeshu et Geleta, 2016**).

I.4.6. Vitamines

Le miel représente une très faible teneur en vitamines. Elles sont représentées essentiellement par la vitamine C et les vitamines du groupe B tels que la thiamine (vitamine B1), la riboflavine (vitamine B2), la pyridoxine (vitamine B6), et la vitamine E. Et très rarement, par les vitamines A, D et K. Le pollen représente la principale source d'où viennent les vitamines du miel (**Gonnet, 1982 ; Alvarez-Suarez et al., 2010**).

I.4.7. Caroténoïdes

Parmi les substances bioactives que contient le miel : les caroténoïdes qui sont des pigments produits par les plantes et jouent un rôle antioxydant mais également responsables de la coloration du miel. Les plus représentés dans le miel sont : l' α -carotène, le β -carotène, le β -crypto xanthine, la lutéine, et le lycopène (**Ouchemoukh, 2012**).

I.4.8. Composés phénoliques

Les polyphénols sont des métabolites secondaires des végétaux. Ils sont présents dans le miel en faibles proportions et dérivent du nectar des fleurs et le pollen, ils sont responsables de sa pigmentation.

Parmi les polyphénols que compose le miel : les acides phénoliques tels que les acides caféique, benzoïque, abscissique, syringique, vanillique et gallique ; et les flavonoïdes comme : la quercitine, catéchine, chrysin, galangine, kaempferol et apigénine (**Bogdanov et al., 2004 ; Mohamed-Zaid et al., 2012**).

Ajoutant à cela, des anthocyanidines comme la delphinidine et la malvidine existent dans le miel. La teneur des polyphénols dans le miel varie de 5 à 1300 mg/kg (**Das et al., 2015 ; Issaad et al., 2018**).

I.4.9. Pollen

Le pollen constitue l'élément principal fécondant mâle des plantes supérieures, se présente sous forme de grains microscopiques contenus dans les anthères des étamines. Il constitue les protéines principales pour l'abeille et se trouve sous forme de traces dans le miel. Il est indispensable à la survie de la ruche car il représente l'aliment de base des larves, d'où l'appellation "pain d'abeille" (**Vaissiere, 2002 ; LeBlanc et al., 2009**).

Lorsque la proportion des grains de pollens d'une seule plante représente plus de 45% de l'ensemble du pollen, le nom de cette plante est donné au miel (**Bonté et Desmoulière, 2013**).

I.5. Propriétés physico-chimiques du miel

Il existe plusieurs paramètres physico-chimiques dont certains permettent de différencier entre les miels de nectar et de miellat (pH, conductivité électrique et pouvoir rotatoire). Ainsi, ces paramètres définissent la qualité nutritionnelle d'un miel et sa conformité réglementaire.

I.5.1. Propriétés physiques

I.5.1.1. Indice de réfraction et l'humidité

L'indice de réfraction est une grandeur définie par le rapport de la vitesse de la lumière dans le vide par la vitesse de la lumière dans ce milieu (**Bogdanov et al., 1999**). L'indice de réfraction du miel est d'autant plus élevé que sa teneur en eau est plus basse ; il est compris entre 1,5041 et 1,4915 à 20 °C correspondant à 13 et 18 % d'humidité pour la majorité des miels (**Idris et al., 2011**). Ce paramètre est mesuré à l'aide d'un réfractomètre.

I.5.1.2. Pouvoir rotatoire

Le pouvoir rotatoire est la caractéristique optique que possèdent les sucres de dévier le plan de la lumière polarisée. Ce paramètre est utilisé pour déterminer l'origine (nectar ou miellat) ainsi que la falsification du miel. La majorité des miels de miellat ont des valeurs positives «dextrogyres» tandis que les miels de nectar ont des valeurs négatives «lévogyres » (**Bogdanov et al., 1995 ; Oroian et Ropciuc, 2017**).

I.5.1.3. Couleur

La couleur du miel varie du blanc à brun foncé selon l'origine botanique du nectar et à la composition du miel en minéraux et en pigments (polyphénols et caroténoïdes) (**Petretto et al., 2017**). Il existe des miels ; transparents (miel de faux acacia), des miels blancs (miels de romarin et d'agrumes), mais la plupart des miels multi floraux sont ambrés et certains sont très foncés (noirs) (miel de *Quercus sp*) (**Commission Européenne, 2002**). En général, la couleur foncée du miel indique un taux élevé en poly phénols totaux et par conséquent une forte capacité anti oxydante. D'autre part, **Lazaridou et al., (2004)** ont constaté que la couleur du miel dépend de sa teneur en HMF, en minéraux et en pollens.

I.5.1.4. Cristallisation

La cristallisation du miel est un phénomène physique naturel et non une altération. Cependant, dans la ruche à 36 °C, le miel est liquide mais une fois exposé à l'air, il se cristallise peu à peu après sa récolte, la cristallisation commence à partir des cristaux primaires de glucose. Ce phénomène dépend de la teneur du miel en eau et en glucose (**LeBlanc et al., 2009**).

I.5.1.5. Densité et viscosité

Le miel possède une densité relativement élevée qui varie entre 1,40 et 1,45 g/cm³. C'est une donnée très importante qui peut être utilisée afin d'estimer la teneur en eau des miels (**Bogdanov et al., 2004**). La viscosité d'un miel est l'une des propriétés physiques la plus significative, car elle influence la qualité du produit. Elle est conditionnée essentiellement par la température à laquelle le miel est conservé, par sa teneur en eau et sa composition chimique en glucides (**Amir et al., 2010**).

I.5.2. Propriétés chimiques

I.5.2.1. pH et acidités

Le pH du miel est généralement acide, 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 est un critère de qualité important durant l'extraction et le stockage, en raison de son influence sur la texture et la stabilité d'un miel. Elle est due à la présence des acides organiques ainsi que d'ions inorganiques (**Terrab et al., 2002**). Cette acidité contribue à la saveur du miel et aux activités antibactériennes et anti oxydantes. Sa variation peut-être due aux types floraux des plantes (**Cavia et al., 2007**).

I.5.2.2. Conductivité électrique

La conductivité électrique est l'un des paramètres efficaces pour la distinction entre les miels de nectar et les miels de miellat et la classification des miels uni floraux. Elle dépend de la teneur du miel en substances ionisables (minéraux, protéines,...) (**Bogdanov et al., 2004**). En général, la conductivité électrique d'un miel est d'autant plus élevée que sa teneur en substances minérales est élevée (**Lobreau-Callen et al., 1999**). Selon **Bogdanov et al. (1995)**, la conductivité électrique du miel de miellat est supérieure à 0,8 mS/cm, alors que celle du miel de nectar est inférieure à cette valeur.

I.5.2.3. Hydroxyméthylfurfural (HMF)

L'Hydroxyméthylfurfural est un composé chimique issu de la dégradation (déshydratation) du glucose et du fructose. Sa teneur dans le miel indique la fraîcheur mais également, il renseigne sur un éventuel chauffage. Il peut être due à un taux d'humidité élevé, à des mauvaises conditions de stockage (lumière et température), mais également avec le vieillissement du miel

(Feàs *et al.*, 2010). La teneur limite de HMF qu'exige la réglementation européenne du miel est de moins de 40 mg/kg (Chernetsova et Morlock, 2012).

I.6. Propriétés biologiques du miel

- **Propriétés anti oxydantes**

Le miel est une source riche en antioxydants notamment les flavonoïdes, les acides phénoliques, l'acide ascorbique, les enzymes (la catalase et la peroxydase), les caroténoïdes, les peptides, les acides organiques et les produits de la réaction du Maillard (Bertoncelj *et al.*, 2007). Cette activité est variable d'un miel à un autre selon la source florale et la présence de différents composés antioxydants (Al-Mamary *et al.*, 2002).

Les antioxydants sont dotés d'un fort potentiel qui permet de stabiliser et de désactiver les radicaux libres produits au cours des réactions oxydatives (espèces réactives oxygénées) et donc ceux-ci, ils permettent la préservation des aliments et la santé humaine. Ces espèces réactives oxygénées sont responsables de nombreuses maladies telles : le cancer, la cataracte, le diabète, les maladies cardio-vasculaires et les différentes inflammations (Meda *et al.*, 2005 ; Nanda *et al.*, 2006).

- **Propriétés antimicrobiennes**

Le miel possède des activités antibactérienne et antifongique (Nzeako et Hamdi, 2000). Cette activité est démontrée pour la première fois par Dold en 1937 sur certaines bactéries telles que *Salmonella typhi*, *Salmonella paratyphi* et *Staphylococcus aureus* (Cortopassi-Laurino et Gelli, 1991). Les propriétés antibiotiques du miel le protègent contre toutes contaminations microbiennes. Ces propriétés sont présentes grâce à son acidité, à sa pression osmotique élevée et à la faible activité d'eau. Cependant, le facteur antibactérien du miel le plus puissant reste, le peroxyde d'hydrogène, produit par la glucose-oxydase (Bogdanov et Bulmer, 2001).

- **Propriétés thérapeutiques**

Le sain coran et le hadith du prophète présentent le miel en tant que remède de maladies. Les vertus curatives de cet aliment sont citées dans la sourate « ENAHL ».

Le miel est considéré comme étant l'un des éléments les plus importants utilisé dans la médecine traditionnelle. Les constituants mineurs du miel lui confèrent des propriétés

médicinales importantes. Administré par voie buccale, le miel peut guérir ou soulager les troubles intestinaux, les ulcères d'estomac, l'insomnie, les maux de gorge, et certaines affections cardiaques. Il augmente aussi la teneur du sang en hémoglobine. Le miel facilite la rétention du calcium, donc il active l'ossification et la sortie des dents et il est légèrement laxatif.

En usage externe, il active la guérison des brûlures, des plaies grâce à une inhibine et à des substances provenant des plantes butinées qui lui confèrent des propriétés cicatrisantes (**Jean-Prost, 2005**).

- **Propriétés diététiques**

Le miel constitue une véritable source d'énergie (303 cal / 100g du miel). En effet, les abeilles pré-digèrent les sucres simples (glucose et lévulose) et les rendent directement assimilable par l'organisme (**Esti et al., 1996**). Par ailleurs, le miel est une source de matières minérales qui sont indispensables au métabolisme, telles : le magnésium, le phosphore, le soufre et le calcium. Ce dernier est fixé par les os grâce au miel et peut guérir certaines anémies (**Sivasubramaniam, 2005**). Il est parfaitement adapté aux enfants, aux sportifs et aux personnes âgées.

Chapitre II :

Généralités

sur Pistacia lentiscus

Chapitre II : Généralités sur *Pistacia lentiscus*

II.1. Définition

Pistacia lentiscus L. est un arbuste à mastic à feuilles persistantes dégageant une odeur résineuse forte, appartenant au genre *Pistacia* de la famille des Anacardiaceae, qui comprend de nombreuses espèces sauvages et cultivées, réparties dans les pays méditerranéens et les régions du Moyen-Orient (Camarda *et al.*, 1983).

En Algérie, on le retrouve sur tout type de sol, dans des zones subhumides et semi-arides, plus précisément dans le bassin du Soummam en association avec le pin d'Alep, le chêne vert et le chêne liège.

II.2. Description botanique

Pistacia lentiscus est un arbuste ligneux de 1 à 5 mètres de hauteur (Figure 1, (a)) à résine dont la graine est comestible appartenant à la famille des Anacardiaceae. L'arbuste est nommé localement dans les régions kabyles «Amadagh », alors que les graines sont communément appelées «Tidekth». Son fruit est une baie globuleuse, environ 5 mm de diamètre, monosperme, d'abord rouge (Figure 1,(b)), puis noir à sa maturité (novembre à janvier), ses feuilles sont persistantes, composées à nombre pair de folioles coriaces et pointues, les fleurs sont unisexuées d'environ 3 mm de large qui se présentent sous forme de grappe (figure 1,(c)), la floraison étant de mars à mai, et le mastic est un suc résineux issu de l'incision du tronc de cet arbuste (Mezni *et al.*, 2012 ; Botineau, 2015).



Figure 1 : Photographie de *P. lentiscus* : (a) Arbre de *Pistacia lentiscus*.

(b) Fruit du *Pistacia*.

(c) Feuilles et fleurs du *Pistacia*.

II.3. Taxonomie de *Pistacia lentiscus*

La classification de *Pistacia lentiscus* est donnée par **Ansari et al. (2012)** :

Tableau I : Taxonomie de *Pistacia lentiscus* (**Ansari et al., 2012**).

Règne	Plantae
Embranchement	Spermatophyte
Classe	Dicotylédones
Ordre	Sapindales
Famille	Anacardiaceae
Genre	<i>Pistacia</i>
Espèce	<i>Pistacia lentiscus</i> L.

II.4. Localisation géographique de la plante

Pistacia lentiscus se situe généralement en sites arides sur la zone méditerranéenne de l'Europe, l'Afrique et d'Asie, jusqu'aux Canaries (**Bellakhdar, 2003**). En Algérie, elle est présente dans les régions forestières et dans le tell. C'est une espèce dioïque qui pousse dans tout type de sol mais préfère les endroits siliceux (**Castola et al., 2012**).

II.5. Utilisation traditionnelle

Depuis l'antiquité, les plantes médicinales sont utilisées comme remèdes traditionnels pour veiller à notre santé, parmi ces plantes : *Pistacia lentiscus* qui est utilisée depuis longtemps dans diverses régions en Algérie pour soigner différentes pathologies dont l'inflammation, les brûlures et les troubles gastro-intestinaux (**Ljubuncic et al., 2005 ; Benhammou et al., 2008**).

- Les feuilles sont dotées d'activités anti-inflammatoire, antibactérienne, antifongique, antipyrétique, astringente, hépatoprotective, expectorante et stimulante (**Janakat et Al-Meir, 2002 ; Kordali et al., 2003 ; Paraschos et al., 2007**).
- Les graines peuvent être préparées en les faisant bouillir ou grillées avec du blé concassé, aspergées d'huile d'olive, utilisées dans les régions Est de l'Algérie (**Chryssavgi et al., 2007 ; Delille, 2007**).

- Les parties aériennes de *Pistacia lentiscus* sont utilisées dans la médecine populaire comme stimulants et diurétiques, également, pour traiter l'hypertension, la toux, le mal de gorge, l'eczéma, les maux d'estomac et les calculs rénaux (**Villar et al., 1987**).
- La décoction des racines séchées est efficace contre l'inflammation de l'intestin et de l'estomac, ainsi que dans le traitement de l'ulcère (**Palevitch et Yaniv, 2000**).
- L'huile des fruits du lentisque est souvent utilisée comme un remède d'application externe locale sous forme d'onguent pour soigner les brûlures et les douleurs dorsales (**Bellakhder, 1997**).
- Le mastic de *Pistacia* été utilisé par les guérisseurs traditionnels pour le soulagement des douleurs abdominales, des maux d'estomac et l'ulcère gastroduodéal (**AlHabbal et al., 1984**).

II.6. Etude phyto-chimique de la plante

L'emploi de *Pistacia lentiscus* en médecine traditionnelle a constitué un intérêt aux chercheurs pour étudier la composition phyto-chimique de cette dernière, afin d'identifier les substances bioactives contenues dans ses différentes parties.

- **Les feuilles**

Les feuilles de *Pistacia lentiscus* sont caractérisées par la présence des glycosides de flavanols comme la myricétine et la quercétine, l'acide gallique, les dérivés galloyls et les anthocyanines, et contiennent aussi des stérols, et des saponosides (**Vaya et Mahmood, 2006 ; Bammou et al., 2015**).

- **Les fruits**

Les fruits du pistachier lentisque sont riches en leucoanthocyanes, les tanins totaux, les tanins galliques ainsi qu'en flavonoïdes (**Arab et al., 2014**). De même, l'huile fixe représente 38,8 % du poids des fruits ayant une teneur abondante en acides gras mono-insaturés dont le principal acide est l'acide oléique, et une grande quantité de phytostérols, les plus représentés sont le β -sitostérol (90%), le camestérol, le cholestérol et le stigmastérol (**Trabelsi et al., 2012**).

L'étude de **Longo et ses collaborateurs (2007)**, sur les fruits de *Pistacia lentiscus* a permis d'identifier trois anthocyanes à savoir la cyanidine 3-O-glucoside, la delphinidine 3-glucoside et la cyanidine 3-O- arabinoside.

II.7. Propriétés biologiques de *Pistacia*

Plusieurs études expérimentales sont effectuées sur *Pistacia lentiscus* dont ils ont pu mettre en évidence différentes activités biologiques. Ces études ont conduit à la quantification et / ou à l'identification de nombreux constituants de différentes classes chimiques telles que les flavonoïdes et les anthocyanes (**Doukas, 2003**), les acides phénoliques (acide gallique, acide digallique, catéchine) (**Castola et al., 2000**), triterpénoïdes et les tanins(**Zrira et al., 2003**). Ces constituants sont responsables des propriétés antioxydantes (**Castola et al., 2000**) et de plusieurs propriétés pharmacologiques, dont les activités hépato protectrice, antiathérogène, anticancéreuse, antiulcéreuse, et anti-inflammatoire (**Lodi, 1975**).

Ajoutant à cela, les résultats obtenus de l'étude des extraits des feuilles et des fruits effectuée, indiquent que *Pistacia lentiscus* présente des propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et anticancéreuses. Ces extraits ont montré également un pouvoir anti-radicalaire important notamment l'inhibition de certains enzymes tels que la xanthine oxydase qui est une enzyme productrice des radicaux libres (**Amessis-Ouchemoukh et al., 2014 ; Remila et al., 2015**).

Par ailleurs, des études *in vivo* et *in vitro* ont été réalisées sur cette plante déterminons ainsi son pouvoir antimicrobien, antifongique, hépato-protecteur et antidiabétique (**Kordali et al., 2003 ; Mehenni et al., 2016**).

Chapitre III :
Stress oxydatif et
ystème antioxydant

Chapitre III : Stress oxydatif et système antioxydant

III.1. Stress oxydatif et système antioxydant

Le stress oxydatif est lié à un déséquilibre entre oxydant et système antioxydant de l'organisme. Ce système se montre insuffisant afin de neutraliser les espèces réactives de l'oxygène qui sont de puissants oxydants (Yao *et al.*, 2011). Ces derniers provoquent des dommages importants aux protéines, à l'ADN et aux membranes cellulaires. Le stress oxydatif engendre la peroxydation lipidique. En effet, ces altérations sont à l'origine de certaines maladies comme le cancer, le vieillissement prématuré et l'athérosclérose (Rani *et al.*, 2016).

Afin de se protéger des effets toxiques de l'oxygène, l'organisme a développé des systèmes de défense antioxydants qui ont la capacité de réguler parfaitement la production des ERO. Un antioxydant peut être défini comme toute substance qui, lorsqu'elle est présente en faible concentration comparée à celle du substrat oxydable, retarde ou prévient de manière significative l'oxydation de ce substrat. Les antioxydants sont donc des régulateurs du taux de pro-oxydants dans l'organisme.

Le miel et *Pistacia lentiscus* sont parmi les sources alimentaires très riches en antioxydants naturels. Ces molécules sont très efficaces pour désactiver les espèces réactives d'oxygènes naturellement dans l'organisme, tels que les radicaux libres. Les antioxydants sont des composés très divers qui regroupent des protéines à activité enzymatique (super oxyde dismutase, glutathion peroxydase, catalase), non enzymatiques (séquestrant des métaux comme l'albumine) et des petites molécules liposolubles (vitamine E, β -carotène) ou hydrosolubles (vitamine C) ainsi que des substances d'origine végétale, comme les polyphénols (Berger, 2006).

III.2. Antioxydants d'origine alimentaire

L'alimentation contient un grand nombre d'antioxydants naturels non seulement les vitamines et les oligo-éléments (cuivre, zinc, manganèse...), mais aussi les polyphénols, les caroténoïdes, ... (Judde, 2004).

Les molécules phénoliques sont des composés qui contiennent un groupe phénol (anneau aromatique avec un groupe hydroxyle). Ils peuvent avoir différents substituants. Souvent, les composés phénoliques se présentent liés à des glucosides.

Ils sont présents dans presque toutes les plantes et s'accumulent dans toutes les parties de l'organisme. Les composés phénoliques sont décrits comme potentiellement actifs (**Richter, 1993 ; Bruneton, 2009**).

III.2.1. Polyphénols totaux

Les polyphénols sont des métabolites secondaires capables d'inhiber ou de réduire de façon significative les dommages causés par les radicaux libres générés par l'organisme. Ils agissent par différents mécanismes comme l'effet donneur de proton d'hydrogène afin de neutraliser les espèces réactives d'oxygène. Les polyphénols agissent comme antioxydants grâce à leur capacité à piéger les radicaux libres tels que le radical super oxydé (O_2^-) et le radical hydroxyle (OH°) (**Hossain et al., 2017**).

L'effet antioxydant des polyphénols est aussi associé à leur pouvoir chélateur des ions de fer, ce qui permet d'inhiber la production des espèces réactives de l'oxygène (**Moilanen et al., 2016**).

III.2.2. Flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des pigments très largement répandus dans le règne végétal (les fruits, les légumes, les graines ainsi que dans les différentes parties des plantes). Les flavonoïdes appartiennent à la famille des poly phénols, ils sont formés d'un squelette de base de 15 atomes de carbones (C6-C3-C6). Ce groupe comprend ces principales classes : les flavonols, les flavones, les flavanes, les flavanones et les anthocyanidines, qui se différencient par le degré d'oxydation du noyau pyranique central.

Leur fonction principale semble être la coloration des fleurs et des fruits, ce qui explique leur intérêt commercial dans l'industrie alimentaire. Ce n'est que depuis quelques années que certaines propriétés pharmacologiques ont pu être mises en évidence et que leur étude a pris un nouvel essor du point de vue de la santé humaine. Les flavonoïdes sont des composés phénoliques responsables du potentiel antioxydant du miel et de l'arôme (**Moniruzzaman et al., 2014**).

- **Activités biologiques et intérêts pharmacologiques des polyphénols**

Les polyphénols sont dotés d'une activité antioxydante, ils peuvent agir de différentes façons dans les processus de régulation du stress oxydant : par capture directe des espèces réactives de l'oxygène, par chélation de métaux de transition et par inhibition de certaines

enzymes responsables de la production des ERO comme la cyclooxygénase et la lipooxygénase (**Tahrouche *et al.*, 2000 ; Bartosikova *et al.*, 2003**).

Les flavonoïdes sont largement connus par leurs activités antivirales, antispasmodiques, anti tumorales, anti agrégation plaquettaires, antiallergiques, hypocholestérolémiantes, anti-inflammatoires, anti-hypertensives et antimicrobiennes (**Kim *et al.*, 2004 ; Cushine et Lamb, 2005**). Certains flavonoïdes, ont un effet préventif sur le cancer du sein et de la prostate, comme elle préviennent aussi l'ostéoporose (**Besle *et al.*, 2004**). De nombreuses études ont prouvé que les composés phénoliques déploient leurs activités pharmacologiques, notamment anti-inflammatoires, par l'inhibition d'importantes enzymes de régulation. En effet, certains flavonoïdes sont de puissants inhibiteurs de la production des prostaglandines, des molécules pro inflammatoires très actives.

Partie expérimentale

Partie I :

Matériel et méthodes

Matériel et méthodes

I. Préparation des échantillons

Deux échantillons sont nécessaires à notre étude : le miel qui est obtenu auprès d'un apiculteur de la région de Berbacha de la Wilaya de Bejaia en 2019, et la plante *Pistacia lentiscus* qui est récoltée dans la région de Ziama-Mansouriah de la Wilaya de Jijel.

Le miel est l'échantillon de base auquel les baies de *Pistacia* sont mélangées à ce dernier. Le fruit de la plante est récolté, séché, ensuite deux types de poudres du pistachier sont réalisés dont, la première est une poudre entière qui a subi un broyage après séchage du fruit, et l'autre est obtenue après avoir grillé les baies séchées de *Pistacia lentiscus* ensuite, broyées pour avoir la poudre grillée. Ces deux poudres de *Pistacia* sont ajoutées avec des proportions différentes (5%, 10%, 15%, et 20%) à 8 flacons contenant la même quantité de miel (100g) et le 9^{ème} flacon contient uniquement 100 g de miel.

Ensuite une extraction est réalisée sur les deux mélanges miel/Poudre des baies de *Pistacia* grillée, miel/Poudre des baies de *Pistacia* entière, ainsi que sur le miel seul (10g d'échantillon + 50 ml v/v : 25ml d'eau distillé + 25ml d'éthanol). Après les 24h, une filtration est effectuée afin d'avoir un filtrat de chaque extrait.

II. Analyses physico-chimiques du miel seul

Les paramètres physico-chimiques suivants : humidité, brix, pH, conductivité électrique, et HMF sont analysés selon la méthode de **Bogdanov et al. (1997)**.

II.1. Humidité et brix

L'humidité d'un miel est déterminée selon la mesure de l'indice de réfraction qui permet d'établir la teneur en eau. La mesure de cet indice est effectuée comme suit : une goutte de miel à une température de 20 C° est étalée sur la surface du 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 1).

II.2. pH

Une solution aqueuse de miel à 10 % à 20°C est réalisée : 2,5g de miel est dissoute dans 25 ml d'eau distillée afin de déterminer son pH. Le résultat est relevé sur le pH-mètre.

II.3. Conductivité électrique

C'est la mesure à 20 °C de la conductivité électrique d'une solution de miel à 20 % de matière sèche. Une quantité de miel est pesée telle que $M = (5 * 100) / MS$ (où MS est la teneur en matière sèche de miel). Une quantité de 5g de miel est dissoute dans 25 ml d'eau distillée. La cellule du conductimètre est immergée dans la solution de miel, la conductivité est lue sur l'appareil et les résultats sont exprimés en mS / cm.

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

CE : conductivité électrique

A : (la valeur mesurée. 0.032) ($T^\circ - 20 \text{ C}^\circ$).

T° : température ambiante de la mesure (environ 26 à 28 C°).

0.032 : facteur de correction

II.4. Hydroxy-méthyl-furfural (HMF)

L'HMF est un indicateur déterminant la fraîcheur et la qualité d'un miel. Une masse de 5 g de miel est dissoute dans 25 ml d'eau distillée. Un volume de 0,5 ml de la solution de Carrez I (solution d'hexacyanoferrate II de potassium à 15 %) et 0,5 ml de la solution Carrez II (solution d'acétate de zinc à 30 %) sont additionnées. Le mélange est transféré dans une fiole de 50 ml puis le volume est ajusté avec de l'eau distillée. Après filtration, les premiers 10 ml du filtrat sont écartés. Une solution de référence (5 ml de filtrat + 5 ml de solution bisulfite à 0,2%) est préparée pour la solution de miel (5 ml de filtrat + 5 ml d'eau distillée). Après homogénéisation, l'absorbance est lue à 284 nm et à 336 nm et la teneur en HMF est donnée par l'équation suivante :

$$[HMF](\text{mg / kg}) = [(Abs_{284} - Abs_{336}) \times 149,7 \times 5] / w$$

Abs 284 : absorbance à 284 nm.

Abs 336 : absorbance à 336 nm.

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

149,7 : constante

II.5. Couleur

La nuance de couleur de miel est déterminée selon la méthode décrite par (Al *et al.*, 2009). Une quantité de 1 g de miel est dissoute dans 4 ml d'eau distillée. Après homogénéisation, la densité optique est mesurée par spectrophotomètre à 450 nm.

III. Dosage des antioxydants

III.1. Dosage des composés phénoliques totaux

Le dosage des poly phénols totaux des miels est effectué selon la méthode Naithani *et al.* (2006). Le réactif de Folin-Ciocalteu est composé d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMo_{12}O_{40}$). Ces composés sont réduits lors de l'oxydation des phénols donnant des oxydes bleus de tungstène (W_8O_{23}) et de molybdène (Mo_8O_3) (Ribéreau-Gayon *et al.*, 1982).

Le milieu réactionnel contient un mélange de 100 μ l de la solution de miel (2,5g/5ml), 100 μ l du réactif de Folin-Ciocalteu (50%) et 2ml de la solution de carbonate de sodium (Na_2CO_3 , à 2%). Après 30 min à l'abri, l'absorbance est lue à 750nm. L'acide gallique est utilisé comme standard et les résultats sont exprimés en mg équivalents d'acide gallique par 100 gramme de miel (mg EAG/ 100g) (Voir annexe 2).

III.2. Dosage des flavonoïdes

La teneur en flavonoïdes des échantillons est estimée selon la méthode décrite par Al *et al.* (2009). Le milieu réactionnel contient 1000 μ l de la solution de miel (2,5g/5ml) et 300 μ l de nitrite de sodium (5%). Après 5 minutes, un volume équivalent de chlorure d'aluminium (10%) est additionné. Après 6 min, 2ml de soude (1M) y sont ajoutés. L'absorbance est lue à 510 nm. Les résultats sont exprimés en mg équivalents de quercétine par 100g de miel (mg EQ/ 100g) (Voir annexe 2).

IV. Evaluation de l'activité antioxydante

IV.1. Pouvoir réducteur

Le pouvoir réducteur de certains composés peut servir d'indicateur significatif de l'activité antioxydante. Les antioxydants réduisent le fer ferrique (Fe^{3+}) en fer ferreux (Fe^{2+}). Dans ce test, la forme réduite donne une couleur verte dont l'intensité est proportionnelle à l'effet antioxydant, par la réduction de l'ion fer ferrique (Fe^{3+}) (**Canadanovic-Brunet et al., 2014**).

Ce paramètre est déterminé selon **Beretta et al. (2005)**. Une quantité de 500 microlitres de miel (2,5 %) est mélangée avec 500 microlitres de tampon phosphate (0,2M, pH=6,6) et 500 microlitres de potassium hexacyanoferrate (1%).

Un volume de 500 microlitres de l'acide trichloracétique (10%) est ajouté au mélange après son incubation durant 20 min au bain marie à 50 °C. Après cela, 100 microlitres de chlorure ferrique (FeCl_3 , 0,1%) sont additionnés à 500 microlitres du mélange dilué avec 800 microlitres d'eau distillée. Après 10 min, l'absorbance est relevée à 700 nm. Les résultats sont exprimés en mg équivalents d'acide gallique par 100 g de miel (mg EAG/ 100g) (Voir annexe 2).

IV.2. Test du FRAP (Ferric reducing antioxidant power)

Le test de FRAP est l'une des analyses qui permet d'évaluer la capacité antioxydante. En présence des antioxydants, le complexe tripyridyletriazine ferrique (Fe^{3+} -TPTZ) est réduit en sa forme tripyridyletriazine ferreux (Fe^{2+} -TPTZ). Suite à la réaction de réduction, il en résulte une couleur bleue violette avec un maximum d'absorbance à 593 nm (**Alvarez-Suarez et al., 2010**). Un volume de 750 microlitres de la solution de FRAP [300 mM de la solution acétate de sodium, 10 mM de TPTZ dans 40 mM d'HCl et 20 mM de la solution de chlorure de fer ($\text{FeCl}_3, 6\text{H}_2\text{O}$)], est mélangé avec 500 microlitres de la solution de miel (0,1g/ 4 ml). L'absorbance est lue à 593 nm après incubation pendant 5 min à 37°C. Les résultats sont exprimés en mg EAG / 100 g (voir annexe 2).

IV.3. Test du CUPRAC (Cupric reducing antioxidant capacity)

Le test CUPRAC est un indice de capacité antioxydante simple et largement applicable pour les polyphénols alimentaires et les vitamines C et E, en utilisant le réactif cuivre (II) - Néocuproïne [Cu (II) -Nc] comme l'agent oxydant chromogène. Parce que la capacité de réduction des ions cuivre (II) (ou cuivrique) des polyphénols est mesurée.

Cet indicateur est estimé selon la méthode **Apak *et al.* (2004)**. Un volume de 300 microlitres de chlorure de cuivre CuCl_2 (10^{-2}M), est mélangé avec 300 microlitres d'acétate d'ammonium (1M), et 300 microlitres de Néocuproïne ($7,5 \cdot 10^{-3}\text{M}$), plus 150 microlitres de la solution de miel (2,5%) et 150 microlitres d'eau distillée. Après 30 min à l'obscurité, l'absorbance est lue à 450 nm. Les résultats sont exprimés en mg équivalent Trolox par 100 g de miel (Voir annexe 2).

V. Dosage des protéines

La teneur en protéines du miel est déterminée par la méthode d'**Azeredo *et al.* (2003)**. Cette méthode colorimétrique est basée sur l'utilisation de 5 ml de la solution de Bradford qui sont ajoutés à 100 microlitres de la solution de miel préparée à 50 %. Après 2 min, le bleu de coomassie G250 se fixe aux groupements (NH_3^+) des protéines. Cette réaction donne une couleur bleue du milieu réactionnel. L'absorbance est lue à 595 nm. Les résultats sont exprimés en mg équivalents de sérum albumine bovine par 100 g de miel par référence à la courbe d'étalonnage avec la BSA (Bovin Serum Albumin) (voir annexe 2).

VI. Analyses statistiques

Tous les résultats obtenus sont la moyenne des trois essais, le programme Microsoft Office Excel 2007 est utilisé pour calculer les moyennes et les écarts types. Une analyse de la variance (ANOVA) à un facteur suivis du test LSD est appliquée à l'aide du logiciel STATISTICA 5.5, afin de mettre en évidence les différences significatives entre les échantillons analysés et pour déterminer les matrices de corrélation.

Partie II :

Résultats et discussion

Résultats et discussion

I. Analyses physico-chimiques du miel

Les résultats des analyses physico-chimiques du miel seul sont illustrés dans le tableau ci-dessous :

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

	Humidité %	Brix %	CE (mS/ cm)	HMF mg/kg	Couleur (densité optique)	pH
Résultat	17,6 ± 0,01	80,75 ± 0,75	0,613 ± 0,01	0 ± 0	1,012 ± 0,02	4,69 ± 0
Norme	<20		<0.8	<40		3,2-5,5

I.1. Humidité

L'humidité de l'échantillon de miel analysé est de 17,6 %. Cette valeur obtenue indique un degré de maturité et une qualité appropriée qui est conforme aux normes de *Codex Alimentarius* (2001) (≤ 20). La valeur trouvée est un révélateur de la fraîcheur de notre miel qui est récolté en mois de novembre 2019. Cette teneur en eau est semblable à celle trouvée par **Otmani et al. (2019)**, (18%).

Selon certaines études, la variation de la teneur en eau est due à plusieurs facteurs : le climat, l'origine florale, la force des colonies d'abeilles et aux conditions hygrométriques du rucher (**Nandaa et al., 2003 ; Bogdanov et al., 2004 ; Ozcan et al., 2006**).

- **Brix (la teneur en sucres en %)**

Le brix est calculé afin d'estimer le taux de glucides que le miel possède. La valeur indiquée sur le réfractomètre est de 80,75%.

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**).

I.2. pH

La valeur du pH du miel étudié est de 4,69 (tableau II), cette valeur est en accord avec les normes internationales, confirmant ainsi le caractère acide du miel. Cette acidité est principalement due à la composition du miel en acides organiques dont l'acide gluconique (**Mbogning et al., 2011**).

I.3. Conductivité électrique

Le résultat de la conductivité électrique de miel de notre étude est de 0,61 mS / cm (Tableau II). Cette valeur répond à la norme internationale (<0,8). Le résultat obtenu est semblable à ceux donnés par Lazarevic *et al.* (2012) sur l'étude des miels algériens (0,16 à 0,64 mS / cm).

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**). D'où le miel étudié est riche en minéraux. La conductivité électrique déterminée nous renseigne aussi que c'est un miel de nectar.

I.4. Hydroxy-méthyl-furfural (HMF)

L'Hydroxyméthylfurfural est un paramètre primordial pour évaluer la fraîcheur ou le chauffage d'un miel. En effet, sa teneur augmente selon les conditions et la durée du stockage du miel (**Bogdanov, 2011**).

Le résultat d'HMF de l'échantillon de miel analysé révèle une teneur de 0 mg/ kg, (voir tableau II). Cette valeur peut être expliquée par la fraîcheur de ce miel et qui n'a pas subi un chauffage et même les conditions de stockage ont été respectées. Donc ce miel répond énormément en vigueur à la norme internationale qui est <40 mg/ kg.

I.5. Couleur

La couleur d'un miel est principalement liée à sa composition en pigments tels que les caroténoïdes et les flavonoïdes (**Khalil et al., 2012**). L'analyse de la couleur du miel étudié montre que la densité optique est de 1,012 (voir tableau II), ce résultat explique la couleur foncé de ce miel.

Ce paramètre peut être interprété comme un indice fiable de la présence de pigments ayant une activité antioxydante. (**Antony et al., 2000**). En effet, 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**).

II. Dosage des antioxydants

II.1. Polyphénols totaux

Les résultats du dosage des composés phénoliques totaux montrent que le miel seul contient la teneur la plus faible avec 311,18 mg E AG/100g, tandis que les mélanges miel/*Pistacia* (PE et PG) à différentes concentrations (5, 10, 15, et 20 %) présentent des teneurs en CPT élevées qui varient de 926,72 à 1948,72 mg E AG /100 g pour le mélange M/PE, et de 711,38 à 2039,57mg E AG/ 100 g pour le mélange M/PG (figure 2). Et différent tous significativement entre eux. Les mélanges miel/PG à 15 et 20% contiennent plus de composés phénoliques que les mélanges miel/ PE.

Cette différence de concentrations en CPT peut être expliquée par l'ajout de poudres de graines de *Pistacia* qui sont connues par leur richesse en ces composés (Vaya et Mahmood, 2006 ; Mezni *et al.*, 2018). Le traitement thermique des graines pourrait libérer plus de composés phénoliques liés à des glucosides ou protéines dans les mélanges.

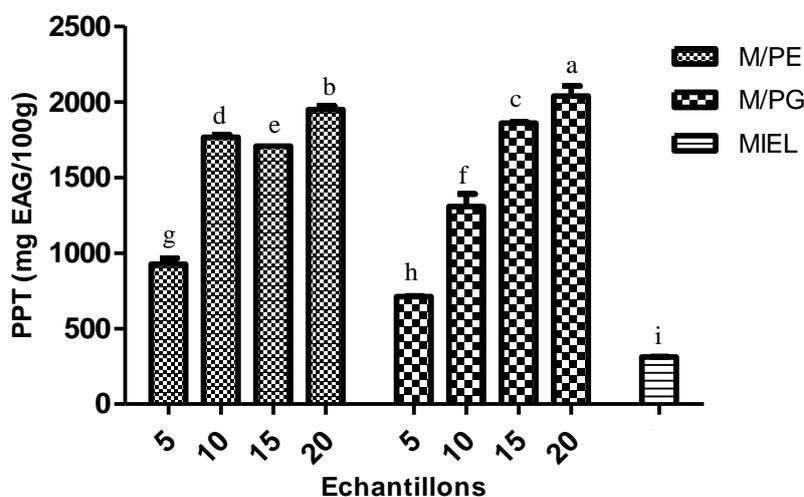


Figure 2 : Teneurs en polyphénols totaux du miel et des mélanges analysés.

-Des lettres différentes indiquent qu'il existe des différences significatives ($P < 0,05$).

-Les barres verticales représentent les écart-types.

II.2. Flavonoïdes

Les résultats du dosage des flavonoïdes révèlent que le miel seul possède la teneur la plus faible avec 79,06 mg E QR/100g, alors que les mélanges miel/*Pistacia* (PE et PG) à différentes

concentrations (5, 10, 15, et 20 %) présentent des teneurs en flavonoïdes plus élevées qui varient de 365,54 à 779,26 mg E QR /100 g pour les mélanges M/PE, et de 171,00 à 1014,18 mg E QR/ 100 g pour les mélanges M/PG (figure 3). Les mélanges M/PG à 15 et 20% contiennent plus de flavonoïdes que les autres mélanges et miel seul. La différence des teneurs en flavonoïdes peut être expliquée par l'ajout de poudres des baies de *Pistacia* qui ont une très forte teneur en flavonoïdes (Arab *et al.*, 2014).

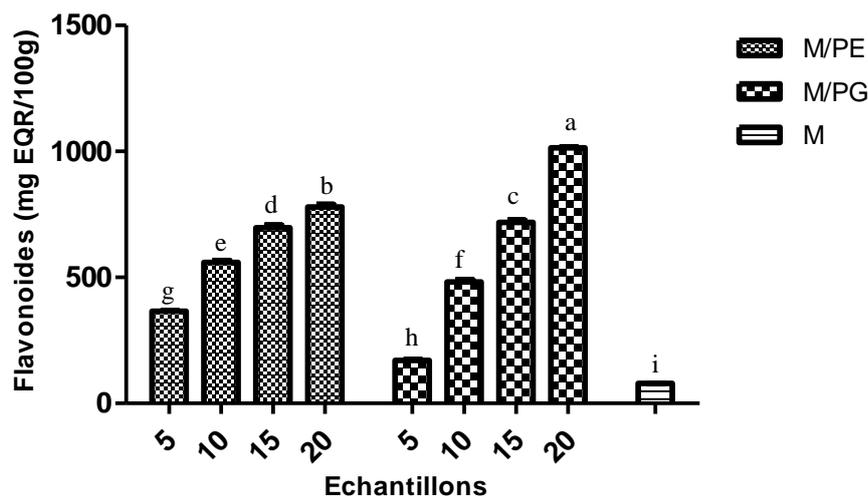


Figure 3 : Teneurs en flavonoïdes du miel et des mélanges analysés.

- Des lettres différentes indiquent qu'il existe des différences significatives ($P < 0,05$).
- Les barres verticales représentent les écart-types.

III. Evaluation de l'activité antioxydante

III.1. Pouvoir réducteur

Le pouvoir réducteur du miel seul analysé est de 70,81 mg EAG/100 g par contre celui des mélanges effectués miel/ *Pistacia* (PE et PG) à différentes concentrations (5, 10, 15, et 20 %) est plus important, les valeurs oscillent entre 115,00 à 290,91 mg EAG/100 g pour le mélange M/PE et de 107,26 à 290,91 mg EAG/100 g pour le mélange M/PG (figure 4). Le pouvoir réducteur, augmente significativement au fur et à mesure que la concentration de l'échantillon augmente dans chaque mélange.

L'analyse statistique a montré qu'il existe des corrélations très hautement significatives entre le pouvoir réducteur et les polyphénols totaux ($r = 0,89$) et les flavonoïdes ($r = 0,92$) (voir annexe 3).

Cette différence d'activité réductrice ne peut être expliquée que par la richesse en composés phytochimiques (composés phénoliques, caroténoïdes ...) contenus dans les fruits de *Pistacia lentiscus* car l'activité antioxydante est liée à la teneur en composés phénoliques, au type de phénols présents (Behammou *et al.*, 2008).

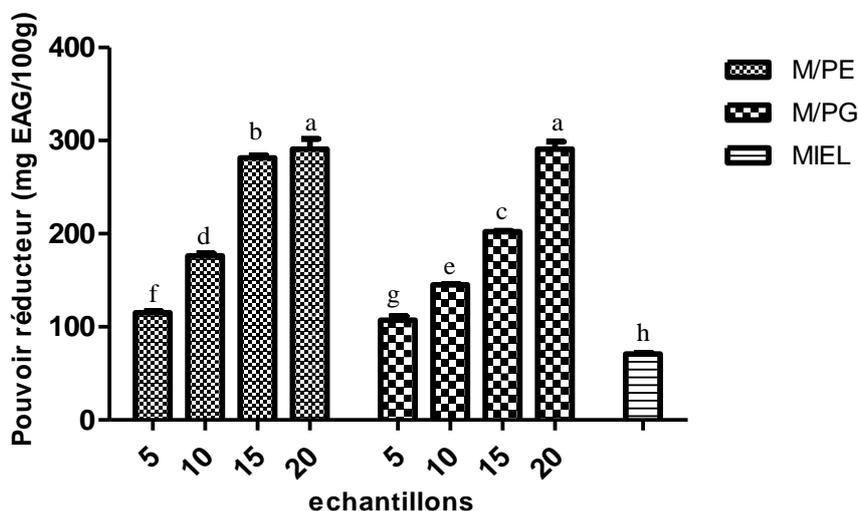


Figure 4 : Pouvoir réducteur du miel analysé et des mélanges.

- Des lettres différentes indiquent qu'il existe des différences significatives ($P < 0,05$).
- Les barres verticales représentent les écart-types.

III.2. Test du FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power)

Les résultats de la capacité à réduire le fer ferrique en fer ferreux montrent que le miel seul exerce une faible capacité de réduction (86,07 mg EAG/100g), et ne présente aucune différence significative par rapport à l'échantillon M/PG (5%). Le mélange M/PE présente une capacité importante de réduire le fer ferrique qui varie de 213,32 à 467,66 mg EAG/100g, par rapport au mélange M/PG a donné une capacité réductrice de fer ferrique moins importante qui va de 91,86 à 406,85 mg EAG/100g. (Voir figure 5).

Ce résultat montre clairement que les échantillons avec la poudre séchée entière réduisent mieux le fer que les échantillons avec la poudre grillée. Les composés phénoliques de cette dernière poudre pourraient être détruits avec la chaleur subie.

La matrice de corrélation (Annexe 3) a montré qu'il existe une corrélation très hautement significative entre les PPT et le FRAP ($r = 0,89$) et entre les flavonoïdes et ce même test ($r = 0,88$).

Cette différence d'activité réductrice ne peut être expliquée que par la richesse des fruits de *Pistacia* en substances bioactives, Ces métabolites secondaires manifestent des activités antioxydantes et anti-radicalaires, qui seraient à l'origine de la réduction de risques de développement de diverses maladies (Benhammou *et al.*, 2008; Atmani *et al.*, 2009).

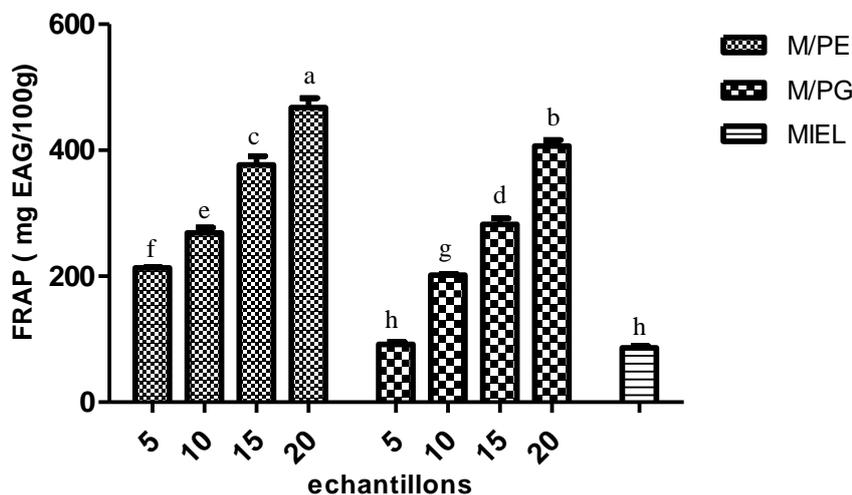


Figure 5 : Potentiel FRAP des échantillons analysés.

-Des lettres différentes indiquent qu'il existe des différences significatives ($P < 0,05$).

-Les barres verticales représentent les écart-types

III.3. Test du CUPRAC (Cupric reducing antioxidant capacity)

Les résultats de la capacité de réduction par la méthode CUPRAC montrent que le miel seul exerce une très faible capacité de réduction (3,60 mg E Trolox/100g), tandis que le mélange M/PE présente une capacité antioxydante plus importante que les autres échantillons, et varie de 200,72 à 533,07 mg E Trolox /100g, et le mélange M/PG a donné une capacité réductrice moins importante qui oscille entre 73,35 à 523,25 mg E Trolox /100g (Voir figure 6). La matrice de corrélation (Annexe 3) a montré qu'il existe une corrélation très hautement significative entre les PPT et le CUPRAC ($r = 0,90$) et entre les flavonoïdes et ce même test ($r = 0,91$).

Cette différence d'activité réductrice entre le miel seul et les mélanges (miel/ *Pistacia*) ne peut être expliquée que par l'apport significatif de la poudre des baies de *Pistacia*, qui est une espèce très riches en composés phénoliques (Bammou *et al.*, 2015).

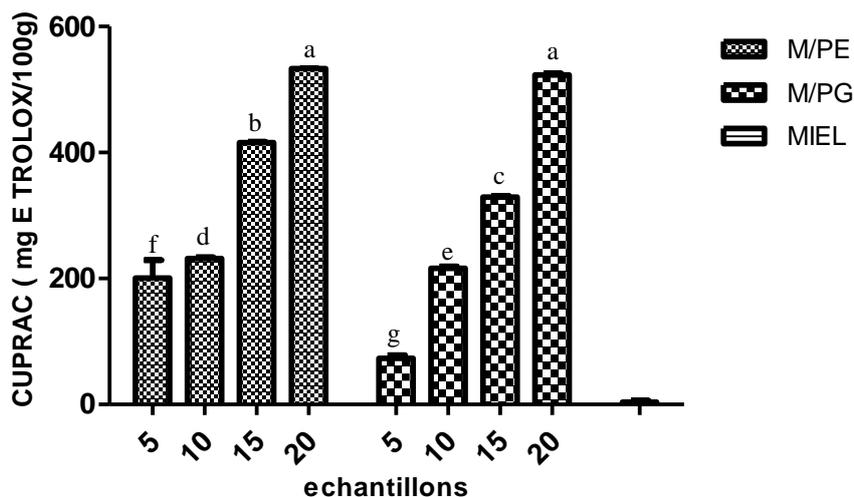


Figure 6 : Potentiel CUPRAC des échantillons analysés.

- Des lettres différentes indiquent qu'il existe des différences significatives ($P < 0,05$).
- Les barres verticales représentent les écart-types.

IV. Dosage des protéines

Les protéines du miel sont généralement des peptones, albumine, des globulines et des nucléoprotéines (**Bonté et Desmoulière, 2013**).

Les résultats des protéines montrent que le miel seul contient 142,63 mg EBSA/100g, tandis que les mélanges miel/*Pistacia* (PE et PG) à différentes concentrations (5, 10, 15, et 20 %) présentent des teneurs en protéines qui varient de 124,44 à 323,31 mg E BSA/100 g pour le mélange M/PE, et de 137,44 à 332,84 mg E BSA/ 100 g pour le mélange M/PG, (figure 7).

Les échantillons, miel seul et mélanges M/PE et M/PG à 5% ne présentent aucune différence significative en termes de teneur en protéines. L'ajout de la poudre à 10% augmente significativement le taux de protéines. Il en est de même pour les échantillons de 15 et 20% qui ne présentaient aucune différence significative entre eux.

Cette différence de teneurs en protéines est peut-être dû principalement à l'ajout de la poudre des baies de *Pistacia*, une étude antérieure qui a été faite par **Hamad et ses collaborateurs (2011)** ont montré que les protéines représentent 5% du poids des fruits de *Pistacia lentiscus*.

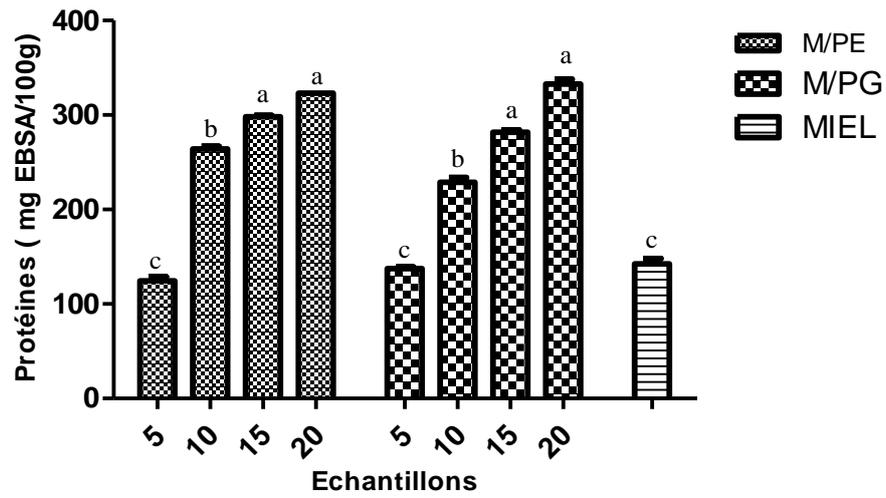


Figure 7 : Teneurs en protéines du miel et des mélanges analysés.

- Des lettres différentes indiquent qu'il existe des différences significatives ($P < 0,05$).
- Les barres verticales représentent les écart-types.

Conclusion

Conclusion

Le présent travail a montré que le miel reste toujours une source alimentaire riche en molécules actives qui est utilisé comme un élixir depuis l'Antiquité, d'ailleurs notre miel répond aux normes internationales de point de vue qualité ; mais notre étude dont l'objectif est de rajouter la poudre des baies de *Pistacia lentiscus* au miel pour évaluer l'activité antioxydante du mélange.

En effet, ce composé nous a permis d'obtenir un produit très riche en composés phénoliques, les mélanges miel/poudre des baies de *Pistacia* grillée (15 et 20%) sont plus riches que les mélanges miel/poudre des baies de *Pistacia* entière, dont les teneurs sont 1859,57 et 2039,57 mg EAG/100g pour les PPT respectivement, 718,68 et 1014,18 mg EQR/100g pour les flavonoïdes.

De même que l'activité antioxydante qui est déterminée par le pouvoir réducteur, le test FRAP et le test CUPRAC, nous est apparu très significative, du fait de la présence abondante des polyphénols totaux. Contrairement aux résultats du dosage des antioxydants, l'activité antioxydante est plus intense dans les mélanges miel/poudre des baies de *Pistacia* entière dont les valeurs du test CUPRAC oscillent de 200,72 à 533,07 mg E Trolox/100g.

Nos résultats obtenus sur l'étude du mélange miel/ *Pistacia* nous a permis de déceler une quantité importante en antioxydants ce qui laisse à dire que l'activité antioxydante de ce produit est meilleure. En effet, le mélange miel/poudre des baies de *Pistacia* entière est meilleur que l'autre mélange.

Il serait intéressant de réaliser ce que nous avons accompli comme travail d'évaluation d'activité antioxydante sur les différents stades de maturation des fruits de *Pistacia lentiscus*, aussi il est utile d'évaluer d'autres propriétés biologiques comme l'activité anti inflammatoire et cicatrisante.

Références
bibliographiques

Références bibliographiques

A

- **Aurongzeb, M., & Azim, M. K. (2011).** Antimicrobial properties of natural honey: A review of literature. *Pakistan Journal of Biochemistry & Molecular Biology*, 44, 118-124.
- **Abeshu, M. A., & Geleta, B. (2016).** Medicinal uses of honey. *Biology and Medicine*, 8, 1-7.
- **Akbari, B., Gharanfoli, F., Khayyat, M. H., Khashyarmanesh, Z., Rezaee, R., & Karimi, G. (2012).** Determination of heavy metals in different honey brands from Iranian markets. *Food Additives and Contaminants: Part B*, 5(2), 105-111.
- **Alvarez-Suarez, Jose M., Tulipani, S., Diaz, D., Estevez, Y., Romandini, S., Giampieri, F., & Battino, M. (2010).** Antioxydant and antimicrobial capacity of several monofloral Cuban honeys and their correlation with color, polyphenol content and other chemical compounds. *Food and Chemical Toxicology*, 48(9), 2490-2499.
- **Amir, Y., Yesli A., Bengana M., Sadoudi, R., & Amrouche, T. (2010).** Physico-chemical and microbiological assessment of honey from Algeria. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 9, 1485-1494.
- **Ansari, S.H., Nahida, A., & Siddiqui, A. N. (2012).** *Pistacia lentiscus*: a review on phytochemistry and pharmacological properties. *Int J Pharm Pharm Sci*, 4(4), 1620.
- **Arab, K., Bouchenak, O. & Yahiaoui, K. (2014).** Phytochemical Study and Evaluation of the Antimicrobial and Antioxidant Activity of Essential Oils and Phenolic Compounds of *Pistacia Lentiscus*. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 6, 77-91.

- **Atmani, D., Chafer, N., Berboucha, M., Ayouni, K., Lounis, H., Boudaoud, H., Debbache, N. & Atmani D. (2009).** Antioxidant capacity and phenol content of selected Algerian medicinal plants. *Food Chemistry*, 112(2), 303–309.
- **Azeredo, L. D. C., Azeredo, M. A. A., De Souza, S. R. & Dutra, V. M. L. (2003).** Protein content and physicochemical properties in honey samples of *Apis Mellifera* of different floral origins. *Food Chemistry*, 80, 249–254.
- **Al, M.L., Daniel, D., Moise, A., Bobis, O., Laslo, L., & Bogdanov, S. (2009).** Physico-chemical and bioactive properties of different floral origin honeys from Romania. *Food Chemistry*, 112, 863-867.
- **Al-Mamary, M., Al-Meeri, A., & Al-Habori, M. (2002).** Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey. *Nutrition research*, 22(9), p1041-1047.
- **Al-Habbal, J.M., Al-Habbal, Z. & Umer Huwez, F. (1984).** A Double-Blind Controlled Clinical Trial of Mastic and Placebo in the Treatment of Duodenal Ulcer. *Clinical and experimental pharmacology and physiology*, 11, 541-544.
- **Amessis-Ouchemoukh, N., Madani, K., Falé, L.V.P., Serralheiro, M.L., Araújo, M.E.M., 2014.** Antioxidant capacity and phenolic contents of some Mediterranean medicinal plants and their potential role in the inhibition of cyclooxygenase-1 and acetylcholinesterase activities. *Industrial Crops and Products* 53, 6-15.

B

- **Bogdanov, S., Jurendic, T., Sieber, R., & Gallmann P (2008).** Honey for nutrition and health. *Journal of the American College of Nutrition*, 27(6), 677-89.
- **Bonté, F., & Desmoulière, A. (2013).** Le miel : origine et composition. *Actualités pharmaceutiques*, 52(531), 18-21.

- **Ballot-Flurin, C. (2010).** Les fondements de la santé par les abeilles : l'apithérapie. *Les bienfaits de l'apithérapie*, 36268, 1-162.
- **Bogdanov, S., Bieri, K., Figar, M., Figueiredo, V., Iff D., Känzig, A., Stöckli, H. & Zürche, K. (1995).** Miel : définition et directives pour l'analyse et l'appréciation. *Centre Suisse de Recherches Apicoles*, 1-26.
- **Bogdanov, S., Ruoff, K., & Oddo, L. P. (2004).** Physico-chemical methods for the characterisation of unifloral honeys, a review. *Apidologie*, 35(1), 4-17.
- **Bogdanov, S., Lüllmann, C., Martin, P., von der Ohe, W., Russmann, H., Vorwohl, G., & Flamini, C. (1999).** Honey quality and international regulatory standards, review by the International Honey Commission. *Bee world*, 80(2), 61-69.
- **Botineau, M. (2015).** *Guide des plantes à fruits charnus comestibles et toxiques*. Paris : Lavoisier, 174p.
- **Bellakhder, J. (1997).** La pharmacopée marocaine traditionnelle médecine, Médecine arabe ancienne et savoirs populaires. Casablanca : *Le fenec*. 764 p.
- **Bellakhdar, J. (2003).** Le Maghreb à travers ses plantes : Plantes, productions végétales et traditions au Maghreb. *Editions Le Fennec*.
- **Bammou, M., Daoudi, A., Slimani, I., Najem, M., Bouiamrine, E.H., Ibijbijen, J. & Nassiri, L. (2015).** Valorisation du lentisque «*Pistacia lentiscus L.*» : Étude ethnobotanique, Screening phytochimique et pouvoir antibactérien. *Journal of Applied Biosciences*, 86, 7966-7975.
- **Benhammou, N., Bekkara, F.A. & Panovska, T.K. (2008).** Antioxidant and antimicrobial activities of the *Pistacia lentiscus* and *Pistacia atlantica* extracts. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 2,22-28.

- **Berger, M. M. (2006).** Manipulations nutritionnelles du stress oxydant : état des connaissances. *Nutrition Clinique et Métabolisme*, 20, 48-53.
- **Bruneton, J., (2009).** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. *Technique et Documentation Lavoisier, Paris*, 915 p.
- **Bruneau, E. 2002.** Le miel. In «Le Traité Rustica de l'Apiculture». Edition Rustica, 354-364.
- **Bogdanov, S., Martin, P., Lüllman, C., Borneck, R., Morlot, M., Heritier, J., Vorwohl, G., Russmann, H., Persano-Oddo, L., Sabatini, A. G., Marcazzan, G. L., Marioleas, P., Tsigouri, A., Kerkvliet, J., Ortiz, A. & Ivanov, T. (1997).** Harmonised Methods of The European Honey Commission. *Apidologie* (extra issue), 1–59.
- **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*, 553, 185-191.
- **Bertoncelj, J., Doberšek, U., Jamnik, M. & Golob T. (2007).** Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and color of Slovenian honey. *Food Chemistry*, 105 (2), 822-828.

C

- **Codex Alimentarius (2001).** Revised codex standard for honey. *Revue*, 12, 1-7.
- **Castola, V., Bighelli, A., & Casanova, J. (2000).** Intraspecific chemical variability of the essential oil of *Pistacia lentiscus L.* from Corsica. *Biochemical Systematics and Ecology*, 28(1), 79-88.
- **Camarda, I., & Valsecchi, F. (1983).** In Alberie arbusti spontanei della Sardegna; Tipografia Editrice Gallizzi: Sassari, *Italy*, 299-300.

- **Canadanovic- Brunet, J., Cetkovic, G., Saponjac, V. T., Stajcic, S., Vulic, J., Djilas, & Popovic, 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.
- **Commission Européenne, (2002).** Directive 2001/110/EC du 20 décembre 2001 relative au miel. *Journal Officiel des Communautés Européennes*, L10, 47-52.
- **Cortopassi-Laurino, M. & Gelli, D.S. (1991).** Analyse pollinique, propriétés physico-chimiques et action antibactérienne des miels d’abeilles africanisées *Apis mellifera* et de Méliponinés du Brésil. *Apidologie*, 22, 61-73.
- **Chernetsova, E. S., & Morlock, G. E. (2012).** Assessing the capabilities of direct analysis in real time mass spectrometry for 5-hydroxymethylfurfural quantitation in honey. *International Journal of Mass Spectrometry*, 314, 22-32.

D

- **Darrigol, J.L. 1979.** L’abeille. In «Le miel pour votre santé». *Edition Dangles*, 11-34.
- **Doukas, C. (2003).** Cosmetics that contain mastic gum and mastic oil. *Journal of Biological and chemical Chronicles*, 12, 36-39.
- **Das, A., Datta, S., Mukherjee, S., Bose, S., Ghosh, S., & Dhar, P. (2015).** Evaluation of antioxidative, antibacterial and probiotic growth stimulatory activities of *Sesamum indicum* honey containing phenolic compounds and lignans. *LWT-Food Science and Technology*, 61(1), 244-250.

- **Delille, L. (2007).** Les plantes médicinales d'Algérie. ALGER BERTI editions, 240p.

E

- **Esta, M., Panfili, G., Macroni, E. & Trivisonno, M. C. (1996).** Valorization of the honeys from the Molise region through physico-chemical, organoleptic and nutritional assessment. *Food Chemistry*, 58 (1-2), 125-128.

F

- **Feás, X., Pires, J., Iglesias, A. & Estevinho, M.L. (2010).** Characterization of artisanal honey produced on the northwest of Portugal by melissopalynological and physico-chemical data. *Food and Chemical Toxicology*, 48, 3462-3470.

G

- **Gharaei, R., Akrami, H., Heidari, S., Asadi, MH. & Jalili, A. (2013).** The suppression effect of *Ferula gummosa* Boiss. Extracts on cell proliferation through apoptosis induction in gastric cancer cell line. *European Journal of Integrative Medicine*, 5, 241–7.
- **Gupta, R., Goyal, R., Bhattacharya, S., & Dhar, KL. (2015).** Antioxidative in vitro and antiosteoporotic activities of *Prinse pialtilis* Royle in female rats. *European Journal of Integrative Medicine*, 7, 157–63.
- **Gianelli-Barra, M. P., Ponce-Diaz, M. C., & Venegas-Gallegos, C. (2010).** Volatile compounds in honey produced in the central valley of Nuble province, Chile. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 70(1).
- **Gonnet, M. (1982).** Le miel : composition, propriétés, conservation. *INRA station expérimentale d'apiculture*, 1-18.

H

- **Hamad, H., Hasan, Ibrahim, H., Habib, Mariam, H., Gonaid, & Mojahidul. (2011).** Comparative phytochemical and antimicrobial investigation of some plants growing in al jabal al-akhdar, *The Journal of Natural Product and Plant Resources*, 1 (1), 15-23.
- **Hoyet, C. (2005).** Le miel : de la source à la thérapeutique. *Thèse d'Etat, Université Henri Poincaré-Nancy 1*, 87p.
- **Hossen, Md. S., Ali, Md. Y., Jahurul, M. H. A., Abdel-Daim, M. M., Gan, S. H., & Khalil, Md. I. (2017).** Beneficial roles of honey polyphenols against some human degenerative diseases: A review. *Pharmacological Reports*, 69(6), 1194-1205.
- **Huchet, E., Julie, C. & Laurent, G. (1996).** Les constituants chimiques du miel. *Science et Medecine*, 4, 1-7.

I

- **Idris, Y. M. A., Mariod, A. A., & Hamad, S. I. (2011).** Physicochemical properties, phenolic contents and antioxidant activity of Sudanese honey. *International Journal of Food Properties*, 14(2), 450-458.
- **Issad, F. Z, Fernandes, I. P. G., Enache, T. A, Mouats, C., & Oliveira-Brett, A.M. (2018).** Honey and pollen phenolic composition, antioxidant capacity, and DNA protecting properties. *Electroanalysis*, 30, 1-9.

J

- **Janakat, S., & Al-Merie, H. (2002).** Evaluation of hepatoprotective effect of Pistacia lentiscus, Phillyrea latifolia and Nicotiana glauca. *Journal of Ethnopharmacology*, 83(1), 135-138.

- **Jean-Prost, P. (2005).** Apiculture : Connaitre l'abeille, Conduire Le Rucher (7^{ème} édition). *Edition Technique et documentation*, 379-419.
- **Judde, A. (2004).** Prévention de l'oxydation des acides gras dans un produit cosmétique : Mécanismes, conséquences, moyens de mesure, quels antioxydants pour quelles applications. *Oléagineux, Corps gras, Lipides*, 11 (6), 414-418.

K

- **Kast, C. (2014).** Comment maitriser la teneur en eau du miel ? *Revue suisse d'apiculture*, 8, 24-27.
- **Khalil, Md. L., Moniruzzaman, M., Boukraa, L., Benhanifia, M., Islam, Md. A., Islam, Md. N., Gan, S. H. (2012).** Physicochemical and antioxidant properties of Algerian honey. *Molecules*, 17(9), 11199-11215.
- **Kordali, S., Cakir, A., Zengin, H. & Duru, M.E. (2003).** Antifungal activities of the leaves of three *Pistacia* species grown in Turkey. *Fitoterapia*, 74, 164-167.

L

- **Lachman, J., Koliňová, D., Miholová, D., Kořata, J., Titěra, D. & Kult, K. (2007).** Analysis of minority honey components: Possible use for the evaluation of honey quality. *Food Chemistry*, 101, 973-979.
- **Lazaridou, Athina, Biliaderis, Costas, G., Bacandritsos, Nicolaos, Sabatini Anna Gloria. (2004).** Composition, thermal and rheological behavior of selected Greek honeys. *Journal of Food Engineering*, Volume 64, Issue 1, 9-21.
- **Lequeux, R., & Bruneau, E. (2009).** Guide des bonnes pratiques Apicoles. Edition Louvain-la-Neuve, 3, 4-78.

- **LeBlanc, W.B., Davis, O.K., Boue, S., Delucca, A. & Deeby, T. (2009).** Antioxidant activity of Sonoran Desert bee pollen. *Food chemistry*, 115, 1299-1305.
- **Lepage, J. (1990).** Le miel. In «Les bienfaits de la ruche ». *Edition Equilibres*, 9-14.
- **Ljubuncic, P., Song H., Cogan, U., Azaizeh, H. & Bomzon, A. (2005).** The effects of aqueous extracts prepared from the leaves of *Pistacia lentiscus* in experimental liver disease. *Journal of Ethnopharmacology*, 100, 198-204.
- **Lobreau-Callen, D., Clément, M-C. & Marmion, V. (1999).** Les miels. In «Techniques de l'ingénieur », 1-20.
- **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(3), 360-364.
- **Lodi, G. (1975).** In *Piante officinali Italiane: Edagricole: Bologna, Italy*, 202-203.
- **Louveaux J. (1985).** Les produits du rucher. In «Les abeilles et leur élevage», 165–199.

M

- **Macheix, J.J., Fleuriet, A. & Jay- Allemand, C. (2005).** Les composés phénoliques des Végétaux : un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. *Lausanne : Presses Polytechniques et Universitaires Romandes*, 192.
- **Mbogning, E., Tchoumboue, J., Damesse, F., Sobze, M. S., & Canini, A. (2011).** Caractéristiques physicochimiques des miels de la zone Soudano-guinéenne de l'ouest et de l'Adamaoua Cameroun. *Tropicultura*, 29(3), 168-1758.

- **Mezni, F., Maaroufi, A., Msallem, M., Boussaid, M., Khouja, M. L., & Khaldi, A. (2012).** Fatty acid composition, antioxidant and antibacterial activities of *Pistacia lentiscus* L. fruit oils. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(39), 5266-5271.
- **Mehenni, C., Atmani-Kilani, D., Dumarcay, S., Perrin, D., Gérardin, P. & Atmani D. (2016).** Hepatoprotective and antidiabetic effects of *Pistacia lentiscus* leaf and fruit extracts. *Journal of food and drug analysis*, 24, 653- 669.
- **Meda, A., Lamien, C. E., Romito, M., Millogo, J. & Nacoulma, O. G. (2005).** Determination of total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Faso honey, as well as their radical scavenging activity. *Food Chemistry*, 91, 571–577.
- **Mouhoubi, Z., & Aissani, D. (2007).** Stability of the Inventory-Backorder Process in the (R; S) Inventory/Production Model. *Pliska Studia Mathematica Bulgarica*, 18(1), 255-270.
- **Mohamad-Zaid, S. S., Sulaiman, S.A., Othman, N. H., Soelaiman, I. N., Shuid, A. N., Mohamad, N. L., & Muhamad, N. (2012).** Protective effects of Tualang honey on bone structure in experimental postmenopausal rats. *Clinics*, 67(7), 779-784.
- **Moilanen, J., Karonen, M., Tahtinen, P., Jacquet, R., Quideau, S., & Salminen, J. P. (2016).** Biological activity of ellagitannins: effects as anti-oxidants, pro-oxidants and metal chelators. *Phytochemistry*, 125, 65-72.
- **Moniruzzaman, M., Yung An, C., Rao, P. V., Hawlader, M. N. I., Azlan, S. A. B. M., Sulaiman, S. A., & Gan, S. H. (2014).** Identification of phenolic acids and flavonoids in monofloral honey from Bangladesh by high performance liquid chromatography, determination of antioxidant capacity. *BioMed research international*, 2014, 737490.

N

- **Naithani, V., Nair, S. & Kakkar, P. (2006).** Decline in antioxidant capacity of Indian herbal teas during storage and its relation to phenolic content. *Food Research International*, 39, 176-181.
- **Nzeako, B.C. & Hamdi, J. (2000).** Antimicrobial potential of honey on some microbial isolates. *Medical Sciences*, 2, 75-79.

O

- **Oryan, A., Alemzadeh, E., & Moshiri, A. (2016).** Biological properties and therapeutic activities of honey in wound healing: A narrative review and meta-analysis. *Journal of tissue viability*, 25(2), 98-118.
- **Ouchemoukh, S. (2012).** Caractérisation physico-chimique, profils polliniques, glucidiques et phénoliques et activités antioxydantes de miels Algériens. Thèse Doctorat, Biochimie. Université Abderrahmane Mira de Bejaia, 162p.
- **Ojeda de Rodriguez, G., Sulbaran de Ferrer, B., Ferrer, A., & Rodriguez, B. (2004).** Characterization of honey produced in Venezuela. *Food Chemistry*, 84(4), 499-502.
- **Oroian, M., & Ropciuc, S. (2017).** Honey authentication based on physicochemical parameters and phenolic compounds. *Computers and Electronics in Agriculture*, 138, 148-156.

P

- **Palevitch, D. & Yaniv, Z. (2000).** Medicinal plants of the Holy Land. *Modan Publishing House*, 104, 266-269.

- **Petretto, G. L., Tuberoso, C. I. G., Fenu, M. A., Rourke, J. P., Belhaj, O., & Pintore, G. (2017).** Antioxidant activity, Color chromaticity coordinates, and chemical characterization of monofloral honeys from Morocco. *International Journal of Food Properties*, 20(9), 2016-2027.
- **Pita-Calvo, C., & Vazquez, M. (2017).** Differences between honeydew and blossom honeys: A review. *Trends in food science & technology*, 59, 79-87.

R

- **Rani, V., Deep, G., Singh, R. K., Palle, K., & Yadav, U. C. S. (2016).** Oxidative stress and metabolic disorders: pathogenesis and therapeutic strategies. *Life Sciences*, 148, 183-193.
- **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 *Pistacialentiscus* (Anacardiaceae) leaf and fruit extracts. *European Journal of Integrative Medicine*, 7(3), 274-286.
- **Ricordel, J., & Bonmatin, J.M. (2003).** Les vertus du miel dans les thériaques selon les médecins arabo-musulmans (IXe-XIIIe s.). *Revue d'histoire de la pharmacie*, 337, 21-28.
- **Richter, G., (1993).** Métabolisme des végétaux : Physiologie et biochimie. *Edition Presses Polytechniques et Universitaires Romandes*, 318-338.
- **Ribéreau-Gayon, J., Peynaud, E., Sudraud, P. & Ribéreau-Gayon, P. (1982).** Composés Phénoliques. In «Traité d'oenologie, sciences et techniques du vin ». *Edition Dunod*, 477- 499.

S

- **Schivre, E. (2006).** L'abeille, ses produits de sécrétion et leurs utilisations thérapeutiques. *Thèse de Doctorat*. Université de Nancy, 73 p.
- **Sivasubramaniam, L. (2005).** Medicinal properties of liquid gold: Honey. www.Pharmainfo.net.

T

- **Trabelsi, H., Aicha, O., Sakouhi, CF., Villeneuve, P., Renaud, J., & Barouh, N. (2012).** Al.Total lipid content, fatty acids and 4-desmethylsterols accumulation in developing fruit of *Pistacia lentiscus* L. growing wild in Tunisia. *Food Chemistry*, 131, 434–440.
- **Terrab, A., González, A. G., Díez, M. J. & Heredia, F. J. (2002).** Characterization of Moroccan unifloral honeys using multivariate analysis. *Food Chemistry*, 79, 373-379.

V

- **Vaya, J. & Mahmood, S. (2006).** Flavonoid content in leaf extracts of the fig (*Ficus carica* L.), carob (*Ceratonia siliqua* L.) and pistachio (*Pistacia lentiscus* L.). *Biofactors*, 28, 169-175.
- **Vaissiere, B. (2002).** Abeille et pollinisation. *Le courrier de la nature spéciale abeille*, 196, 24-27.
- **Villar, A., Sanz, M.J. & Paya, M. (1987).** Hypotensive effect of *Pistacia lentiscus* L. *International Journal of Crude Drug Research*, 25(1), 1-3.

W

- **Werner, A., & Laccourreye, O. (2011).** Honey in otorhinolaryngology: when, why and how? *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck diseases*, 128, 133-137.

Y

- **Yao, L. K., Razak, S. L. A., Ismail, N., Fai, N. C., Asyraf, M. H., Asgar, & Jubri, Z. (2011).** Malaysian gelam honey reduces oxidative damage and modulates antioxidant enzyme activities in young and middle aged rats. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(23), 5618-5625.
- **Yao, L., Bhandari, B. R., Datta, N., Singanusong, R., & D'Arcy, B. R. (2003).** Crystallization and moisture sorption properties of selected Australian unifloral honeys. *Journal of the science of food and Agriculture*, 83(9), 884-888.

Z

- **Zrira, S., Elamarani, A., Benjlali, B. (2003).** Chemical composition of the essential oil of *Pistacia lentiscus* L. from Morocco-a seasonal variation. *Flavour Fragrance Journal*, 18, 475-480.

Annexes

Annexe 1 : 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	1,4830	21,4
1,4982	15,4	1,4825	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		

Annexe 2 : Courbes d'étalonnages.

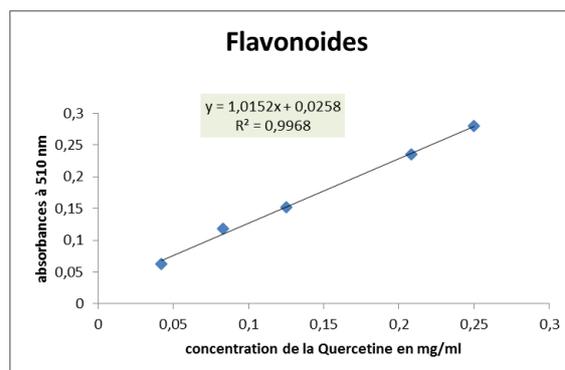
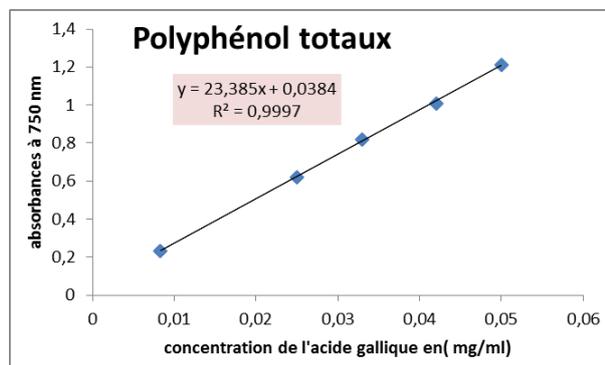


Figure 1 : Courbe d'étalonnage des phénols **figure 2 :** Courbe d'étalonnage des flavonoïdes

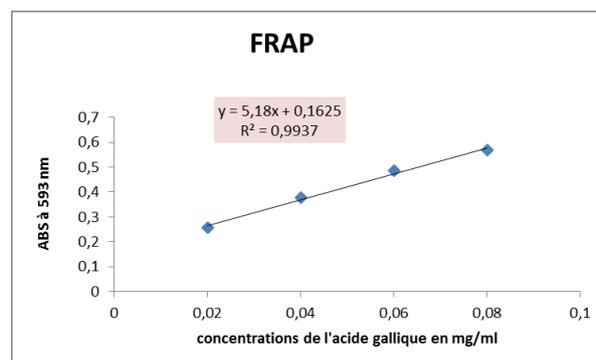
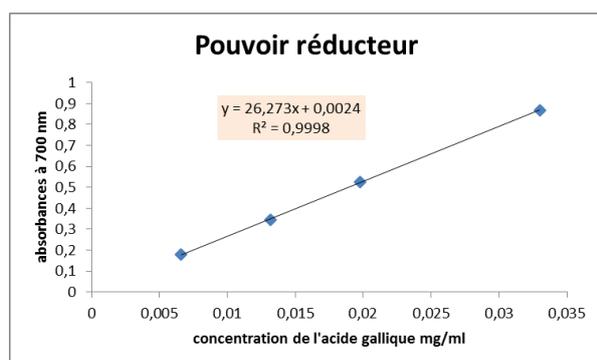


Figure 3 : Courbe d'étalonnage du pouvoir Réducteur **figure 4 :** Courbe d'étalonnage du test FRAP

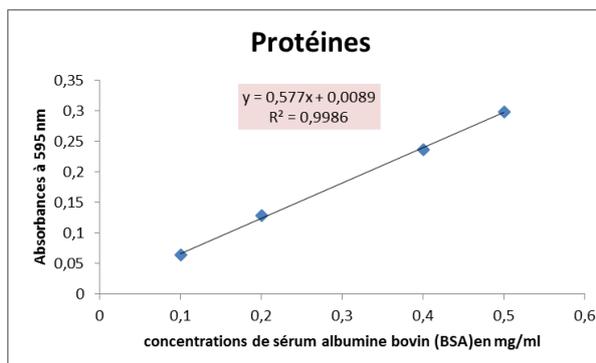
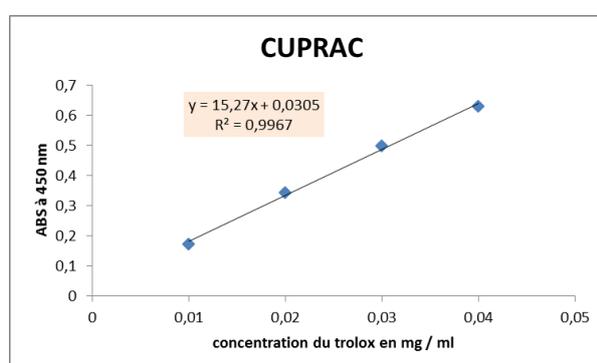


Figure 5 : Courbe d'étalonnage du test CUPRAC **figure 6 :** Courbe d'étalonnage des protéines

Annexe 3 : Matrices de corrélations

Corrélations (new.sta)						
Suite... Corrélations significatives marquées à $p < ,05000$ N=27 (Suppression des observ. à VM)						
Variable	PPT	FLAV	CUPRAC	FRAP	PR	PROTEINS
PPT	1,00	,89	,90	,89	,89	,91
FLAV	,89	1,00	,91	,88	,92	,82
CUPRAC	,90	,91	1,00	,98	,97	,82
FRAP	,89	,88	,98	1,00	,96	,82
PR	,89	,92	,97	,96	1,00	,84
PROTEINS	,91	,82	,82	,82	,84	1,00

Corrélations (new.sta)						
Suite... Corrélations significatives marquées à $p < ,01000$ N=27 (Suppression des observ. à VM)						
Variable	PPT	FLAV	CUPRAC	FRAP	PR	PROTEINS
PPT	1,00	,89	,90	,89	,89	,91
FLAV	,89	1,00	,91	,88	,92	,82
CUPRAC	,90	,91	1,00	,98	,97	,82
FRAP	,89	,88	,98	1,00	,96	,82
PR	,89	,92	,97	,96	1,00	,84
PROTEINS	,91	,82	,82	,82	,84	1,00

Corrélations (new.sta)						
Suite... Corrélations significatives marquées à $p < ,00100$ N=27 (Suppression des observ. à VM)						
Variable	PPT	FLAV	CUPRAC	FRAP	PR	PROTEINS
PPT	1,00	,89	,90	,89	,89	,91
FLAV	,89	1,00	,91	,88	,92	,82
CUPRAC	,90	,91	1,00	,98	,97	,82
FRAP	,89	,88	,98	1,00	,96	,82
PR	,89	,92	,97	,96	1,00	,84
PROTEINS	,91	,82	,82	,82	,84	1,00

Résumé

Le miel est un produit de la ruche élaboré par les abeilles de l'espèce *Apis mellifera*. Ainsi que *Pistacia lentiscus*, est une espèce très utilisée en médecine traditionnelle qui fait partie d'une grande famille des Anacardiaceae. Le but de la présente étude est de déterminer les propriétés biologiques dont l'activité antioxydante du mélange de l'extrait des baies de *Pistacia lentiscus* entières et grillées associées au miel à différentes concentrations (5, 10, 15, et 20%). Selon les paramètres physico-chimiques (humidité, pH, conductivité électrique, couleur et la teneur en HMF), le miel analysé est conforme aux normes internationales. La teneur en protéines du miel seul est de 142,63 mg EBSA/100g ainsi que mélange miel/ poudre entière et mélange miel/poudre grillée varient de 124,44 à 323,31 et de 137,44 à 332,84 mg EBSA/100g respectivement. Les résultats du dosage des antioxydants donnent une teneur importante en composés phénoliques totaux pour les mélanges M/PG qui varient de 711,38 à 2039,57 mg EAG/100g. L'échantillon de miel seul analysé exerce une faible activité antioxydante par rapport aux deux mélanges réalisés, les résultats du test CUPRAC et du test du FRAP varient de 200,72 à 533,07 mg E TROLOX/100g, et de 213,32 à 467,66 mg EAG/100g respectivement pour les mélanges M/PE fraîche. Le composé miel et *Pistacia* constitue une source importante en antioxydants ce qui intensifie très significativement l'activité antioxydante du mélange.

Mots-clés : Miel ; Baies de *Pistacia lentiscus* ; Propriétés physico-chimiques ; Antioxydants ; Activités antioxydantes.

Abstract

Honey is a product of the hive produced by bees of the species *Apis mellifera*. As well as *Pistacia lentiscus*, is a species widely used in medicine traditional, which is part of a large family of Anacardiaceae. The purpose of the present study is to determine the biological properties of which the antioxydant including the antioxidant activity of the mixture of the extract of whole fresh and toasted *Pistacia lentiscus* berries associated with honey at different concentrations (5, 10, 15, and 20%). According to the physicochemical parameters (humidity, pH, electrical conductivity, color and the HMF content), the analyzed honey complies with international standards. The protein content of honey alone is 142.63 mg EBSA / 100g as well as honey / whole powder mixture and honey / toasted powder mixture vary from 124.44 to 323.31 and from 137.44 to 332.84 mg EBSA / 100g respectively. The results of the determination of the antioxidants give a high content of total phenolic compounds for the M / PG mixtures, which vary from 711.38 to 2039.57 mg EAG / 100g. The honey sample alone analyzed exerts a low antioxidant activity compared to the two mixtures produced, the results of the CUPRAC test and of the FRAP test vary from 200.72 to 533.07 mg E TROLOX / 100g, and from 213.32 to 467.66 mg EAG / 100g respectively for the fresh M / PE mixtures. The honey and Pistacia compound constitutes an important source of antioxidants, which very significantly intensifies the antioxidant activity of the mixture.

Keywords: Honey; *Pistacia lentiscus* berries; physicochemical properties; Antioxidants; Antioxidants activities.