

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

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département : Sciences Alimentaires
Filière : Biologie
Option : Corps Gras



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

MASTER 2

Thème

Evaluation de l'activité antioxydante de quelques
échantillons de miel algériens

Présenté par :
M^{me} Benamara née Moulai Nabila & M^{me} Mesroua née Ouenas Nabila
Soutenu le : **11 Juin 2015**

Devant le jury composé de :

Mme. **Madi**
Mme. **Tafinine**
Mme. **Tamendjari**

Président
Encadreur
Examineur

Année universitaire : 2014 / 2015

SOMMAIRE

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

INTODUCTION..... 1

REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

I. Définition du miel.....	2
II. Classification du miel.....	2
1. Miel de fleur.....	2
2. Miel de miellat.....	2
III. Composition chimique du miel.....	2
III.1. L'eau.....	3
III.2. Les glucides.....	3
III.3. La matière minérale et les vitamines.....	4
III.4. Traces de protéine.....	4
III.5. Les enzymes.....	4
III.6. Traces de lipide.....	4
III.7. Les substances aromatiques.....	5
III.8. Les composées phénoliques.....	5
III.1. Hydroxymethylflufural.....	7
III.1. Les acides organiques.....	7
IV. Composition microbiologique.....	7
IV.1. Les micro_organismes.....	7
V. Propriétés biologiques du miel.....	8
V.1. Propriétés antioxydants.....	8
V.2. Propriétés antimicrobienne.....	9
2.1) facteurs impliqués.....	9
a) L'effet osmotique.....	9

b) L'acidité	9
c) Le peroxyde d'hydrogène (l'nhibine)	10
d) Autre facteurs phytochimiques	10
V.3. Propriétés thérapeutiques	11
V.3.1. Le miel et le système respiratoire	11
V.3.2. Le miel et l'ophtalmologie	11
V.3.3. Le miel et le diabète	11
V.3.4. Propriétés cicatrisantes	12
V.4. Propriété nutritionnelles	12

MATERIEL ET METHODES

I. Echantillonnage	13
II. Objectif du travail	13
III. Analyses réalisés	13
III.1. Dosages des polyphénols totaux	13
III.2. Dosages des flavonoïdes	14
III.4. Activité anti-radicalaire (DPPH).....	14
III.3. Mesure du pouvoir réducteur	14
III.5. Analyse statistique	15

RESULTATS ET DISCUSSIONS

I. Les polyphénols totaux	16
II. Les flavonoïdes	17
III. L'activité antioxydante	18
II.1. L'activité antiradicalaire du DPPH	18
II.2. Pouvoir réducteur	20

<i>CONCLUSION</i>	21
--------------------------------	-----------

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANNEXES

Remerciements

Au terme de ce modeste travail, nous tenons tous d'abord à remercier le « bon dieu » le tous puissant, de nous avoir accordé le courage, la patience et surtout la santé pour réaliser et mener à bien notre travail.

Nos profonds remerciements s'adressent particulièrement à notre promotrice M^{me} Taffinine pour son aide, ses conseils qu'elle nous a prodigués tout au long de ce travail et pour sa disponibilité.

Nous remercions la présidente du jury M^{me} Madi de nous avoir fait l'honneur d'évaluer ce travail.

Nos remerciements s'adressent à vous également M^{me} Tamendjari pour avoir acceptée de juger notre travail.

Nous remercions du fond du cœur le personnel de laboratoire d'analyse physico-chimique de l'université de Bejaia qui nous a soutenus, encouragé et motivé tout au long de la période pratique.

Enfin, nous remercions profondément nos très chers parents et beaux parents pour leur soutien moral durant nos études ainsi que toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail en particulier nos très chers maris.

Nabila & Nabila

Dédicaces

*A tous ceux qui ont semé les grains de savoir en moi, ce travail leur est dédié
A tous ceux qui ont partagé ma joie et ma peine,*

A ma très chers fille Aya et mon mari Nabil,

*A ma mère symbole de la lutte, comme un soleil levant
A la mémoire de mon père,
A celui qui ma entouré depuis mon existence mon grand père,*

A mes très chers beaux parents Dada Boualem, Khalti liala et Na Marjana,

*A mes grand frères Salim et sa femme Kahina et leur fille melissa et Lounas ; qui mon
appris si jeune que l'impossible n'est qu'une chimère, et que la réussite est toujours
présente après la lutte,*

*A mes sœurs Samia et Rebiha et leurs maris, pour leurs aides et leurs générosité démesuré,
A mes beaux frères et belles sœurs : Farid, Zoubir, Radia, Soraya et Meriem, Linda et son
mari, a Ghania et son mari,*

*A mon binôme Nabila pour son amitié rarissime, sa compréhension et sa patience,
A ceux avec qui j'ai partagé les meilleurs moments de ma vie
A vous mes amis d'enfance jusqu'à ce jour,*

*A tous mes enseignants qui m'ont enseignés la force de la volonté qui écrase toute forme
d'ignorance,*

*A tous ceux qui mon appris les obstacles de la vie.
Enfin, a tous personnes qui ont admiré ma compagnie.*

Nabila M.

C'est avec un très grand honneur que je dédie

Ce modeste travail à :

À mes très chers et bien aimés parents ;

À mon marie ;

À mon fils ZAKARIA ;

À mes sœurs et mes frères ;

À toute la famille OUNAS ;

À la famille MESROUA en particulier mes beaux parents

À mon très chère payer « Algérie »

Nabila O.

LISTE DES FIGURES

N°	Titre	Page
01	Structure de quelques acides phénoliques présents dans le miel.	06
02	Structures de quelques flavonoïdes présents dans le miel.	06
03	Teneur en polyphénols totaux des miels analysés.	17
04	Teneurs en flavonoïdes des miels analysés.	18
05	Activité antiradicalaire avec le DPPH (%).	19
06	Pouvoir réducteur (Abs).	20

LISTE DES TABLEAUX

N°	Titre	Page
I	Quelques micro-organismes répertoriés dans le miel.	08
II	Liste des échantillons du miel analysés.	13

Introduction

Pour la protection de la santé humaine, une attention considérable est actuellement axée sur la consommation des aliments fonctionnels. En particulier, le rôle des antioxydants alimentaires capables de piéger les oxydants responsables initiaux de diverses maladies qui a été intensément discuté par Kris-Etherton et *al.* (2004). Le miel, substance sucrée totalement naturelle est l'un des produits issus de la ruche employé depuis des millénaires par de nombreuses civilisations, pour ces qualités nutritionnelles, ces utilisations thérapeutiques, ces propriétés antimicrobiennes et anti-inflammatoires (Alvarez-Suarez et *al.*, 2010). Les caractéristiques antioxydantes du miel sont en augmentation, Les composés phénoliques (polyphénols totaux, flavonoïdes) ainsi que les non-phénoliques (l'acide ascorbique, les acides organiques et les protéines, y compris certaines enzymes telles que la glucose oxydase et la catalase) peuvent contribuer à l'activité antioxydante du miel. Divers tests sont appliqués pour déterminer l'activité antioxydante du miel (Alvarez-Suarez et *al.*, 2009). Les plus courants sont des tests colorimétriques, DPPH, et le pouvoir réducteur. Les impacts thérapeutiques des miels sur la santé sont attribués à la présence de divers composants (Gorjanovic et *al.*, 2013).

L'objectif de cette étude est de déterminer la quantité de quelques antioxydants (polyphénols et flavonoïdes totaux), afin d'expliquer certaines activités antioxydantes (activité antiradicalaire et le pouvoir réducteur) de 11 échantillons de miels algériens récoltés dans diverses régions. En premier lieu, nous avons fait une revue générale sur le miel, sa classification et sa composition chimique. En second lieu, quelques propriétés biologiques (propriétés antioxydantes, antimicrobienne et thérapeutiques) ont été rapportées. Dans la partie expérimentale, nous avons évalué la teneur en quelques antioxydants et les capacités antioxydantes de nos échantillons. Enfin, les résultats ont été présentés et discutés.

I. Définition du miel

Le miel est un produit naturel qui a accompagné l'homme depuis la plus haute antiquité (Gupta et *al.*, 2014). Le codex alimentarius et la directive européenne (2001) définissent cet élixir précieux comme étant élaboré par les abeilles de l'espèce *Apis mellifera* à partir du nectar des fleurs aussi bien du miellat. Le miel est une solution hautement concentrée en sucre, dont les principaux sont le fructose et le glucose. Il renferme une large gamme de composés mineurs tels que les minéraux, les protéines, les vitamines, les acides organiques, les flavonoïdes, les caroténoïdes, l'acide ascorbique...

II. Classification du miel

Selon Gupta et *al.* (2014), Le miel vient des plantes par l'intermédiaire des abeilles à partir du nectar ou de miellat recueillis sur les plantes. Donc d'après leurs origines botaniques, les miels peuvent être divisés en deux grandes catégories de miels : miel de fleurs et miel de miellat.

a) Miel de fleur

Le nectar, qui est en générale la source principale du miel, et le liquide sucré constitué principalement de glucose, de fructose et de saccharose. Il est secrété par les glandes dites nectarifères ; présente sur de nombreuses plantes. Les nectaires sont situés le plus souvent dans les fleurs, mais peuvent aussi se trouver à la base de certaines fleurs (Stanway, 2013).

b) Miel de miellat

Le miellat est une sécrétion issue de la plante forestière (comme le sapin) ou une sécrétion se trouvant sur celle-ci et provenant des excréments de certains insectes suceurs de sève comme les pucerons. Le miellat est un liquide épais et visqueux, il est plus dense que le nectar, plus riche en azote, en acides organiques, en minéraux et en sucres complexes. Le miellat produit un miel plutôt sombre et moins humide que le miel de nectar (Aupy et *al.*, 1994)

III. Composition chimique du miel

Le miel est un mélange constitué principalement d'eau et de glucides (monosaccharides, tels que le glucose et le fructose ou polysaccharides tels que le maltose, le

saccharose, le métezitose, l'érlose), des acides organiques (libres ou combinés sous forme de lactones), de protides et matières minérales. Le miel contient également les enzymes provenant des sécrétions salivaires de l'abeille (la diastase ou amylases et l'invertase) (Stanway, 2013). On y trouve aussi des vitamines, des aromes, des lipides, du glycérol (résultat d'une fermentation des grains de pollen, des levures, des graines d'amidons, des spores de champignons, des algues, etc... (Sikorski, 2007). Le miel doit être exempt de matières organiques et inorganiques étrangères à sa composition (particules de cires, résidus ou contaminants). Enfin, le 5-hydroxy-2- méthylfurfural (HMF) qui est un composant retrouvé systématiquement à l'état de traces dans le miel, provient de la dégradation du fructose et représente un excellent indicateur de qualité (Can et *al.*, 2015 ; Alquarni et *al.*, 2012).

III.1. L'eau

Selon le codex alimentarius (2001) et les règlements de l'Union européenne la teneur en eau dans le miel peut varier entre 13 à 20 %, exception faite pour le miel de boulangerie et le miel de bruyère, qui peuvent présenter des teneurs plus élevées (jusqu'à 26%).

La teneur en eau dépend de la source du miel, des conditions climatiques et d'autres facteurs (le degré de maturation). Si la teneur en eau du miel est supérieure à 20%, ce dernier a des chances de fermenter (Gupta et *al.*, 2014).

III.2. Les glucides

Selon les miels, les glucides représentent 90-99% de la matière sèche. Les principaux sucres constitutifs du miel sont le fructose et le glucose. De nombreuses autres sucres sont également présents dans le miel, en plus faible quantité, tels que le saccharose, le mélézitose, et le raffinose (Can et *al.*, 2015). D'autres sucres tels que le maltose, l'érlose, l'isomaltose apparaissent seulement comme des produits secondaires issus de la transformation par les abeilles (Barcelo, 2013). La proportion des différents sucres présents dans le miel est très aléatoire, elle dépend directement du type de fleurs butinée par les abeilles (Ramon-Sierra, 2015). Les glucides sont responsables de plusieurs propriétés physico-chimiques du miel tels que la viscosité, l'hygroscopicité et la granulation (Can et *al.*, 2015).

III.3. La matière minérale et les vitamines

Les éléments minéraux contenus dans le miel sont de l'ordre de 0.2% pour ceux du nectar et jusqu'à 1% pour ceux du miellat. Les plus importants sont le calcium, le magnésium, le phosphore, le potassium... (Altman, 2010). D'une manière générale, les miels foncés sont globalement plus riches quantitativement en matières minérales que les miels claires (Mbogning *et al.*, 2011). Le miel contient peu de vitamines. On y trouve essentiellement des vitamines du groupe B (B₁, B₂, B₃ ...), parfois on y trouve aussi de la vitamine C et très rarement de la vitamines A, K et D (Preedy, 2013).

III.4. Trace de protéine

Le miel convenablement récolté est pauvre en protéine et en acides aminés, la source de ces protéines dans la ruche est le pollen. Quelques traces de pollen sont cependant inévitable et participent d'ailleurs à son identification florale. Seul le miel de bruyère *callum* contient une protéine particulière, responsable de l'évolution de sa viscosité au cours du temps (Majtan *et al.*, 2012 ; Beretta *et al.*, 2012 ; Ramon-Sierra *et al.*, 2015).

III.5. Les enzymes

Le miel contient plusieurs enzymes dont la présence est à rattacher à l'origine double du miel : végétales ou animales et leurs teneurs diminuent considérablement avec le traitement thermique et la conservation. On sait que le nectar contient dès sa récolte des enzymes qui agissent sur les sucres ; les sécrétions de l'abeille viennent y ajouter des enzymes des glandes pharyngiennes. Les principaux enzymes du miel sont l'amylase qui est une enzyme responsable de l'hydrolyse de l'amidon en dextrine puis en maltose, la glucose oxydase qui donne naissance à du peroxyde d'hydrogène et à la gluconolactone, la catalase et la phosphatase. L'invertase et l'amylase sont importantes pour l'appréciation du miel (Gilliam et Jackson, 1972 ; Pontoh et Low, 2002 et Sak-Bosmar et Sakac, 2012).

III.6. Traces de lipide

De très faibles quantités de lipides ont été isolées dans le miel, principalement l'acide palmitique, oléique, l'aurique, myristoleique, stéarique et linoléique (Lobreau- Callen *et al.*, 1999).

III.7. Les substances aromatiques

L'arome est un facteur de qualité important dans les produits alimentaires. L'arome du miel dépend de la composition de la fraction volatile, qui est sous l'influence de la composition du nectar et de l'origine florale. Certaines de ces arômes ont été identifiées, notamment le méthylantranilate dans les miels d'orangers et de lavandes ; le formaldéhyde et l'acétaldéhyde dans les miels de colza et de trèfle. Des alcools et des esters peuvent aussi être rencontrés dans la plupart des miels (Gonnet, 1982 ; Jelen, 2012).

III.8. Les composés phénoliques

Les composés phénoliques sont des métabolites secondaires dont les principales sources sont les sécrétions végétales (propolis, nectar et pollen) (Can et *al.*, 2015). Parmi les structures identifiées dans le miel, on retrouve les acides phénoliques (acides benzoliques et cinnamiques), les flavonoïdes (flavones et les flavonones) en proportions très variables selon la source florale (Collin et Crouzet, 2011). Selon Sarmiento Silva et *al.* (2013), les phénols interviennent sur la couleur par l'intermédiaire des flavonoïdes susceptibles de contribuer à la couleur jaune. En règle générale, plus les miels sont foncés (comme ceux issus du tournesol, du sarrasin et du miellat), plus ils sont riches en flavonoïdes. Ces derniers possèdent de fortes propriétés antioxydantes très intéressantes, car ils participent à la neutralisation des radicaux libres de l'organisme. Les flavonoïdes sont synthétisés par les plantes lors de l'invasion microbienne, il est par conséquent logique, qu'ils agissent comme substances antimicrobienne (Lachman et *al.*, 2010 ; Wilczynska, 2014).

D'autre part, les flavonoïdes les mieux représentés dans le miel sont la chryusine, l'apigénine, l'héspertine, la pinocembrine, la pinobanksine et la galangine (Collin et Crouzet, 2011). Les figures 1 et 2 illustrent quelques structures des principaux acides phénoliques et flavonoïdes du miel.

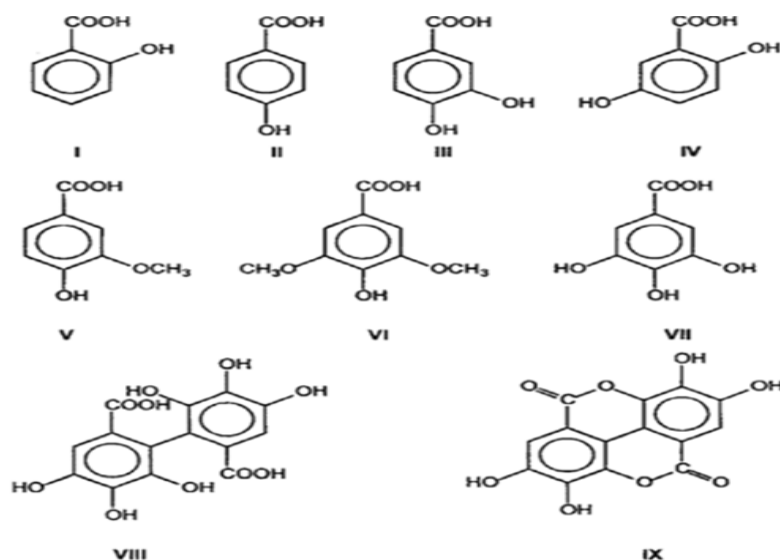


Figure 1 : Structure de quelques acides phénoliques présents dans le miel (Collin et Crouzet, 2011).

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

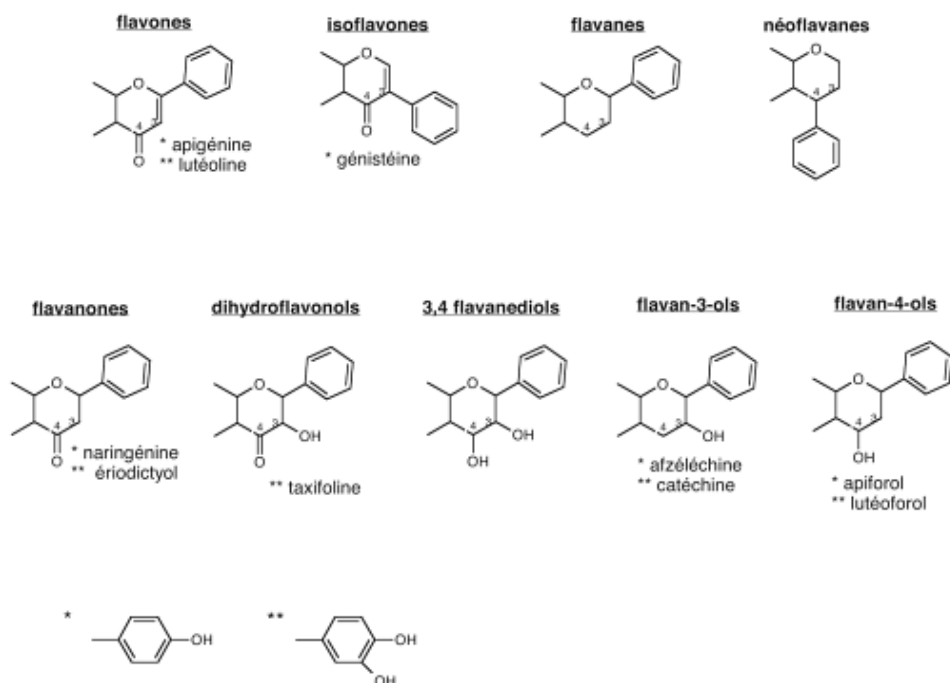


Figure 2 : Structures de quelques flavonoïdes présents dans le miel (Collin et Crouzet, 2011).

III.9. L'Hydroxymethylfurfural

On appelle hydroxymethylfurfural, ou simplement HMF, un dérivé (aldéhyde cyclique) de déshydratation des hexoses (glucose ou fructose) qui se forme dans le miel au cours de son vieillissement. A température ordinaire (entre 15°C et 10°C), le taux d'HMF augmente tout d'abord progressivement pour s'accélérer par la suite. Cette progression serait plus rapide dans le miel à pH faible (compris entre 3 et 3.5) (Paul *et al.*, 2013). L'HMF est un excellent indicateur de la fraîcheur et de la pureté du miel ; sa concentration ne doit pas dépasser 40mg/Kg, selon Boussaid *et al.* (2013), HMF est observé avec une concentration élevée dans les miels d'eucalyptus et d'oranger. Plusieurs facteurs influencent la formation de l'HMF, comme les conditions de stockage (température) et la source floral (Meda *et al.*, 2005). En plus de ces facteurs, le taux d'HMF dépend du type de sucres présent dans le miel (fructose, glucose, rasion) (Gras *et al.*, 2014).

III.10. Les acides organiques :

Dans le miel, on retrouve des acides organiques libres ou combinés sous forme de lactones (0,3%), le principal d'entre eux étant l'acide gluconique, issu de la digestion enzymatique du glucose. ils sont responsables de l'acidité du miel et de son goût caractéristique (Gonnet, 1982).

IV. Composition microbiologique

IV.1. Les micro-organismes :

Un certain nombre de micro-organismes ont été répertoriés dans le miel. Cette présence s'explique par une contamination via le pollen, le contenu digestif des abeilles, la poussière, l'air, les fleurs... On va donc trouver dans la ruche, sur les abeilles adultes, des bactéries et des levures tels que *Bacillus*, *Micrococcus*, *Saccharomyces*, *Streptomyces*, et *Enterobacteriaceae*. Ces microorganismes se retrouveront ensuite dans le miel (tableau I). L'autre source de contamination du miel est constituée par l'homme, les équipements, les récipients, ainsi que l'atmosphère lors de la récolte et du conditionnement (Snowdon *et al.*, 1996).

Le tableau I: Quelques micro-organismes répertoriés dans le miel (Snowdon et *al.*, 1996).

Bactéries	Levures	Champignons
<i>Alcaligenes</i>	<i>Ascophaera</i>	<i>Asperhillus</i>
<i>Achromobacter</i>	<i>Debaromyces</i>	<i>Alihia</i>
<i>Bacillus</i>	<i>Hansenula</i>	<i>Battsia Alvei</i>
<i>Bacteridium</i>	<i>Lipomyces</i>	<i>Cephalosporium</i>
<i>Brevibacterium</i>	<i>Nematospora</i>	<i>Chaetomium</i>
<i>Citrobacter</i>	<i>Oosporidium</i>	<i>Coniothecium</i>
<i>Clostridium</i>	<i>Pichia</i>	<i>Hormiscium</i>
<i>Enterobacter</i>	<i>Saccharomyces</i>	<i>Peronsporaceae</i>
<i>Escherichia coli</i>	<i>Scizosaccharomyces</i>	<i>Peyronelia</i>
<i>Erwinia</i>	<i>Trichosporium</i>	<i>Triposporium</i>
<i>Flavobacterium</i>	<i>Torula</i>	<i>Urediaecae</i>
<i>Klepsiella</i>	<i>Torulopsis</i>	<i>Ustilaginaceae</i>
<i>Micrococcus</i>	<i>Zygasaccharomyces</i>	
<i>Neisseria</i>		
<i>Pseudomonasd</i>		
<i>Xanthomonas</i>		

Heureusement, la plupart de ces micro-organismes ne peuvent pas se développer ou se reproduire dans le miel, car celui-ci possède une activité antibactérienne. En effet, lorsque l'on inocule différentes bactéries dans le miel stérilisé à 20°C, les bactéries ne résistent pas plus d'une quinzaine de jours. Seule les spores produites par les micro-organismes peuvent survivent jusqu'à 4 mois après. Cependant si le miel est mis en présence d'eau, la croissance bactérienne est possible (Snowdon et *al.*, 1996).

V. Propriété biologiques :

Le miel est non seulement un aliment mais on peut le considérer comme un médicament car il possède maintes propriétés biologiques (nutritionnelles, antimicrobiennes, antioxydantes et thérapeutiques). Ces propriétés sont dues essentiellement à sa composition qui est variable en fonction des plantes butinées, des conditions climatiques et environnementales.

V.1. Propriétés antioxydantes

Les antioxydants jouent un rôle important dans la préservation des aliments et la santé humaine, par désactivation et stabilisation des agents d'oxydation (Gorjanovic et *al.*, 2013).

Ces derniers sont responsables de nombreuses maladies telles que le cancer, le diabète, les maladies cardio-vasculaires et les différents processus d'inflammation (Bourassa et Tardif., 2006). Le miel est utilisé comme source naturelle d'antioxydants qui sont efficaces pour la réduction des risques de ces maladies (Meda et *al.*, 2005). Les composés responsables de l'activité antioxydante du miel sont : les flavonoïdes (chrysin, pinocembrine, pinobanksine, quercétine, kaempférol...), les acides phénoliques (caféique, coumarique, éllagique et chlorogénique) (Sarmonto Silva et *al.*, 2015), l'acide ascorbique, la catalase, la peroxydase et les caroténoïdes (Alvary-Surez et *al.*, 2010 ; Ouchmoukh, 2012). Cependant, cette activité est variable d'un miel à l'autre selon la source botanique et la présence de différents composés antioxydants (Beretta et *al.*, 2005 ; Anjos et *al.*, 2015).

V.2. Propriétés antimicrobiennes

Les hommes ont depuis toujours utilisé le miel non seulement comme nourriture, mais aussi pour ces propriétés antiseptiques, comme médicament, comme substance servant à la conservation des fruits et graines (Altman, 2010). Grâce à sa haute concentration en sucre, sa richesse en diastases et en essences aromatiques, ces notions de valeur antiseptiques ont été confirmées scientifiquement ces dernières années (Mao Shing, 2011). En effet, l'activité antimicrobienne a été longuement traitée par plusieurs auteurs (Goerdt et *al.*, 2013 ; Patel et *al.*, 2013 ; McLoone et *al.*, 2015).

V. 2.1. Facteurs impliqués

a) L'effet osmotique

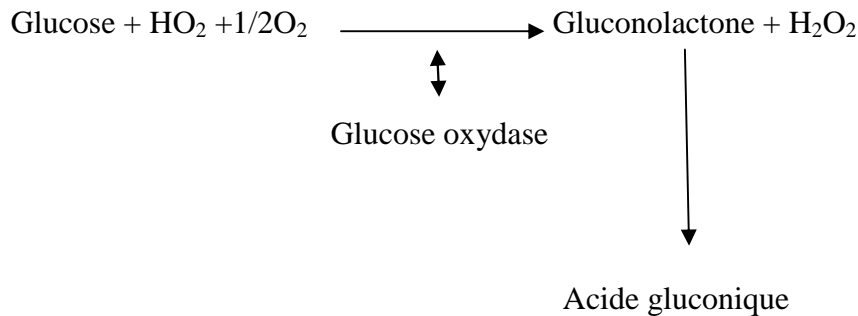
Le miel est saturé en sucre, sa teneur en eau n'est que de 15 à 21%. Les fortes interactions entre le sucre et l'eau ne laissent pas assez de molécules d'eau libres pour permettre le développement des microorganismes (Patel et *al.*, 2013). Quelques levures arrivent à vivre dans le miel ayant une forte teneur en eau. Aucune fermentation n'est possible si la teneur en eau est inférieure à 17.1% (Gupta et *al.*, 2014). La plupart des bactéries sont incapables de pousser si l'activité d'eau est inférieure à 0.94, ce qui est le cas dans le miel non dilué (Snowdon et Cliver, 1996 ; Chepulis, 2008).

b) L'acidité

Une des caractéristiques du miel est son acidité avec un pH compris entre 3.2 et 4.5. Ce pH est suffisant pour inhiber de nombreux germes pathogènes, qui ont besoin d'un pH entre 7.2 et 7.4 (Barbosa et Kalaaji, 2014 ; Majtanova et *al.*, 2015).

c) Le peroxyde d'hydrogène (Inhibine)

La principale activité antimicrobienne du miel est liée à la production enzymatique de peroxyde d'hydrogène, la glucose oxydase et une enzyme qui est secrétée par les glandes hypopharyngiennes des abeilles lors de la transformation du nectar ou du miellat en miel. L'enzyme au contact du glucose produit la réaction suivante :



Le peroxyde d'hydrogène ainsi produit sert d'agent stérilisant, cette activité antimicrobienne du miel est nommée « inhibine ». La catalase est une enzyme qui se retrouve dans quelques bactéries, dans le plasma et peut être libéré par les leucocytes mortes. Cette enzyme peut décomposer le H_2O_2 . Cependant la concentration en cette inhibition dépend de l'activité de ces enzymes (glucose oxydase et catalase), et aussi de l'influence de la chaleur et de la lumière qui altèrent la glucose-oxydase (Chepulis, 2008 ; Altman, 2010).

d) Autre facteurs phytochimiques

Une activité antimicrobienne a été retrouvée même lorsque le glucose oxydase est neutralisé par la catalase, ou la chaleur. Ceci suppose la présence d'autres molécules capables d'inhiber la croissance bactérienne. Il existe selon Balanos *et al.* (2015), des inhibines non peroxydes qui contribuent à l'activité antimicrobienne du miel, il y a le lysozyme, les acides phénolique, les flavonoïdes et les substances aromatiques, on utilise le terme UMF (« unique Manuka Factor ») pour définir la capacité antimicrobienne non peroxyde. Contrairement à le glucose oxydase qui a une activité peroxyde, UMF qui n'a pas d'activité peroxyde est résistant à la lumière, la chaleur, les rayons gamma et ne nécessite ni dilution ni oxygène (Packer *et al.*, 2012 ; Majtan *et al.*, 2012).

V.3. Propriétés thérapeutique

Le miel est non seulement considéré comme une substance sucrée, savoureuse, mais également comme une partie de la médecine traditionnelle. Il a été rapporté qu'il est efficace contre les désordres gastro-intestinaux, la guérison des blessures et des brûlures, et pour produire une protection gastrique contre les lésions gastriques aiguës et chroniques intestinales par l'opposition à toute fermentation intestinale démesurée (Mitrrea et Painter, 2007 ; Schimidt *et al.*, 2013 ; Aldrich et Rymearson, 2015).

V.3.1. Action du miel sur le système respiratoire :

Le miel est bénéfique au niveau du système respiratoire. Dans nos pays où les variations de températures sont fréquentes, les rhinites, le coryza, les irritations de la gorge, les infections bronchiques sont courantes. Le miel apporte ses propriétés antibactériennes (Meda *et al.*, 2004).

V.3.2. L'effet du miel dans l'ophtalmologie

Le miel est traditionnellement employé pour réduire et traiter des cataractes, conjonctivites et autres atteintes de la cornée. Il est alors directement appliqué dans l'œil, notamment en Inde et en Amérique centrale avec le miel de certaines espèces d'abeille (*Melipona et Trigona*). Certains cas relatent même le traitement de certaines kératites et ulcères de la cornée par l'application de miel pure ou en pommades (Majtanova *et al.*, 2015).

V.3.3. L'effet du miel sur le diabète

Paradoxalement, dans le diabète, le miel n'est pas à supprimer, malgré sa teneur en sucre. En effet, des études ont révélé que le taux d'insuline était moins élevé lors de la consommation du miel que pour un produit équivalent au niveau caloriques. D'autre part le taux de sucre dans le sang serait plus bas qu'après absorption de la même quantité de sucre. Le miel est composé essentiellement de glucose et de fructose, des personnes consommant ces derniers engendrent des glycémies (taux de sucre dans le sang) moins élevés selon plusieurs chercheurs qui ont montré que la glycémie varie en fonction de la teneur en fructose dans le miel. Cela peut s'expliquer par le fait qu'il est moins bien absorbé par l'intestin (Mouhamed *et al.*, 2014).

V.3.4. Propriétés cicatrisantes

Les propriétés cicatrisantes du miel tiennent à ses caractéristiques physiques, chimiques et enzymatiques. Le miel, par sa saturation en sucres entretient une pression osmotique trop élevée pour inhiber la croissance des microbes (activité antimicrobienne). Cette action est à la base du traitement des plaies ou des destructions tissulaires (brûlures) par le miel. Ainsi, cette pression entraîne une résorption de l'œdème péri lésionnel (élimination des tissus nécrotiques) et un appel local de macrophages qui favoriseraient le nettoyage des plaies. Il y a en plus une augmentation secondaire des fibroblastes nouvellement synthétisés producteurs de collagène qui favoriserait une cicatrice de bonne qualité (Chepulis, 2008 ; Stewart et *al.*, 2014).

V.4. Propriété nutritionnelles

Le miel a été utilisé pendant des centaines d'années comme un aliment glucidique à haute valeur énergétique assimilable par l'organisme par sa haute teneur en glucose et fructose, ses qualités nutritionnelles le rendent bénéfique aussi bien pour les personnes en bonne santé que pour les sujets malades. En effet, il améliore les performances physiques en augmentant l'endurance, en favorisant la récupération et en facilitant les efforts prolongés, notamment pour les sportifs. La qualité de la composition du miel en vitamines et oligo-éléments permet de charger l'organisme lorsque le besoin se fait sentir. Chez les jeunes enfants, la consommation du miel, améliore la fixation du calcium sur les os et prévient l'anémie. Les infections circulatoires, le cœur et le foie seraient améliorés par l'absorption de miel en cours de convalescence et notamment les miels foncés qui ont la caractéristique d'être bénéfiques pour les anémies. Malgré tout, le miel seul ne pourra combler des carences importantes mais contribuera à les minimiser (Chepulis, 2008 ; Kumar, 2008 ; Singh, 2013).

Matériel et méthodes

I. Echantillonnage :

11 échantillons de miels ont été collectés en 2013 auprès des apiculteurs de quelques régions de l'Algérie (tableau N° II).

Tableau II : Liste des échantillons du miel analysés.

Echantillon de miel	Origine géographiques
E1	Ibakouren (Amizour)
E2	Oued Ghir(Bejaia)
E3	Tazmalt(Bejaia)
E4	Kharata(Bejaia)
E5	Toudja(Béjaia)
E6	Tigzirt (Tizi Ouzou)
E7	Sidi Aiche(Bejaia)
E8	Tizi Ouzou
E9	Isser (Boumédessa)
E10	Lakhdaria (Bouira)
E11	Iakouren (Tizi Ouzou)

II. Objectif du travail :

A l'instar des études réalisées sur le miel, l'objectif de notre étude est l'évaluation de la teneur en poly phénols et flavonoïdes dans quelques échantillons de miels et l'estimation de l'activité antioxydante de ces derniers par le biais du pouvoir réducteur et le piégeage du radical libre (DPPH).

III. Analyses réalisés

III.1.Dosage des polyphénols totaux :

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

Un volume de 0,5ml de la solution du miel a été mélangé avec 1 ml du réactif de Folin-Ciocalteu (1/10). Après 5mn, 3ml de la solution de carbonate de sodium (2%) sont ajoutés. L'absorbance est alors mesurée à 760 nm après une incubation de 60 mn à 25°C. Les résultats sont exprimés en mg d'équivalent d'acide gallique/100g du miel (Annex 1).

III.2. Dosage des flavonoïdes :

La teneur des flavonoïdes est déterminée selon Habib et *al.* (2014). Cette méthode est basée sur la formation du complexe flavonoïde-aluminium avec un maximum d'absorption à 430 nm. 1 ml de la solution du miel est homogénéisée avec 1 ml de chlorure d'aluminium (2% dans du méthanol). L'échantillon est incubé pendant 15 mn à température ambiante. L'absorbance est mesurée à 430 nm, les résultats sont exprimés en mg d'équivalent quercétine/100 g du miel (Annexe I).

III.3. Mesure du pouvoir réducteur:

Le pouvoir réducteur d'une solution de miel est associé à son pouvoir antioxydant. cette technique est développée pour mesurer la capacité des solution de miel testés à réduire le fer ferrique (Fe^{3+}) présent dans le complexe $K_3Fe(CN)_6$ en fer ferreux (Fe^{2+}). L'absorbance du milieu réactionnel est déterminée à 700nm. Une augmentation de l'absorbance correspond à l'augmentation du pouvoir réducteur des extraits.

Le pouvoir réducteur est mesuré Selon Beretta et *al.* (2005). Un volume de 1ml d'extrait de miel est mélangé avec 2.5ml du tampon phosphate (0.2M, Ph : 6,6) et 2.5ml de la solution d'hexacyanoferrate de potassium ($K_3Fe(CN)_6$) à 1%. Après 20mn incubation à 50°C, 2.5 ml de la solution d'acide trichloracétique à 10% est ajouté ensuite, 2.5 ml de la solution sont combinés avec 2.5 ml d'eau distillé et 0,5 ml de la solution de $FeCl_3$ (0,1%), puis l'absorbance est mesurée à 700 nm après 10 mn.

III.4. 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 et *al.*, 2014 ; Shahidi et *al.*, 2015).

L'évaluation de la capacité antioxydante est réalisée selon Marek Kus et *al.* (2014). 1ml de la solution méthanolique de DPPH est mélangé avec 0.1 ml d'extrait de miel. Le mélange obtenu est ensuite gardé à l'abri de la lumière à la température ambiante pendant 20 mn. L'absorbance est mesurée à 517 nm, un témoin est réalisé en parallèle, il est composé de 1 ml de la solution de DPPH et de 0.1 ml de méthanol. La décroissance de l'absorbance est mesurée après 20 mn et le % IP (pourcentage d'inhibition) est calculé suivant la formule suivante

$$\%IP = [(A_T - A_E) / A_T * 100]$$

A_T : Absorbance du témoin.

A_E : Absorbance des échantillons.

III.5. Analyse statistique :

L'étude statistique a été réalisée par le logiciel statistique. Les résultats sont analysés par le test Anova Manova, pour les comparaisons multiples et la détermination des taux de signification. Les valeurs de $p \leq 0.05$ sont considérées statistiquement significatives.

Résultats et discussion

I. Les polyphénols totaux :

Notre études a enregistré, selon la figure 03, des teneurs en polyphénols totaux des échantillons allant de $19,65 \pm 0,39$ à $62,91 \pm 2,98$ mg EAAG/100g. Ces résultats sont presque similaires à ceux obtenue par Can et *al.* (2015) sur le miel de la Turquie (105,46-16,02 mg EAAG/100g).

D'après Alvarez-Suarez et *al.* (2010) ; Sarmento Silva et *al.* (2013) et Boussaid et *al.* (2014), la variation des teneurs en polyphénols totaux pourraient être du à la localisation géographique des déférentes sources florales, étant donné que la source principale de ces composés est le nectar et les sécrétions végétales. Meda et *al.* (2005) ont noté que les miels de miellat ont des concentrations plus élevés en ces composés par rapport aux autres types des miels.

les miels foncés, opaques et non traités, présentent des teneurs élevées en ces substances phénoliques (Belasa et *al.* , 2006 et Wilczynsk 2014). Ceci a été confirmé par notre étude. En effet les échantillons foncé (E5, E8, et E1) (Toudja, Tizi Ouzou et Ibakouren) ont effectivement des teneurs plus importantes on composés phénoliques. Contrairement à d'autres échantillons plus clairs (E3, E4 et E10) (Tazmalt, Kharata et Lakhdaria) qui renferment des quantités plus faibles en ces composés

Divers miels floraux sont considérés comme des miels médicinaux avec une haute teneur en composés phénoliques. Le miel de Manuka de New Zélande est le meilleur exemple. Il est de couleur foncée ayant une teneur en matière phénolique qui varie selon l'espèce de Manuka impliqués et de la région d'où il est produit (Jonathan et *al.* , 2010). Nos échantillons ont de plus faibles teneurs en polyphénols par rapport au miel de Manuka, et ne sont donc pas considérés comme des miels médicinaux.

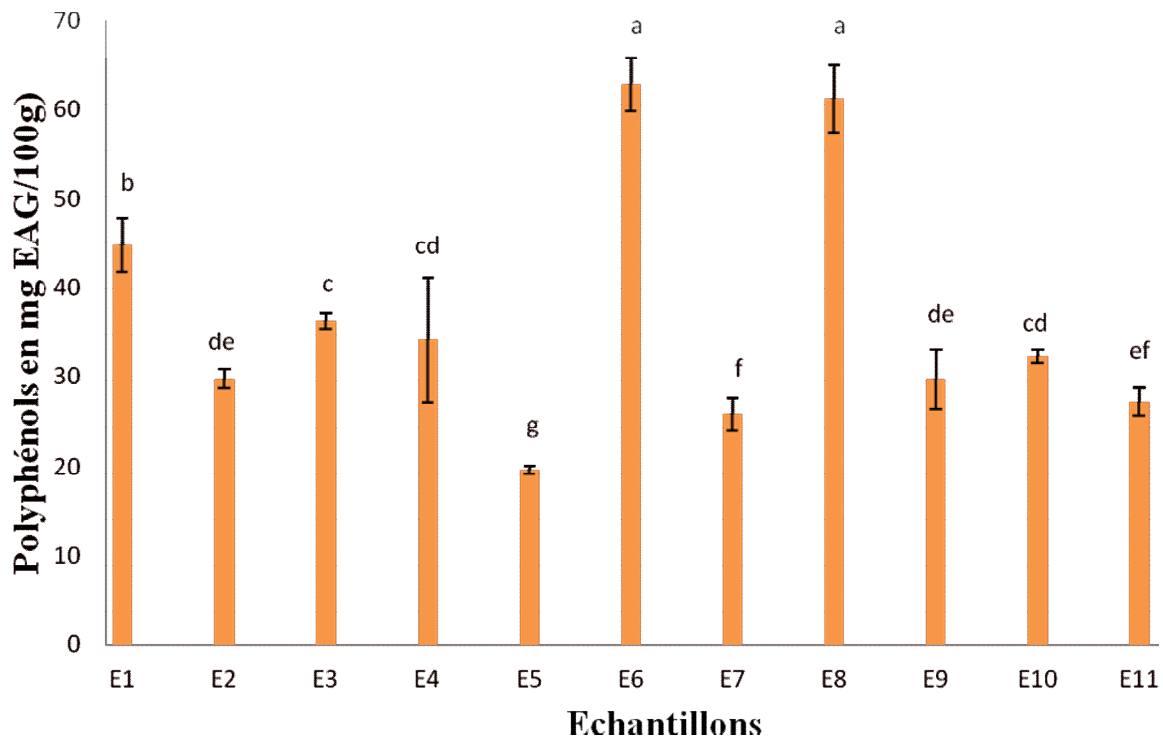


Figure 03 : Teneur en polyphénols totaux des miels analysés

Chaque valeur représente la moyenne \pm écartype. Les valeurs portant des lettres différentes présentent des différences significatives. a, b, c, e, f, g : représente les groupes de la différenciation significative

II. Les flavonoïdes

Les flavonoïdes sont reconnus par leurs hautes activités pharmacologiques comme piègeurs des radicaux. L'intérêt pour ces substances a été stimulé par les avantages potentiels pour la santé découlant de leurs activités antioxydantes, antiradicalaires contre les maladies coronariennes et le cancer et anti-inflamatoire (Habib et *al.*, 2014).

Le taux des flavonoïdes des miels analysés varient entre $2,69 \pm 0,12$ et $27,09 \pm 1,80$ mg EQ/100g (E9 de Tizi Ouzou et E3 de Tazmalt respectivement). Ces résultats ne correspondent pas à ceux obtenue par Habib et *al.* (2014). Ces derniers ont obtenu des teneurs on flavonoïdes très élevés qui varient entre 109,49 et 12,76mg/100g.

Ouchmoukh (2012) a identifié dans des miels polyfloraux 16 flavonoïdes qui appartiennent à 4 classes différentes : flavones (galangine, apignénine, chrysin et lutéoline), flavonols, flavonones (isosakuranetine, pinobanksine, pinocembrine) et isoflavones (génisteine et diadzène). Selon Escuredo et *al.* (2012), la galangine et la pinocembrine ont des effets antimicrobiens.

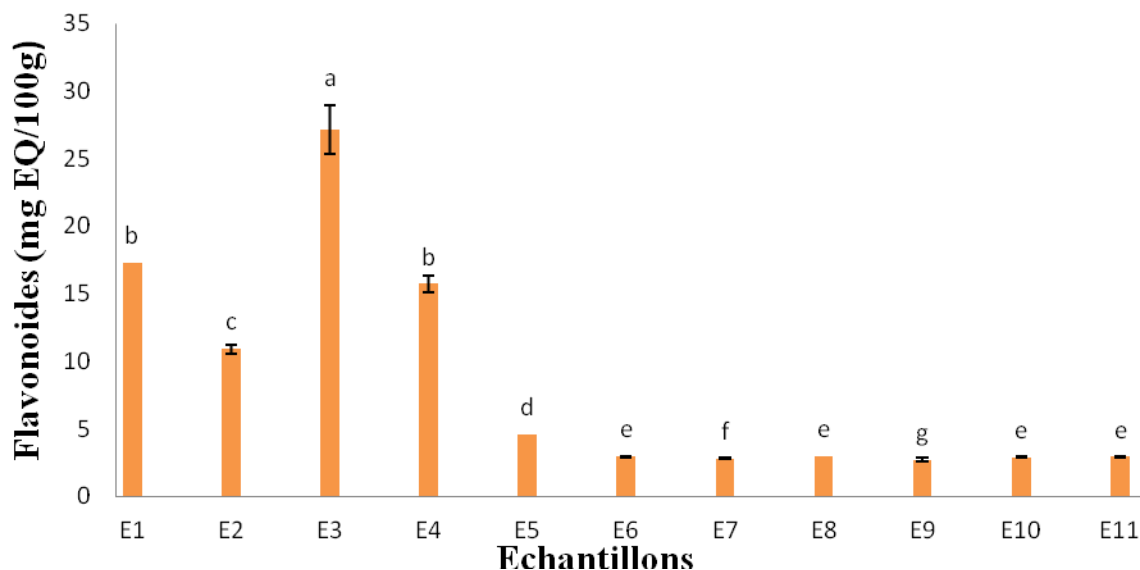


Figure 04 : Teneurs en flavonoïdes des miels analysés.

Chaque valeur représente la moyenne \pm écartype. Les valeurs portant des lettres différentes présentent des différences significatives. a, b, c, e, f, g : représente les groupes de la différenciation significative.

D'après Meda et al. (2005) et Alvarez-Suarez et al. (2010), la couleur intense des miels foncés est en relation avec la teneur en flavonoïdes, ce qui est constaté dans notre recherche, le miel le plus foncé (E3 de Tazmalt) représente une plus grande teneur en flavonoïdes (27,09mg/100g). Selon les mêmes auteurs, la méthode de chlorite d'aluminium utilisée pour la détermination des flavonoïdes est spécifique pour la mesure de flavones et flavonones.

III. L'activité antioxydante

III.1. L'activité antiradicalaire du DPPH

Le radical DPPH est largement utilisé pour la détermination du potentiel antioxydant des composés antioxydants. Ce radical, semi-stable, peut réagir avec ces composés ; la réaction représente le transfert d'hydrogène / électron de l'antioxydant vers le DPPH. Les résultats de cette activité pour les échantillons analysés, exprimés en pourcentage d'inhibitions du radical DPPH sont représentés dans la figure 05. Les valeurs du pourcentage

d'inhibition varient significativement entre $9,47 \pm 4,21$ et $45,96 \pm 5,79$ % avec une moyenne de 17,31%.

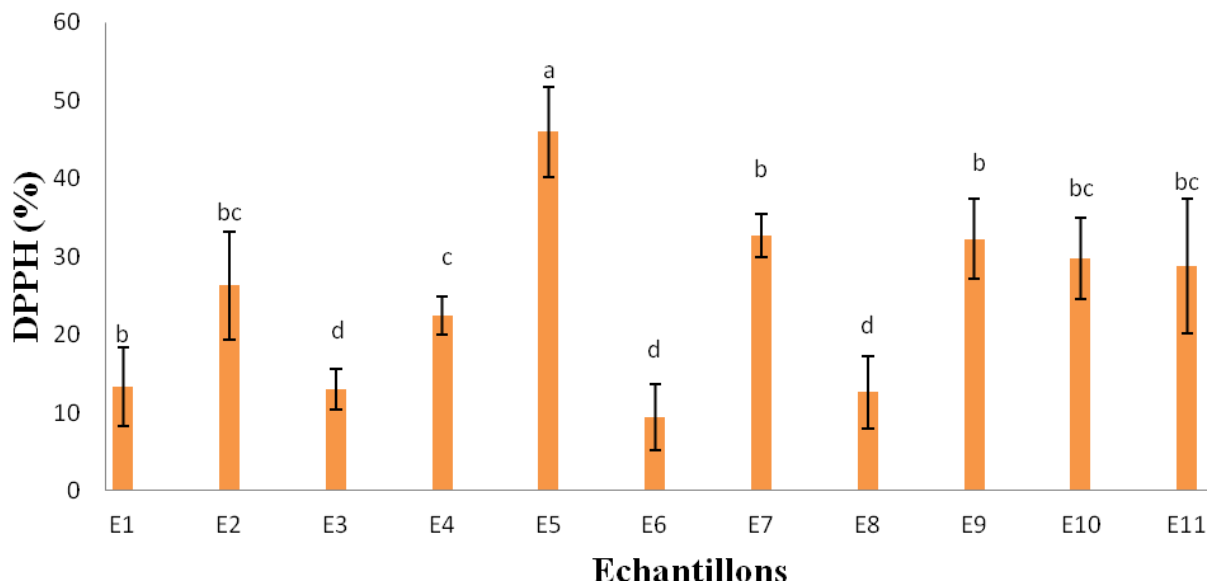


Figure 05 : Activité antiradicalaire avec le DPPH (%).

Chaque valeur représente la moyenne \pm écartype. Les valeurs portant des lettres différentes présentent des différences significatives. a, b, c, e, f, g : représente les groupes de la différenciation significative.

L'activité antioxydante varie en fonction de la teneur en antioxydants (polyphénols totaux, flavonoïdes, acide ascorbiques caroténoïdes, les sucres, acides aminés...etc).

Selon Can et *al.* (2015), Les capacités anti-oxydantes varient en fonction des espèces florales, et d'après Suznjevic et *al.* (2011), les flavonoïdes ont la plus forte activité antioxydante par rapport à celle des acides phénoliques. Ceci a été observé pour les miels E1, E2, E3 (Ibakouren, Oud Ghir et Tazmalt respectivement) ayant une forte teneur en flavonoïdes et un fort pouvoir antiradicalaire.

Une étude a établie que miels portugais et ceux de la Slovaquie de couleur foncée ont des activités antioxydantes plus élevées que celles des miels de couleur claire (Estevinho et *al.*, 2008). d'autre auteurs ont également constaté cela (Bertoncelj et *al.*, 2007 ; Alves et *al.*, 2013).

II.2. Pouvoir réducteur

La détermination du pouvoir réducteur, l'un des tests les plus fréquemment cités pour la capacité antioxydante totale. Tous les composés phénoliques dans les échantillons du miel, tels que l'acide gallique, la quercétine, acide ascorbique...ect ont des différents potentiels réducteurs. La puissance antioxydante de la réduction ferrique détermine les capacités antioxydantes totales du miel on réduisant les ions Fe^{+3} à quelques Fe^{+2} (Beretta et al., 2005 ; Shahidi et al., 2015).

L'analyse du pouvoir réducteur des échantillons de miel analysés, a montré des absorbances comprises entre $0,07 \pm 0,02$ et $0,59 \pm 0,02$ (figure 06). Les valeurs les plus faibles sont établis pour les échantillons E2 (Oud Ghir) et E6 (Tigzirth) (0,17 et 0,07) ($p < 0,05$).

Nos résultats sont cohérents avec celles d'Alvarez-Suarez al. (2010) ; Alves et al., (2013) et Can et al., (2015) qui ont démontré une relation entre la couleur de miel et la capacité antioxydante, où les miels plus foncés et cristallisés possèdent une activité antioxydante plus forte que les miels plus légers et transparents, ces le cas de nos échantillons E9, E7 et E5 (Tizi Ouzou, Sidi Aich et Toudja respectivement) les plus cristallin ayant le plus fort pouvoir réducteur, ils possèdent la même pouvoir sans différences significative ($p < 0,05$).

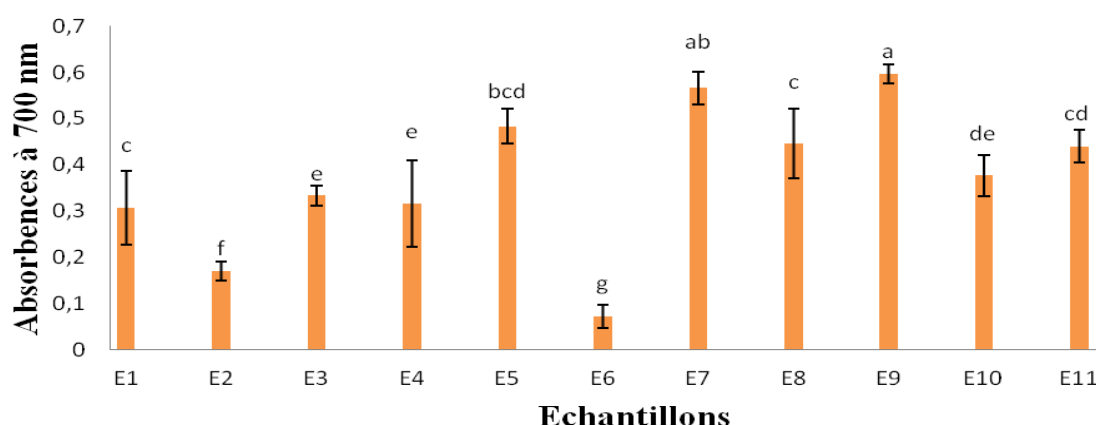


Figure 06 : Pouvoir réducteur (Abs).

Chaque valeur représente la moyenne \pm écartype. Les valeurs portant des lettres différentes présentent des différences significatives. a, b, c, e, f, g : représente les groupes de la différenciation significative.

Conclusion :

Le miel est un produit naturel, ayant un certain nombre de propriétés thérapeutiques du essentiellement a ces teneur élevées en antioxydant. Ces derniers ont un intérêt croissant pour les scientifiques alimentaires, de la santé. Notre recherche a décrit la variabilité de certaines caractéristiques physico-chimiques de onze miels algériens collectés dans de différentes régions. Nous avons montré des différences dans l'activité antioxydante mesurées par DPPH et le pouvoir réducteur et ils sont en relation avec la teneur en composés phénoliques totaux et les flavonoïdes dans le miel.

Tous les miels analysés exercent des activités antioxydantes. Le miel de Touja (E5) représente la meilleure activité antiradicalaire et le bon pouvoir réducteur est constaté pour celui de Sidi Aiche (E7).

Le miel de Tizi Ouzou (E9) montre les meilleures caractéristiques physicochimiques avec une forte activité antioxydante. Cette variation est du à l'origine botanique. Par contre le miel de Oued Ghir, le plus foncé est du a sa forte teneur en flavonoïdes, ces derniers sont susceptibles de contribuer à la couleur jaune et possède de forte propriétés antioxydantes très intéressante. Les études de ce type sont signalées. Des recherches approfondies sont nécessaires pour établir les propriétés thérapeutiques (antioxydantes et antimicrobiennes) des miels algériens, ce qui permet à l'Algérie de produire des miels caractéristiques.

Dans le bute d'approfondir ce projet, les prescriptives suivantes sont nécessaire :

- ❖ Un nombre d'échantillons plus important pour une bonne identification de l'origine botanique et la composition chimique moyenne.
- ❖ Identifier et quantifier d'autre composant antioxydant non phénolique (les glucides, les protéines) pour mieux caractériser les miels algériens notamment dans la médecine.
- ❖ Une analyse sensorielle et gustative.

REFERANCES ET BIBLIOGRAPHIES

Aldrich, A., Ranearson, C. (2015). The history of honey in Georgia and Carolinas. Ed: *Charlston, SC*: 49-101.

Alquarni, A., Owayss, A.A., Mouhmoud, A.A. (2012). Physicochemical characteristics, total phenols and pigments of national and international honeys in Souidi Arabia. *Arabia Journal of Chemistry, In Press*.

Altman, N. (2010). The honey prescription. In “The amazing pawner of honey as medicine”. Ed. *Healing Arts*: 27-86.

Alvarez-Suarez, J. M., Tulipani, S., Romandini, S., Vidal, A. & Battino, M., (2009). Methodological aspects about determination of phenolic compounds and in vitro evaluation of antioxidant capacity in the honey. *Analytical Chemistry*, 5: 292–302.

Alvarez-Surez, J. M., Tulipani, S., Diaz, D., Estevez, Y., Romandini, S., Giampuh, F. & Battino, M. (2010). Antioxidant and antimicrobial capacity of several monofloral cuban honeys and their correlation with color, polyphenol content and other chemical compounds. *Food and Chemical Toxicology*, 48: 290-2499.

Alves, A., Ramos, A., Gonçalves, M. M., Bernardo, M., & Mendes, B. (2013). Antioxidant activity, quality parameters and mineral content of Portuguese. *Journal of Food Composition and Analysis*, 30: 130–138.

Anjos, O., Iglesias, C., Peres, F., Martinez, J., Garcia, A. & Taboa, D. (2015). Neutral networks appled to discriminate botanical of honeys. *Food Chemistry*, 175:128-136.

Apuy, G., Paccalin, J. & Lostalot, J.D. (1994). Miel et abeilles. *Diététique et Médecine*, 4: 161-173.

Balanos de la terro, A. A., He nderson, T. Nigam, P. S. (2015). A Universally calibrated microplate ferric reducing antioxidant power (FRAP) assay foods and application to Manuka honey. *Food Chemistry*, 174:119-123.

- Blasa, M., Candiracci, M., Accorsi, A., Piacentini, M.P. & Piatti, E. (2007). Honey flavonoids as protection agents against oxidative damage to human red blood cells. *Food Chemistry*, 104: 1635–1640.
- Barbosa, N. S., & Kalaaji, A. N. (2014). CAM use in dermatology. Is there potential role for honey, green tea and vitamin C. *Complementary Therapies in Chemical Practice*, 20:11-15.
- Barcelo, D. (2013). Comprehensive analytical chemistry. In “Honey Authenticity and traceability”. Ed. *Elsevier. Science & Technology*: 512-530.
- Beretta, G., Ganata, P., Ferrero, M., Oriolis, M., Maffei Facino, R. (2005). Standardization of antioxidant properties of honey by a combination of spectrophotometric, fluorimetric assays and chemometric. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 533:185-191.
- Beretta, G., Fermo, P., Facino, R. M. (2012). Simple and rapid simultaneous profiling of minor components of honey by size exclusion chromatography (SEC) coupled to ultraviolet diode array detection (UV-DAD), combined with chemometric methods. *Journal of Pharmaceutical Biomedical Analysis*, 58:193-199.
- Bertoncelj, J., Dobers ek, U., Jamnik, M., & Golob, T. (2007). Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey. *Food Chemistry*, 105: 822–828.
- Bourassa, M. G. & Tardif, J .C. (2006). Antioxidants and cardiovascular disease. Ed . *Springer* : 1-195.
- 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*.
- Can, Z. Yaldiz, O. Sahim, H. Turumtay, E.A, Silici, S. & Kolayli, S. (2015). An investigation of Turkish honeys: their physico-chemical Properties, antioxidant capacities and phenolic profiles. *Food Chemistry*, 180: 133-141.
- Chepulis, L. (2008). Healing honey: A natural remedy for better health and wellness. Ed: *Brown Walker*: 141.
- Collin, S. & Crouzet, J. (2011). Les polyphénols et procédés. Ed. *Lavoisier* : 333.
- Codex Alimentarius (2001). Revised codex standard for honey. Codex standard 12-1981, *Revue*, 1(1987); *Revue*, 2(2001): 1-7.

Commission Européenne (2002). Directive 2001/110/EC du 20décembre 2001 relative au miel. *Journal Officiel des Communautés Européennes*, L10 : 47-52.

Escuredo O., Silva L.R.,Valentao P., Seijo M.C.& Andrade P.B.(2012). Assessing rubus honey value: Pollen and phenolic compounds content. *Food Chemistry*, 130: 671-678.

Estevinho, L., Pereira, A. L., Moreira, L., Dias, L. G. & Pereira, E. (2008). Antioxidant and antimicrobial effects of phenolic compounds extracts of Northeast Portugal honey. *Food and Chemical Toxicology*, 46: 3774–3779.

Gras, K., Luong, J., Gras, R., Cortes, H. J. & Shellie, R. A. (2014). Determination of furfurals in Manuka honey using piston-cylinder liquid-liquid extraction and gas chromatography. *Journal of Chromatography A*, 1362: 43-48.

Schimidt, A., Wencek, J. & Geisler, B. & Stepania, K. J. (2013). Bee products for better health. Ed. *Alive*: 61.

Gilliam, M., Jackson, K. K. (1972). Enzyme in honey bee (*Apis Milliferal*) Hemolymph. *Comp. Biochem.Physiol*, 42 Bb :423-427.

Goerd, A. M., Assadian, O., Razavi, B., Igelbrink- Holter, D. Simon, A., Hubner, N.O., Partecke, C. I., Zhumadilova, A., Heidecke, C. D. & Kramer, A. (2013). Proposal for assessment of the antimicrobial efficacy of undiluted medical honey: Using a standardized phase2/step2 in vitro stainless steel disc carrier test model. *Wound Medicine*, 1:20-24.

Gonnet, M. (1986). Le miel: composition, propriétés et conservation. Ed. *OPIDA* : 22.

Gorjanovic, S. Z., Alvary-Suarez, J. M., Novakovic, M. M., Pastor, F. T., Pezo, C., Battino, M. & Suznjevic, D. Z. (2013). Comparative analysis of antioxidant activity of honey of different floral sources using recently developed polarographic and various spectrophotometric assays. *Journal of Food Composition and Analysis*, 30: 13-18.

Gupta, R.K., Rybroeck, W. & Johan, W. R. (2014). Beeking for poverty alleviation and livelihood security. Ed. Springer: 1-114.

Habib, H. M., Al Maqbali, F. T., Kamal, H., Souk, U. D. & Ibrahim, W. H. (2014). Bioactive components, antioxidant and DNA damage inhibitory activities of honey from arid regions. *Food Chemistry*, 153: 28-34.

Jelen, H. (2012). Food flavors: chemical sensory technology properties. E. *Taylor & Francis Group, LLC*: 389-390.

Jonathan, M. S., Ralf, C. S., Bruce, D. M., Derek, Y., Liam, F. & David, R. G. (2010). Phenolic compounds and methylglyoxal in some New Zealand Manuka and kanuka honeys. *Food Chemistry*, 120: 78–86.

Kris-Etherton, P. M., Lefevre, M., Beecher, G. R., Gross, M. D., Keen, C. L., & Etherton, T. D. (2004). Bioactive compounds in nutrition and health-research methodologies for establishing biological function: The antioxidant and anti-inflammatory effects of flavonoids on atherosclerosis. *Annual Review of Nutrition*, 24: 511–538.

Kumar, V. (2008). The secret benefits of lemon and honey. Ed: *Starling Ltd*: 61.

Lachman, J., Orsak, M., Hejtmankova, a. & Kovarova, E. (2010). Evolution of antioxidant activity and total phenolics of selected Czech honeys. *Food Science and Technology*, 1(43): 52-58.

Lobreau- Callen, D., Marmion, V. & Clement, M. C. (1999). Les miels. In « *techniques de l'ingénieur* » :1-20.

Majtan, J., Klanding, J., Bohova, J., Kohutova, I., Dyurova, M., Sediva, M., Bartosova, M. & Majtan, V. (2012). Methylglyxul- induced modification of significant honeybee proteienous components in honey: possible therapeutic implications. *Fitoterapia*, 83:671-677.

Majtanova, N. Vodrazkova, E., Kurillova, V. & Horniackova, M. (2015). Complementary traitement of contact lens-induced corneal ulcer using honey: A case report. *Contact Lens & Anterior Eyc*, 38:61-103.

Mao Shing, Ni. (2011). The naturel health search engine: comprehensive A to Z. Ed. *Lauri Dolphin*: 726.

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.

Mbogning, E.T. Choumboue, J. Damess, F. Sanou, Sobze, M. & Canini, A. (2011). Caractéristiques physico-chimiques des miels de la zone Soudano-guinéenne de l'Ouest et de l'adamaoua cameroun. *Tripicultura*, 29, 3: 168-175.

Meda, A., Lamien, C. E., Romito, M., Millogo, J. & Nacoulma, O. G. (2004). Therapeutic uses of honey bee larvae in central Burkina Faso. *Journal of Ethno-Pharmacology*, 95:103-107.

Meda, A., Lamien, C. E., Romito, M., Millogo, J. & Nacoulma, O. G. (2005). Determination of total phenolic, flavonoid and proline in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. *Food Chemistry*, 91:571-577.

McLoone P., Warnock M. & Fyfe I. (2015). Honey: A realistic antimicrobial for disorders of the skin. *Journal of Microbiology, Immunology and Infection, in press* : 1-7.

Mitra, S. I. & Painter, E. W. (2007). Academy of integrated Medecine. Ed. *Natural Medicine Books*: 55.

Mouhamed, H., El Lenjawi, B., Abu Salma, M. & Abdi, S.(2014). Honey based therapy for the management of a recalcitrant diabetic foot ulcer. *Journal of Tissue viability*, 23:29-23.

Ouchmoukh S. (2012). Caractérisation physicochimiques, profils polliniques, glucidiques et phénoliques et activités anti oxydantes de miels algériens .thèses de doctorat. *Université Abderrahmane Mira*, Faculté de Siciences de la Nature et de la Vie, 162.

Patel, H. R., Krishnan, C. G. & Thanveer, K. (2013). Antimicrobial effect of honey on streptococcus mutans-An in vitro study. *International Journal Dental Science and Research*, 1:16-49.

Paul, S. Issa, N., Kwame, A. & Joseph, B. I. (2013). Physic-chemical and labeling control of imported honeys Burkina Fasco. *Food and Nutrition Food*, 4:1266-1270.

Pontoh, J. & Low, N.H. (2002). Purification characterization of B-glucosidase from heneey bee(*Apis melliferra*). *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 32:679-690.

Preedy, V.R. (2013). B vitamin and folate. In "Chemistry, analysis, function and effect". Ed. *Royal Society Chemistry*: 173-191.

- Packer, J. M., Irish J., Herbert B. R., Hill C., Padula M., Blair S. E., Carter D. A. & Harry E. J. (2012). Specific non-peroxide antibacterial effect of Manuka honey on the *Staphylococcus aureus* proteome. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 40: 43–50
- Ramon-sierra, J.M., Ruiz –riuz, J.C. & Ortiz-Vasquez, E. (2015). Electrophoresis characterization of protein as a method to estazilish the entomological origin of Stingless bee honeys. *Food Chemistry*, 183:43.48
- Sak-Bosmar, M., Sakac, N. (2012). Direct pototiometric determination of diastase activity in honey. *Food Chemistry*, 135:827-831.
- Sarmiento Silva, T. M., Dos Santos, F. P., Evangelista-Rodrigues, A. E., Sarmiento da Silva, E. M., Sarmiento da Silva, G., Santo de Navais, J., Assis Ribeiro dos Santo, F. & Camara, C. A. (2015). Phenolic compounds, melissopalynological physicochemical analysis and antioxydant activity of jondiara (*Melipona Subnitida*) honey. (2013). *Journal of Food Composition and Analysis*, 29: 10-18.
- Shahidi, F. & Zhong, Y. (2015). Meserments of antioxidant activity. *Journal of Functional Food*. In press.
- Sikorski, Z.E. (2007). Chimal and functional properties of food compouents. Ed. *Taylor & Fransic Group, LLC*: 19-25.
- Singh, D. J. & Davidson, J. (2013). The miracle of honey .Ed. *JD-Biz*: 13.
- Snowdon, J. A. & Cliver, D. O. (1996). Microorganisme in honey. *International Journal of food Microbiology*, 13: 1-26.
- Stewart, J. A. DO., Mcgran, O. L., MD,Wedmore, I. S. & MD. (2014). Wound car in the wilderness: is there evidence for honey .*Wilderness & Envirenmentaly Medicine*, 25:103-110.
- Stranway, P. (2013). The miracle of honey. In “Pratical tips for health, home, beauty”. Ed. *Wintkins Publishing Ltd*: 35-58.
- Suznjevic, D. Z., Pastor, F.T., Gorjanovic , S. Z., (2011). Polarographic study of hydrogen peroxide anodic current and its application to antioxidant activity determination. *Talanta*, 85:1398–1403.

Wilczynska, A. (2014). Effect of filtration on couleur, antioxidant activity and total phenolics of honey, LWT. *Food Science and Technologie*, 57: 767-774.

Annexes I : Courbes d'étalonnages

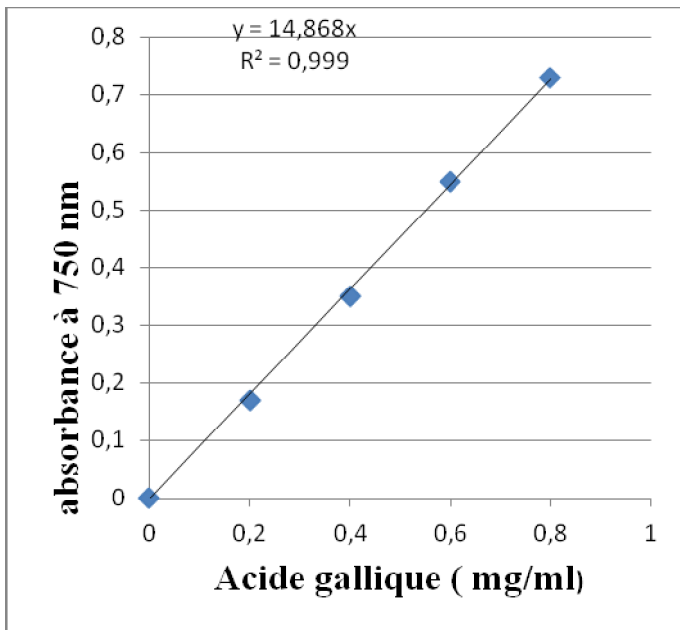


Figure 01 : Courbe d'étalonnage des polyphénols

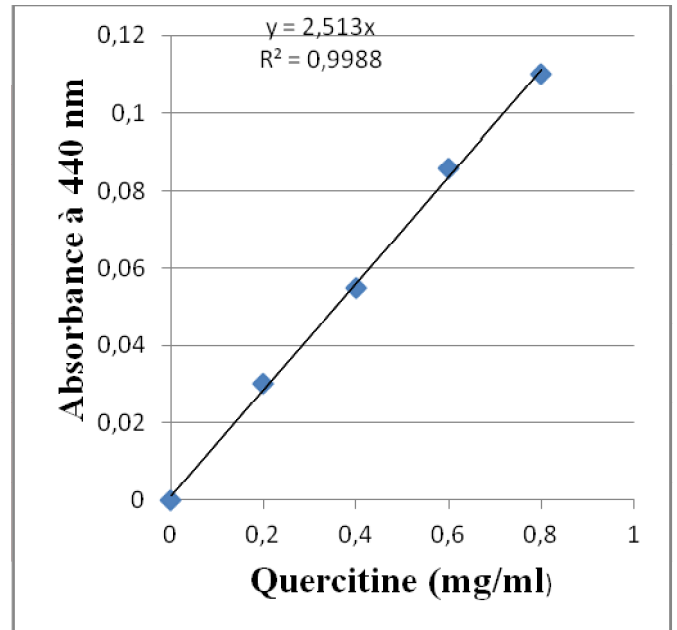


Figure 02 : Courbe d'étalonnage des flavonoïdes

Résumé

L'évaluation de la qualité des onze échantillons de miel est réalisée par l'analyse de quelques paramètres physico-chimiques (polyphénols totaux, flavonoïdes..) et de l'activité antioxydante (DPPH, FRAP..). La plus part des miels testés montrent des différences significatives dans leur activité antioxydante. Cela est du essentiellement a l'origine botanique et a la composition chimique du miel. Nous avons constaté que le miel de Tizi Ouzou et celui de Toudja montrent une activité antioxydante très intéressante avec des teneurs élevés en polyphénols totaux et en flavonoïdes. Cependant, les miels analysés ne peuvent être considérer comme des miels médicinaux car ils ne correspondent pas a leurs catégories.

Mots clés : miel, antioxydants, activité anti-oxydante.