

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA - Bejaïa

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Alimentaires
Spécialité : Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire



Réf :.....

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

MASTER

Thème

**Evaluation de l'activité antioxydante du miel
additionné de propolis.**

Présenté par :

Mr. KASRI Fateh & Mr. HABIBECHE Lounis

Soutenu le : **18 Septembre 2021**

Devant le jury composé de :

Mr TAMENDJARI Abderezak	Professeur	Président
Mme DJELLILI Farida	MAA	Examineur
Mme TAFININE Zina	MAA	Encadreur

Année universitaire : 2020 / 2021

Remerciement

Avant tout, nous tenons à remercier Dieu le tout puissant qui nous a donné la santé, la volonté, le courage et la patience.

Aussi, nous adressons nos vifs remerciements à notre promotrice M^{me} Tafinine pour l'honneur qu'elle nous a accordé d'accepté de nous encadrer, pour sa collaboration et son aide nécessaire à la réalisation de notre travail

Nous tenons à remercier Mme DJELLILI et Mr TAMENDJARI pour avoir accepté de présider, jugé et examiné notre travail

Nous tenant aussi à remercier tout le personnel du laboratoire de physicochimie des aliments pour leurs aides, leurs conseils et leurs gentillesse.

En fin, nous remercions toute personne ayant aidé de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail ; soit par leurs conseils et leurs connaissances scientifiques ; soit par leurs présences dans les moments difficiles.

Dédicaces

Je dédie cette réussite à :

A ma chère mère et ma grand-mère :

Vous êtes le symbole de ma réussite. Celle qui a été là quand il faisait froid, quand j'avais faim, quand j'étais malade, Celle qui était là tôt le matin avant que je me réveille à me préparer tout dont j'avais besoin, Ma mère à qui je voue beaucoup d'amour et de respect ;

A mon père :

Un père qui as su toujours faire les bons choix en me donnant une bonne éducation de base, ce qui a fait de moi un homme digne.

Je vous dédie ce travail car, c'est grâce à votre soutien durant tout mon parcours qu'il a pu avoir lieu. Rien ne vaut vos efforts des jours et des nuits pour mon éducation et ma formation.

A Mon frère, ma sœur et leurs petites filles:

Pour notre fraternité qui m'est toujours très chère et qui restera toujours solide à jamais. Que votre avenir soit comblé de joie, de réussite et du bonheur.

*A mes nièces adorables, **Dina, Neila, Élia et Eline**, je vous exprime à travers ce travail ma grande affection, mon grand amour et mon profond attachement. Je vous souhaite une vie heureuse pleine de joie de bonheur et de succès. Puisse Dieu vous garde, vous procure santé, succès et joie.*

A tous mes meilleurs amis sans exception :

En souvenir des meilleurs et bon moments qu'on a passé ensemble, je vous dédie tous ce travail en preuve de notre sincère et solide amitié.

*A mes meilleures amies **Houda et lylyche**, et aussi Md **IMADALOU Nadia** et leurs petites familles, merci pour vos support, et soutien moral*

*Et sans oublié les trois piliers et mes frères **Mohand, Aksel et Rahim** et leurs petites familles pour leurs encouragement permanent, conseils, et soutien moral.*

FATAH

Dédicaces

Je dédie cette réussite à :

A ma chère mère :

*Vous êtes le symbole de ma réussite. Celle qui était là quand il faisait froid, quand j'avais faim, quand j'étais malade,
Celle qui était la tôt le matin avant que je me réveille à me préparer tous dont j'avais besoin,
Ma mère à qui je voue beaucoup d'amour et de respect ;*

A mon père :

Un père qui as su toujours faire les bons choix en me donnant une bonne éducation de base, ce qui a fait de moi un homme digne.

Je vous dédie ce travail car, c'est grâce à votre soutien durant tout mon parcours qu'il a eu à avoir lieu. Rien ne vaut vos efforts des jours et des nuits pour mon éducation et ma formation.

A Mon frère, ma sœur :

Pour notre fraternité qui m'est toujours très chère et qui restera toujours solide à jamais. Que votre avenir soit comblé de joie, de réussite et du bonheur.

A mes cousins adorables, je vous exprime à travers ce travail ma grande affection, mon grand amour et mon profond attachement. Je vous souhaite une vie heureuse pleine de joie de bonheur et de succès. Puisse Dieu vous garde, vous procure santé, succès et joie.

A tous mes meilleurs amis sans exception :

En souvenir des meilleurs et bon moments qu'on a passé ensemble, je vous dédie tous ce travail en preuve de notre sincère et solide amitié.

*A mes meilleures amies **Houda** et **lylyche**, et aussi **Md IMADALOU Nadia** et leurs petites familles, merci pour vos support, et soutien moral*

*Et sans oublié les trois piliers et mes frères, **Brahim**, **Islem** et **Anis** et leurs petites familles pour leurs encouragement permanant, conseils, et soutien moral.*

Lounis

Résumé

Le but de cette étude est la détermination des teneurs totales en antioxydants ainsi que d'évaluer les activités antioxydantes de quelques échantillons de miel, propolis, et leur mélange collectés dans des régions différents (Amizour, Berbacha, Jijel, Propolis Bejaïa). Les résultats montrent que les produits analysés présentent des teneurs en antioxydants des échantillons variables. La propolis est caractérisée par les teneurs les plus élevées en composés phénoliques, en flavonoïdes, en caroténoïdes, en acide ascorbique, et en phosphomolybdate. L'activité antioxydante mesurée par la réduction du radical DPPH et le pouvoir réducteur ainsi que l'activité antiradicalaire (ABTS) montre que le mélange de Berbacha suivie de la Propolis sont les produits les plus actifs.

Mots clés : Miel, Propolis, Antioxydants, Activités antioxydantes.

Abstract :

The aim of this study is to determine the total antioxidant content as well as to evaluate the antioxidant activities of some samples (honey, propolis, and their mixture), collected in different regions (Amizour, Berbacha, Jijel, Propolis Bejaïa). The results show that the products analyzed have different antioxidant contents. Propolis is characterized by the highest contents of phenolic compounds, flavonoids, carotenoids, ascorbic acid, and phosphomolybdate. The antioxidant activity measured by the reduction of the DPPH radical and the reducing power as well as the anti-free radical activity (ABTS) shows that the mixture of Berbacha followed by Propolis are the most active products.

Keywords: Honey, Propolis, Antioxidants, Antioxidant activities.

Liste des abréviations

HMF : 5-HydroxyMethyl-2-Furfuraldehyde.

HPLC : Chromatographie liquide a haute performance.

CE : Electrophorèse capillaire.

DAD : Technique de détection par barrette de diodes.

PGE2 : Prostaglandine E2.

NO : Monoxyde d'azote.

COX-2 : Cyclooxygenase.

INOS : Oxyde nitrique synthase.

ARNm : Acide ribonucléique messenger.

NADPH : Nicotinamide adénine dinucléotide phosphate.

EDRF : Facteur relaxant dérivé de l'endothélium.

LDL : Lipoprotéine de basse densité.

UV : Rayons Ultraviolets.

ALCL₃ : chlorure d'aluminium.

DCPIP : dichloro-phéno-indo-phénol.

TCA : Trichloroacétique.

DPPH : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl.

Liste des figures

<i>N° figure</i>	<i>Titre de la figure</i>	<i>N° page</i>
Figure 01	Structure de quelques acides phénoliques présents dans le miel	08
Figure 02	Structures de quelques flavonoïdes présents dans le miel	08
Figure 03	Api thérapie vétérinaire-soigner des blessures avec du miel	12
Figure 04	Utilisation de miel pour soigner une plaie sur l'épaule	12
Figure 05	Structure chimique générale des flavonoïdes	24
Figure 06	Teneur en polyphénols des échantillons étudiés	30
Figure 07	Teneur en Flavonoïdes des échantillons étudiés	31
Figure 08	Teneur en caroténoïdes des échantillons étudiés	32
Figure 09	Teneur en acide ascorbique des échantillons étudiés	33
Figure 10	Pouvoir réducteur des échantillons	34
Figure 11	Activité anti-radicalaire des échantillons étudiés	35
Figure 12	Réduction du molybdate des échantillons	36

Liste des tableaux

<i>N° tableau</i>	<i>Titre du tableau</i>	<i>N° page</i>
<i>Tableau I</i>	Les différentes variétés de la propolis	15
<i>Tableau II</i>	Principaux composants chimiques de la propolis	17
<i>Tableau III</i>	Principaux acides hydroxybenzoïque	22
<i>Tableau IV</i>	Principaux acides hydroxycinnamiques	23
<i>Tableau V</i>	Les échantillons du miel analysés	26

Tables des matières

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction..... 1

Partie théorique

Chapitre I : Généralités sur le miel

I.1. Définition	3
I. 2. Origine et variétés	3
I.2.1. Le nectar	3
I.2.2. Le miellat.....	4
I.2.3. Les différents types de miel selon leur origine florale	4
I.3. Composition chimique	4
I.3.1. Eau	5
I.3.2. Glucides.....	5
I.3.3. Les acides organiques.....	5
I.3.4. Hydroxyméthyl furfural.....	5
I.3.5. Les acides aminés et protéines.....	6
I.3.6. Les enzymes.....	6
I.3.7. Sels minéraux	6
I.3.8. Constituants divers.....	7
I.4. Qualité et authentification du miel	9
I.5. Propriétés biologiques du miel.....	9
I.5.1. Propriétés anti oxydantes.....	9
I.5.2. Propriétés antimicrobiennes	10
I.5.3. Propriétés thérapeutique	11
I.5.4. Propriétés nutritionnelle.....	12

Chapitre II : Généralités sur la propolis

II.1. Définition	14
II.2. Origine.....	14
II.3. Variété	14
II.4. Utilisation.....	15
II.5. Composition chimique	16
II.6. Propriété pharmacologique	17
II.6.1. Activités antioxydantes	18
II.6.2. Activités antibactériennes	18
II.6.3. Activités anti-inflammatoires	18
II.6.4. Effets anti cancérigène	19
II.6.5. Effets anti cholestérolémiant	20

Chapitre III : Principes actifs du miel et de propolis.

III. Principe actifs du miel et de propolis.....	21
III.1. Les polyphénols.....	21
III.2. Les acides phénoliques	22
III.2.1. Les acides hydroxy benzoïques	22
III.2.2. Les acides hydroxy cinnamiques	23
III .3. Les flavonoïde	23
III .4 .La vitamine C (L'acide ascorbique).....	24
III.5. Caroténoïdes	24

Partie pratique

Matérielles et méthodes.

III.1. Les échantillons	26
III.2. Préparation des mélanges du miel avec la propolis.....	26
III.3. Extraction des antioxydants	26
III.4. Dosage des antioxydants	26

III.4.1. Dosage des polyphénols	26
III-4-2-Dosage des flavonoïdes	27
III-4-3-Dosage des caroténoïdes	27
III-4-4-Dosage d'acide ascorbique.....	27
III.5. Activité antioxydants	27
III.5.1. Le pouvoir réducteur	27
III.5.2. Activité anti-radicalaire (DPPH)	28
III-5-3-La réduction du molybdate	28
III-6-Analyse statistique.....	29

Résultats et Discussions

V -1-Dosage des antioxydants	30
V -1-1-Composés phénoliques	30
V -1-2-Flavonoïdes	31
V-1-3-Caroténoïdes	31
V-1-4-Acides ascorbique	32
V-2-Activité antioxydants.....	33
V-2-1-Le pouvoir réducteur	33
V-2-2-L'activité anti radicalaire DPPH	34
V-2-3-La réduction du molybdate	35

Conclusion	37
-------------------------	-----------

Références Bibliographiques

Annexes

Résumé

Introduction

Introduction

L'apiculture, branche de l'agriculture, est l'élevage d'abeilles à miel par l'homme pour exploiter les produits de la ruche. L'apiculture doit procurer à l'abeille un abri, des soins et veiller sur son environnement. Puis, il récolte une partie mesurée de ces produits ; miel, pollen, cire, gelée royale et propolis.

Pratiquée sur l'ensemble des continents, cette activité change selon les variétés d'abeilles, le climat et le niveau de développement économique. C'est une activité où se mêlent les méthodes ancestrales comme l'enfumage, et les méthodes modernes comme l'insémination artificielle ou l'étude du trajet des abeilles équipées de micro réflecteurs radar.

Le **miel** est un aliment produit par les abeilles pour leurs propres soins nutritionnels et utilisé par les humains à partir du nectar des fleurs ou des produits excréteurs contenant du sucre de divers insectes (guêpes), le miellat. Le miel a de nombreuses propriétés naturelles bénéfiques pour le corps en jouant un rôle important dans le maintien de la santé.

Les propriétés du miel sont multiples : antibactérien, anti-inflammatoire, antioxydants (qui réduisent la formation des radicaux libres responsables du vieillissement). Le miel améliore la rétention du calcium et du magnésium ainsi que le taux sanguin d'hémoglobine. Les humains ont commencé à recueillir le miel des abeilles il ya environ 9000 ans. Une peinture rupestre trouvée près de Valence, en Espagne, datant 7000 avant J.-C. montre un homme recueillant du miel. Des dessins sur les Temples égyptiens construits environ 2400 avant J.-C. montrent l'apiculture et la préparation du miel (**Feratellone & al., 2016**).

La propolis, qu'on appelle aussi la colle d'abeille est le nom générique de la substance résineuse recueillie par les abeilles à partir des bourgeons et des exsudats des arbres et des plantes. Cette substance est ensuite mélangée avec du pollen et des enzymes secrétées par les abeilles (**Lu & al., 2005**).

Les abeilles l'utilisent à l'entrée de leurs ruche pour protéger l'accès, c'est ce qui indique son étymologie Grecque « Pro » signifiant devant ou défense, et « Polis » signifiant la cité (**Ghisalberti,1997**). Elle est aussi employée par les abeilles pour sceller les trous et protéger l'entrée contre les intrus ; elle permet de momifier les petits rongeurs morts à l'intérieur de la ruche pour éviter leur putréfaction (**Proste & Le conte,2005**). La propolis est constituée globalement de 55% de résines et de baumes, de 40% d'huile essentielles et de 5% de pollen (**Scazzocchio & al.,2006**). Ses propriétés antiseptiques assurent un environnement sain à

Introduction

l'intérieur de la ruche et c'est un antibiotique naturel qui a une action sur la gorge et les voies respiratoires (**Shiva & al.,2007**).

Notre travail est basé sur une étude évaluative de l'activité antioxydante d'un miel additionné de propolis sur la santé et la prévention des maladies. Notre document est structuré en trois parties, dans lesquelles une présentation des deux produits de la ruche (miel et propolis), leurs origines et différents types, leur composition biochimique et leurs diverses propriétés biologiques sont abordés mais aussi, évoque les différents mécanismes d'action des principaux actifs du miel et propolis. et une deuxième partie concerne l'approche expérimentale qui a pour le but d'évaluer l'activité antioxydante.

Partie théorique

I. Le miel

I.1. Définition

Selon le *Codex alimentaires* (2001), le miel est défini comme la substance naturelle sucrée produite par les abeilles « *Apis mellifera* » à partir de nectar des plantes ou à partir des sécrétions provenant des parties vivantes de plantes ou à partir d'excrétion d'insectes butineurs laissées sur les parties vivantes de plantes, que les abeilles butinent, transforment en les combinant avec des substances spécifiques qu'elles secrètent elles-mêmes, déshydratent, emmagasinent et laissent affiner et murir dans les rayons de la ruche.

I.2. Origine et variétés

Selon **Bogdanov & al.,2006**, le miel est une empreinte de l'environnement dans lequel il est produit. Les excréments édulcorés des plantes récoltés par les abeilles de l'espèce *apis mellifera* (l'abeille domestique) peut provenir de deux sources mellifères distincts ; Nectar (miels de fleurs) et miellat (miels de forêt).

I.2.1. Le nectar

Le nectar est un liquide sucré sécrété par des organes glandulaires des végétaux à fleurs, appelés nectaires (**Adam & al.,2007**). Ce sont des structures glandulaires de petites dimensions dont la localisation et la forme sont très variables et qui reçoivent un canal acheminant la sève de la plante (**Marchenay & Berard,2007**). On distingue les nectaires extra-floraux, situés en dehors de la zone florale sur les parties végétatives de la plante (bractées, feuilles, pétioles, stipules et tiges) et les nectaires floraux qui sont situés sur le réceptacle florale, à la base du périanthe (sépalés et pétales) ou des organes reproducteurs ; étamines ou pistil. (**Marchenay & Berard,2007**).

✓ Composition du nectar

Le nectar est le résultat de plusieurs transformations biochimiques complexes dues au métabolisme de la plante, ces transformations sont à l'origine de différents goûts retrouvés dans les miels. Les principaux constituants du nectar sont l'eau et les sucres ; la teneur en eau est fortement variable de 20 à 95 % et la teneur en sucre varie avec l'humidité atmosphérique et le temps (**Schweitzer,2004**). Les principaux sucres du nectar sont le glucose, le fructose, et le saccharose. Leurs proportions respectives varient selon l'origine florale, plus précisément selon le processus de sécrétion des nectaires (**Ziegler,1968**).

Les autres composants du nectar sont les acides aminés, les protéines, les acides organiques, les vitamines et les enzymes qui sont quantitativement moins significatifs. Le nectar contient aussi des pigments et des arômes. Ces éléments donnent au miel sa couleur et ses arômes (**Fluri & al., 2001 ; Bruneau,2003 cité par Clément,2003**).

I.2.2. Le miellat

Selon **Gonnet (1982) & Bogdanov & al., (2008)** , le miellat est un liquide sucré produit par des insectes vivants sur les feuilles de nombreuse plantes tels que des pucerons, des cochenilles ou des cicadelles qui piquent le végétal au moyen d'un appareil buccal piqueur suceur, se nourrissent de sa sève et rejettent l'excédent très riche en sucres sous forme de gouttelettes déposées sur les feuilles que les abeilles ramènent à la ruche et traitent exactement comme le nectar.

La composition du miellat est plus proche de celle de la sève végétale que celle du nectar, le miellat est donc plus riche en azote (0.2 à 1.8%), en minéraux et en acides organique comme les acides citrique, malique, succinique et fumarique. On trouve des sucres complexes qui se sont formés dans les systèmes digestif de l'insecte piqueur tels que des disaccharides (tréhalose) et des trisaccharides tels que l'érlose et le mélizitose (**Kloft,1968 cité par Chauvin 1968 ; Bogandov & al.,2008**)

I.2.3. Les différents types de miel selon leurs origines florales

➤ Les miels monofloraux

Les miels monofloraux sont élaborés à partir du nectar provenant d'une seule espèce végétales et cela nécessite d'installer les ruches à proximité de la plante recherchée. Par exemple ; le miel d'acacia, d'oranger et de lavande (**Rossant ,2011**).

➤ Les miels polyfloraux

Les miels polyfloraux sont produits par les abeilles à partir de nectar et/ou du miellat venant de plusieurs espèces végétales et sont les miels les plus fréquents et les plus vendus (**Eon .,2011**)

I.3. Composition chimique de miel

Selon le *codex Alimentarius(2001)*, le miel consiste essentiellement en différents sucres surtout en fructose et en glucose, ainsi que d'autres substances comme des acides organique et des enzymes.

I.3.1.Eau

L'eau est le composant le plus important de la composition chimique du miel (16 à 20%) (**Krell,2001**). Les miels de bruyère et les miels de trèfle, peuvent présenter des teneurs plus élevées qui dépassent 23% (**Clément,2003**). Selon **Gonnet (1982)**, seuls les miels dont la teneur en eau est inférieure à 18% sont de bonne conservation et ne fermentent pas.

I.3.2. Glucides

Ils représentent la plus grande partie des constituants du miel (de 95 à 99% de la matière sèche) (**Louveaux,1968 cité Chauvin,1968**). La majorité d'entre eux sont le fructose et le glucose qui sont des sucres simple représentant 85 à 95% des sucres totaux. De nombreux autres sucres sont également présents dans le miel, en plus faible quantité tels que les disaccharides (saccharose, le maltose et de l'isomaltose) et les trisaccharides, en plus des oligosaccharides (Melesitose, isomaltotriose, isopanose, erlose, panose, maltotriose, kestose, et le cellobiose qui se trouvent surtout dans le miel de miellat (**Kolayli & al.,2012**). Leur présence peut fournir des informations sur la falsification et l'origine botanique du miel. Les miels, avec une teneur faible en glucose et élevée en fructose, restent plus longtemps liquides (**Krell,2001**). La teneur totale en fructose et glucose ne doit pas être inférieurs à 60g pour 100g d'un miel de fleurs et 45g pour 100g d'un miel de miellat ou mélange de miel de miellat avec du miel de fleurs. En ce qui concerne le saccharose, on ne doit pas en trouver plus de 5g dans 100g de miel (**J.O.R.F, 2003**).

I.3.3. Les acides organiques

Le miel contient des acides organiques sous forme libres ou combinées (lactones). L'acide gluconique est le principal acide organique retrouvé dans le miel, il est formé à partir du glucose sous l'action d'une glucose-oxydase. D'autres acides tels que les acides citriques, malique, maléique, formique et succinique peuvent aussi être présent dans le miel (**Gonnet, 1982**), l'acidité totale du miel s'exprime en milliéquivalents par kilogramme (meq/kg), elle est la somme de l'acidité libre et de celle de lactones (**Louveaux,1968 cité dans Chauvin ,1968**).

I.3.4. Hydroxyméthyl furfural

L'hydroxyméthylfurfural, (HMF), est un produit de dégradation du fructose (un des principaux sucres du miel) qui se forme lentement et naturellement durant le stockage du miel, avec une perte de 3 molécules d'eau, et beaucoup plus rapidement lorsque le miel est

chauffée. La présence d'H.M.F dans le miel et donc un révélateur de dégradation plus ou moins avancée du produit (**Bradbear,2010**).

La concentration en HMF est reconnue comme indicateur du niveau de fraîcheur du miel (**Corbella & Cozzolino,2006**), critère important pour la détection des miels surchauffés, d'autant plus que l'HMF est présent en quantité faible ou absent dans le miel frais (**Karabourniotti & Zervalaki,2001**).

I.3.5. Les acides aminés et protéines

Les substances azotées ne représentent qu'une infime partie du miel, il s'agit d'acides aminés libres et de protéines qui peuvent être présentes dans le nectar, ou dans les sécrétions de l'abeille ou enfin appartenir aux grains de pollen qui sont des constituants normaux du miel (**Louveaux ,1985**). De telles matières se trouvent dans les miels de fleurs à environ 0.3g/par 100g et dans les miels de miellat à raison de 1g/100g et plus (**White,1978**). Elles ne sont d'aucune utilité pour l'appréciation des miels en dehors de leurs activités enzymatique (**Bogando,1981 ; cité par Amri,2006**). Il s'agit essentiellement de peptones, d'albumines, de globulines et de nucléoprotéines qui proviennent soit de la plante, soit des sécrétions de l'abeille. De faibles quantités d'acides aminés libres comme la proline, la trypsine, l'histidine, l'alanine, la glycine ou la méthionine sont également retrouvées (**Bonte & Desmouliere, 2013**).

I.3.6. Les enzymes

Le miel contient plusieurs enzymes dont la présence est liée à l'origine double du miel ; animal ou végétal, le nectar, contient dès sa récolte des enzymes qui agissent sur les sucres ; les sécrétions de l'abeille viennent y ajouter les enzymes sécrétés par les glandes pharyngiennes (**Louveaux,1968**). Les invertases sont les plus importantes enzymes du miel car elles sont responsables de la conversion du nectar et du miellat en miel. D'autres enzymes sont présentes ; amylase ou diastase, glucose-oxydase, provenant essentiellement des glandes hypo pharyngiennes de l'ouvrière et les catalase, phosphatases en plus faible proportion provenant du nectar (**Delpech,2014**).

I.3.7. Sels minéraux

La teneur en sels minéraux d'un miel est en général faible (moyenne de 0,169%), avec d'importantes variations ; les miels foncés en contiennent plus que les miels claires (**Louveaux,1968 ; Chauvin,1968**).

Selon **Gonnet (1982)**, les méthodes radiométriques les plus modernes permettent de découvrir la présence de différents éléments minéraux dans le miel (Na, Ca, Mg, P, S,...), et le potassium étant l'élément le plus abondant environ 80% de la matière minérale. On trouve aussi, malheureusement dans beaucoup de miels, des résidus de polluants (antibiotique, traces de métaux lourds, herbicides et désherbants, pesticides et fongicides) (**Ballot,2010**).

I.3.8. Constituants divers

Du point de vue qualitatif, le miel contient un nombre de substances plus au moins bien connues, mais en très faible quantité ;

-Vitamines

Le miel est un aliment pauvre en vitamines, parmi les vitamines ; A, B2, C, B6 et PP (**Chmielewska,2004 cité Tomasik,2004**), les vitamines solubles dans l'eau sont intéressantes car elles peuvent être de bons indicateurs de l'origine et de la fraîcheur (**Marco & al.,2012**).

-Lipides

Ils sont pratiquement inexistant dans le miel ; on a identifié cependant des glycérides et des acides gras tels que l'acide palmitique, les acides oléique et linoléique (**Gonnet,1982**).

-Colloïdes

La teneur en colloïdes varie entre 0,1 et 1%. Ils sont constitués principalement par des protéines, des substances cireuses, des pigments, des pentosanes et des substances diverses. Les colloïdes sont responsables de la turbidité lorsqu'on dilue un miel dans l'eau (**Louveaux, 1968 cité Chauvin,1968**).

-Substances aromatique

Le miel contient de nombreuses substances aromatiques sous formes des traces, qui lui donnent sa saveur. Seules quelques-unes ont été identifiées, notamment le méthylantranilate (dans les miels d'orangers, et lavande) et le formaldéhyde, l'acétaldéhyde et le diacétyl (dans les miels de colza, et trèfle). On trouve aussi dans la plupart des miels des alcools (éthanol, butanol, propanol, méthyl-butanol) et des esters (**Gonnet,1982**).

-Les composés phénoliques

David & al.,(2011), ont analysé différents types de miel et ont identifié différents composés phénolique dont les acides 4- hydroxybenzoïque acide protocatéchuique, gallique, syringique, vanillique, férulique, caféique, p-coumarique, chlorogénique, ellagique,

cinnamique, Myricétine, tricetin quercétine, lutéoline, quercetine-3-méthyl, kaempferol, pinocembrin chrysin, pinobanksine genkwanine et isorhamnétine.

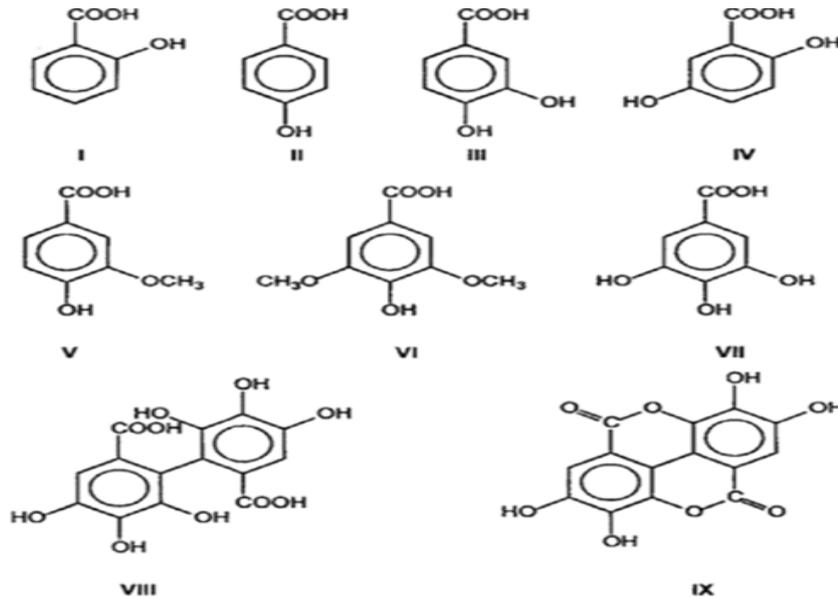


Figure 1 : Structure de quelques acides phénoliques présents dans le miel (Collin & Crouzet, 2011).

Exemple d'acides hydroxybenzoïques : **I**:acide salicylique ; **II**: acide 4-hydroxybenzoïque ; **III**:acide protocatéchique ; **IV**: acide gentisique ; **V**: acide vanilique ; **VI**: acide syringique ; **VII**: acide gallique ; **VIII**: acide hexahydroxydi-phénique ; **IX**: acide ellagique (dilactone de l'acidegallique)

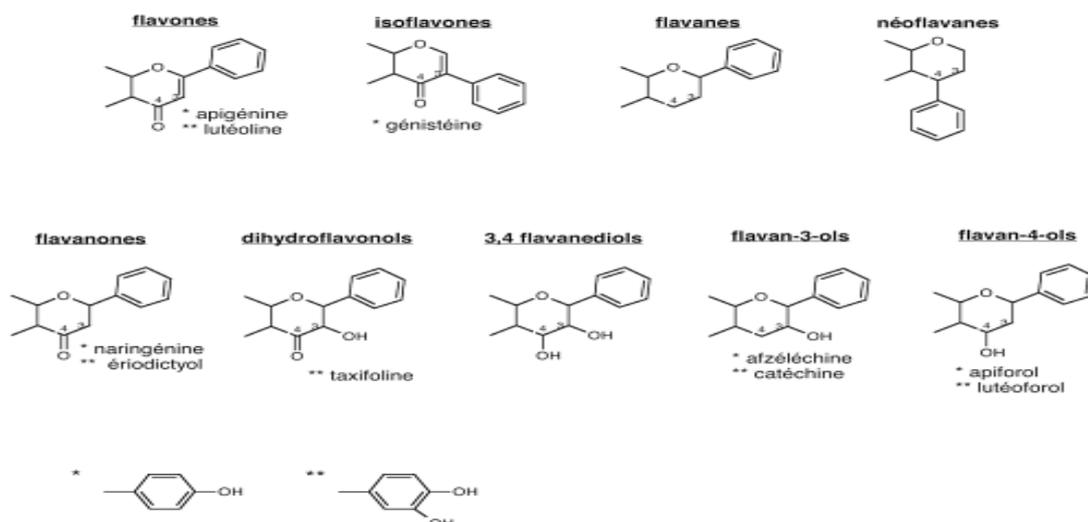


Figure 2 : Structures de quelques flavonoïdes présents dans le miel (Collin & Crouzet, 2011).

I.4. Qualité et authentification du miel

Peu importe où elles vivent – dans leur propre nid à l'état sauvage ou dans n'importe quelle ruche – les abeilles stockent toujours du miel propre et parfait. L'endroit où elles vivent n'a aucun effet sur la qualité du miel qu'elles produisent. Ce n'est que la manipulation des hommes qui en réduit la qualité : si le miel est récolté lorsque la teneur en eau est encore trop élevée (le miel n'est pas encore 'mûr'), s'il est contaminé, surchauffé, trop filtré ou abîmé d'une manière ou d'une autre (**Bradbear, 2010**). Les consommateurs de miel ont tendance à le juger par ses caractéristiques sensorielles tels que la couleur, le goût, l'arôme, mais il est impossible de comparer les saveurs et les arômes qui sont des valeurs subjectives : la popularité relative des miels sombres ou claires varie d'un pays à l'autre. La couleur peut parfois être un indicateur utile de qualité, car le miel fonce pendant le stockage, et le réchauffement assombrit le miel. Cependant, certains miels absolument frais, non réchauffés et non contaminés peuvent être sombres (**Bradbear, 2010**).

L'authentification du miel est une question de grand intérêt dans le monde entier car elle implique les producteurs, les vendeurs, les exportateurs, les laboratoires de contrôle et les consommateurs. Il est particulièrement utile d'éviter les fraudes ou des miels faussement étiquetés, qui peuvent entrer sur le marché mondial (**Escuredo & Seijo, 2019**). Une bonne qualité du miel et un bon étiquetage selon l'origine botanique et géographique du produit sont la demande principale de consommateurs de miel. Certains paramètres de qualité (tels que la teneur en eau, le pH, la conductivité électrique, la teneur en HMF, l'activité des diastases ou sucres réducteurs) informent sur l'origine nectaire du produit et confirment les conditions d'hygiène pour la manipulation et le stockage du miel (**Escuredo & Seijo, 2019**).

I.5. Propriétés biologique du miel

Le miel est non seulement un aliment mais on peut le considérer comme un médicament car il possède maintes propriétés biologiques (nutritionnelles, antibactériennes, anti oxydantes et thérapeutiques) (**Lobreau-Callen & al., 1999**). Ces propriétés sont dues essentiellement à sa composition qui est variable en fonction des plantes butinées, des conditions climatiques et environnementales (**Lobreau-Callen & al., 1999**).

I.5.1. Propriétés anti oxydantes

Les antioxydants jouent un rôle important dans la préservation des aliments et la santé humaine, par désactivation et stabilisation des agents d'oxydation (espèces réactives

oxygénées) responsables de nombreuses maladies telles que le cancer, la cataracte, le diabète, les maladies cardiovasculaires et les différents processus d'inflammation (**Ames & al., 1993 ; Meda & al.,2005**).

Le miel est utilisé comme source naturelle d'antioxydants qui sont efficaces pour la réduction des risques de ces maladies (**Meda & al.,2005**). D'après **Bertoncelj & al.,2007**, les composés responsables de l'activité antioxydante dans le miel sont les flavonoïdes (Chrysin, pinocembrine, pinobanksine, quercétine, Kaempférol), les acides phénoliques (caféique, coumarique, ferrulique, éllagique et chlorogénique), les acides ascorbiques, la catalase, la peroxydase et les caroténoïdes. Cependant, cette activité est variable d'un miel à un autre selon la source botanique et la présence de différents composés antioxydants (**Al-Mamary & al.,2002**).

En générale, l'activité antioxydante d'un miel pourrait être la combinaison d'une large gamme d'activités des composés suivants ;

-phénols, peptides, acides organiques, enzymes, produits de la réaction de Maillard et autres composés mineurs (**Gheldof & Engesth,2002**).

Ainsi, les composés phénoliques sont des piègeurs efficaces des radicaux peroxydes à cause de leur structure contenant un anneau aromatique et un groupe hydroxyles possédant un hydrogène mobile. L'action des composés phénoliques est peut-être liée à leur capacité de réduire et chélater l'ion ferrique qui catalyse la peroxydation des lipides (**Al-Mamary & al.,2002**).

I.5.2.Propriétés antimicrobiennes

Les hommes ont depuis toujours utilisé le miel non seulement comme nourriture, mais aussi pour ses propriétés antiseptiques, comme médicaments, comme substances servant à la conservation des fruits et des graines, et jadis dans les embaumements (Egypte, Ancien Empire). Cette utilisation repose sur l'observation de son action anti purifiante. Les notions empiriques de la valeur antiseptique du miel ont été confirmées scientifiquement ces dernières années (**Roopal & al.,2011**).

Grace à sa composition, le miel est un milieu défavorable aux microorganismes. Premièrement, cette solution concentrée de sucre retire après absorption l'eau indispensable à la vie d'agents pathogènes (**Bogdanov,1997 ; Morais & al.,2011**). Deuxièmement, son degré d'acidité, valeur du pH le plus souvent faible inhibe la multiplication de bactéries (**Torres & al.,2004**). L'eau oxygénée (H₂O₂), appelée aussi peroxyde d'hydrogène, produit de l'oxydation de l'eau et du glucose, est aujourd'hui considérée comme la principale inhibine

(Mandal & al.,2011). D'après Kerkvliet & al.,1996 ; Al-Habsi & Niranjana (2012), l'effet antimicrobien du miel peut partiellement être expliqué par son contenu important en enzyme, le glucose oxydase, qui active la transformation du glucose en acide gluconique et en peroxyde d'hydrogène. L'enzyme reste active tous le temps de la transformation du nectar en miel. Dans le miel mûr, l'enzyme n'est plus active mais reste intacte. Si le miel est dilué avec un peu d'humidité, l'enzyme est réactivée (Manyi-Loh & al.,2010 ; Kwakman & Zaat ,2012). La flore mellifère visitée par les abeilles entre en ligne de compte comme source possible de ces inhibines non peroxydes (Bogdanov & Blumer, 2001).

I.5.3.Propriétés thérapeutique

Depuis des millénaires déjà, le miel a été utilisé dans la médecine populaire dans de nombreux domaines et Aristote (env. 350 av. J.C) le recommandait pour soulager divers maux (Paulus & al.,2012 ; Bogdanov & Blumer,2001).

Les constituants mineurs du miel lui confèrent des propriétés médicinales indéniables. . Par exemple, les flavonoïdes améliorent la circulation veineuse (Paulus & al.,2012 ; Bogdanov & Blumer,2001).

Administré par la voie buccale, le miel peut guérir ou soulager les troubles intestinaux, les ulcères d'estomac, l'insomnie, les maux de gorge, certaines affections cardiaques, etc. Il augmente la teneur du sang en hémoglobine et la vigueur musculaire (Paulus & al.,2012 ; Bogdanov & Blumer,2001).

Le miel facilite la rétention du calcium, il active l'ossification et la sortie des dents et il est légèrement laxatif. Un adulte peut ingérer sans danger 500 g de miel par jour (Paulus & al.,2012 ; Bogdanov & Blumer,2001).

En usage externe, il active la guérison des brûlures, des plaies et des affections rhinopharyngées (en instillation) grâce à une inhibine et à des substances provenant des plantes butinées qui lui communiquent des propriétés antibactériennes. L'élément essentiel de cette activité antibiotique du miel, une enzyme, la gluco-oxydase, provoque un dégagement d'eau oxygénée. Il est prouvé qu'il favorise la cicatrisation des plaies (figures 3 et 4). Certains hôpitaux l'utilisent dans ce domaine en France et dans d'autres pays (Jean-Prost,2005).



Figure 3 : Api thérapie vétérinaire-soigner des blessures avec du miel pendant 52 jours
(Pauline Gravel,2019)



Jour 1

jour 3

jour 6

Figure 4 : Utilisation de miel pour soigner une plaie sur l'épaule pendant 6jours (Pauline Gravel,2019)

I.5.4.Propriétés nutritionnelle

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 & al., 1996). D'autre part, le miel est une source de différentes matières minérales comme le calcium, le magnésium, le soufre et le phosphore qui sont utiles au métabolisme (Esti & al., 1996). Différentes études ont révélé l'action bénéfique des sucres des miels, favorisant l'assimilation et la fixation par l'organisme des sels

minéraux et notamment du calcium (**Chauvin,1987**). De par sa richesse en éléments biologiques, le miel intensifie les capacités du système immunitaire. Il contribue aussi à l'élévation du taux d'hémoglobine dans le sang. Ainsi, le miel peut être introduit dans certains régimes alimentaires. Par conséquent, il est adapté aux personnes âgées, les sportifs et les enfants. Mais il n'est pas un aliment complet car il est pauvre en protides, lipides et vitamines (**Gonnet,1982 ; Blassa & al.,2007**).

II. La propolis

II.1. Définition

La propolis est un mélange résineux naturel produit par les abeilles à partir de substances collectées à partir de parties de plantes, de bourgeons et d'exsudats. Le mot propolis est dérivé du grec, dans lequel pro signifie «à l'entrée de» et polis pour «communauté» ou «ville», ce qui signifie que ce produit naturel est utilisé dans la défense de la ruche. De par sa nature cireuse et ses propriétés mécaniques, les abeilles utilisent la propolis dans la construction et la réparation de leurs ruches - pour sceller les ouvertures et les fissures et lisser les parois internes et comme barrière protectrice contre les envahisseurs externes comme les serpents, les lézards ou contre le vent et la pluie (**Bankova & al., 2000**).

II.2. Origine

La propolis est formée à partir d'une résine que les abeilles prélèvent sur les bourgeons et l'écorce de certains arbres comme le peuplier qui constitue la principale source de propolis mais également le bouleau, le chêne, l'orme, l'aulne, le pin, le sapin et le marronnier (**Gharbi, 2011 ; Bogdanov, 2014**).

II.3. Variétés

Il existe plusieurs types de propolis qui sont fonction de la zone géographique de la ruche, des végétaux présents sur cette zone géographique, de la disponibilité des végétaux pendant la saison et de l'espèce de l'abeille,(reprenez au tableau I).

Tableau I : les différentes variétés de la propolis (D'après les travaux de **Cardinaut, Cayeux & Percie du Sert, 2012**).

Type de propolis	Origine géographique	Origine botanique	Principaux constituants
Peuplier Ambrée à Brune	Europe, Amérique du Nord, régions non tropicales de l'Asie, Nouvelle-Zélande	<i>Populus spp.</i> Et principalement <i>P. nigra L.</i>	Flavones, flavanones, acides phénols et ses esters et sesquiterpènes
Verte du Brésil	Zone tropicale du Brésil	<i>Baccharis spp.</i> Principalement <i>B. dracunculifolia DC.</i>	Dérivés prénylés de l'acide coumarique Acides diterpéniques Lignanes
Bouleau	Nord de la Russie	<i>Betula verrucosa</i>	Flavones, flavonols, flavanones et sesquiterpènes
Propolis rouge	Cuba, Brésil, Mexique	<i>Dalbergia ecastophyllum</i>	Isoflavones, isoflavanes, flavonoïdes et benzophénones isoprénylées
Propolis rouge	Cuba, Venezuela	<i>Clusia rosea</i>	Isoflavones, isoflavanes, flavonoïdes et benzophénones isoprénylées
Méditerranéenne	Sicile, Grèce, Malte, Crête, Turquie	Famille des Cupressacea	Acides diterpéniques et principalement de type labdane
Pacifique	Zone pacifique (Taïwan, Okinawa, Indonésie)	<i>Macaranga tanarius</i>	Prényl-flavanones

II.4. Utilisation

➤ Par l'abeille

Pour l'abeille, la propolis sert à réduire l'entrée de la ruche, boucher des fissures, embaumer les cadavres d'intrus, etc (**Bradbear, 2010**).

➤ Par l'homme

L'apiculteur récolte la propolis soit par grattage des cadres et corps de ruches, soit en plaçant des grilles (plastique, métal, textile synthétique) sur le dessus des cadres des hausses.

La récolte est favorisée si on place la ruche dans un courant d'air, car les abeilles utilisent cette propolis pour lutter contre ces courants d'air (**Bradbear, 2010**).

Pour récupérer la propolis, les grilles sont grattées, tandis que les « toiles » sont enroulées et mises au congélateur avant d'être « malaxées » pour détacher la propolis durcie par le froid (**Bradbear, 2010**).

La propolis, qui possède des propriétés antiseptiques et anesthésiques, fait souvent partie des ingrédients des médicaments, dentifrice, spray buccal, chewing-gum, shampoing, savon, pommade cutanée et produits de beauté. Dans les entreprises forestières, la propolis a de nombreuses utilisations (**Bradbear, 2010**).

II.5. Composition chimique

Chimiquement, la propolis est composée de plus de 180 types de produits chimiques différents d'une saison à l'autre (tableau II). La propolis collectée à la fois en zone tempérée et en zone tropicale est légèrement différente. (**Syed Ishtiaq Anjum & al., 2019**).

En général, la propolis contient des polyphénols (flavonoïdes, acides phénoliques et esters), des aldéhydes et cétones phénoliques, etc. Le pourcentage de ces substances est le suivant: résines et baume végétal 50%, cire d'abeille 30%, pollen 5%, huiles essentielles et aromatiques 10%. Le pourcentage de divers matériaux présents dans la propolis dépend de sa collecte et aussi de l'origine géographique (**Syed Ishtiaq Anjum & al., 2019**).

Tableau II : Principaux composants chimiques de la propolis.

Composants	Exemples
Acides aminés:	Alanine, b-alanine, acide a-aminobutyrique, acide d-aminobutyrique, arginine, asparagine, acide aspartique, cystine, cystéine, acide glutamique, glycine, histidine, hydroxyproline, isoleucine, leucine, lysine, méthionine, ornithine, phénylalanine, Proline, acide pyroglutamique, sarcosine, sérine, thréonine, tryptophane, tyrosine, valine .(El Hady & Hegazi (2002))
Esters	Palmitate de méthyle, cinnamyl-trans-4- coumarate, palmitate d'éthyle, ester méthylique d'acide stéarique, ester de phtalate, benzoate de benzyle, benzyl-trans-4- coumarate, isoférulé de 3- méthyl-3-butényle,3-méthyl-3- butényl cafféate, 2-méthyl-2-butényl cafféate, 3-méthyl-2-butényl cafféate, benzyl cafféate, phényléthyl cafféate, Cafféate de tétradécanyleb, cafféate d'hexadécyle (El Hady & Hegazi (2002))
Alcool, cétones, phénols et composés hétéroaromatiques:	Alcool benzylique, acétate d'hexadécanol, coumarine, ptérostilbène, xanthorrhoeol, scopolétole (Lotfy, 2006 ; Pasupuleti & al.,2017)
Terpène, sesquiterpène, alcool et dérivés:	Géranol, Nérolédole, b-bisabolol, Guaiol, Farnisol, Dihydroeudesmol, aacétoxybétulénole (Lotfy, 2006 ; Pasupuleti & al.,2017)
Stérols et hydrocarbures stéroïdiens ;	Cholestérol, cholinastérol, stigmastérol, b-dihydrofucostérol, lanostérol, cholestérol (Lotfy, 2006 ; Pasupuleti & al.,2017)
Minéraux:	Sr, Ba, Cd, Sn, Pb, Ti, Ag, Co, Mo, Al, Si, V, Ni, Mn, Cr Na, Mg, Cu, Ca, Zn, Fe, K (Marcucci ,(1995))
Enzymes:	Glucose-6-phosphatase, phosphatase acide, adénosine triphosphatase, succinique déshydrogénase (Marcucci ,(1995))
Acides aliphatiques et esters aliphatiques:	Acide acétique, acide angélique, acide butyrique, acide crotonique, acide fumarique, acide isobutyrique, acide méthylbutyrique, acétate d'isobutyle, acétate d'isopentyle, acétate d'isopentine . (El Hady & Hegazi ,(2002))
Acides aliphatiques:	Acide lactique, acide hydroxyacétique, acide malique, acide 5-hydroxy-n-valérique, acide 2,3-dihydroxypropanoïque, acide pentonique-2-désoxy-3,5-dihydroxy-c-lactoneb, acide pentonique-2-désoxy-3 , 5- dihydroxy-c-lactone (isomère) b, acide succinique, 2,3,4,5-acide tétrahydroxypentanoïque-1,4-lactone,(isomère) b, acide nonanoïque (El Hady & Hegazi ,(2002))

II.6. Propriété pharmacologique

La propolis présente de nombreuses propriétés biologiques et pharmacologiques, telles que les activités immunomodulatrices, antitumorales, anti-inflammatoires, antioxydants, antibactériennes, antivirales, antifongiques, antiparasitaires (**Sforcin & al.,2000; Gekker & al., 2005; Búfalo & al., 2009**). Par ailleurs, la propolis est un antibiotique naturelle ayant une action sur la gorge et la vois respiratoires (**Shiva & al.,2007**).

II.6.1. Activité antioxydante

La propolis est remarquable pour ses propriétés antioxydantes. Les antioxydants présents dans la propolis (Cuesta & al.,2005) jouent un grand rôle dans ses propriétés immunomodulatrices (Sayed & al.,2009). Les flavonoïdes concentrés dans la propolis sont de puissants antioxydants. L'une des techniques les plus couramment utilisées pour évaluer le potentiel antioxydant est basée sur l'épuisement des radicaux libres par l'ajout de composés piègeurs. Les mesures de la consommation de radicaux 1,1-diphényl-2-picrylhydrazyl (DPPH) sont liées à la capacité intrinsèque d'une substance ou d'un mélange complexe à donner des atomes d'hydrogène ou des électrons à cette espèce réactive dans un système homogène. (Sayed & al.,2009).

II.6.2 Activités antibactériennes

Les propriétés antibactériennes de la propolis ont été prouvées dans de nombreuses études, où une activité beaucoup plus grande a été déterminée vis-à-vis des bactéries Gram positives que des bactéries Gram négatives (Wojtyczka & al., 2012).

La propolis a également une puissante activité antibactérienne sur les souches de *Staphylococcus aureus* et les bactéries de ce type sont le plus souvent utilisées pour l'évaluation de l'activité de la propolis (Wojtyczka & al. 2013). D'autres parts, des études ont prouvé la forte activité de la propolis vis-à-vis de *Mycobacterium tuberculosis*, *Mycobacterium avium*, *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus piogenes* et *Klebsiella pneumoniae*(Scheller & al ., 1999).

Selon Marcucci (1995). Les propriétés antibactériennes de la propolis peuvent être le résultat de l'activité synergique des nombreux composés présents dans la propolis. La pinocembrine affiche une activité intense contre *Streptococcus sp.* L'apigénine inhibe la glycosyltransférase bactérienne. L'acide p-coumarique, l'artepilline C sont efficaces contre *Helicobacter pylori*.

Des études cliniques ont démontré l'efficacité thérapeutique et préventive de la propolis vis-à-vis de la flore bactérienne sur la peau de patients examinés de para et tétraplégie (Stojko & al., 2013).

II.6.3 Activités anti-inflammatoires

L'activité anti-inflammatoire des acides phénoliques et des flavonoïdes est le résultat de leurs propriétés antioxydantes (Yao et al.,2004 ; Bogdanov, 2013).

L'activité anti-inflammatoire est liée à la diminution de la synthèse de la prostaglandine E2 (PGE2), du thromboxane A2, du leucotriène B4 et du NO (monoxyde d'azote II), qui participe aux réactions inflammatoires. C'est l'effet d'inhiber une cascade de transformations d'acide arachidonique, en raison de l'influence inhibitrice sur la phospholipase A2, la lipoxigénase (**Popova, 2003 ; Volpi, 2004 ; Khalil, 2006**). Cette activité est comparable à l'action analgésique de l'indométacine (**Mutoh, & al., 2000 ; Tapas, 2008 ; Rosa & al., 2001**).

En raison de sa forte teneur en composés polyphénols, la propolis présente une activité anti-inflammatoire à la fois dans les processus inflammatoires aigus et chroniques (**Borrelli & al., 2002**). La propolis a un effet significatif sur la voie métabolique de l'affichage de l'arachidonique.

Dans des études expérimentales sur des rats sur la base d'un modèle d'arthrite, des effets anti-inflammatoires de la propolis ont été démontrés, obtenus grâce à l'effet d'inhibition des prostaglandines (**Park & al., 1999**). Par ailleurs, les extraits de propolis provoquent une réponse immunologique non spécifique par l'activation des macrophages et l'inhibition de l'oxyde nitrique NO (**Orsi & al., 2000**).

Des études sur les extraits de propolis ont montré qu'ils ont un effet suppressif sur la migration cellulaire. Cet effet peut être utilisé pour contrôler la réponse inflammatoire sans détériorer les conditions des processus de réparation cellulaire. Ce phénomène est le résultat d'une teneur élevée en acide caféique (**Moura & al., 2011**).

II.6.4. Effets anti cancérigènes

La propolis contient des substances biologiquement actives connues pour être des promoteurs stimulant la prolifération cellulaire ou l'apoptose. Parmi eux, il y a l'acide caféique, l'ester phénylique caféique, l'artepilline C, la quercétine, la naringénine, le resvératrol, la galangine et la génistéine (**Díaz-Carballo & al., 2008**). Les flavonoïdes consommés avec les aliments ont un effet direct sur la prolifération cellulaire, la différenciation et l'apoptose des cellules cancéreuses, notamment en ce qui concerne le cancer du tractus gastro-intestinal en raison de leur contact direct avec l'ingesta (**Díaz-Carballo & al., 2008**). L'effet cytotoxique direct des flavonoïdes contenus dans la propolis est significatif dans le cas du cancer du sein et des tumeurs papillomateuses des voies urinaires (**Benkovic & al., 2008**). Les flavonoïdes présents dans la propolis arrêtent la prolifération de divers types de cellules cancéreuses, en particulier la leucémie monocyttaire et lymphatique (**Lugli, & al., 2009**). Le mécanisme anticancérogène consiste en l'inhibition de la tyrosine kinase C, qui participe à la croissance et à la prolifération des cellules cancéreuses (**Sánchez & al., 2008**).

II.6.5. Effets anti cholestérolémiant :

En tant que conglomérat d'acides phénoliques et de flavonoïdes, la propolis est un modulateur du métabolisme des lipides et des lipoprotéines et a une influence directe sur l'abaissement du taux de cholestérol et la synthèse des triglycérides dans le foie des rats de laboratoire (**Li & al.,2012, Fuliang & al.,2005**). Chez les souris dont le récepteur LDL est désactivé et traitées avec de l'extrait de propolis, une baisse du taux de triglycérides de cholestérol total a été notée (**Daleprane & al.,2012**).

III. Principe actifs du miel et de propolis

Le système antioxydant assure le maintien des niveaux d'ERO non cytotoxique (**Berger, 2006**). Un antioxydant est défini comme toute substance qui retarde ou empêche de manière significative l'oxydation d'un substrat oxydable lorsqu'elle est présente à une concentration inférieure par rapport à ce substrat (**Asgarpanah & Kazemivash, 2012**). Les cellules utilisent une variété de stratégies antioxydantes et consomment beaucoup d'énergie pour contrôler leurs espèces réactives de l'oxygène (**Asgarpanah & Kazemivash, 2012**). La nature du système antioxydant varie selon le type de tissu et de cellule, et dépend de leur présence ou non dans le corps, environnement intracellulaire ou extracellulaire (**Goudable & Favier, 1997**).

Les radicaux libres peuvent être piégés ou neutralisés par des substances antioxydantes naturellement présentes dans les plantes médicinales, les fruits et les légumes (**Schramm & al., 2003**).

Le miel et la propolis sont très riches en substances bioactives, l'augmentation de l'activité du miel enrichi a été observée suite à l'ajout croissant d'extrait de propolis. Les antioxydants contenus dans le miel sont : l'Oxydase du glucose, la catalase, l'acide ascorbique, les flavonoïdes, les acide phénoliques, les caroténoïdes, les acides organiques ; les acides aminés et les protéinés (**Gulcin & al., 2004**).

III.1. Les polyphénols

Les composés phénoliques sont des métabolites secondaires formant le groupe le plus populaire et largement distribué dans le monde végétal avec plus de 8000 structures phénoliques (**Bruneton, 2015 ; Šaponjac & al., 2016**).

Ces composés sont physiologiquement et morphologiquement importants pour les plantes, ils jouent un rôle important dans la reproduction et la défense contre les rayonnements UV et agents pathogènes (**Hu & Luo, 2016**).

La qualité et la quantité de polyphénols dans les plantes peuvent varier considérablement, en fonction de divers facteurs internes et externes, tels que le génotype de la plante, la composition du sol, la maturité et l'état de la plante (**Faller & Fialho, 2010**).

Structurellement, les composés phénoliques comprennent un ou plusieurs cycles aromatiques, portant un ou plusieurs groupements hydroxyle (-OH) (figure 5), et vont de simples molécules

phénoliques à des composés hautement polymérisés. La plupart des composés phénoliques d'origine naturelle sont présents sous formes conjugués ; des mono- et des polysaccharides liés à un ou plusieurs groupes phénoliques, et peuvent également se produire sous forme de dérivés fonctionnels, tels que des esters et des esters méthyliques (Molino & al., 2016).

Ils sont divisés en plusieurs catégories en fonction de la quantité de cycle phénolique présent (Pérez-Pérez & al., 2013).

III.2. Les acides phénoliques

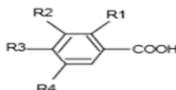
Les acides phénoliques sont des composés phytochimiques avec au moins un groupe carboxyle et un groupe hydroxy-phénolique (Chanforan,2010). Ils sont nécessaires au fonctionnement normal des plantes et jouent un rôle important dans la résistance des plantes aux agents pathogènes et aux herbivores, la croissance des plantes, la couleur et les propriétés organoleptiques, ainsi qu'à la prévention du stress végétal et oxydatif (Kawsar & al., 2008 ; Challacombe & al., 2012). Ces composés existent principalement sous forme d'acide hydroxybenzoïques et d'acide hydroxycinnamiques et peuvent exister sous forme libre ou complexe (Martins & al., 2011 ; Garrido & Borges, 2013).

III.2.1. Les acides hydroxybenzoïques :

Ce sont des dérivés de l'acide benzoïque et ont une structure basique générale de type (C6-C1). Ils existent généralement sous forme d'esters ou de glycosides (Sarni-Manchado & Cheyner, 2006).

L'hydroxybenzoïque contient de nombreuses molécules dont les plus courantes sont ; L'acide gallique, l'acide vanillique, l'acide syringique et le p-hydroxybenzoïque.

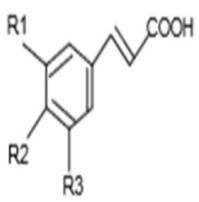
Tableau III : Les principaux acides hydroxybenzoïque (Sarni-Manchado & Cheyner, 2006)

Structure	R1	R2	R3	R4	Acides phénoliques
	H	H	H	H	Acide benzoïque
	H	H	OH	H	Acide p hydroxy benzoïque
	H	OH	OH	H	Acide protocatechique
	H	OCH3	OH	H	Acide vanillique
	H	OH	OH	OH	Acide gallique
	H	OCH3	OH	OCH3	Acide syringique
	OH	H	H	H	Acide salicylique
	OH	H	H	OH	Acide gentisique

III.2.2. Les acides hydroxycinnamiques

Ils sont dérivés de l'acide cinnamique et ont une structure basique commune de type (C6-C3). Ils existent souvent sous forme combinée avec des molécules organiques. Le degré d'hydroxylation et de méthylation du cycle benzénique entraîne d'importantes réactions chimiques dans ces molécules. Comme exemple, on cite l'acide caféique, l'acide férulique, l'acide p- coumarique et l'acide sinapique (Sarni-Manchado & Cheynier, 2006).

Tableau IV : Principaux acides hydroxycinnamiques (Sarni-Manchado & Cheynier, 2006).

Structure	R1	R2	R3	Acides phénoliques
	H	H	H	Acide cinnamique
	H	OH	H	Acide p coumarique
	OH	OH	H	Acide caféique
	OCH3	OH	H	Acide férulique
	OCH3	OH	OCH3	Acide sinapique

III .3.Les flavonoïdes

Les flavonoïdes sont un groupe de plus de 6 000 composés naturels qui sont presque universels dans les plantes vasculaires. Ils forment des pigments qui donnent les couleurs jaune, orange et rouge de divers organes végétaux. (Ghedira, 2005). Tous les flavonoïdes possèdent la même structure de base (C6-C3-C6), ils contiennent quinze atomes de carbone dans leur structure de base : deux cycles aromatiques A et B à six atomes de carbone (figure 04) liés avec une unité de trois atomes de carbone qui peut ou non être une partie d'un troisième cycle C (Tapas & al., 2008)

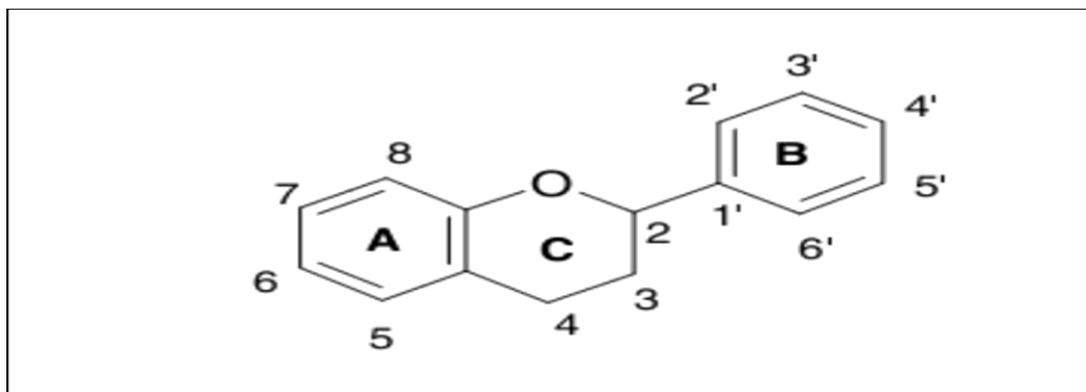


Figure 05 : Structure chimique générale des flavonoïdes (Kumar & Pandey, 2013).

III .4.La vitamine C (L'acide ascorbique)

La vitamine C est considérée comme le plus important antioxydant hydrophile étant efficace dans le piégeage des anions superoxydes, les radicaux hydroxyles, le peroxyde d'hydrogène, les espèces réactives de l'azote et l'oxygène singulet (Du & al., 2012 ; Oroian & Escriche, 2015). Elle intervient également dans la régénération de la vitamine E (Gardès-Albert & al., 2003). Elle protège également les phospholipides membranaires des dommages peroxydantes (Pisoschi & Pop, 2015).

III.5.Caroténoïdes

Les caroténoïdes sont des molécules lipidiques appartenant à la famille des terpènes. Les terpènes représentent un grand groupe de composés avec de nombreuses fonctions différentes (Armstrong,1994). L'adhésion à cette catégorie a été établie sur la base de critères structurels et biosynthétiques.L'unité de base de cette structure est l'isoprène, qui est composé de cinq atomes de carbone (C5). Les terpènes sont produits par lacondensationde plusieurs isoprènes. Classé comme monoterpènes, diterpènes ou tétraterpènes dépend du nombre d'isoprènes condensés. Les terpènes les plus connus sont responsables de l'odeur des plantes comme le limonène pour le citron, le menthol ou le camphre. Les caroténoïdes sont généralement des tétraterpènes issus de la condensation de huit motifs C5. Les caroténoïdes sont des composés à structure hydrocarbonée, généralement composés de 40 atomes de carbone (structure C40), mais comprennent également des structures C30 ou C50 (Armstrong,1994). Les hydrocarbures caroténoïdes appartiennent à la sous-famille des carotènes. Ils peuvent être modifiés par la fonction oxygène (Armstrong,1994).

Partie pratique

Matériels et Méthodes

1-Les échantillons

L'étude est réalisée sur des échantillons de miels, récoltés au niveau de différentes régions de la wilaya de Bejaia (Amizour , Berbacha) et un échantillon de la wilaya de Jijel (tableau V) et sur un échantillon de la propolis commercialisé dans la région de Bejaïa.

Par ailleurs, des analyses ont été entreprises sur ces mêmes échantillons du miel mélangés avec la propolis.

Tableau V : les échantillons du miel analysés.

Abréviations	Origine géographique
MA	Amizour
MB	Berbacha
MJ	Jijel

MmA : Mélange miel Amizour , **MmB** :mélange miel Berbacha , **MmJ** : mélange miel Jijel

P : Propolis (commercialisé au niveau de la wilaya de Bejaia).

2-Préparation des mélanges du miel avec la propolis

A l'aide d'une spatule, Une quantité de miel (30g) est pesée et mélangée avec une petite quantité de la propolis (0.1 g). Le mélange est laissé en contact environ 24H ; avant de commencer l'analyse.

3-Extraction des antioxydants

L'extraction est réalisée avec un solvant organique, le méthanol 50%. Une prise d'essai de miel (2g) ou du mélange et aussi de la propolis (0.1 g) est mise en contact avec 10ml de méthanol (50%), après agitation pendant 20 minutes le mélange est filtré sur papier filtre ordinaire ; ensuite le filtrat est récupéré et conservé au frais dans des flacons en verre fumés.

4-Dosage des antioxydants

4-1-Dosage des polyphénols

Le dosage des polyphénols totaux dans les différents extraits du miel a été effectué spectrophotométriquement selon la méthode de **Bousaid & al.(2014)**, cette dernière est basée sur la réaction colorée des composés phénoliques avec le réactif de Folin- Ciocalteu.

Matériels et Méthodes

Un volume de 1 ml de la solution de miel a été mélangé avec 1 ml du réactif de Folin-Ciocalteu (1/10). Après 5mn, 1ml de la solution de carbonate de sodium (2%) sont ajoutés. L'absorbance est alors mesurée à 720 nm après une incubation de 10 min à une température ambiante. Les concentrations en composés phénoliques sont déterminées en se référant à la courbe d'étalonnage (Annexe1) et les résultats sont exprimés en milligramme équivalent d'acide gallique /100 g d'échantillon (mg EGA/100g).

4-2-Dosage des flavonoïdes

La quantité des flavonoïdes est déterminé selon la méthode de **Blasa & al.(2007)** ; Un volume de 1 ml d'extrait est mélangé avec 2 ml d'AlCl₃ (2% dans l'eau distillée), après 30 minutes d'incubation, l'absorbance est lue avec un spectrophotomètre à une longueur d'onde de 415nm. Les concentrations en flavonoïdes sont estimées en se référant à une courbe d'étalonnage établie avec la quercétine ; elle est exprimés en mg équivalents quercétine/100g d'échantillons (mg EQ/100g). (Annexe2)

4-3-Dosage des caroténoïdes

La quantification des caroténoïdes est réalisée suivant la méthode de **Sass-Kiss & al.(2005)**. 20 ml du mélange hexane, éthanol, acétone (2, 1, 1) sont ajoutés à une quantité d'échantillon (4g). Une agitation pendant 3 heures est réalisée, puis l'absorbance de la phase hexanique est lue à 450 nm. Les teneurs en caroténoïdes sont estimées en se référant à la courbe d'étalonnage (Annexe3) et les résultats sont exprimés en milligramme d'équivalent β-carotène /100 g d'échantillon (mg EβC/100g).

4-4-Dosage d'acide ascorbique

La quantité d'acide ascorbique est déterminée selon la méthode de **Khalil & al.(2012)**. 1g d'échantillon est mélangé avec 5ml d'acide oxalique (0.4g d'acide oxalique + 100 ml d'eau distillé). Apres agitation pendant 15min, et centrifugation pendant 15min, un volume de 1ml de surnageant est mélangé avec 1ml de DCPIP. L'absorbance est lue avec un spectrophotomètre à une longueur d'onde de 520 nm. Les teneurs en caroténoïdes sont estimées en se référant à la courbe d'étalonnage (Annexe4) et les résultats sont exprimés en milligramme d'équivalent d'acide ascorbique /100 g d'échantillon (mg EAC/100g).

5-Activité antioxydante

5-1-Le pouvoir réducteur

Le pouvoir réducteur est défini comme étant la capacité d'un antioxydant à transférer un électron ou à libérer un atome d'hydrogène (**Turksitha & al., 2018**).

Matériels et Méthodes

Le principe de cette méthode est basé sur la réduction de Fe³⁺ (fer ferrique) en Fe²⁺ (fer ferreux) par les antioxydants contenus dans l'extrait (**Irshad & al., 2012 ; Turkistha & al., 2018**) ; La réduction peut être évaluée en mesurant et en surveillant l'intensité de la couleur verdâtre dans le milieu (**Boungdoura & al., 2012 ; Mouhoubi & al., 2016**).

Le pouvoir réducteur est estimé selon la méthode décrite par **Yildirim & al.(2001)**. Un volume de 1 ml de l'extrait est ajouté à 2,5 ml du tampon phosphate (0,2M ; pH 6,6) et à 2,5 ml de ferricyanure de potassium [K₃Fe(CN)₆] (1%). Après agitation, le mélange est incubé pendant 20 minutes à 50°C, puis 2,5 ml d'acide trichloracétique TCA (10%) sont additionnés à la solution. Un volume de 1,25 ml est prélevé et additionné de 1,25 ml d'eau distillée et 0,25 ml du chlorure ferrique FeCl₃ (0.1%). L'absorbance est mesurée à 700 nm après 10 minutes d'incubation (Figure20)

5-2-Activité anti-radicalaire (DPPH)

Cette méthode est basée sur la mesure de la capacité des antioxydants à piéger le radical DPPH. En effet, le DPPH se caractérise par sa capacité à produire des radicaux libres stables. Cette stabilité est due à la délocalisation des électrons libres au sein de la molécule. La présence de ces radicaux DPPH donne lieu à une coloration violette foncée, qui absorbe aux environs de 517nm. La réaction des radicaux DPPH avec un agent antioxydant entraîne une décoloration de la solution (**Marek Kus & al., 2014 ; Shahidi & al., 2015**).

Le pouvoir anti radicalaire des extraits méthanoliques est déterminé selon la méthode décrite par **Livi & al.(2009)**. Un volume de 1.5 ml de la solution du DPPH est ajouté à 0.750 ml de l'extrait méthanolique. Après 10 minutes d'incubation à température ambiante, l'absorbance est lue à 517 nm. Le pourcentage de réduction de DPPH est calculé comme suit :

$$\% \text{ DPPH réduit} = [(\text{Abs Control} - \text{Abs Echantillon}) / \text{Abs Control}] \times 100.$$

5-3-La réduction du molybdate

L'activité antioxydante est déterminée selon la méthode d'écrite par **Ramalakshmi & al.(2008)**. Un volume de 1 ml de la solution (molybdate d'ammonium 4 Mm, acide sulfurique 0.6M, sodium phosphate 28mM) est ajouté à 0,1 ml d'extrait. Une incubation est réalisée à 95°C pendant 90 minutes. Les absorbances sont lues à 695 nm.(Annexe5).

6-Analyse statistique

Les paramètres : moyennes et écarts types ont été calculés à l'aide de logiciel Microsoft Excel 2010. Toutes les données obtenues sont la moyenne des trois essais. Afin de mettre en évidence les différences significatives entre les échantillons au seuil $p < 0,05$ une analyse de la variance est réalisée à l'aide du logiciel Statistique 5,5. Les corrélations entre les paramètres étudiés sont calculées avec statistique élémentaire en utilisant la matrice de corrélation de Statistique 5.5. Les courbes de corrélation sont réalisées avec Microsoft Excel 2010. Les valeurs de $p \leq 0.05$ sont considérées statistiquement significatives.

Résultats et discussion

1-Résultats du dosage des antioxydants

1-1-Composés phénoliques

L'ensemble des résultats obtenus concernant le dosage des polyphénols totaux des extraits sont illustrés dans la **Figure N°06** qui présente des teneurs en polyphénols totaux allant de 11.44 à 719.19 mg EAG/100g. Le miel enregistre la teneur la plus faible en composés phénoliques par rapport aux mélanges, tandis que la propolis présente la teneur la plus élevée. Les échantillons sont classés selon l'ordre croissant : MB<MmA<MmB<MA<MJ<MmJ< P. Les teneurs en composés phénoliques du miel enrichi avec la propolis varient entre 13.74 et 30.04 mg EAG /100g. Les mélanges MmA et MmB enregistrent des teneurs faibles par rapport au mélange MmJ, tandis que le miel de Jijel enregistre la teneur la plus élevée.

Ces résultats sont supérieurs à ceux obtenus par **Mahaneem & al.(2010)** sur des échantillons malaisiens et inférieurs à ceux obtenues par **Alzahrani & al.(2012)**.

D'après ces résultats, on peut conclure que l'addition de la propolis au miel accroît considérablement ses teneurs en polyphénols.

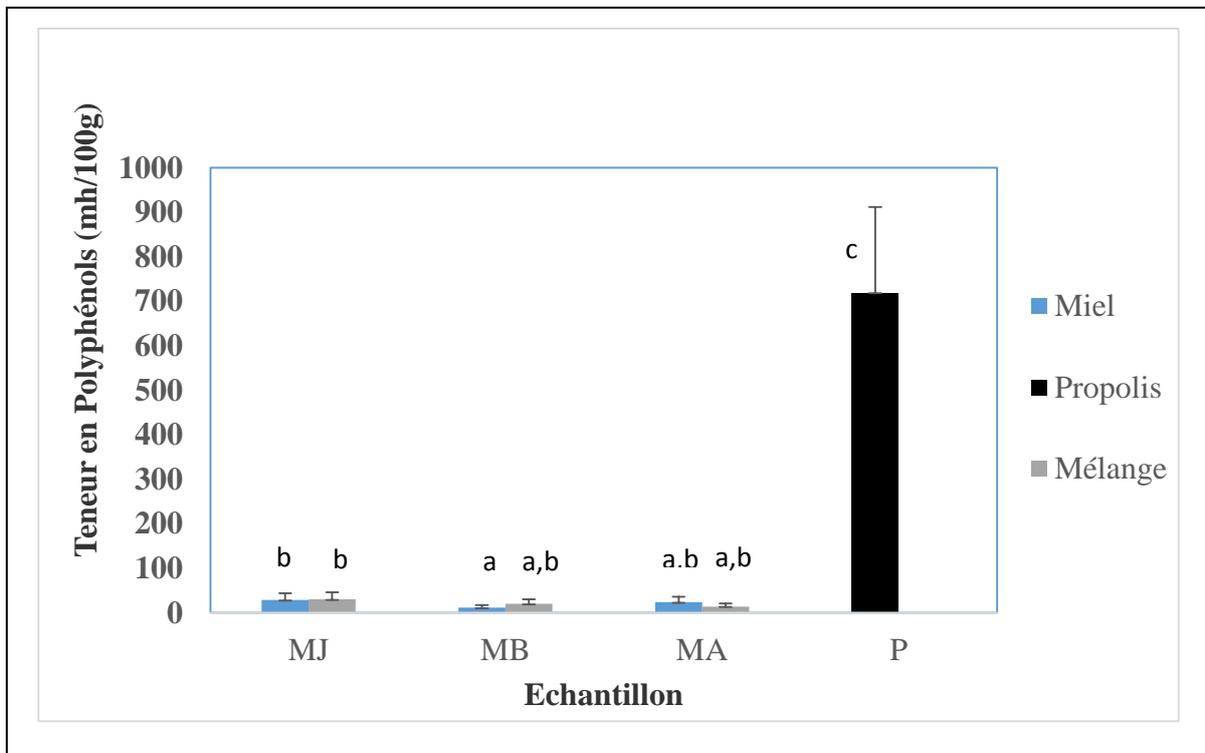


Figure N°06 : Teneur en polyphénols des échantillons étudiés.

1-2-Flavonoïdes

L'ensemble des résultats obtenus concernant le dosage des flavonoïdes des extraits sont illustrés par la **Figure N°07** qui présente des teneurs en flavonoïdes allant de 2.21 à 8.08 mg EQ/100g. L'échantillon MB enregistre la valeur la plus faible, tandis que l'échantillon P enregistre la valeur la plus élevée. Nos résultats sont inférieurs à ceux obtenus par **Moniruzzaman & al.(2013)**, et à ceux obtenus par **Khalil & al.(2013)** sur des échantillons Malaisiens. **Doukani & al.(2014)** ont montré que la concentration et le type de substances phénoliques dépendent de l'origine florale du miel; ils sont les principaux facteurs responsables de l'activité biologique du miel. En général, les miels les plus foncés contiennent des quantités de flavonoïdes supérieures aux miels plus clairs. Ainsi, ils possèdent une plus grande capacité antioxydante. L'espèce végétale utilisée par les abeilles, la santé de la plante, la saison et les facteurs environnementaux influent sur la teneur en flavonoïdes.

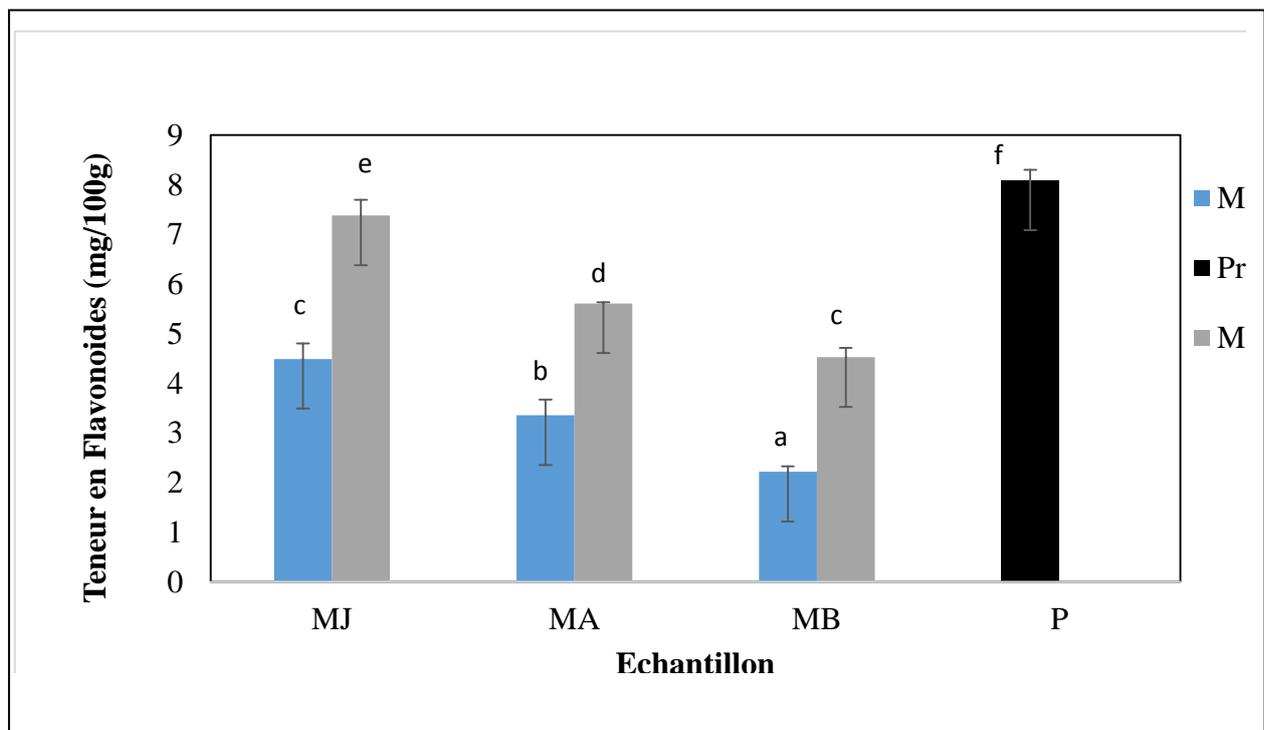


Figure N°07 : Teneur en Flavonoïdes des échantillons étudiés.

1-3-Caroténoïdes

Les teneurs en caroténoïdes sont illustrées par la **Figure N°08**. Les échantillons présentent des teneurs plus au moins variables avec des différences significatives. La propolis se manifeste

Résultats et discussion

avec la teneur la plus élevée suivie des mélanges (miel et propolis) tandis que le miel seul et cela pour chaque région enregistre la teneur la plus faible.

Dans la présente étude, le dosage des caroténoïdes a révélé des concentrations très faibles pour les échantillons de miel, allant de 0,71 à 1,09 mg E β C/100 g. La teneur la plus faible en caroténoïdes est représentée par le miel (MB) de la région de Berbacha, tandis que la teneur la plus élevée est représentée par le miel (Mj) de Jijel.

Tandis que pour les mélanges, la teneur la plus faible en caroténoïdes est représentée par le mélange (Mmj) de la région de Jijel, tandis que la teneur la plus élevée est représentée par le mélange (MmB) de Berbacha. Ces résultats sont supérieurs à ceux obtenus par **Mouhoubi & al.(2016)** sur les échantillons de miels Algériennes [0,30 à 1,01 mg E β C/100 g]. Ces différences peuvent être attribuées à plusieurs facteurs dont la méthode d'extraction, l'origine géographique, le taux d'ensoleillement de la plante butinée par les abeilles, la source florale, le degré de maturité des fruits butinés par les abeilles et les conditions de stockage (**Alvarez-Suarez & al., 2010**).

La teneur en caroténoïdes de la propolis est de 19,04 mg E β C/100 g. Les teneurs des échantillons de miels additionnés de la propolis varient de 6,31 à 9,70 mg E β C/100 g.

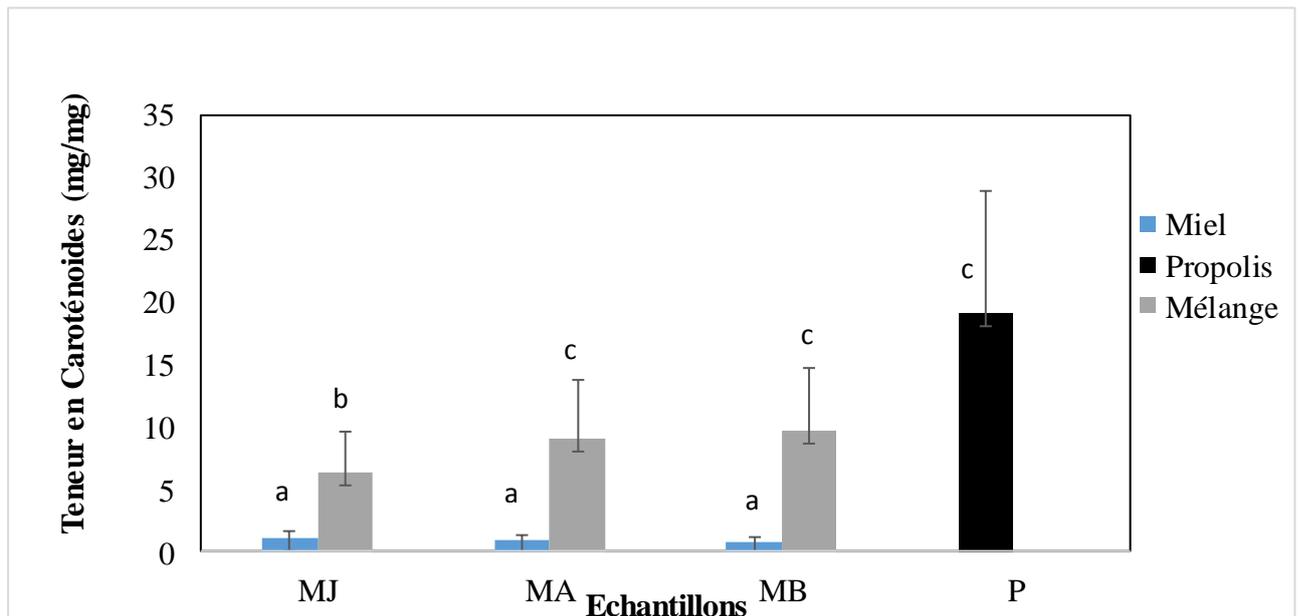


Figure N°08 : Teneur en caroténoïdes des échantillons étudiés.

1-4-Acides ascorbique :

Les teneurs en acides ascorbique analysés sont illustrées par la **Figure N°09**. Les échantillons présentent des teneurs plus au moins variables avec des différences significatives. La propolis se

Résultats et discussion

manifeste avec la teneur la plus élevée suivie des mélanges (miel et propolis) tandis que le miel enregistre la teneur la plus faible.

Dans la présente étude, le dosage de l'acide ascorbique a révélé des concentrations plus au moins élevée pour les échantillons de miel, allant de 455.78 à 558.20 mg E β C/100 g. La teneur la plus faible est représentée par le miel (MB) de la région de Berbacha, tandis que la teneur la plus élevée est représentée par le miel (MJ) de Jijel.

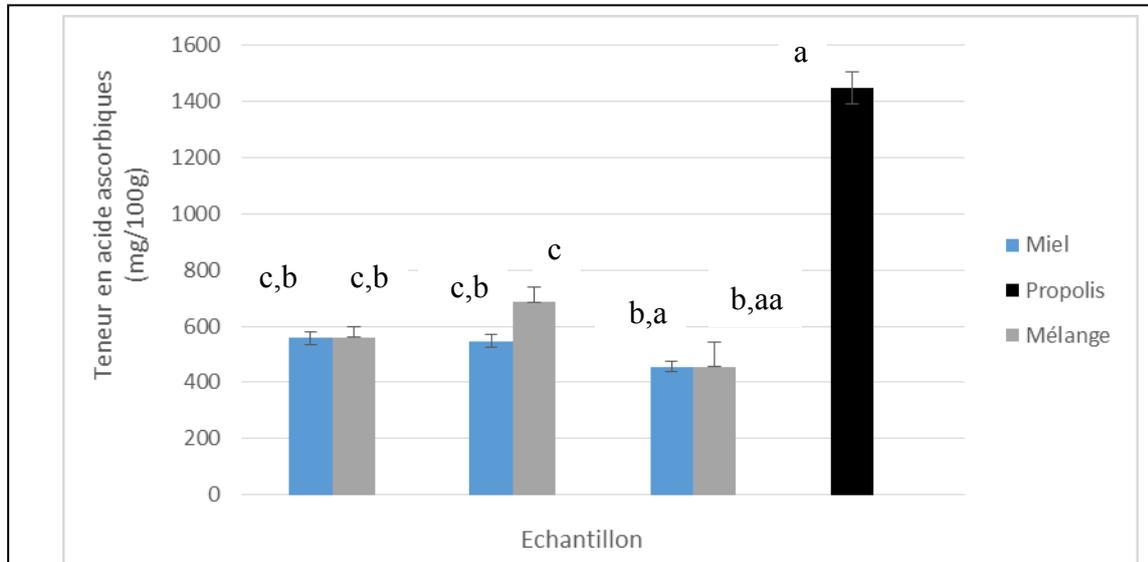


Figure N°09 : Teneur en acide ascorbique des échantillons étudiés.

2-Activité antioxydante

2-1-Le pouvoir réducteur

Le pouvoir réducteur des échantillons analysés est présenté sur la **Figure N°10**. D'après ces résultats, le miel de Jijel (MJ) possède un meilleur pouvoir réducteur qui est de 18.24mEAG/100g suivi respectivement par le miel Amizour (MA) avec une valeur de 37.98 mEAG/100g et le miel de Berbacha (41.75mEAG/100g).

Pour les échantillons de miel additionnés de Propolis, le mélange MmB présente le meilleur pouvoir réducteur avec une valeur de 80.65mEAG/100g, suivi par le mélange MmA avec une valeur de 70mEAG/100g, le pouvoir réducteur le plus bas est présenté par le mélange MmJ avec une valeur de 63.73mEAG/100g.

Les miels (MJ, MA, MB) présentent une faible activité antioxydante alors que les mélanges (MmJ, MmA, MmB) enregistrent des teneurs plus élevées. Cela peut être expliqué par le fait que les miels contiennent des teneurs faibles en composés phénoliques, tandis que les mélanges contiennent des teneurs élevées en composés phénoliques.

Résultats et discussion

Les différentes variations de l'activité antioxydante des miels étudiés sont étroitement associées à son origine florale, aux teneurs en composés bioactifs tels que les polyphénols, les flavonoïdes et les caroténoïdes (Bogdanov, 2017).

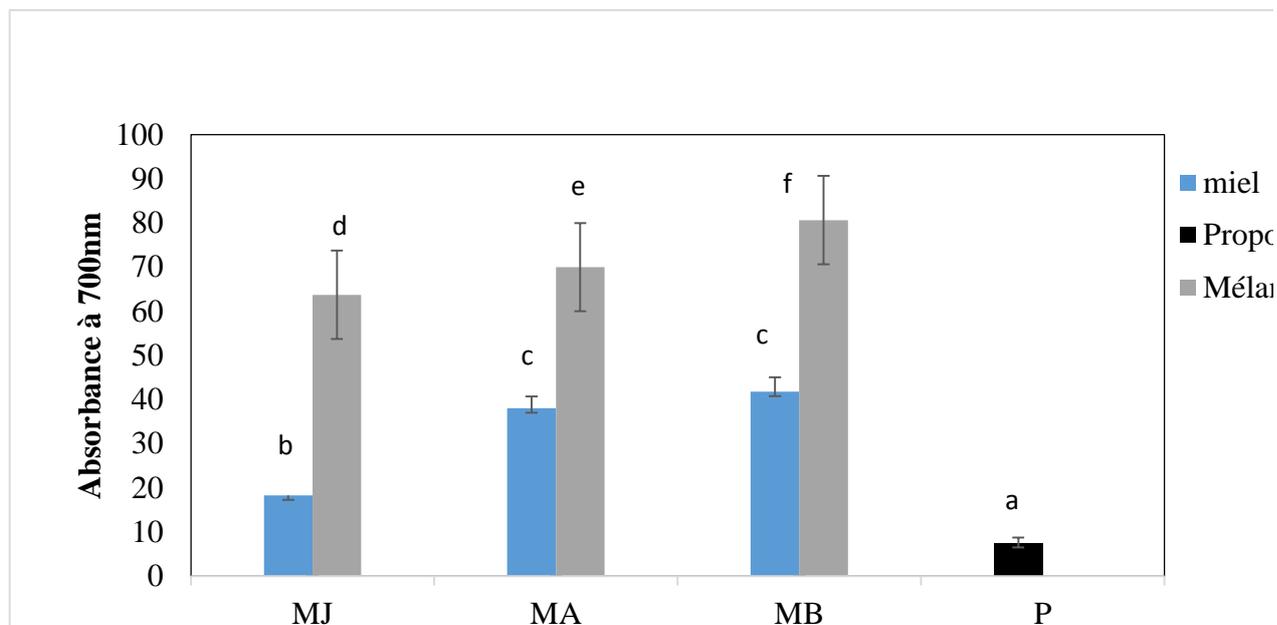


Figure N°10 : Pouvoir réducteur des échantillons.

2-2-L'activité anti radicalaire DPPH

L'activité antioxydante est déterminée par la diminution de l'absorbance d'une solution méthanolique de DPPH, qui est due à sa réduction en une forme non radicalaire DPPH-H par les antioxydants donateurs d'hydrogènes présents dans les échantillons (Doukani & al., 2014).

D'après les résultats obtenus (Figure N°11) le pouvoir anti radicalaire des échantillons étudiés vis-à-vis du radical DPPH varie de 38.17% à 59.10% pour une concentration de 100 mg/ml. Le miel de Berbacha (MB) présente l'activité anti radicalaire la plus faible et le miel de Jijel (MJ) présente la meilleure activité anti radicalaire. L'étude réalisée par Bouyahia & al. (2017) sur des miels Marocains a rapporté des pourcentages qui varient de 36,38% à 61,94%. Ces derniers sont supérieurs aux résultats rapportés dans la présente étude. Cette différence est due aux conditions expérimentales (la température et le temps de réaction), qui peuvent affecter les résultats de manière significative (Hogan & al., 2009 ;Lobo, 2009).

Les résultats obtenus pour les échantillons du miel additionnés de Propolis varient de 56.32 % à 62.06 %, le mélange MMB enregistre la plus grande activité anti-radicalaire, suivi respectivement par les mélanges MMJ et MMA et pour la Propolis on a une concentration similaire à celle de miel de Amizour.

Résultats et discussion

L'activité antioxydante varie en fonction de la teneur en antioxydants (polyphénols totaux, flavonoïdes, acide ascorbiques caroténoïdes, les sucres, acides aminés.c'est pour cela que les mélanges (MmJ, MmB,MmA) et aussi la propolis présente une très grande activité anti-radicalaire.

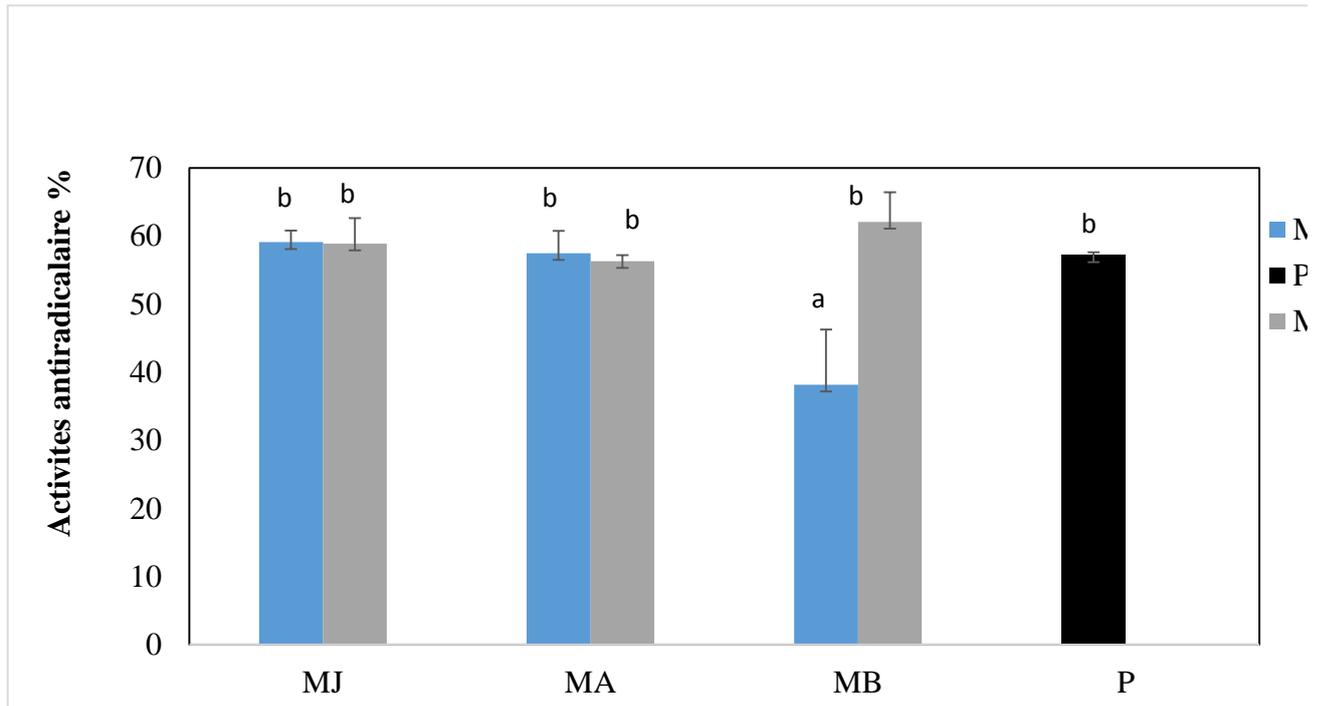


Figure N°11 : Activité anti-radicalaire des échantillons étudiés.

2-3-La réduction du molybdate

La Figure N°12 montre les résultats obtenus concernant l'activité antioxydante, mesurée par la réduction de molybdate par les antioxydants présents dans les échantillons analysés.

Pour les échantillons de miels étudiés, la meilleure capacité réductrice est enregistrée pour le miel d'Amizour avec une valeur de 40.41mEAG/100g, suivi respectivement par le miel de Berbacha avec une teneur de 36.70mEAG/100g, et enfin celui qui enregistre une faible capacité réductrice qui est du 32.66mEAG/100g est le miel de Jijel. La capacité réductrice enregistrée pour la Propolis est supérieure à celle du miel.

Pour la capacité réductrice du mélange (miel+propolis), le mélange MmB a la plus grande capacité de 66.65mEAG/100g, suivi respectivement du mélange MmA avec une valeur de 64.10mEAG/100g, et enfin le mélange MmJ avec la capacité réductrice la plus faible qui est de 62.28mEAG/100g.

Résultats et discussion

La variation de la capacité réductrice des échantillons vis-à-vis du molybdate peut être attribuée à leur différence de composition en agents réducteurs tels que les polyphénols, l'acide ascorbique et les caroténoïdes (Jayaprakasha & al., 2008). La nature et la structure des composés phénoliques ainsi que la présence d'autres composés non phénoliques tels que les enzymes et les substances non enzymatiques peuvent intervenir dans l'activité antioxydante du miel (Loo & al., 2008 ; Ferreira & al., 2009).

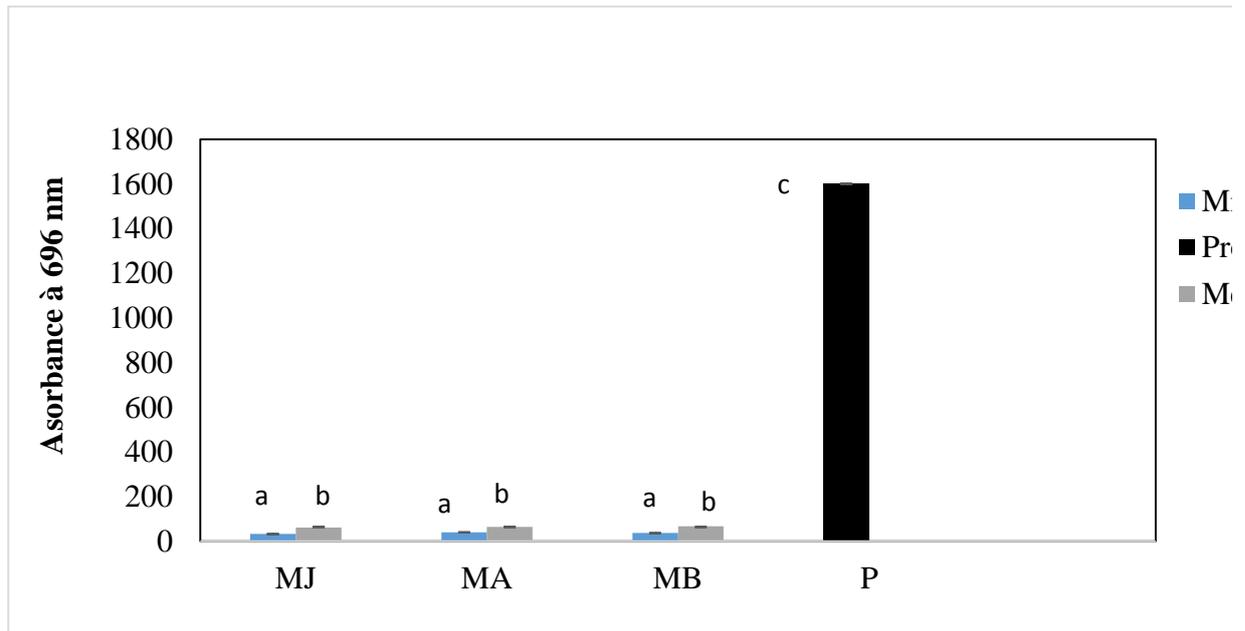


Figure N°12 : Réduction du molybdate des échantillons.

Conclusion

Conclusion

La santé humaine est mise en danger par de nombreuses maladies causées par le stress oxydatif, ce qui a mené à la recherche de produits naturels riches en antioxydants réduisant ainsi les risques liés à ces maladies.

Parmi les aliments bénéfiques à l'organisme, les produits issus de la ruche telle que le miel, et la propolis, qui sont non seulement une source d'apports nutritifs mais également présentent des effets protecteurs contre les maladies.

Notre étude est focalisée sur l'évaluation de l'activité antioxydante du miel additionné de la propolis.

Les résultats des dosages montrent que l'échantillon de miel de *Jijel* (MJ) présente des teneurs très élevées en antioxydants et possède la meilleure activité antioxydante. Alors que le miel de *Berbacha* (MB) a enregistré les valeurs les plus basses pour le dosage des polyphénols, flavonoïdes caroténoïdes et les tests DPPH. Par ailleurs, les valeurs les plus basses pour le phosphomolybdate et le pouvoir réducteur ont été enregistrées pour le miel de Jijel(MJ) et les valeurs les plus élevée sont miel Berbacha pour le pouvoir réducteur et le miel amizour pour le phosphomolybdate; cette variation est due à l'origine florale, le climat et la localisation géographique.

L'échantillon de miel Jijel additionné de la propolis (MMJ) est le plus riche en polyphénols (30.04 mg EAG/ 100g), en flavonoïdes (7.38mg EQ / 100g), en acide ascorbique (558.20 mg EQ / 100g) par contre pour les caroténoïdes le mélange de Berbacha (MMB) est le plus riche (9.70 mg E β C / 100g), il représente également une forte activité anti radicalaire DPPH et un fort pouvoir réducteur et une valeur élevée en phosphomolybdate.

Sur la base des données obtenues dans le présent travail, on peut conclure que l'addition de la propolis au miel a amélioré considérablement ce dernier.

Références

bibliographiques

Références Bibliographiques

(A)

Alvarez-Suarez, J.M., Tulipani, S., Bertoli, E. & Battino, M. (2010). Contribution of honey in nutrition and human health : a review. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*3: 15-23.

Adam A. P., Gallo E., Ouchfoun L. & Vuong P., 2007 –Le miel, un nouvel antibiotique cutané sur le marché ? *Le point biologique, revue.* 1 ; 35-40pp

A. Cuesta, Rodriguez,h Esteban, & J. Meseguer,(2005),“*In vivo* effects of propolis, a honeybee product, on gilthead seabream innate immune responses,” *Fish and Shellfish Immunology*, vol. 18, no. 1, pp. 71–80.

Akroum, S. (2011). Etude analytique et biologique des flavonoïdes naturels. Thèse de Doctorat : Université Mentouri de CONSTANTINE –ALGERIE .

AMRI A. (2006). *Evaluation physico-chimique et détermination de l'origine botanique de quelques variétés de miel produites à l'Est d'Algérie. Mémoires de magistères*, Université Badji Mokhtar, Annaba ,123p

Asgarpanah, J., & Kazemivash, N. (2012). Phytochemistry, pharmacology and medicinal properties of *Coriandrum sativum* L. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 6 (31), 2340-2345.

Armstrong, G.A. (1994) .*Eubacteria* show their true colors : genetics of carotenoid pigment biosynthesis from microbes to plants. *J. Bacteriol.* 176, 4795-4802.

(B)

Ballot- flurin k., 2010 –*A coté de la vie, les bienfaits de l'apithérapie.* Ed . Eyrolles, Paris, 157p.

Bertoncelj, J., Dobersek, U., Jamnik, M., & Golob., T.(2007). Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenianhoney . *Food Chemistry*, 105,822-828.
[http ;//dx.doi.org/10.1016/j.2007.01.060](http://dx.doi.org/10.1016/j.2007.01.060)

Berset, C. (2006). Antioxydants phénoliques-Structures, propriétés, sources végétales. In « Les polyphénols en agroalimentaire ». *Lavoisier*, p 1-27.

Références Bibliographiques

Blassa M., Candiracci M., Accorsi A., Piacenti M.P . & Piatti E.(2007). Honey flavonoids as protection agents against oxidative damage to human red blood cells. *Food Chemistry*, 104 ; 1635-1640.

Bogdanov, S. (2017). Honey as nutrient and functional food. *Book of honey. Bee-hexagon. Journal of the American College of Nutrition*, p.257-459.

Bogdanov S Gallmann P . Stangaciu S. Cherbuliez T.(2006). Produits apicoles et santé Ed. Centre de recherches apicoles, Suisse, 55p

Bogdanov S. Bieri K., Kilchenmann V. & Gallmann P.(2008) - Miels monofloraux suisses Ed. Centre de recherches apicoles , Suisse , 55p.

BONTE F., DESMOULIERE A. (2013). Le miel ; origine et composition. *Actualités pharmaceutique*, 52, 531 ; 18-21

Bogdanov S., Lullman C., Martin P., Von Der Ohe W., Russmann H., Vorwohl G., Persano-Oddo L., Sabatini A. G., Marcazzan G. L., Piro R., Flamini C., Morlot M., Heritier J., Borneck R., Marioleas P., Tsigouri A., Kerkvliet J., Ortiz A., Ivanov T., D-Arcy B., Mossel B. & Vit P (1997). Honey quality and international regulatory standards ; review by the international honey commission. *Bee World*, 80(2) ; 61-69.

Bogandov S. & Blumer P.(2001). Propriétés antibiotiques naturelles du miel. *Revue Suisse d'Apiculture*, 98(3) ; 107-114 pp

Boussaid, A., Chouaibi, M., Rezig, L., Hellal, R., Donsi, F., Ferrari, G. & Hamdi, S. (2014). Physicochemical and bioactive properties of six honey samples various floral origins from Tunisia. *Arabia Journal of Chemistry, In Press.*

Bradbear n. (2010). Le rôle des abeilles dans le développement rural Manuel sur la récolte, la transformation et la commercialisation des produits et services dérivés des abeilles. Ed. F.AO., Rome, 238p.

Bruneton, J. (2015). Pharmacognosie : Phytochimie, Plantes médicinales. 5^{ème} édition. Edition Lavoisier Tec & Doc. Médicales Internationales, Paris, p 1504 .

Références Bibliographiques

Benkovic, V.; Knezevic, A.H.; Dikic, D.; Lisicic, D.; Orsolc, N.; Basic, I.; Kosalec, I.; Kopjar, (2008),N. Radioprotective effects of propolis and quercetin in gamma-irradiated mice evaluated by the alkaline comet assay. *Phytomedicine*, 15, 851–858.

Bogdanov, S. (2017). Honey as nutrient and functional food. Book of honey. Bee-hexagon. *Journal of the American College of Nutrition*, p.257-459.

Borrelli, F.; Maffia, P.; Pinto, L.; Ianaro, A.; Russo, A.; Capasso, F.; Ialenti, A.(2002),Phytochemical compounds involved in the anti-inflammatory effect of propolis extract. *Fitoterapia*, 73,53–63.

Bogdanov, S. Propolis: Composition, health, medicine: A review. Available online: <http://www.bee-hexagon.net/en/propolis.htm> (accessed on 5 September 2013).

Bouyahia A , Abrini J , ET-touys A, Lagrouh F, Dakka N, Bakri Y. (2017). Phytochemical Analysis and Evaluation of the Antioxidant Activity of Moroccan Honey Samples. *Journal of Phytothérapie Lavoisier SAS*.DOI 10.1007/s10298-017-1122-3.

(C)

Chauvin R. (1968). Les produits de la ruche Traité de Biologie de l'abeille .T. Ed MASSON et Cie .Paris .319p

Chauvin R. (1968). Les produits de la ruche Traité de Biologie l'Abeille. T. (3). Ed MASSON et Cie .Paris.391p .

Chauvin R. (1987). Le miel. Cité « la ruche de l'homme ».Edition Calmann- Lévy ;47-45.

Chanforan, C., (2010). Stabilité de microconstituants de la tomate (composés phénoliques, caroténoïdes, vitamines C et E) au cours des procédés de transformation : études en systèmes modèles, mise au point d'un modèle stoechio-cinétique et validation pour l'étape unitaire de préparation de sauce tomate. Thèse de Doctorat : Université D'AVIGNON et des PAYS de VAUCLUSE.

Clément H. (2003) . Le Traité Rustica de l'Apiculture. Ed Rustica. France.528p

Codex Alimentarius Commission (2001). Codex standard 12, Revised Codex Standard for honey.1-7pp

Références Bibliographiques

Collin, S. & Crouzet, J. (2011). Les polyphénols et procédés. Ed. *Lavoisier* : 333.

Corbella E. & Cozzolino D. (2006). Classification of the floral origin of Uruguayan honeys by chemical and physical characteristics combined with chemometrics. *Lebensm-Wiss.u.-Technol.*, 39 ;534-539.pp.

Cardinault N., Cayeux M.O., Percie du Sert P.(2012). La propolis: origine, composition et propriétés. *Phytothérapie*, pp. n. 10, p.298-304.

Chan, W.S.; Wen, P.C.; Chiang, H.C.(1995). Structure-activity relationship of caffeic acid analogues on xanthine oxidase. *Anticancer Res*, 15, 703–707.

(D)

David H., Carlos A.U. & Gomez-Cordoves C.(2011). Rôle of honey polyphenols in health. *Journal of Api Product and Api Medical Science*, 3(4), 141 – 159.pp.

Du, J., Cullen, J. J., & Buettner, G. R. (2012). Ascorbic acid: chemistry, biology and the treatment of cancer. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Reviews on Cancer*, 1826 (2), 443-457.

De Lima, R.O.A.; Bazo, A.P.; Said, R.A.(2005). Modifying effect of propolis on dimethylhydrazine induced DNA damage but not colonic aberrant crypt foci in rats. *Environ. Mol. Mutagen*, 45, 8–16.

Daleprane, J.B.; Freitas Vda, S.; Pacheco, A.; Rudnicki, M.; Faine, L.A.; Dörr, F.A.; Ikegaki, M.; Salazar, L.A.; Ong, T.P.; Abdalla, D.S.(2012). Anti-atherogenic and anti-angiogenic activities of polyphenols from propolis. *J. Nutr. Biochem*, 23, 557–566.

De Almeida, E.C.; Menezes, H.(2002). Anti-inflammatory activity of propolis extracts: A review. *J. Venom. Anim. Toxins*, 8, 191–212.

Díaz-Carballo, D.; Malak, S.; Bardenheuer, W.; Freistuehler, M.; Reusch, H.P.(2008). The contribution of plukenetione A to the anti-tumoral activity of Cuban propolis. *Bioorg. Med. Chem.* 2008, 16, 9635–9643.

Doukani K., Tabak S., Derriche A. & Hacini Z. (2014). Etude physicochimique et phytochimique de quelques types de miels Algériens. *Revue Ecologie-Environnement*. 10 :37- 49.

Références Bibliographiques

(E)

Escuredo, O., & Seijo, MC (2019). Miel: composition chimique, stabilité et authenticité. *Foods*,8 (577), 1-3.

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), p: 125-128.

(F)

Faller , A. L. K., & Fialho, E. F. N. U. (2010). Polyphenol content and antioxidant capacity in organic and conventional plant foods. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23 (6), 561-568.

Furi P., Pickhardt A., Cottier V. & Charriere J., (2001). *La pollinisation des plantes à fleurs par les abeilles-* Biologie , Ecologie, Economie. AgroscopeLiebefeld-Posieux , Centre de recherche apicole, CH-3003 Bern, 27.p

Fratellone, P. M., Tsimis, F., & Fratellone, G. (2016). Apitherapy Products for Medicinal Use. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 22(12), 1020–1022.

Fuliang, H.U.; Hepburn, H.R.; Xuan, H.; Chen, M.; Daya, S.; Radloff, S.E.(2005). Effects of propolis on blood glucose, blood lipid and free radicals in rats with diabetes mellitus. *Pharmacol. Res*,51, 147–152.

(G)

Gardés-Albert, M., Bonnefont-Rousselot, D., Abedinzadeh., Z., & Jore, D. (2003). Espèces réactives de l'oxygène .*L'actualité Chimique*, 91 -96.

G. Fischer, F. R. Conceição, F. P. L. Leite & al.(2007). “Immunomodulation produced by a green propolis extract on humoral and cellular responses of mice immunized with SuHV-1,” *Vaccine*, vol. 25, no. 7, pp. 1250–1256.

Gheldof N & Engesth N.J. (2002). Antioxidant capacity of honeys from various floral sources based on the determination of oxygen radical absorbance capacity and inhibition of in vitro lipoprotein oxidation in human serum samples. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 50 ; 3050-3055.pp

Gonnet M . (1982). Le miel ; composition, propriétés et conservation.Ed.OPIDA ;22.

Références Bibliographiques

Goudable, J., & Favier, A. (1997). Radicaux libres oxygénés et antioxydants. *Nutrition clinique et métabolisme*, 11 (2), 115-120.

(H)

Hu, Q., & Luo, Y. (2016). Polyphenol-chitosan conjugates: Synthesis, characterization, and applications. *Carbohydrate Polymers*, 151, 624-639.

Hogan S., Zhang L., Li J., Zoecklein B. & Zhou K. (2009). Antioxidant properties and bioactive components of norton (*Vitis aestivalis*) and Cabernet Franc (*Vitis vinifera*) wine grapes. *Food Science and Technology*. 42, 1269-1274.

(I)

Irshad, M., Zafaryab, M., Singh, M & Rizvi, M.M.A. (2012). Comparative analysis of the antioxidant activity of Cassia fistula extracts. *International Journal of Medicinal Chemistry*, Article ID 157125.

Iravani, S.; Zolfaghari, B. (2011). Pharmaceutical and nutraceutical effects of Pinus pinaster bark extract. *Res. Pharm. Sci*, 6, 1–11.

(J)

Jean-Prost P. (2005). Apiculture ; Connaitre l'abeille, Conduire Le Rucher (7ème édition). Edition Tec & Doc. p : 379-419.

Jean-Prost P., Médori P. (2005). Miel. Cité << Apiculture ; Connaitre l'abeille « conduire le rucher ». Edition TEC & DOC ;180-419.pp

J.O.R.F. (2003). Caractéristiques de composition de miel. Journal off. Rep. Française, 3p.

Jayaprakasha, G. K., Girenavar, B. & Patil, B. S. (2008). Antioxidant capacity of pummel and navel oranges: Extraction efficiency of solvents in sequence. *LWT*. 41 : 376-384.

(K)

Karabourniotti S. & Zervalaki P. (2001). Les effets du chauffage sur le HMF et l'invertase des miels. *Apiacata*, 36(4) ; 178-181.pp

Kawsar ,S. M. A., Hug, E., Nahar ,N., Ozeki Y. (2008). Identification and quantification of phenolic acids in *Macrotyloma uniflorum* by reversed phase – HPLC. *American Journal of Plant Physiology*, 3 (4), 165-172.

Références Bibliographiques

Kerkvliet J., Ortiz A., Ivanov T., D- Arey B., Mossel B. & Vit P.(1996). Honey quality and international regulatory standards ; review by the international honey commission. *Bee World*, 80(2) ; 61-69.pp

Kolayli S., Boukraa L., Sahin H. & Abdellah F., 2012. Dietary Sugars ; Chemistry, Analyses, Function and Effects.Chapter 1 ; Sugars in Honey. Ed. Victor R.Preedy.Food and Nutritional Components in Focus No 3. The Royal Society of Chemistry. ISBN ; 9781849733700

Kumar, S., Pandey, A.K. (2013). Chemistry and biological activities of flavonoids: an overview. *Hindawi The Scientific World Journal*, (ID: 162750) , 1-16.

Kuźnicki, D.(2006). Antioxidants and cholesterol-reducing agents with antiatherogenic activity contained in plant raw materials. *Post. Fitoter*, 4, 206–212.

Kimoto, T.; Arai, S.; Kohguchi, M.; Aga, M.; Nomura, Y.; Micallef, M.J.; Kurimoto, M.; Mito, K.(1998). Apoptosis and suppression of tumor growth by artepillin C extracted from Brazilian propolis. *Cancer Detec. Prev*, 22, 506–515.

Khalil, M.L.(2006). Biological activity of bee propolis in health and disease. *Asian Pac. J. Cancer Prev*, 7, 22–31.

Khalil I.Md., Moniruzzaman M., Boukraâ L., Benhanifia M., Asiful-Islam Md., Nazmul Islam Md , Siti Amrah S. & Hua Gan S. (2012). Physicochemical and Antioxidant Properties of Algerian Honey *.Molecules*, 17: 11199-11215.

(L)

Liviu Al M., Daniel D., Moise A., Bobis O., Laslo L. & Bogdanov S. (2009). Physicochemical and bioactive properties of different floral origin honeys from Romania. *Food Chemistry*, 112:863-867.

Luthria ,D. L., Mukhopadhyay, S. Krizek, D. T. (2006). Content of total phenolics and phenolic acids in Tomato (*Lycopersicon Esculentum* Mill.) fruits as influenced by cultivar and solar UV radiation. *Journal of Food Composition and Analysis* ,19, 771-777.

Lu, L.C., Chen ,Y.W. & Chou , C.C.(2005). Antibacterial activity of propolis Against staphylococcus aureus. *International Journal of Food Microbiology* , 102 ;213-220p

Références Bibliographiques

Louveaux J.(1968). Composition propriété et technologie du miel. Cité Traité de Biologie de l'abeille. T(3). Ed MASSON et Cie. Paris.391p

LOUVEAUX J (1985). Les Abeilles et leur élevage. OPIDA. 265 p.

Lobreau-Callen D., Marmion V. & Clémont M-C. (1999). Les miels. Cité « Techniques de l'ingénieur » ; 1-20.Ed. Vuibert. Paris.118p.

Li, Y.; Chen, M.; Xuan, H.; Hu, F.(2012). Effects of encapsulated propolis on blood glyceimic control,lipid metabolism, and insulin resistance in type 2 diabetes mellitus rats. *Evid. Based Complement.Alternat. Med* , doi:10.1155/2012/981896.

Lugli, E.; Ferraresi, R.; Roat, E.; Troiano, L.; Pinti, M.; Nasi, M.; Nemes, E.; Bertoncelli, L.;Gibellini, L.; Salomoni, P.; & al.(2009). Quercetin inhibits lymphocyte activation and proliferation

without inducing apoptosis in peripheral mononuclear cells. *Leuk. Res* ,33, 140–150.

Lee J., Koo N. & Min D.B. (2004). Reactive Oxygen Species, aging, and Antioxidative Nutraceuticals. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 3: 21-33

(M)

Mouhoubi- Tafinine, Z., Ouchemoukh, S & Tamendjari, A. (2016). Antioxidant activity of some Algerian honey and propolis.*IndustCropProd*, vol.88, p. 85-90.

Marco C., Spano N., Salis S., Pilio M.I., Floris I., Pireddu L., et Sanna G. (2012). Assay of B Vitamines and others Water-soluble Vitamines in Honey. InPREEDY V.R., *B Vitamins and Folate*, Ed RCsPublishing, London, 173-194p.

Manyi-Loh Cheristy E., Clarke Anna M., Munzhelele Thilivhali, Green Ezekiel, Mkwetshana Noxolo F., & Ndip Roland N.(2010). Selected South African Honeys and Their Extracts Possess In Vitro Anti-Helicobacter pylori Activity. *Archives of Medical Research*.41 ; 324-331.pp

Références Bibliographiques

Martins, S., Mussatto, S. I., Martínez-Avila, G., Montañez-Saenz, J., Aguilar, C. N., & Teixeira, J. A. (2011). Bioactive phenolic compounds: production and extraction by solidstate fermentation. A review. *Biotechnology Advances*, 29 (3), 365-373.

Marek Kus, P., Congiu, F., Teper, D., Sroka, Z., Jerkovic, I. & Tuberoso, C. I. G. (2014). Antioxidant activity, color, characteristics, total phenol content and general HPLC fingerprints of six unifloral honey types. *LWT- Food Science and Technology*, 55: 124-130.

Meda A, Charles EulogeLamien , Marco Romito , Jeanne Millogo , Odile Germaine Nacoulma(2005) ; Determination of the total phenolic, flavonoide and proline contents in Burkina Fasahoney, as well as their radicals cavening activity. *Food Chemistry*.91 ; 571-577.pp.

Molino, S., Dossena, M., Buonocore, D., Ferrari, F., Venturini, L., Ricevuti, G., & Verri, M. (2016). Polyphenols in dementia: From molecular basis to clinical trials. *Life Sciences*, 161, 69-77.

Marcucci, M.C. (1995). Propolis: Chemical composition, Biological properties and therapeutic activity. *Apidologie*, 26, 83–99.

Moura, S.A.L.; Negri, G.; Salatino, A.; Lima, L.D.C.; Dourado, L.P.A.; Mendes, J.B.; Andrade, S.P.; Ferreira, M.A.N.D.; Cara, D.C.(2011) Aqueous extract of Brazilian green propolis: Primary components, evaluation of inflammation and wound healing by using subcutaneousimplanted sponges. *Evid. Based Complement. Alternat. Med*, doi:10.1093/ecam/nep112.

Mutoh, M.; Takashi, M.; Fukuda, K.; Komatsu, H.; Enya, T.; Masushima-Hibiya, Y.;Mutoh, H.; Sugimura, T.; Wakabayashi, K.(2000) Suppression by flavonoids of cyclooxygenase-2promoter-dependent transcriptional activity in colon cancer cells: Structure activity relationship. *Jpn. J. Cancer Res*.91, 686–691.

Moniruzzaman M., Chua Y.A.,Visweswara R., Hawlader.M.N.I., & Azlan.S.A.1. (2014). Identification of phenolics acids and Flavonoids in Monofloral Honey from Bangladesh by High Performance Liquid Chromatography: *Determination of Antioxydant Capacity. Hindawi Publishing Corporation BioMed Research International*, Article ID 737490 : 11.

Références Bibliographiques

(N)

N. Oršolić, A. B. Šaranović, & I. Bašić. (2006). "Direct and indirect mechanism(s) of antitumour activity of propolis and its polyphenolic compounds," *PlantaMedica*, vol. 72, no. 1, pp. 20–27.

Nijveldt, R.J.; Nood, E.; Hoorn, D.E.C.; Boelens, P.G.; Norren, K.; Leeuwen, P.A.M. (2001). Flavonoids: A review of probable mechanisms of action and applications. *Am. J. Clin. Nutr*, 74, 418–425.

(O)

Orsi, R.O.; Funari, S.R.C.; Soares, A.M.V.C.; Calvi, S.A.; Oliveira, S.L.; Sforcin, J.M.; Bankova, V. (2000) Immunomodulatory action of propolis on macrophage activation. *J. Venom. Anim. Toxins*, 6, 205–219.

(P)

Pauline G. (2019). Là où les antibiotiques échouent, le miel fait des miracles.

Pérez-Pérez, E., Vit, P., & Huq, F. (2013). Flavonoids and polyphenols in studies of honey antioxidant activity. *Int J Med Plant Altern Med*, 1 (4), 63-72.

Prost P-J, Le Conte Y. (2005). Apiculture ; connaître l'abeille, conduire le rucher. *Edition lavoisier*. 698p

Park, E.H.; Kahng, J.H. (1999) Suppressive effects of propolis in rat adjuvant arthritis. *Arch. Pharm. Res*, 22, 554–558.

Popova, M.; Bankova, V.; Butovska, D.; Petkov, V.; Damyanova, B.; Sabatini, A.G.; Marcazzan, G.L.; Bogdanov, S. (2003) Poplar type propolis and analysis of its biologically active components. *Honeybee Sci*, 24, 61–66.

Pourghayoumi, M., Bakhshi, D., Rahemi, M., Norozisharaf, A., Hafari, M., Salehi M., Chamane, R et Hernandez, F. (2017). phytochemical attributes of some dried fig (*Ficus Carica L*) Fruit cultivars Grown in Iran. *Journal of Ariculturae Conspectus Scientificus*; vol .81, n°3, p.161-166.

(Q)

Qin, W.; Zhu, W.; Shi, H.; Hewett, J.E.; Ruhlen, R.L.; MacDonald, R.S.; Rottinghaus, G.E.; Chen, Y.C.; Sauter, E.R. (2009). Soy isoflavones have an antiestrogenic effect and alter

Références Bibliographiques

mammary promoter hypermethylation in healthy premenopausal women. *Nutr. Cancer*, 61, 238–244.

(R)

ROSSANT A. (2011). *Le miel, un composé complexe aux propriétés surprenantes*. Thèse de doctorat, Univ .limoges ,132p

Roopal V Patel, Vidhi T Thaker, VK Patel.(2011). Antimicrobial activity og ginger and honey on isolates of extracted cariousteeth during orthodontic treatment. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, Volume 1, Issue 1, Supplement, Pages 58-61.pp.

Rosa, G.M.; Mei, R.; DiCarlo, G.; Pacilio, M.(2001); di Carlo, R. Inhibition of inducible nitric oxidesynthase and cyclooxygenase-2 expression by flavonoids in macrophage J774A.1. *Life Sci*,68, 921–931.

RezaAhmadkhaniha, NasrinSamadi, Seyed Nasser Ostad,(2007) .Chemical composition , oral toxicity and antimicrobial activity of Iranien propolis .Science direct. *Food Chemistry* 103(2007) p.1097-1103

(S)

Schram, D.D., Karim, M., Schrader, H.R., Holt, R. R., Cardetti, M. & keen, C.L. (2003). Honey with high levels of antioxidants can provide proxydants can provide protection to healthy human subjects. *Journal of Agriculteurs and Food Chemistry*, 51:1732-1735.

Schweitzer P, (2004). Encore des miels hors normes. *Revue L’abeille de France* N°917. Laboratoire d’analyse et d’écologie apicole. 03p

Shiva Mohammed zadeh, Mohammad Shariatpanahi, Manoochehr Hamedi ,

Straub, O. (1987) Key to carotenoids, 296 p pp. Birkhäuser Verlag, Basel.

Scheller, S.; Dworniczak, S.; Waldemar-Klimek, K.; Rajca, M.; Tomczyk, A.; Shani, J.(1999).Synergism between ethanolic extract of Propolis (EEP) and antituberculosis drugs on growth of mycobacteria. *Z. Naturforsch. C*, 54, 549–553.

Références Bibliographiques

Stojko, J.; Juszko-Piekut, M.; Rzepecka-Stojko, A.; Stojko, R.; Moździerz, A.; Olczyk, D.; Romaniuk, D.; Kasprzak, M.; Morawiec, T.(2007). Application of the preparation sepropol—in the bedsore prophylaxis and treatment. *Pol. J. Environ. Stud*, 16, 609–611.

Sánchez, Y.; Amrán, D.; Fernández, C.; de Blas, E.; Aller, P.(2008). Genistein selectively potentiates arsenic trioxide-induced apoptosis in human leukemia cells via reactive oxygen species generation and activation of reactive oxygen species-inducible protein kinases (p38-MAPK, AMPK). *Int. J. Cancer*, 123, 1205–1214.

S. M. Sayed, G. A. Abou EI-Ella, N. M. Wahba & al. (2009). “Immune defense of rats immunized with fennel honey, propolis, and bee venom against induced staphylococcal infection,” *Journal of Medicinal Food*, vol. 12, no. 3, pp. 569–575.

(T)

Tafinine, Z., Ouchemoukh, S., & Tamendjari, A. (2016). Antioxydant activity of some algerian honey and propolis. *Industrial Crops and Products*, 88, 85-90.

Turksitha, L., Chen, Y.L.S., Wong, K & Peng, C.C. (2018). Antioxidant and antibacterial capacity of stingless bee honey from Borneo (Sarawak). *Journal of Asia-Pacific Entomology*; vol.21, n°2, p.563-570.

Tapas, A.R.; Sakarkar, D.M.; Kakde, R.B.(2008). Flavonoids as nutraceuticals: A review. *Trop. J.Pharm. Res*, 7, 1089–1099.

(V)

V. S. Bankova, S. L. De Castro, & M. C. Marcucci. (2000). “Propolis: recent advances in chemistry and plant origin,” *Apidologie*, vol. 31, no. 1, pp. 3-15.

(W)

WHITE J. (1978). Mass spectrometric detection of high fructose corn syrup in honey by use of ¹³C/¹²C ratio, *J. Assoc. Off. Anal.Chem*, 62(3) ; 509-514.

Wojtyczka, R.; Kubina, R.; Kabala-Dzik, A.; Bułdak, R.(2012). Antibacterial activity of ethanol extract of propolis. *Ann. Acad. Med. Siles*, 66, 39–48.

Wojtyczka, R.; Kępa, M.; Idzik, D.; Kubina, R.; Kabala-Dzik, A.; Dziedzic, A.; Wąsik, T.(2013). *In vitro* antimicrobial activity of ethanolic extract of polish propolis against biofilm

Références Bibliographiques

forming staphylococcus epidermidis strains. *Evid. Based Complement. Alternat. Med*, doi:10.1155/2013/590703.

(Y)

Yildirim A., Oktay M. and Bilaloglu V. (2001). The antioxidant activity of the leaves of *Cydonia vulgaris*. Turkish journal of Medicin al Sciences, 31:23-27.

Yao, L.H.; Jiang, Y.M.; Shi, J.; Tomas-Barberan, F.A.; Datta, N.; Singanusong, R.; Chen, S.S.(2004). Flavonoids in Food and their health benefits. *Plant Foods Hum. Nutr*, 59, 113–122.

(Z)

Ziegler H (1968). La sécrétion du nectar in les produits de la ruche in *Traité de Biologie de l'Abeille* .T. (3). Ed MASSON et Cie. Paris. 2018-247pp .

Zhang, Q.; Zhao, X.H.; Wang, Z.J.(2009). Cytotoxicity of flavones and flavonols to a human esophageal squamous cell carcinoma cell line (KYSE-510) by induction of G2/M arrest and apoptosis. *Toxicol. In Vitro*, 23, 797–807.

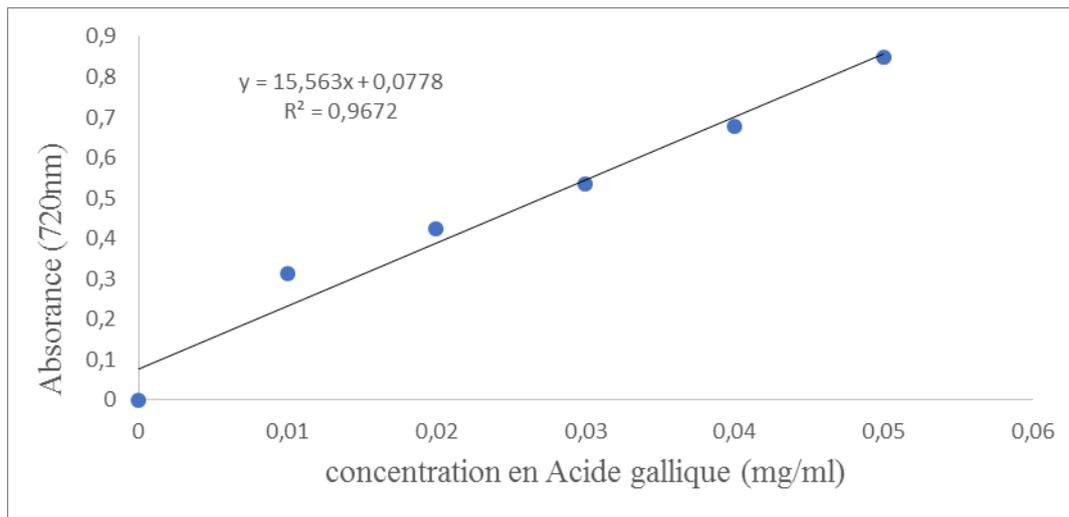
Sites internet :

Adresse URL ; <http://www.mon-abeille.com/> (page consulté le 04/05/2021)

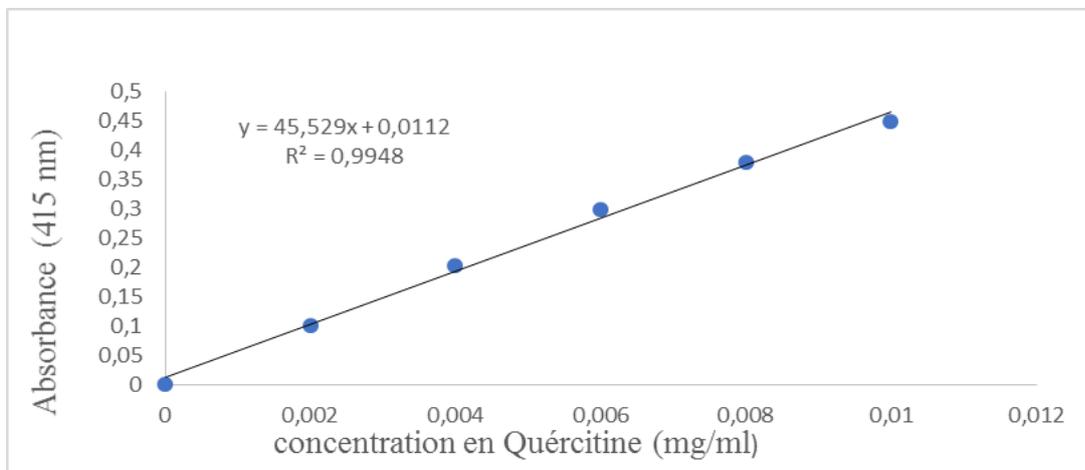
Adresse URL ; <https://www.aquaportail.com/>(page consulté le 06/05/2021)

Annexes

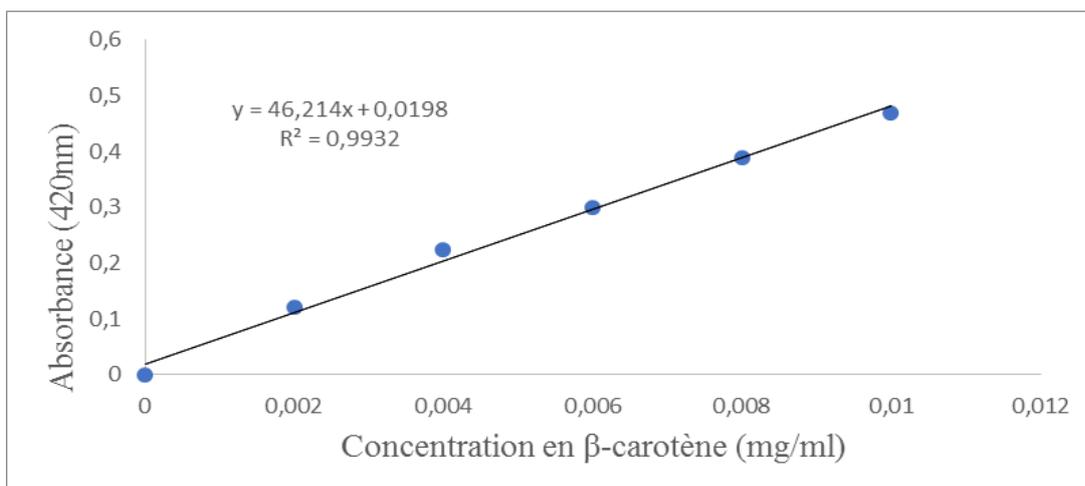
Annexe : Les courbes d'étalonnage



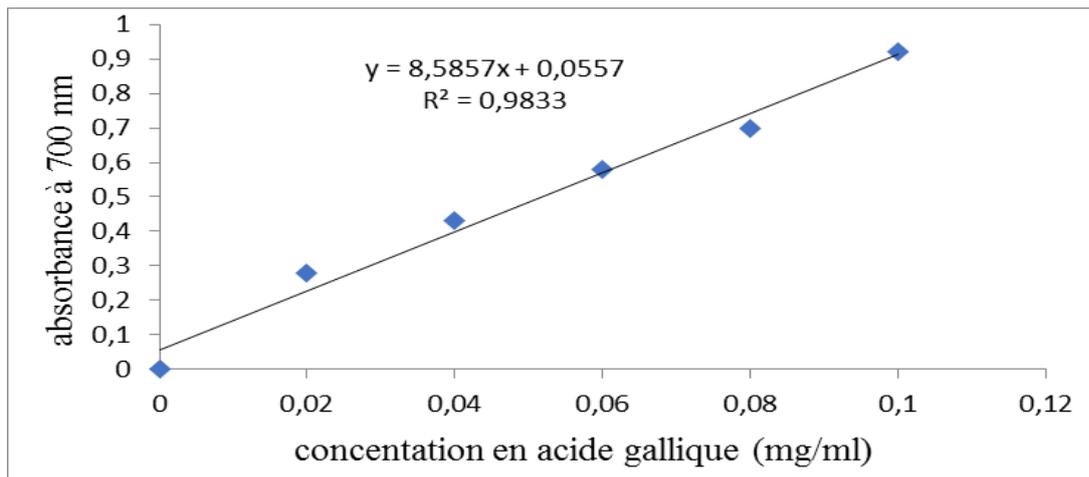
Annexe N°1: Courbe d'étalonnage des polyphénols.



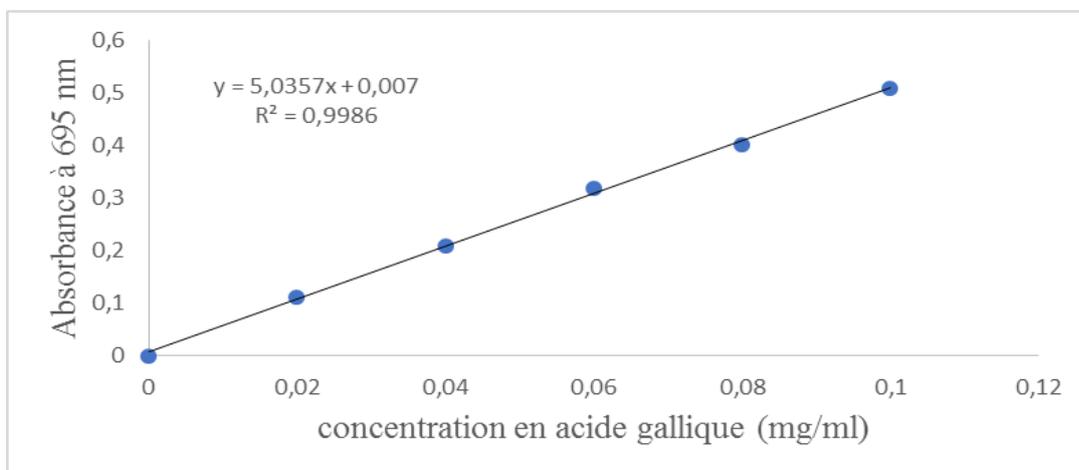
Annexe N°2: Courbe d'étalonnage des flavonoïdes.



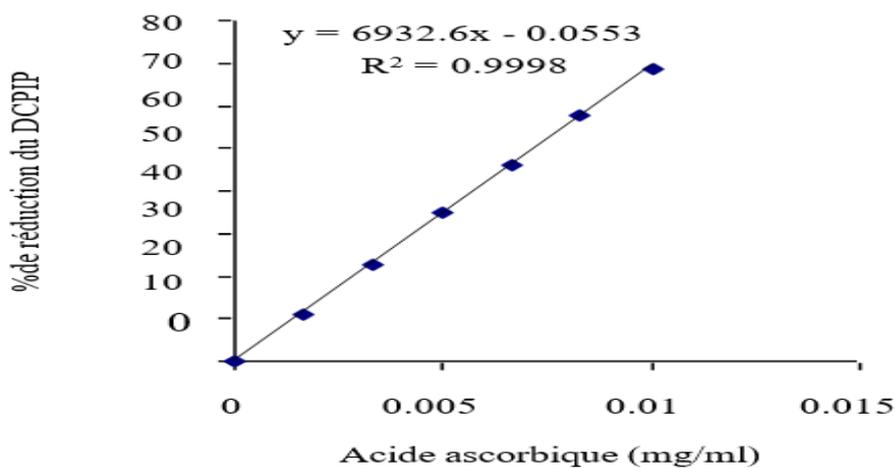
Annexe N°3: Courbe d'étalonnage des caroténoïdes.



Annexe N°4: Courbe d'étalonnage du Pouvoir réducteur.



Annexe N°5: Courbe d'étalonnage du phosphomolibdate.



Annexe N°6 : Courbe d'étalonnage d'acide ascorbique.

