

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 de biologie physico-chimique
Spécialité biochimie Appliquée



Réf :.....

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

MASTER

Thème

*Valeurs nutritionnelles et activités
antioxydantes et antibactériennes de
quelques miels Algériens*

Présenté par :
FATTAH Dalia & LADJOUZI Yamina
Soutenu le 23 juin 2018

Devant le jury composé de :

M ^f Hamoum M.	MAB	Président
M ^f Ouchemoukh S.	MCA	Encadreur
M ^{me} Alioui-Zemouri S.	MAA	Examinatrice

Année universitaire : 2017 / 2018

Remerciements

Nous tenons à remercier en premier lieu Dieu le Tout Puissant de nous avoir donné la foi et la sagesse et nous inclinons humblement devant sa bonté, lui qui nous a donné courage et santé pour achever ce travail.

Nous tenons à remercier particulièrement :

Notre promoteur M^r OUCHEMOUKH S. pour son encadrement de qualité, pour l'assistance qu'il nous a témoigné, pour sa disponibilité, pour ses orientations, pour sa compréhension, pour les efforts qu'il avait consentis avec beaucoup de sympathie et de patience, pour sa gentillesse et ces précieux conseils tout le long de notre mémoire et de notre étude sans lesquels ce travail n'aurait pas vu le jour, qu'il trouve ici d'expression de notre vive gratitude.

Que nous vifs remerciements aillent à Monsieur M^r Hamoum M. qui nous nous a fait l'honneur de présider le jury. Nous adressons également nous hommages les plus respectueux à M^{me} ALIOUI- ZEMOUZI S. qui nous a fait l'immense honneur d'accepter d'être examinatrice de ce mémoire

Un grand merci au doctorant M^r OTMANI A. pour son aide précieuse.

Nous exprimons nos reconnaissances à tous les enseignants du département de biologie physicochimique pour avoir fortement contribué à enrichir nos connaissances, à M^{elle} TABTI pour son aide.

*Nous voudrions remercier toute la promotion Biochimie Appliquée
2017/2018.*

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

A mes parents .Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour dont ils ne cessent de me combler.

Que dieu leur procure bonne santé et longue vie.

A celui que j'aime beaucoup et qui m'a soutenue tout au long de ce projet : mon mari **SLIMANE**, et bien sur A mes frères **YACINE** et **LAMINE**, sans oublié mon cher oncle **Kamel**.

A toute ma famille et ma belle famille,

Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient toujours à mes côtés, et qui m'ont accompagnaient durant mon chemin d'études supérieures, mes aimables amis, collègues d'étude, et frères de cœur, toi **Imane et**

Hafid.

A toi Thiziri ainsi Yassmine.

A mon binôme **Yamina** et toute la famille **Ladjouzi**. Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis merci.

Mania

Dédicaces

A mon Père et à ma Mère pour votre amour, la confiance que vous avez placés en moi depuis mon très jeune âge, votre soutien de tout ordre et pour vos encouragements tout au long de ces années. Que Dieu vous préserve toujours dans ce bas monde en bonne santé.

A mes frères, mes sœurs, ma nièce Anaïs

A Ceux avec qui j'ai partagés les meilleurs moments de ma vie à toi
Tina.

A mon mari Taher qui m'a soutenu durant la réalisation de ce travail.

A toute la promotion biochimie appliqué surtout Hafid, Imen.

Yamina

Liste d'abréviations

Abs: Absorbance
ABTS: 2,2-azobis-ethylbenzothiazoline-6- sulphonique
ACP: Analyse en Composante Principale
ANOVA: Analysis of One Variance
ATCC: American type culture collection
BSA: Serum albumin bovin
°C: Celsius
CETAM : Centre d'études techniques apicoles de Moselle
CFU : Unité formant colonie
CMI: Concentration Minimale Inhibitrice
DPPH : 2,2-diphinol-1-picrylhydrazyl
DO: Densité optique
EAG: Equivalent d'acide gallique
EQ : Equivalent de quercitine
E. Coli : *Escherichia Coli*
Fe³⁺ : Fer Ferrique
Fe²⁺ : Fer ferreux
FRAP: Ferric reducing antioxydant power
FRI : Food Résearch Institute
h: heure
H₂O₂: Peroxyde d'hydrogene
HMF: Hydroxyméthylfulfural
KDa: Kilodalton
M: Miel
MH : Milieu Muller Hinton
nm : Nanomètre
pH: Potentiel d'hydrogène
S. aureus : *Staphylococcus aureus*
r : Coefficient de corrélation
T° : Température
v/v: Volume/volume

Liste des tableaux

Numéro	Titre	Page
I	Composition moyenne des miels	06
II	Echantillons de miel étudiés	11
III	Différents souches bactériennes utilisées	16
IV	Différentes dilutions pour chaque échantillon de miel	17
V	Spectre pollinique et pourcentage de pollens des miels analysés	20
VI	Résultats des analyses physico-chimique teneurs en antioxydantes des miels étudiés	21
VII	Résultats de CMI pour <i>E.coli</i>	29
VIII	Résultats de CMI pour <i>FRI</i>	29
IX	Résultats de CMI pour <i>LGA</i>	30

Liste des figures

Figure	Titre	Page
01	Histogramme des zones d'inhibition des échantillons de miel vis à vis <i>E. coli</i> , <i>S. aureus LGA</i> et <i>S. aureus FRI</i> à 100%	26
02	Histogramme des zones d'inhibition des échantillons de miel vis à vis <i>E. coli</i> , <i>S. aureus LGA</i> et <i>S. aureus FRI</i> à 50%	27
03	Courbe dose-réponse des miels monofloraux et polyfloraux contre <i>E. coli</i>	32
04	Courbe dose-réponse des miels monofloraux et polyfloraux contre <i>S. aureus FRI</i>	32
05	Courbe dose-réponse des miels monofloraux et polyfloraux contre <i>S. aureus LGA</i>	34
06	Tracé des poids factoriels (cercle de corrélation) des résultats simultanés entre paramètres analysés	37

INTRODUCTION

Dans beaucoup de civilisations, le miel a toujours eu une place privilégiée et il représente le symbole de la vie. Il a fait sujet dans de nombreux ouvrages et il est cité dans le coran et la bible. Son utilisation par l'homme remonte aux temps les plus reculés de son histoire et il fait partie indubitablement des aliments les plus anciens de l'humanité (**Rossant et Desmouliere, 2011**).

Le miel est élaboré par les abeilles de l'espèce *Apis mellifera* à partir de substances sucrées (nectar et/ou miellat) qu'elles prélèvent sur divers végétaux. L'apiculteur qui récolte le miel ne modifie rien en sa composition originelle et doit s'efforcer de préserver l'intégrité du produit. Cela suppose la connaissance, le contrôle et la maîtrise d'un certain nombre de facteurs d'amont (avant la récolte) et d'aval (extraction et conditionnement des produits) (**Ouchemoukh, 2012**).

Le miel est un aliment aromatique et hautement concentré en sucres dont les principaux sont le fructose et le glucose. Il renferme aussi une large gamme des composés mineurs tels que les minéraux, les protéines, les vitamines, les acides organiques, les composés phénoliques tels que les flavonoïdes et des éléments figurés (pollens et levures) (**Azeredo et al., 2003 ; Dasilva et al., 2016**).

Le miel n'est pas seulement un aliment sucré mais un produit médicinal car il possède plusieurs propriétés biologiques (antimicrobiennes, antioxydantes et thérapeutiques) qui sont dues essentiellement à sa composition chimique notamment les antioxydants (composés phénoliques et caroténoïdes) (**Bruneau, 2002**).

Ce travail s'articule autour de trois grandes parties :

- Dans la première partie, les différentes connaissances bibliographiques seront abordées sur l'origine du miel, sa fabrication, ses différents types, sa composition biochimique et ses propriétés physico-chimiques, organoleptiques et biologiques.
- Dans la deuxième partie, le matériel d'étude et les méthodes analytiques utilisées pour les analyses polliniques et physico-chimiques; les activités antioxydantes et activités antibactériennes .
- La troisième partie sera consacrée à la présentation des résultats obtenus et leurs discussions.

SYNTHESE
BIBLIOGRAPHIQUE

I.Généralités sur le miel

I.1-Définition

Le miel est la substance naturelle sucrée produite par l'abeille *Apis mellifera* à partir du nectar de plantes ou à partir d'excrétions d'insectes butineurs laissées sur les parties vivantes de plantes que les abeilles butinent, transforment en les combinant avec des substances spécifiques qu'elles sécrètent elles-mêmes, déposent, déshydratent, emmagasinent et laissent affiner et mûrir dans les rayons de la ruche (Codexalimentarius,2001).Le miel est la denrée alimentaire qui pourrait être fluide, épaisse ou cristallisée (Blanc, 2010).

I.2-Abeille en Algérie

I.2.1-Définition de l'abeille

L'abeille est un insecte social appartenant à l'ordre des hyménoptères (Ponce *et al.*, 2003). Les mieux connus et les plus utilisées en apiculture sont dans le genre *Apis* et font partie de l'espèce *Apis mellifera* comportant plusieurs races géographiques qui peuplent actuellement l'Europe, l'Afrique, l'Asie occidentale, l'Amérique du nord, l'Amérique du sud, l'Australie et la nouvelle Zélande (Cotte *et al.*, 2004).

Les abeilles vivent pratiquement dans tous les biotopes fermés (forêts, oasis) ou ouverts (plaines, savane) et sous tous les climats à l'exception des régions polaires(Lobreau-callen etClément,2000).

L'Abeille se nourrit de miel, de pollen et de nectar. L'ensemble des abeilles compose une colonie, cette dernière se compose d'une reine unique, de nombreuses ouvrières (femelles), de faux bourdons (mâles) et de couvain (œufs + larves + nymphes).

I.2.2.- Répartition géographique

L'élevage des abeilles est répandu dans l'ensemble des zones agro écologiques et s'insère harmonieusement dans les systèmes de productions arboricoles des zones de montagnes, des oasis et des plaines .Le cheptel apicole algérien est constitué de deux races .

-*Apis mellifera intermissa*, dite « Abeille tellienne » ou « abeille noire du tell » dont l'aire de distribution se confond avec l'atlas tellien(Cotte *et al.*, 2004).*A.m.intermissa*est une race d'abeilles mellifères assez grosse.Son exosquelette est d'un noir brillant. Les colonies essaient beaucoup, parfois 7 fois en une saison.

Elles sont d'une extraordinaire vitalité et, assez nerveuses, ont un caractère défensif prononcé. Par ailleurs, elles propolisent beaucoup. L'abeille tellienne est la race dominante en Algérie où elle se présente sous la forme de plusieurs variétés adaptées aux divers biotopes (**Banget al., 2003**).

-*Apis mellifirasahariensis*, encore appelée « abeille saharienne » implantée au sud-ouest de l'Algérie « Béchar, Ain safra » de couleur noire, productive, prolifique, résistante aux maladies et aux prédateurs. Elle vit dans des conditions climatiques extrêmes, avec des températures allant de -8°C à 50°C. Les colonies sont peu peuplées. Elles peuvent survivre à l'état naturel hors des oasis dans des cavités rocheuses. *A.m.sahariensis* est plus petite que *A.m.intermissa*. Elle essaime rarement. Par ailleurs, la colonie propolise peu et n'est pas très défensive (**Terrabet al., 2002**).

I.3 - Origine

Les abeilles produisent le miel à partir du nectar recueilli dans les fleurs au niveau de petites glandes végétales nommées nectaires ou à partir du miellat recueilli sur les plantes (**Sanz et al., 2005**).

- **Miel du nectar**

Le nectar est produit par des glandes nectarifères. Il s'agit d'une exsudation sucrée plus ou moins visqueuse qui contient environ 90 % de sucres, les plus courants sont le saccharose. Le nectar contient également des acides organiques, des protéines, notamment des enzymes, des acides aminés libres et des composés inorganiques. Certains nectars peuvent avoir des composés huileux, des alcaloïdes ou des substances bactéricides. Chaque espèce végétale fournit un nectar aux caractéristiques propres qui confèrent au miel sa saveur et son parfum (**Bonté et Desmoulière, 2013**).

Selon **Nair (2014)**, les miels de nectar de fleur peuvent être divisés en deux groupes :

Miels monofloraux

Les miels mono floraux possèdent un type de pollen d'une espèce végétale dominante (pollen >45) et des pollens pas fréquents d'autres plantes (**Nair, 2014**).

Miels multi floraux

Les miels polyfloraux sont des miels qui possèdent des pollens de plusieurs espèces végétales mais ils n'ont pas un pollen dominant (Nair, 2014).

- **Miel du miellat**

Le miellat est produit par divers insectes piqueurs –suceurs (pucerons principalement) à partir de la sève des végétaux (Sanz *et al.* 2005). Le miellat est un liquide épais et visqueux constitué par les excréments liquides des homoptères (psylles, cochenilles et surtout pucerons). Il est plus dense que le nectar, plus riche en azote, en acides organiques, en minéraux et en sucres complexes. Il est récolté par les abeilles en complément ou en remplacement du nectar et produit un miel plutôt sombre, moins humide que le miel de nectar (Bonté et Desmoulière, 2013).

I.4-Composition chimique

La composition chimique du miel est très complexe et variable. En effet, elle est influencée par les nombreuses étapes de transformation de celui-ci et par l'origine botanique des plantes butinées ou des miellats récoltés par les abeilles. Certains miels peuvent contenir, en plus des éléments décrits dans le tableau: des pollens, des spores, des levures osmotolérantes (responsables de la fermentation) et d'autres champignons microscopiques. Les miels anciens contiennent de l'hydroxyméthylfurfural (HMF) provenant de la dégradation des monosaccharides et tout particulièrement le fructose (Rossant, 2011). La composition moyenne des miels est résumée dans le tableau I :

- **Glucides**

Les glucides constituent la partie la plus importante du miel. Il s'agit en grande partie de monosaccharides (glucose et fructose). Les autres glucides (maltose, saccharose, turanose), sont présentés à faible taux. La présence de ces oses simples est le résultat de l'action de l'enzyme invertase sur les saccharoses. La présence des autres sucres dépend des plantes butinées (Hoyet, 2005).

- **Eau**

La teneur en eau est en moyenne de 17 %. Les abeilles ferment avec un opercule les alvéoles remplies de miel quand la teneur en eau avoisine les 17 %. Certains miels de bruyères peuvent contenir jusqu'à 22-25% d'eau (**Terrabet *al.*, 2002**).

- **Acides organiques**

Le miel contient aussi des acides. Le plus important est l'acide gluconique mais il y a aussi une vingtaine d'acides organiques, comme les acides acétique, citrique, lactique, malique, oxalique, butyrique, pyroglutamique et succinique. Les lactones participent également à l'acidité du miel (**Terrabet *al.*, 2002**).

- **Oligo-éléments**

Le miel est un aliment qui apporte de nombreux oligo-éléments qui sont indispensables à la santé de l'homme. Suivant leurs origines florales, les miels présentent des concentrations variables en oligo-éléments. Les miels de différentes saisons et de différentes origines géographiques se complètent, ainsi une consommation variée tout au long de l'année assure des apports intéressants en oligo-éléments. Potassium, phosphore, calcium, soufre, magnésium, manganèse, silicium, bore, fer, zinc, cuivre et baryum sont retrouvés en plus ou moins grande quantité dans le miel (**Hoyet, 2005**).

- **Divers**

Plusieurs facteurs antibiotiques naturels sont présents dans le miel : le peroxyde d'hydrogène et les composés phénoliques. Le miel contient également des éléments figurés : grains de pollen, spores de champignons, algues microscopiques, levures, etc., dont l'identification sous le microscope permet d'obtenir des renseignements sur l'origine florale et géographique (analyse pollinique des miels ou méliko-palynologie). L'étude microscopique du miel permet de lui attribuer une appellation: miel toutes fleurs, miel de lavande, de châtaignier. Les pigments colorent et aromatisent les miels. Ce sont principalement les caroténoïdes, et les flavonoïdes (**Hoyet, 2005**).

Tableau I :Composition moyenne des miels (Les techniques de l'ingénieur, 2000).

Composition	Pourcentage totale	Type de composés	Principaux composants
Glucides	75 à 80 %	Monosaccharides	Fructose (38%), glucose(31%)
		Oligosaccharides	Maltose(7,3%), isomaltose, saccharose(1,3 %). Raffinose.
Eau	15 à 20 % (moyenne 17 %)		
Substances diverses	1 à 5 % (Moyenne 3,5%)	Acides organique (0,1 à0,5 %)	Acides gluconique, maleique, succinique oxalque, formique, glutamique citrique.
		Protéines, peptides et acides aminés (0,2 à 2 %)	Defensine, proline, matières azotées.
		Vitamines	B1,B2, B3, B4, B5.
		Enzymes provenant du nectar	Amylase, gluco-invertase, gluco-oxydase.
		Minéraux	K,Ca,Na,Mg,Fe,Cl,Cu,Zn.
		Esters	Acétates
		Aldéhydes et acétones	Formaldéhydes, acétaldéhydes.
		Alcool	Méthanol et éthanol
Pigments	Caroténoïdes et flavonoïdes	Catéchine, quercitine , β-carotéine.	
Lipides	Acides Gras	Acide oléique, acide linoleique, acide caprique.	

I.5- Fabrication

L'abeille ouvrière prélève le nectar ou le miellat avec sa langue, le mélange à sa salive et l'emmagasine dans son jabot. Le saccharose est transformé en fructose et en glucose par l'invertase. La maturation du miel se fait par enrichissement en constituants biologiques et modifications enzymatiques des glucides. Le miel non mûr produit est déposé dans les alvéoles des cadres de cire en vue de subir la diminution de la teneur en eau par évaporation (Cotte *et al.*, 2004 ; Jéanne, 2004).

La récolte du miel est effectuée après une miellée. Cette dernière débute habituellement vers la fin du mois de mai pour se terminer en octobre. Cette période de miellée est différente d'une région à l'autre et dépend des conditions climatiques et saisonnières (Bruneau, 2002; Schivre, 2006).

Selon la Commission Européenne (2002), trois techniques sont exploitées pour extraire le miel :

- **Par pression** : après avoir asphyxié les abeilles, les cadres de cires sont pressés. Le miel obtenu n'est pas pur car il contient des particules de propolis, cire, couvain et pollen.
- **Par centrifugation**: cette technique est basée sur l'extraction du miel par centrifugation des cadres de miel désoperculés. Afin d'éliminer les particules de cire attachées aux rayons, les fragments de propolis et les bulles d'air, le miel est laissé décanter durant 3 à 5 jours dans un récipient cylindrique appelé maturateur.
- **Par écoulement**: les rayons sans couvain sont désoperculés. Le miel s'écoule alors plus ou moins lentement selon la température environnante (ouchemoukh, 2012).

I.6- Propriété nutritionnelle

Le miel est une source d'énergie, il représente un apport énergétique de l'ordre de 300 kcal pour 100 g. Les sucres contenus dans le miel sont rapidement assimilés. De plus, il manifeste un pouvoir sucrant supérieur à celui du saccharose. D'une manière générale, le miel est un bon complément pour lutter contre la fatigue quelque soit son origine : physique, intellectuelle et post-opératoire. Le miel contient des sels minéraux, du phosphore, du calcium et du fer, donc il favorise la croissance des os en améliorant la fixation du calcium sur celle-ci notamment chez les jeunes enfants mais aussi il intervient dans la prévention ou encore le traitement de l'anémie (Rossant, 2011).

I.7- Propriétés biologiques

Le miel est un produit complexe, fruit de l'interaction entre les fleurs butinées, le sol et les systèmes métaboliques liés à la singularité génétique des abeilles. Ce mélange de sucres, de composés phénoliques, de vitamines, d'acides aminés, d'oligoéléments et de molécules spécifiques peut lui conférer des activités biologiques particulières (**Bontéet Desmoulière, 2013**).

I.7.1-Activité antioxydante

Les composés phytochimiques sont responsables de l'activité antioxydante du miel. Les différents antioxydants présents dans le miel comprennent, les polyphénols, les carotènes et la vitamine C (**Schramet al., 2003**). Les composés phénoliques ont de forts effets antioxydants *in vitro* et *in vivo* et peuvent donner de l'hydrogène ou des électrons aux radicaux libres (**Khanet al., 2018**). La vitamine C réduit les peroxydes et agit comme un antioxydant important. Cette activité diminue les dommages cellulaires causés par les radicaux libres en protégeant les enzymes antioxydantes et en diminuant le stress oxydatif. Selon **Schramm et al. (2003)**, la consommation du miel peut augmenter la teneur des antioxydants plasmatiques.

I.7.2 - Propriétés antimicrobiennes

La résistance des microorganismes aux antibiotiques a augmenté l'intérêt des chercheurs sur l'application thérapeutique de miel. L'activité antibactérienne du miel est très complexe en raison de l'implication de plusieurs composés et en raison de la grande variation dans les concentrations des composés (**Pauluset al., 2012**). Il existe plusieurs facteurs antibactériens sont : Le peroxyde d'hydrogène et le faible pH.

➤ Osmolarité

L'osmolarité est la conséquence de la forte teneur en sucre du miel. Ce dernier agit en provoquant une forte déshydratation des germes qui n'ont plus alors suffisamment d'eau pour survivre. De plus, le miel étant une solution sursaturée, l'eau disponible pour permettre la croissance de la plupart bactéries ou des levures est insuffisante (**Assie, 2004**).

➤ pH acide

Le pH du miel est relativement acide, variant entre 3,5 et 4,5. Ce pH semble être efficace pour ralentir ou éviter la croissance de nombreuses espèces de bactéries pathogènes. Le pH acide du miel renforce l'activité antibactérienne de celui-ci (**Assie, 2004**).

➤ **Peroxyde d'hydrogène**

La glucose oxydase convertit le glucose en peroxyde d'hydrogène et en acide gluconique dans des conditions aérobies. La fonction présumée de H₂O₂ est la prévention de l'altération du miel non mûr lorsque la concentration en glucide n'a pas encore atteint des niveaux capables d'empêcher la croissance microbienne (**Banget *al.*, 2003**).

➤ **Défensine-1**

La défensine -1 est une protéine fabriquée par les glandes hypopharyngiennes et mandibulaires des abeilles. Elle est retrouvée dans le miel et la gelée royale. Les défensines constituent une famille de peptides cationiques antimicrobiens. Ce sont de petits peptides, de masse moléculaire variant de 3,5 à 6 kDa, qui possèdent un large spectre d'activité antimicrobienne (bactéries Gram positif et Gram négatif, champignons, virus enveloppés) (**Jonardet *al.*, 2006**).

➤ **Méthylglyoxal (MGO)**

Le MGO est une substance naturelle à pouvoir bactéricide, présente dans tous les aliments riches en glucides et elle est l'un des composants dicarbonylés découlant de la réaction de Maillard. Le MGO est retrouvé en particulier dans le miel de Manuka. La concentration en MGO est plus ou moins forte selon l'origine géographique et florale du miel (**Sultanbawaet *al.*, 2015**).

I.7.3-Activités anti-inflammatoire et cicatrisante

L'inflammation est une réponse non spécifique des tissus de mammifères à une variété d'agents hostiles. Il existe de nombreux médiateurs de l'inflammation (cytokines et de l'oxyde nitrique). En effet, les flavonoïdes, tels que ceux retrouvés dans de nombreuses plantes et le miel, présentent divers effets cytoprotecteurs (**Kassimet *al.*, 2010**). Mis à part le fait que le miel peut éliminer les bactéries qui causent l'inflammation, une diminution de l'inflammation des plaies après l'application de la gaze de miel peut être le résultat des propriétés anti-inflammatoires directes de celui-ci (**Yaghoobiet *al.*, 2013**). Le miel favorise également la cicatrisation grâce à ses effets anti-inflammatoires. La quantité d'exsudats de la plaie est due au processus inflammatoire local autour de la plaie. Par conséquent, l'action anti-inflammatoire du miel réduit l'œdème et les exsudats, ce qui peut ensuite améliorer la cicatrisation.

Cet effet réduit également la douleur causée par la pression sur les terminaisons nerveuses et réduit la quantité de prostaglandine produite dans le processus inflammatoire. Le miel stimule également l'angiogenèse, la granulation et l'épithélialisation, ce qui accélère le processus de guérison(**Nagaiet al.,2002**).

Certains composés comme les prostaglandines et l'oxyde nitrique sont des acteurs majeurs dans le processus de l'inflammation. L'acidification des plaies peut améliorer la cicatrisation en raison du faible pH du miel. Le pH bas du miel peut améliorer l'évacuation de l'oxygène de l'hémoglobine dans les capillaires. Il peut également supprimer l'activité de la protéase dans les plaies à cause du pH non neutre qui n'est pas favorable à leurs activités.L'augmentation de l'activité des protéases dans les plaies peut ralentir ou arrêter la cicatrisation en détruisant les facteurs de croissance et les fibres protéiques et la fibronectine dans les plaies, ce qui est nécessaire pour l'activation des fibroblastes et la migration des cellules épithéliales(**Ponceet al., 2003**). L'activité anti-inflammatoire du miel peut éliminer cet obstacle à la guérison. L'activité antibactérienne du miel agit en supprimant les bactéries infectieuses stimulant la réponse inflammatoire.

I.7.4- Activité antivirale

L'application de miel était efficace dans la prise en charge de la douleur et d'autres signes et symptômes de lésions récidivantes de l'herpès génital et labial.Son utilisation en plus de l'acyclovir systémique chez des patients atteints de zona avec un système immunitaire affaibli ont été signalé pour prévenir l'infection bactérienne secondaire de la peau ainsi que d'accélérer la guérison des lésions herpétiques.Un aspect positif est l'absence d'effets indésirables chez les patients traités au miel (**Yaghoobiet al.,2013**).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

II-Matériel et Méthode

Le travail réalisé au niveau du laboratoire biophysique à l'université d'Abderrahmane Mira de Béjaïa pour but l'étude de la valeur nutritionnelle, des activités antioxydantes et antimicrobiennes de 10 échantillons de miel récoltés dans quelques wilayas de l'Algérie.

II.1-Echantillons de miel

Dix échantillons de miel provenant de différentes wilayas d'Algérie sont récoltés auprès des apiculteurs de ces régions (Tableau II).

Tableau II : Echantillons de miel étudiés.

Echantillon	Région de récolte
M1	Tiziouzu
M2	
M3	Boumerdes
M4	Méde
M5	Ain Defla
M6	
M7	El-bayadh
M8	Mostaganem
M9	Naâma
M10	Tlemcen

II.2-Analyses polliniques

L'analyse pollinique est une méthode qui consiste à déterminer l'origine botanique et de séparer les grains de pollen de la matière qui les entoure afin de pouvoir en observer la morphologie sur une lamelle microscopique.

Un volume de 3 g de miel est dissout dans 12ml d'eau distillée puis versé dans des tubes à centrifugation. Ces derniers sont placés dans une centrifugeuse pendant 10 min à 4500 tours/min. Le surnageant est retiré avec précaution en laissant 1cm du culot.

Un volume de 10ml de l'eau distillée est ajouté au culot et centrifugé une deuxième fois dans les mêmes conditions. Un volume de 100 µl de culot récupéré est étalé sur une lame et séché sur une plaque chauffante. La lecture est faite sous microscope optique (Gx10, Gx40) après avoir fixé les lamelles avec vernis à ongle (Louveaux *et al.*, 1978). L'identification des grains de pollen est effectuée grâce aux banques de données numériques et bibliographiques du CETAM (Centre d'Etudes Techniques Apicoles de Moselle, France).

II.3-Analyses physico-chimiques

II.3.1- Protéines

Les teneurs en protéines sont déterminées par la méthode de Bradford. Un volume de 0,1 ml de solution de miel (0,5 g/ml) et 5 ml du réactif de Bradford sont mis dans un tube à essai. Après 2 min, l'absorbance est lue au spectrophotomètre à 595 nm. La teneur en protéines des échantillons est obtenue en se référant à la courbe d'étalonnage. Les résultats sont exprimés en mg équivalent de sérum- albumine bovine par 100 g de miel (mg EBSA/100 g) (Azeredo *et al.*, 2003).

II.3.2-Proline

Le dosage de cet acide aminé est réalisé en se basant sur l'action de la ninhydrine sur la proline en milieu acide. Une couleur rose apparaît dont le maximum d'absorbance est à 510 nm. Un volume de 1ml d'acide formique et 1ml de ninhydrine (3%) sont additionnés à 2 tubes: le premier contient 500µl d'échantillon de miel à (5%) ; le deuxième renferme 500µl de la solution de proline. Après 15 min d'agitation et de chauffage des solutions préparées à 100°C, ils sont transférés dans un bain marie à 70°C pendant 10 min. Un volume de 5 ml de 2-propanol à 50% sont ajoutés et la lecture des absorbance est faite à 510 nm après 45 min d'incubation à l'obscurité (Bogdanov *et al.*, 1997). Le dosage de la proline se fait par rapport à une solution standard qui a subi le même protocole expérimental et les concentrations sont calculées selon la formule suivante :

$$\text{Proline (mg/kg)} = (\text{Es/Ea}) * (\text{E1/E2}) * 80$$

Es : Absorbance de l'échantillon de miel. **Ea** : Absorbance de la solution standard de la proline.

E1 : mg de proline pour la solution standard. **E2** : Quantité de miel. **80** : Facteur de dilution.

II.3.3-Hydroxyméthylfurfural

Les teneurs en Hydroxyméthylfurfural(HMF) sont déterminées par la méthode **Bogdanov et al. (1997)**. Une quantité de 5 g de miel est dissoute dans 25 ml d'eau distillée. Un volume de 1 ml d'hexacyanoferrate II de potassium (solution de Carrez I à 15 %) et 1 ml d'acétate de zinc (solution de Carrez II à 30 %) y sont ajoutés. Puis, le volume est ajusté avec de l'eau distillée dans une fiole de 50 ml ensuite les premiers 10 ml sont éliminés. La solution est filtrée avec du papier wattman. Le volume 5ml du filtrat est mélangé avec 5ml de la solution de sodium bisulfate (0,2 %) et le même volume du filtrat est mélangé avec 5ml d'eau distillée. Après homogénéisation l'absorbance est lue à 284 nm et 336 nm et la teneur en HMF est donnée par l'équation :

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

A_{284} : absorbance à 284nm.

A_{336} : absorbance à 336 nm.

149,7 : constante. **W**:

masse en gramme de l'échantillon de miel.

5 : poids nominal théorique de l'échantillon.

II.4- Dosages des antioxydants et activité antioxydante

II.4.1- Dosage des antioxydants

II.4.1.1- Composés phénoliques totaux

La teneur polyphénols est déterminée par spectrophotométrie selon la méthode de Folin-Ciocalteu (**Naithani et al., 2006**). Ce réactif de couleur jaune est constitué d'un mélange d'acide phosphotungstique et d'acide phosphomolybdique. Lorsque les polyphénols sont oxydés, ils réduisent le réactif Folin-Ciocalteu en un complexe ayant une couleur bleue constitué d'oxyde de tungstène et de molybdène. L'intensité de la couleur est proportionnelle aux taux des composés phénoliques oxydés (**Da Silva, 20016**). Un volume de 100µl de la solution de miel (0,1 g/ml) est mélangé avec 100 µl de ce réactif et 2 ml de la solution de carbonate de sodium (Na_2CO_3 , 2 %). Après 30 min d'incubation à l'obscurité, l'absorbance est lue à 750 nm. Une courbe d'étalonnage est préparée en utilisant l'acide gallique comme standard, les résultats sont exprimés en mg équivalent d'acide gallique par 100 gramme de miel (mgEAG / 100 g).

II.4.1.2- Flavonoïdes

Le principe est basé sur la formation d'un complexe entre l'atome d'oxygène des flavonoïdes et le chlorure d'aluminium qui donne une coloration jaunâtre. La teneur en flavonoïdes est estimée selon la méthode décrite par **Al et al. (2009)**. Un volume de 1 ml de la solution de miel est mélangé avec 4 ml d'eau distillée et avec 300 µl de la solution de nitrite de sodium (NaNO₂, 5 %). Après 5 minutes, 300 µl de trichlorure d'aluminium (AlCl₃, 10 %) sont additionnés suivie par l'ajout de 2 ml de la solution d'hydroxyde de sodium (NaOH, 1M) 6 minutes plus tard. L'absorbance du mélange est lue à 510 nm. Les résultats sont exprimés en mg équivalent de quercitine par 100 g de miel (mg EC / 100 g).

II.4.2- Étude de l'activité antioxydante

II.4.2.1- Test de DPPH (2,2-diphényl-1 picrylhydrazyl)

Le test de DPPH permet d'évaluer *in vitro* la capacité antioxydante des miels à piéger le radical DPPH. En effet, en présence des composés anti-radicalaires, ce radical libre ayant une couleur violette est réduit en diphényle picrylhydrazine qui est de couleur jaune (**Molyneux, 2004**). L'intensité de la couleur est inversement proportionnelle à la capacité des antioxydants présents dans le miel (**Gülcin et al., 2003**).

Un volume de 0,5 ml de la solution de miel (0,025 g/ml) est ajouté à 1 ml de solution de DPPH suivi d'une homogénéisation au vortex. Le mélange est laissé à l'obscurité pendant 15 min avant de lire l'absorbance à 517 nm (**Medaet al., 2005**). Le pourcentage de réduction est donné selon formule suivante :

$$\text{Pourcentage d'inhibition} = ((\text{Abs}_c - \text{Abs}_e) / \text{Abs}_c) * 100$$

Abs_c: absorbance du contrôle (0,5 ml de méthanol + 1 ml de DPPH). **Abs_e**: absorbance de l'échantillon.

II.4.2.2- Test ABTS

Le test est basé sur la capacité des antioxydants à stabiliser le radical cationique ABTS⁺ (2,2-azino-bis-3-éthylbenzothiazoline-6-sulphonate) de coloration bleu-verte en le transformant en ABTS⁺ incolore, par piègeage d'un proton (**Re et al., 1999**). Ce protocole consiste à mélanger 100 µl (2,5%) de la solution de miel avec 1 ml de la solution d'ABTS, 7 min plus tard la lecture est réalisée à 734 nm et le pourcentage d'inhibition des radicaux est calculé selon la formule suivante :

$$\text{Pourcentage d'inhibition} = \frac{(\text{Absc} - \text{Abse})}{\text{Absc}} * 100$$

Absc: Absorbance du contrôle (1ml d'ABTS+ 0,5ml d'éthanol). **Abse:** Absorbance du l'échantillon.

II.4.2.3- FRAP

Le test de FRAP est utilisé dans le but de déterminer l'activité antioxydante des miels selon le protocole décrit par **Alvarez-Suarez et al. (2010)**. La solution de FRAP est un mélange de 3 composés : l'acétate de sodium (300 mM), TPTZ (10 mM) dissout dans 40 mM d'HCl et FeCl₃ (20 mM). Un volume de 500 µl de la solution de miel est mélangé avec 750 µl de réactif du FRAP. Après homogénéisation et incubation pendant 5 min à 37°C, la lecture des absorbances est faite à 593 nm. Les résultats sont exprimés en mg équivalent d'acide gallique par 100 g de miel. Ce test consiste à réduire le complexe ferrique (Fe³⁺-TPTZ) en sa forme ferreuse (Fe²⁺-TPTZ) et par conséquent, une couleur bleu-violette se forme avec un maximum d'absorbance à 593 nm (**Beretta et al., 2005**).

II.4.2.4- Pouvoir réducteur

Le pouvoir réducteur est un paramètre efficace pour l'identification de l'activité antioxydante des miels. Il se détecte par la formation d'une couleur verte suite à la réduction de Fe³⁺ en fer ferreux Fe²⁺ par les antioxydants en présence d'hexanoferrate de potassium (**Ouchemoukh, 2012**).

Le protocole est effectué selon la méthode rapportée par **Li et Lin (2010)**. Un volume de 500 µl de la solution de miel (5%) est mélangé avec 500 µl de tampon phosphate (0,2 M, pH 6,6) et 500 µl de potassium hexanocyanoferrate (1 %). Après incubation pendant 20 min au bain marie à 50°C, 500 µl de trichloroacétate (TCA, 10 %) sont ajoutés au mélange. Un volume de 500 µl est prélevé de ce mélange et dilué dans 800 µl d'eau distillée puis 100 µl de chlorure ferrique (0,1 %) y sont additionnés. Après 10 min, l'absorbance est lue à 700 nm. Les résultats sont exprimés en mg équivalent d'acide gallique par 100 g de miel en se référant à la courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

II.5- Activité antibactérienne

L'activité antibactérienne des échantillons de miel est étudiée par deux méthodes : la méthode de diffusion sur gélose (milieu solide) et la méthode de macrodilution (milieu liquide) pour la détermination de la CMI.

Pour cela, trois souches bactériennes de références sont utilisées à cette fin (Tableau III). Le choix des souches est fait en fonction de leurs pathogénicités et leurs résistances naturelles aux antibiotiques.

II.5.1- Souches bactériennes testées

Afin de vérifier la pureté des trois souches bactériennes, deux études ont été faites :

- Une étude macroscopique (forme, aspect morphologique).
- Une étude microscopique (coloration de Gram).

Tableau III: Différentes souches bactériennes utilisées.

Groupe bactériennes	Souches testées	Forme
Gram -	<i>Escherichia coli</i> , ATCC25922	Coccobacilles en amas
Gram +	<i>Staphylococcus aureus</i> FRI 56	Cocci en chaînettes
	<i>Staphylococcus aureus</i> LGA S251	Cocci en chaînettes

La suspension bactérienne pure stockée à 4°C est ramenée à une température ambiante. Une petite quantité de cette suspension est ajoutée à un bouillon nutritif Muller-Hinton. La solution préparée est ensuite incubée à l'étuve à 37 °C pendant 6 heures pour *E. Coli* et 24 heures pour les autres souches bactériennes utilisées jusqu'à l'obtention d'un trouble.

II.5.2- Méthode de diffusion sur gélose

La méthode de diffusion sur gélose est réalisée selon Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI, 2015). Après avoir préparé la gélose Muller-Hinton et coulé les boîtes de pétri, une culture de 18 heures est préparée afin d'obtenir des bactéries jeunes à partir de l'enrichissement précédent qui consiste à tremper un écouvillon stérile dans la suspension bactérienne. L'excès de liquide est rejeté en tournant l'écouvillon sur la paroi interne du tube. Après, la suspension bactérienne est étalée en strie sur toute la surface de la gélose puis incubée à 37 °C à l'étuve pendant 18 heures.

A partir de ces cultures bactériennes, l'inoculum est préparé en ajoutant quelques colonies de bactéries à une solution de l'eau physiologique stérile (NaCl, 0,9%) afin d'obtenir une densité cellulaire initiale d'environ 10^6 CFU/ml qui correspond à une absorbance entre (0,08-0,1) dans la longueur d'onde de 620nm.

On procède après à l'ensemencement de l'inoculum préparé à l'aide d'un écouvillon. Dans chaque boîte, des disques en papier absorbant de wattman de 6 mm de diamètre sont déposés. Un disque pour le contrôle négatif qui reçoit 50 µl d'eau distillée et deux autres disques pour 50µl de la solution du miel qui reçoivent deux concentrations différentes 100% et 50%. Le contrôle positif est fait avec des disques d'antibiotiques (chaque souche reçoit des antibiotiques spécifiques). Ce test est effectué à trois reprises avec chaque échantillon de miel avec les trois souches. Les boîtes de pétri sont incubées à 4 °C pendant 2 heures pour faciliter la diffusion. Ensuite incubées à 37 °C pendant 18 à 24h. La présence d'une zone d'inhibition est observée et mesurée à l'aide d'une règle.

II.5.3- Technique de macro-dilution en milieu liquide

Les CMI sont déterminées par la méthode décrite par **Patton et al.(2006)**.

La macrodilution permet d'obtenir une Concentration Minimale Inhibitrice (CMI) qui est la plus petite concentration pour laquelle les bactéries ne s'accroissent pas. Cinq dilutions à 3 essais sont préparées dans des éppendorfs pour chaque échantillon du miel à partir d'une solution mère de concentration 1g/1ml (tableau IV).

Tableau IV : Différentes dilutions pour chaque échantillon du miel.

Dilution	Préparation	Concentration
1/1	Solution mère (2g de miel dans 2ml de bouillon nutritif stérile)	1000mg/ml
1/2	500µl de la solution mère + 500µl de bouillon nutritif stérile	500mg/ml
1/4	250µl de la solution mère + 750µl de bouillon nutritif stérile	250mg/ml
1/8	125µl de la solution mère + 875µl de bouillon nutritif stérile	125mg/ml
1/16	62,5µl de la solution mère + 937,5µl de bouillon nutritif stérile	62,5mg/ml

L'inoculum est préparé à partir de la culture de 18 heures en ajoutant quelques colonies bactériennes au bouillon de Muller-Hinton à une turbidité de 10^6 CFU. Une dilution de 1/10 (1ml de l'inoculum + 9ml de Muller Hinton) est faite pour avoir une turbidité de 10^5 CFU. Un volume de 10 µl de la suspension bactérienne est inoculé dans 1 ml de chaque dilution de miel. Dans un tube à essai l'inoculation de 1ml de bouillon nutritif avec 10µl de la suspension bactérienne a servi de control. Les CMI ont été déterminées à la fois par un examen visuel et par un dosage spectrophotométrique à 620 nm.

Examen visuel

Les CMI des miels testés sont évaluées par l'observation à l'œil nu et elles sont obtenues dans des intervalles qui sont déterminés par l'inversion de résultat entre deux doses voisines : absence d'un trouble suivie de présence d'un trouble (présence de la croissance bactérienne).

Bio-essaispectrophotométrique

La densité optique est déterminée à 620 nm avant l'incubation à (T_0). Les cultures sont incubées pendant 24 h dans l'obscurité à 37°C avec agitation constante pour empêcher l'adhérence et l'agglutination. Après 24 h d'incubation, les densités optiques sont de nouveau déterminées (T_{24}) et enregistrées. La densité optique pour chaque dilution à (T_0) est soustraite de la densité optique pour chaque dilution à (T_{24}). Le pourcentage d'inhibition est déterminé en utilisant la formule:

$$\text{Pourcentage d'inhibition} = 1 - (\text{DO test} / \text{DO contrôle}) \times 100$$

II.6-Analyse statistique

Tous les résultats obtenus sont la moyenne de 3 essais. Le programme Microsoft office Excel 2007 est utilisé pour calculer les moyennes, les écarts et les coefficients de corrélation. Une analyse de la variance à un seul facteur de classification (AVUC) suivie du test LSD Fisher est appliquée à l'aide du logiciel STATISTICA 7.1 afin de mettre en évidence les différences significatives entre les échantillons de miels pour chaque paramètre étudié. Les corrélations entre les différents paramètres analysés sont calculées avec la statistique élémentaire en utilisant la matrice de corrélation. Les résultats obtenus sont classés par ordre décroissant ($a > b > c > d > e > f > g > h > i$) et les valeurs obtenues pour tant la même lettre ne présentent aucune différence du point de vue statistique. En outre, l'analyse en composantes principales (ACP) est réalisée afin de mieux interpréter les données sur un espace réduit et pour mieux visualiser les corrélations existant entre les différents paramètres.

Les CMI de chaque échantillon de miel sont déterminés avec le logiciel STATISTICA 7.1 à partir de tracé Log (Concentration %, p/v) en fonction de pourcentage d'inhibition par l'ajustement logarithmique de la courbe dose-réponse dont l'équation d'ajustement est: **Pourcentage d'inhibition = a log₁₀ (concentration %) + b** dont a est le coefficient directeur de régression de pourcentage d'inhibition en concentration.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

III.1- Analyses polliniques

Les analyses polliniques sont un moyen d'identification de l'origine botanique des miels. Elles reposent sur l'identification et la quantification des pollens observés sous microscope optique en les comparant à une banque de pollens (**Makhloufiet al., 2015**).

Les pollens identifiés sont classés selon leurs fréquences : pollen prédominant (>45%), pollens secondaires (16-45%), pollens mineurs importants (3-15%) et pollens mineurs d'occurrence (1-3%)(**Ouchemoukh et al., 2007**).

Six échantillons sont des miels polyfloraux (M2, M3, M4, M6, M8etM10) dépourvus de pollens dominants et renferment des pollens d'accompagnement dont Fabaceae est présente dans tous les miels à l'exception M04 en plus des *Rosaceae*, *Rhamnaceae*, *Brassicaceae*, *Asteraceae*avec des pourcentages différents.

Quatre autres échantillons sont des miels monofloraux (M1, M5, M7, M9) dont les pollens dominants sont:*Apiaceae* (M01, M07),*Myrtaceae* (M05) et *Fabaceae* (M09).Tous les échantillons analysés présentent des pollens d'accompagnements, des pollens minoritaires et très minoritaires dont les familles végétales les plus fortement représentées sont : *Liliaceae*, *Rosaceae*, *Cystaceae*, *Poaceae*,*Myrtaceae*, *Asteraceae*, *Brassicaceae* et autres. Ceci reflète la diversité florale des régions où les miels ont été récoltés(Tableau 1).

Les résultats obtenus sont similaires à ceux rapportés par **Patrignan et al. (2018)**. Ceci indique que l'origine botanique du miel est liée à son origine géographique.

Tableau V : Spectres polliniques et pourcentages des pollens des miels analysés.

	Origine botanique	Pollens Dominants (≥45 %)	Pollens d'accompagnements (15-45%)	Pollens minoritaires (3-15%)	Pollens très minoritaires (≤ 3%)
M1	Monoflorale	Apiaceae 52 %	Fabaceae 20 % Cistaceae 18 %	Myrtaceae 3 %	Ericaceae 1 %
M2	Polyflorale	Absence	Fabaceae 24% Asteraceae 26%	Tiliaceae 10% Brassicaceae 11% Cystaceae 10% Rosaceae 6 % Apiaceae 3% Echium 3% Autre 3%	Poaceae 2 % Lamiaceae 2 %
M3	Polyflorale	Absence	Fabaceae 30 % Rhamnaceae 38 %	Eucalyptus 6% Fagaceae 15 % Rosacea 4% Apiaceae 3 %	Absence
M4	Polyflorale	Absence	Brassicaceae 35 % Rosaceae 20 % Autre 16 %	Lamiaceae 8 % /Liliaceae 4 % Poaceae 4 % /Myrtaceae 4 %	Absence
M5	Monoflorale	Myrtaceae 50%	Fabaceae 16%	Brassicaceae 10 % Fagaceae 4 % Asteraceae 4 % Rosaceae 7%	Apiaceae 2 % Rhamnaceae 2 % Echium 2 % Ericaceae 1 % Lamiaceae 1 % Malvaceae 1 %
M6	Polyflorale	Absence	Fabaceae 23 % Brassicaceae 15 % Lamiceae 13 % Rosaceae 11 % Fagaceae 21 % Apiaceae 7 %	Cyperus 4 % Liliaceae 4 %	Absence
M7	Monoflorale	Apiaceae 61 %	Fabaceae 29 %	Brassicaceae 5 % Rosaceae 3 %	Myrtaceae 2 %
M8	Polyflorale	Absence	Fabaceae 40 % Lamiaceae 15 % Brassicaceae 20 %	Rosaceae 13 % Cystaceae 12 %	Absence
M9	Monoflorale	Fabaceae 50 %	Brassicaceae 10 % Cystaceae 10% Rosaceae 30 %	Absence	Absence
M10	Polyflorale	Absence	Myrtaceae 36 % Rhamnaceae 23 Fabaceae 20 % Rosaceae 16 %	Autre 5 %	Absence

III.2- Paramètres physico-chimique

Les résultats obtenus pour les paramètres physico-chimiques, les teneurs en antioxydants ainsi que les activités antioxydantes sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Tableau VI : Résultats des analyses physico-chimiques, teneurs en antioxydants et les activités antioxydantes des miels étudiés.

E	Analyses physico-chimiques				Teneurs en antioxydants et activité antioxydante					
	Origine Botanique	Protéine (mg EBSA/100g)	Proline (mg/kg)	HMF (mg/kg)	CPT (mg EAG/100g)	Flav (mg EQ/100g)	DPPH (%)	ABTS (%)	PR (mg EAG/100g)	FRAP (mg EAG/100g)
M1	Monoflorale	78,13±1,75 ^d	791,25±8,75 ^d	54,64±0,45 ^c	82,14±0,54 ^e	10,51±0,44 ^c	9,76±0,07 ^e	19,65±0,22 ^d	58,90±0,62 ^e	30,03±2,03 ^d
M5		74,78±0,73 ^d	661,25±3,75 ^e	35,55±0,67 ^f	132,47±0,36 ^a	13,84±0,13 ^b	17,06±0,22 ^b	48,81±0,22 ^a	98,47±0,45 ^a	30,42±0,55 ^d
M7		119,24±9,33 ^a	1096,17±11,25 ^b	32,93±0,75 ^g	111,87±0,54 ^c	14,28±0,04 ^b	28,61±0,15 ^a	38,55±0,54 ^b	64,54±0,08 ^c	55,40±0,40 ^a
M9		54,66±0,44 ^f	501,25±1,25 ^g	73,05±0,15 ^a	63,33±0,40 ^g	6,16±0,13 ^e	3,73±0,15 ⁱ	22,25±0,40 ^g	53,91±0,10 ^g	21,99±0,70 ^e
M2	Polyflorale	78,86±1,90 ^d	957,50±5 ^c	43,04±0,67 ^e	115,63±0,36 ^b	11,14±0,32 ^c	10,73±0,45 ^d	22,14±0,11 ^g	75,25±0,41 ^b	40,18±0,16 ^b
M3		98,98±0,15 ^b	1570±5 ^a	58,91±0,82 ^b	103,45±0,40 ^d	23,69±1,01 ^a	8,72±0,52 ^f	29,37±0,43 ^c	62,69±0,10 ^d	36,98±0,08 ^c
M4		62,82±0,15 ^e	671,25±11,25 ^e	13,10±0,07 ⁱ	50,44±0,32 ^h	4,46±0,44 ^f	4,17±0,0 ⁱ	17,52±0,46 ^h	43,16±0,07 ^h	29,31±0,11 ^b
M6		46,21±0,73 ^g	513,75±1,25 ^g	22,98±1,27 ^h	115,81±0,55 ^b	3,77±0,25 ^f	5,37±0,45 ^h	14,69±1,30 ^e	39,64±0,28 ⁱ	13,94±0,16 ^f
M8		89,50±2,34 ^c	615,00±2,5 ^f	50,07±0,22 ^d	74,80±0,38 ^f	8,62±0,06 ^d	12,59±0,37 ^c	17,17±0,11 ^h	64,84±0,34 ^c	41,04±0,39 ^b
M10		56,71±1,02 ^f	598,12±29,38 ^f	4,64±0,30 ^j	63,69±0,35 ^g	5,47±0,32 ^e	7,60±0,15 ^g	8,10±0,16 ^f	56,14±1,31 ^f	29,77±0,05 ^d

CPT : composés phénoliques totaux. Flav : flavonoides.

PR : pouvoir réducteur.

III.2.1-Protéines

Les miels contiennent environ 0.5 % de protéines essentiellement représentées par des enzymes et des acides aminés(**Kropt, 2010**).

Le tableau II montre les teneurs en protéines en mgEBSA/100 g de miel de différents échantillons du miel analysés. Les teneurs en protéines varient entre $46,21 \pm 0,73$ à $119,24 \pm 9,33$ mg EBSA/100g avec une moyenne de 75,98mg EBSA/ 100g. Ces résultats sont inclus dans l'intervalle obtenus par **Ouchemoukh et al. (2012)** (45,26 à 251,27 mg EBSA/100g) pour les miels Algériens.

L'échantillon M7 possède la teneur la plus élevée en protéines avec une concentration de 119,24 mgEBSA/ 100g, les échantillons M1, M2 et M5 ; M9 et M10 ne présente pas une différence significative respectivement. Par ailleurs, les échantillons M3, M4 et M8 sont significativement différents.

Les échantillons du miels étudiées ont une teneur moyenne en protéines par comparaison aux teneurs rapportées par **Yücel et Sultanoglu. (2013)** (0.13 à 0.58 mg EBSA/ 100g) et à ceux de **Kropf et al. (2010)** (156 à 516 mg EBSA/ 100g) sur les miels. Cette différence peut s'expliquer par la source des protéines, qui proviennent de grains de pollens, du nectar et de sécrétions de l'abeille ouvrière. Ces facteurs dépendent aussi de l'origine florale du miel et de la force de colonies d'abeilles.

III.2.2- Proline

La proline du miel provient des abeilles et du nectar des plantes. Cet acide aminé est ajouté par l'abeille ouvrière durant la conversion du nectar en miel. La détermination de la teneur en proline donne des informations sur la maturité du miel et peut servir à détecter des falsifications. On considère qu'un miel est arrivé à maturité lorsque sa teneur en proline est supérieure à 183 mg/kg. Des valeurs plus basses indiquent un manque de maturité ou une falsification (**Merahet et al., 2010**).

Les concentrations de la proline sont comprises entre 1570 à 501,25 mg/ kg. Tous les miels analysés possèdent des valeurs au dessus de celle recommandée par **Bogdanov et al.(1997)** (180 mg/kg), ce qui indique que les échantillons analysés sont mûrs et authentiques.

L'échantillon M3 récolté à Boumerdes possède la teneur la plus élevée en proline (1570 mg/kg). Les miels M4 et M5 ne présentent pas de différence significative, ainsi les miels M8, M10 et M6, M9 dans la concentration de cet acide aminé. Les résultats trouvés sont

similaires à ceux données par **Ouchemoukhet *al.* (2007)** sur les miels Algériens, **Khalil *et al.* (2012)** sur les miels d'Espagne et **Mbogninget *al.* (2011)** sur les miels de Turquie. Etant donné que la proline provient majoritairement des sécrétions salivaires des abeilles, la variation de la teneur de cet acide aminé peut être attribuée à la force et à l'âge des abeilles.

III.2.3–Hydroxyméthylfurfurale

L'HMF dérive de la déshydratation des sucres, sa concentration augmente dans le temps et sous l'effet de la température. Il reflète donc le degré de vieillissement et le niveau de chauffage du miel. Naturellement présent dans tous les miels à la récolte à l'état de trace (1 à 3mg/ kg), cette valeur augmente avec le chauffage et le vieillissement du miel (**Fallico *et al.*, 2004 ; Khalil *et al.*, 2010 ; Makhloufi *et al.*, 2010**).

La teneur en HMF du miel varie entre 4,64 et 73,05mg/kg avec une moyenne de 38,89mg/kg. Cet intervalle est différent de celui obtenu par **Perna *et al.* (2010)** (0,003 et 1,2mg /kg).

La norme du Codex Alimentarius (2001) et celle des Directives européennes 2001/110/ CE (Conseil de l'Union européenne, 2001) ont fixées l'HMF à une teneur maximale de 40 mg/kg.

La teneur en HMF des miels testés enregistrent une différence hautement significative. Les miels M4, M5, M6, M7 et M10 possèdent une teneur en HMF inférieure à 40mg/ Kg ce qui indique que ces miels sont frais et de bonne qualité, qui peut être due aux bonnes conditions de stockage.

La concentration des miels M1, M2, M3, M8 et M9 sont supérieures à 40 mg/kg ceci pourrait être expliquée par certains facteurs notamment l'origine géographique (climat chaud) et les conditions de stockages.

III.3- Antioxydant et activités antioxydantes

III.3.1- Antioxydants

III.3.1.1- Teneur en composés phénoliques totaux

Les composés phénoliques sont les composants principaux responsables de l'activité antioxydantes du miel (**Bueno-Costa *et al.*, 2016**).

Les taux des composés phénoliques totaux des différents miels analysés varient entre 50,44 et 132,47mg d'EAG/100g de miel (tableau VI)

Les résultats obtenus sont différents de ceux obtenus par **Silicet al. (2010)** (0,24-141,83 mg/100 g) sur les miels Turquie, **Doukani et al. (2014)** (166,11 à 427,14 mg EAG/100g) sur les miels Algériens.

Le miel M5 est le plus riche en composés phénoliques totaux (132,47 mgEAG/100g). Tous les échantillons de miel présentent une différence significative sauf pour les miels M2 et M6 qui enregistrent la même teneur en phénol totaux (115,63 et 115,81 mg EAG/100g, respectivement), ainsi pour les miels M9 et M10.

Les différents résultats obtenus peuvent s'expliquer par la variabilité des origines géographiques et florales des miels récoltés (**Nagai et al. 2002; Rodriguez Flores et al., 2015**).

III.3.1.2- Teneur en flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des composés phénoliques responsables du potentiel antioxydant du miel à de faible poids moléculaire (**Moniruzzaman et al., 2014**). Le taux des flavonoïdes des différents miels analysés est compris entre 3,77 et 23,69 mg EQ/100g avec une moyenne de 10,19 mg EQ/100g. Ces résultats sont supérieurs de ceux obtenus par **Mouhoubi-Tafnine et al. (2016)** qui ont rapporté des teneurs allant de 2,07 à 10,15 mg EQ/100g pour les miels de Béjaia et similaires à ceux rapportés par **Boussaid (2014)** (9,58 à 22,45 mg EQ/100g) sur les miels tunisiens.

Le miel M03 est le plus riche en flavonoïdes ; les miels M01 et M02, M05 et M07, M04 et M06 et M09 et M10 ne montrent aucune différence significative respectivement. Le miel M06 possède un taux faible en ces composés.

III.4- Activités antioxydantes

III.4.1- Pouvoir réducteur

Le pouvoir réducteur présente la capacité du miel à réduire le fer ferrique (Fe^{3+}) en fer ferreux (Fe^{2+}). Elle est en relation avec la teneur du miel en différents composés phénoliques (**Ouchemoukh, 2012**).

Le pouvoir réducteur des échantillons donne des valeurs comprises entre 39,64 et 98,47 mg EAG /100g avec une moyenne de 61,75 mg EAG /100g.

Le miel M5 a la plus forte activité antioxydante avec une valeur de 98,47 mg EAG/100g, ceci pourrait s'expliquer par sa forte teneur en composés phénoliques totaux avec une valeur de 132,47 mg EAG/100g. Les échantillons M7 et M8 ne montrent aucune différence significative. Par ailleurs, les autres échantillons sont significativement différents et ils sont classés comme suit : M2 > M3 > M1 > M10 > M9 > M4 > M6.

III.4.2- Test de FRAP

C'est une méthode utilisée pour déterminer et estimer la capacité antioxydante du miel. le principe consiste à une réduction du fer ferrique en fer ferreux et ceci est possible par la présence ou non des composants du miel capable d'inhiber ce radical libre (**Moniruzzamanet al., 2013**).

Les résultats dans le tableau VI, montrent une capacité de réduction qui varie entre 13,94 et 55,40 mg EAAG/100g avec une moyenne de 32,90 mg EAAG/100g.

La capacité antioxydante des miels M2, M8, M1, M4, M5 et M10 n'est pas significativement différente.

III.4.3- DPPH

C'est un test qui est couramment utilisé pour évaluer le potentiel antioxydant des molécules biologiques, notamment ceux du miel.

Les résultats des différents miels étudiés varient de 4,17 à 28,61% avec une moyenne de 10,83%. Ces résultats sont proches à ceux obtenus par **Doukaniet al. (2014)** (3 à 22%), et inférieur à ceux obtenus par **Moniruzzamanet al. (2014)** (36 à 76%).

L'analyse statistique montre que l'échantillon du miel M7 présente le pouvoir antiradicalaire le plus significativement élevé (28,61%). Les miels M4 et M9 ne présentent aucune différence significative dans leur pouvoir antiradicalaire. Les échantillons restants sont significativement différents et sont classés comme suit : M5 > M8 > M2 > M1 > M3 > M10 > M6.

III.4.4 - ABTS

L'activité antiradicalaire par l'ABTS est une autre méthode permettant d'évaluer la capacité des composés antioxydants à inhiber le radical cationique ABTS⁺ et le réduire en sa forme neutre ABTS (**Alvarez-Suarez et al., 2010**).

Le pourcentage d'inhibition des échantillons analysés varie entre 8 (M10) et 49% (M5) avec une moyenne de 23,82%. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par **Quintero et al. (2016)** (10,4 à 58,25%). Ces résultats sont aussi compris dans l'intervalle obtenu par **Wilczynska (2014)** (6 à 79%).

Les échantillons de miel présentent une différence significative ($p < 0,5$) sauf pour les échantillons M2, M9, M4 et M8. Cette différence est due à l'origine florale des miels et le type de composé antioxydant présent.

III.5- Activité antibactérienne

III.5.1- Méthode de diffusion en gélose

L'évaluation de l'activité antibactérienne de 10 échantillons de miel est basée sur la mesure des halos d'inhibition en (mm) de deux concentrations des différents échantillons de miel (50 et 100%). Ces mesures permettent de déterminer l'activité antimicrobienne du miel in vitro.

Les résultats de test de l'activité antibactérienne des 10 échantillons de miel sont regroupés dans les figures 1 et 2.

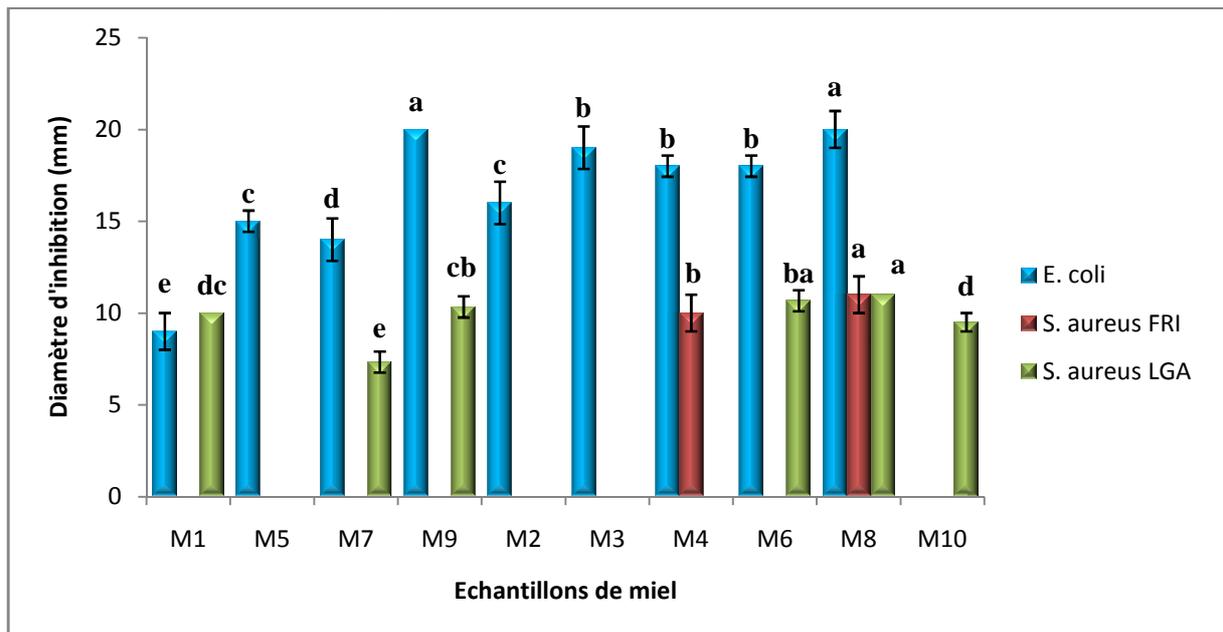


Figure1 : Histogramme des zones d'inhibition des échantillons de miel vis-à- vis *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* FRI et *Staphylococcus aureus* LGA à 100%.

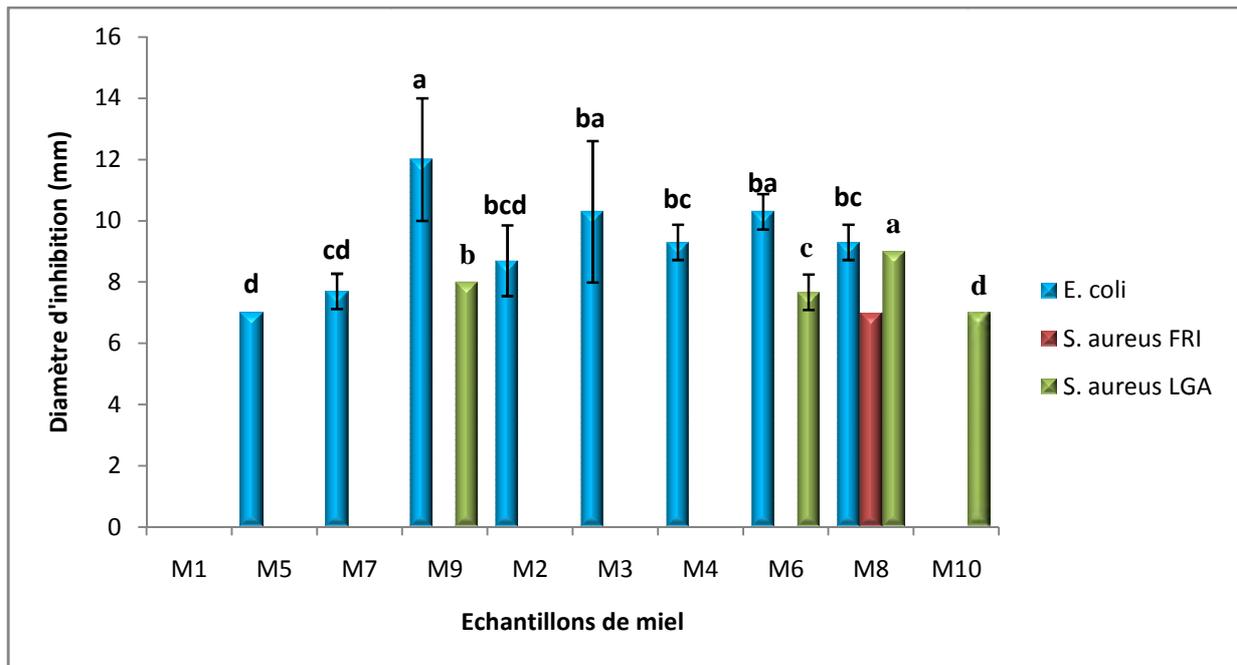


Figure2: Histogramme des zones d'inhibition des échantillons de miel vis-à-vis *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* FRI et *Staphylococcus aureus* LGA à 50%.

Le diamètre des zones d'inhibition varie en fonction du miel utilisé et de la souche bactérienne considérée. Le diamètre de zone d'inhibition pour *E. coli* oscille entre 9 mm (M1) et 20 mm (M9 et M10) pour la concentration de 100 % et de 7 mm (M5) jusqu'à 12 mm (M9) à 50 %.

A 100 %, les miels M3, M4 et M6 ne présentent aucune différence significative avec des zones d'inhibitions de 19 (M3) et 8. Pour les deux échantillons M4 et M6, Les miels M2 et M5 récolté à Tiziouzou et Ain defla ne présente aucune différence significative. Les échantillons M7 et M1 sont ainsi significativement différents par rapport aux autres échantillons du miel concernant le diamètre de zone d'inhibition.

A 50 %, l'échantillon M9 récolté à Naama présente la zone d'inhibition la plus élevée. Les autres échantillons de miel ne sont pas significativement différents. Ces zones d'inhibition sont classées par ordre décroissant : M3=M6(10,3 mm) > M4=M8 (9,3) > M2 (8,7) > M7 (7,7) > M5 (7). Le miel M10 ne présente aucune activité antibactérienne contre la souche *E. coli*.

Le diamètre des zones d'inhibition obtenue est inclu dans l'intervalle trouvé par **Merah et al. (2010)** (00 et 24 mm) pour *E. coli* et il est supérieurs à celui rapporté par **Bonté et**

Desmolière, (2013) (7,66 à 11,66 mm).Le diamètre de l'antibiotique céfoxitine trouvé par l'antibiogramme (13.5 mm) est incluse dans les zones d'inhibition trouvé pour *E. coli*. Par contre,l'antibiotique amykacine possède une zone supérieure à nos échantillons de miel.

En outre, pour la souche bactérienne *Staphylococcus aureus* FRI, tous les échantillons du miel ne présentent aucun effet antibactérien sauf pour les miels M4 et M8 qui sont significativement différents, M8 marque une zone d'inhibition de 11 mm à 100% et 7 mm à 50%, l'échantillon M4 présente une zone de 7mm seulement à 100%.

Le diamètre des zones d'inhibition obtenue pour *Staphylococcus aureus* LGA varie entre 7,33(M7) à 11 mm (M8) à 100% et de 7 (M10) à 9 mm (M8) à 50 %.Les échantillons M2, M3, M4 et M7 ne présentent aucune zone d'inhibition.À 100% tous les échantillons du miel sont significativement différents, les miels M1 et M7 marquent des zones d'inhibition seulement à 100%.Les diamètres des zones d'inhibition sont dans l'intervalle obtenus par **Voidarouet al. (2014)**(0,9 à 12,88 mm).Ces diamètres sont inférieurs aux antibiotiques utilisés : acide fusidique (21 mm), céfoxitine (22 mm) et ciprofloxacine (28 mm).

E. coli présente une sensibilité élevée en comparant à *Staphylococcus aureus* FRI et *Staphylococcus aureus* LGA. Les zones d'inhibition de tous les échantillons de miel sont inférieures à ceux des antibiotiques.

L'effet antibactérien du miel peut être expliqué par sa composition en agents antibactériens.

III.5.2-Activité antibactérienne sur milieu liquide

L'examen visuel est la détermination des CMI des différents échantillons de miel,estimées à l'œil nue par le principe de la présence ou non d'un trouble.

Les limites antibactériennes dans la méthode spectrophotométrique sont rapportées comme des concentrations minimales inhibitrices, exprimé comme CMI₀ (concentration minimale pour laquelle le résultat est la non inhibition de la croissance bactérienne), CMI₅₀ (concentration pour laquelle le résultat est l'inhibition de 50 % de la croissance bactérienne appelée aussi la réponse médiane) et CMI₁₀₀ (concentration minimale pour laquelle le résultat est l'inhibition de 100 % de la croissance bactérienne)(TableauVII, VIII et IX).

TableauVII :Résultats de CMI pour *E. coli*.

Echantillon	← ∞ →	<i>E. coli</i>
-------------	-------	----------------

		Examen visuel	Bio-essaispectrophotométrique		
		CMI (%)	CMI ₀ (%)	CMI ₅₀ (%)	CMI ₁₀₀ (%)
M1	Monofloraux	25 % ≥CMI>12,5 %	20,73±0,27 ^b	41,07±1,45 ^b	81,51±7,50 ^c
M5		100 % ≥CMI>50 %	19,96±0,46 ^b	38,90±0 ^{bc}	75,86±0 ^c
M7		100 % ≥CMI>50 %	14,30±1,64 ^d	31,45±2,52 ^{cde}	69,19±1,60 ^c
M9		100 % ≥CMI>50 %	18,06±0,24 ^c	37,16±0,01 ^{bcd}	77,62±0 ^c
M2	Polyfloraux	50 % ≥CMI>25 %	11,05±2,39 ^e	31,23±2,87 ^{dce}	89,88±4,27 ^{bc}
M3		100 % ≥CMI>50 %	9,88±1.2 ^e	37,99±3.6 ^{bc}	153,31±2.14 ^a
M4		100 % ≥CMI>50 %	21,37±0 ^b	39,81±0 ^{bc}	76,45±1,02 ^c
M6		100 % ≥CMI>50 %	13,59±0,18 ^d	28,84±0,67 ^{de}	61,20±1,65 ^c
M8		100 % ≥CMI>50 %	10,48±0,42 ^e	25,52±0,89 ^e	63,11±1,46 ^c
M10		100 % ≥CMI>50 %	35,50±1,64 ^a	75,50±7,10 ^a	142, 64±38,65 ^{ab}

Tableau VIII : Résultat de CMI pour *S. aureus* FRI.

Echantillon	Origine	<i>S. aureus</i> FRI			
		Examen visuel	Bio-essai spectrophotométrique		
		CMI (%)	CMI ₀ (%)	CMI ₅₀ (%)	CMI ₁₀₀ (%)
M1	Monofloraux	50 % ≥CMI>25 %	3,38±0,08 ^d	16,60±0,38 ^g	80,05±1,07 ^{bc}
M5		50 % ≥CMI>25 %	15,54±3,83 ^a	34,14±0,46 ^b	86,47±3,02 ^{bc}
M7		50 % ≥CMI>25 %	5,58±0,19 ^c	20,12±0,96 ^{ef}	69,64±11,29 ^{bc}
M9		50 % ≥CMI>25 %	8,59±0,60 ^b	29,99±1,45 ^c	104,77±4,13 ^b
M2	Polyfloraux	50 % ≥CMI>25 %	4,65±0,33 ^c	17,96±1,46 ^g	69,44±12,92 ^c
M3		50 % ≥CMI>25 %	5,54±0,19 ^c	21,23±0,74 ^{de}	82,84±8,54 ^{bc}
M4		50 % ≥CMI>25 %	5,75±0,00 ^c	22,39±0,52 ^d	88,64±7,12 ^{bc}
M6		50 % ≥CMI>25 %	9,62±0,13 ^b	30,22±1,19 ^c	93,48±6,45 ^{bc}
M8		50 % ≥CMI>25 %	4,58±0,21 ^{cd}	18,34±0,24 ^{fg}	73,72±5,93 ^c
M10		100 % ≥CMI>50 %	9,33±0,21 ^b	41,38±2,43 ^a	180,19±14,06 ^a

Tableau IX : Résultats de CMI pour *S. aureus* LGA.

Echantillon	Origine	<i>S. aureus</i> LGA			
		Examen visuel	Bio-essaispectrophotométrique		
		CMI (%)	CMI ₀ (%)	CMI ₅₀ (%)	CMI ₁₀₀ (%)
M1	Monofloraux	100 % \geq CMI > 50 %	9,33 \pm 0,21 ^b	41,38 \pm 2,43 ^a	180,19 \pm 14,06 ^a
M5		100 % \geq CMI > 50 %	0,89 \pm 0,02 ^e	9,18 \pm 1,50 ^d	83,24 \pm 3,84 ^e
M7		100 % \geq CMI > 50 %	1,05 \pm 0,06 ^{de}	11,05 \pm 0,15 ^c	114,84 \pm 2,6 ^{cde}
M9		100 % \geq CMI > 50 %	0,01 \pm 0,01 ^f	2,32 \pm 1,04 ^g	640,60 \pm 96,25 ^a
M2	Polyfloraux	50 % \geq CMI > 25 %	2,19 \pm 0,38 ^c	14,24 \pm 0,83 ^b	94,11 \pm 5,54 ^{de}
M3		50 % \geq CMI > 25 %	4,98 \pm 0,29 ^a	20,59 \pm 1,21 ^a	87,96 \pm 7,15 ^{de}
M4		50 % \geq CMI > 25 %	0,12 \pm 0,02 ^f	4,44 \pm 0,32 ^f	158,52 \pm 3,66 ^c
M6		100 % \geq CMI > 50 %	1,20 \pm 0,03 ^d	12,98 \pm 0,34 ^b	141,27 \pm 3,25 ^{cd}
M8		100 % \geq CMI > 50 %	0,17 \pm 0,02 ^f	6,31 \pm 0 ^e	244,69 \pm 28,63 ^b
M10		100 % \geq CMI > 50 %	0,06 \pm 0,03 ^f	3,50 \pm 0,95 ^{fg}	231,03 \pm 10,95 ^b

A partir des résultats de l'examen visuel, la bactérie Gram- *E.coli* possède un intervalle de CMI qui varie de 12,5 à 100 %. Par contre, les deux bactéries de Gram+, elle oscille entre 25 à 50 % pour *Staphylococcus aureus* FRI et de 25 à 100 % pour *Staphylococcus aureus* LGA. En ce qui concerne l'examen spectrophotométrique, les valeurs de CMI pour chaque miel sont déterminées (Tableau VIII, IX et X). En moyenne, la valeur CMI 0 est de 17,49 % pour *E. coli*, 7,26 % pour *S. aureus* FRI et de 2 % pour *S. aureus* LGA. La valeur de la CMI 50 est de 38,75 % pour *E. coli*, 25,24 % pour *Staphylococcus aureus* FRI et de 12,60 % pour *Staphylococcus aureus* LGA. La valeur CMI 100 pour *E. coli* est de 89,08 %, *Staphylococcus aureus* FRI de 92,93 % et celle de *Staphylococcus aureus* LGA de 197,65 %.

Il en résulte que toutes les souches sont affectées par les miels et que le degré d'inhibition de leur croissance varie en fonction de la souche bactérienne considérée. Les valeurs CMI obtenues sont inférieures aux résultats trouvés par **Patton et al. (2006)** pour le miel de manuka et à ceux trouvés par **Kateel et al. (2017)** pour les miels de l'Inde. Les résultats de la CMI 100 de nos échantillons de miel entre dans l'intervalle trouvé par **Ahmed et al. (2012)** pour les miels algériens.

D'après la comparaison entre l'examen visuel et spectrophotométrique, on constate que certaines valeurs de CMI sont incluses dans l'intervalle donnée par l'examen visuel par contre d'autres ne le sont pas. La détermination de la concentration minimale inhibitrice par l'examen

visuel est peu fiable dans certaines situations dû à sa subjectivité associé à la détermination visuelle de la présence ou non d'un trouble.

Courbe dose-réponse

La courbe dose-réponse est obtenue par le tracé de pourcentage d'inhibition de la croissance bactérienne en fonction de log des concentrations des miels comme le montre les Figures 3, 4 et 5.

Le but de la courbe dose-réponse est de déterminer le pourcentage d'inhibition pour chaque dilution de miel. En outre, elle permet de savoir les dilutions de miels pour lesquelles le pourcentage d'inhibition de la croissance bactérienne est le plus élevé.

Les courbes dose-réponse sont non linéaires pour tous les échantillons de miel, les valeurs des coefficients de corrélation sont indiquées dans l'annexe V.

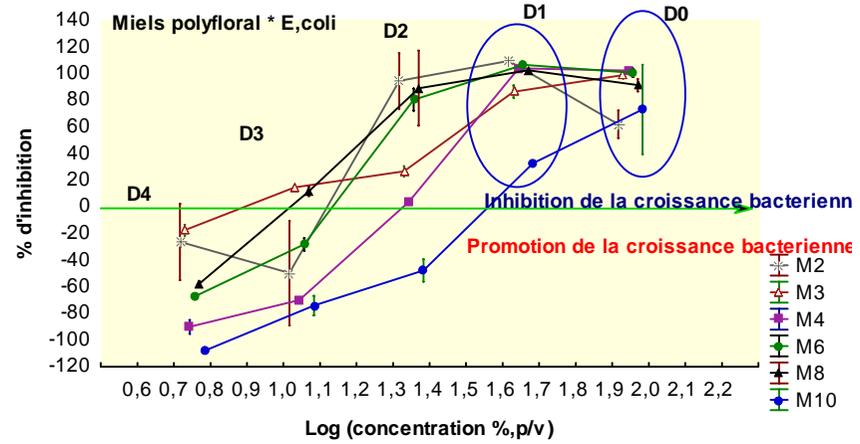
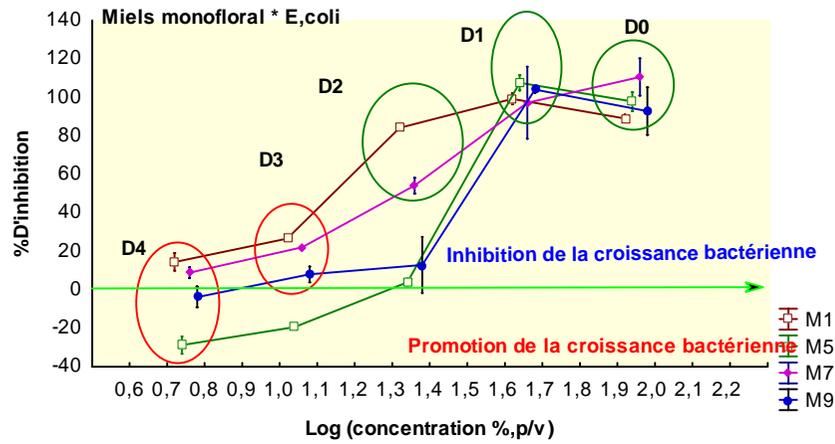


Figure 3: Courbe dose-réponse des miels monofloraux et polyfloraux contre *E. Coli*.

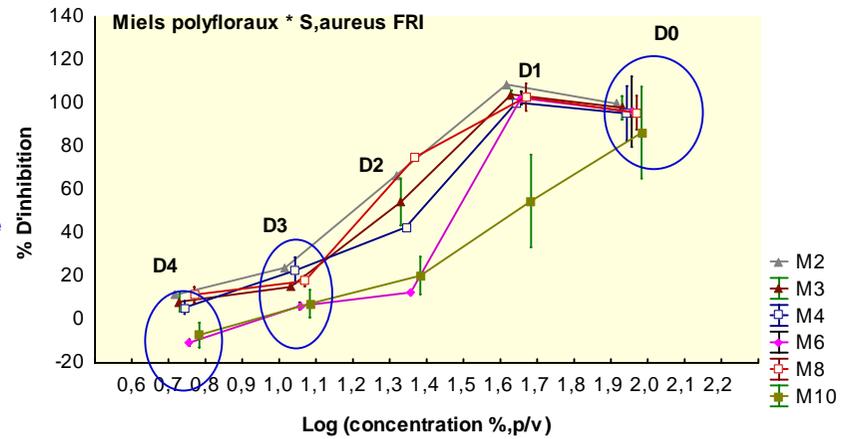
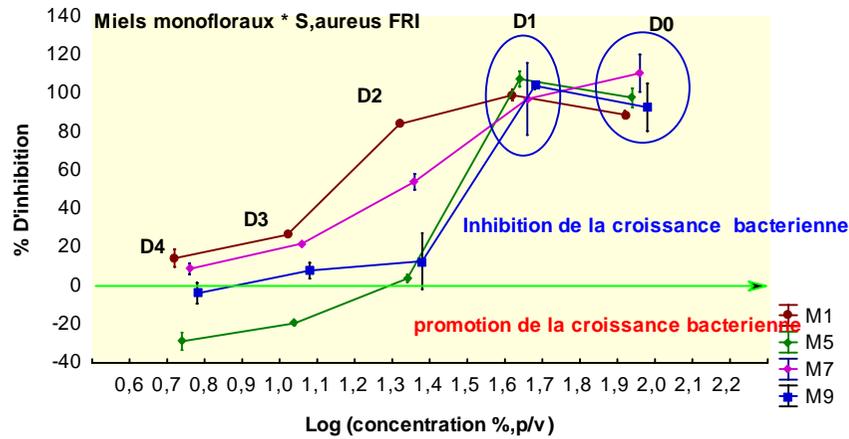


Figure4: Courbe dose-réponse des miels monofloraux et polyfloraux contre *S.aureus FRI*.

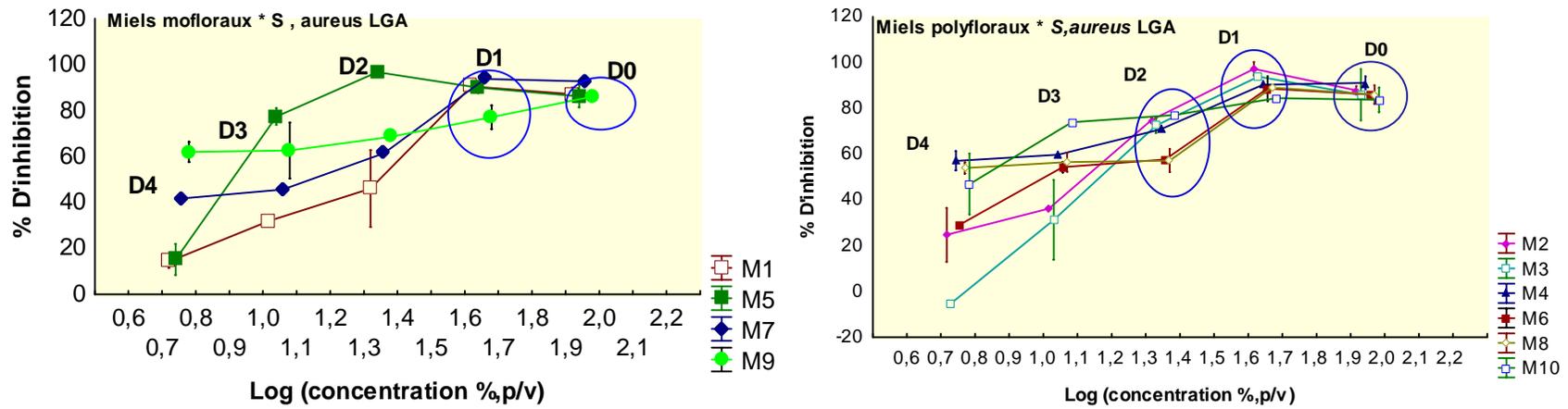


Figure5 : Courbe dose-réponse des miels monofloraux et polyfloraux contre *S.aureus*LGA.

Le tracé dose-réponse pour l'activité antibactérienne des miels monofloraux contre la souche bactérienne *E. coli* montre une courbe décroissante, cela signifie que le pourcentage d'inhibition de la croissance bactérienne diminue en fonction des différentes dilutions.

Il ya une légère augmentation du pourcentage d'inhibition de D0 à D1 pour tous les miels monofloraux sauf l'échantillon M7 qui continue à diminuer. A partir de D1, les miels M1 et M7 décroissent lentement jusqu'à D4, ces miels ont la meilleur activité antibactérienne car à différents concentration possèdent des pourcentage d'inhibition élevé. Par contre, les miels M5 et M9 diminuent brusquement de D1 à D3 ainsi entrent dans la phase de promotion de la croissance bactérienne à partir de ce dernier. Cela explique que à une certaine concentration le miel pratique un effet inverse celui de stimuler la croissance bactérienne.

Pour les miels polyfloraux, tous les échantillons exercent deux activités : une inhibitrice de la croissance bactérienne et l'autre stimulatrice. De D0 à D1, les miels M4, M6 et M8 inhibent légèrement la croissance bactérienne tandis que l'échantillon M2 marque un pourcentage d'inhibition plus important. Les miels M3 et M4 se comportent différemment de tel manière que le pourcentage d'inhibition diminue en fonction de la concentration, de D1 à D3 l'activité antibactérienne des miels diminuent. A partir de D2, M3 et M4 commencent à pratiquer l'effet inverse. De D3 à D4, tous les échantillons de miels se trouvent dans la promotion de la croissance bactérienne.

La figure 4 présente le pourcentage d'inhibition de la croissance de *Staphylococcus aureus* FRI en fonction de log des concentrations des miels.

Les miels monofloraux possèdent des comportements différents vis-à-vis cette souche. Ilya une légère augmentation du pourcentage d'inhibition pour les miels M1, M5 et M9 suivie d'une diminution de cette dernière. Contrairement à l'échantillon M7 qui diminue en fonction des différentes dilutions, l'échantillon M5 entre dans la promotion de la croissance bactérienne à partir de la dilution D2. Cependant l'échantillon M9 se trouve dans cette promotion à partir de D3, Les autres échantillons sont localisés seulement dans la zone d'inhibition bactérienne.

Le tracé dose-réponse pour l'activité antibactérienne des miels polyfloraux vis-à-vis la souche bactérienne FRI montre une courbe décroissante. De D0 à D1, les miels M2, M3, M4 et M8 ont un pourcentage d'inhibition proche de 100 avec une légère augmentation. A partir de D1 jusqu'à D4, le pourcentage d'inhibition diminue en fonction de concentration. Pour le miel

M6, le pourcentage d'inhibition augmente jusqu'à D1 puis diminue brusquement jusqu'à D3. De D3 à D4, on constate une légère diminution de pourcentage. Néanmoins, le miel M10 diminue progressivement de D0 à D4. Toutes les concentrations de miels testés sont localisées dans la zone d'inhibition.

Pour *Staphylococcus aureus* LGA, le tracé dose-réponse pour l'activité antimicrobienne des miels monofloraux vis à vis cette souche montre une courbe décroissante (figure 5), cela signifie que le pourcentage d'inhibition de la croissance bactérienne diminue en fonction de différentes concentrations. A D0, les miels M1, M5, M7 ont un pourcentage d'inhibition proche de 100; de D1 à D4, il y a une diminution de pourcentage d'inhibition pour les miels M1 et M7. Par ailleurs, le pourcentage de miel M5 augmente jusqu'à D2. Les miels M7 et M1 à D0 ont un pourcentage d'inhibition proche de 100 à partir de D1 on constate une diminution dans le pourcentage d'inhibition en fonction de concentration jusqu'à la D4. Pour le miel M5, il y a une légère augmentation dans le pourcentage d'inhibition de D0 à D2. A partir de D2, le % d'inhibition diminue jusqu'à D4 en fonction de concentration. Toutes les concentrations des miels monofloraux étudiés vis-à-vis LGA se localisent dans la zone d'inhibition.

Le tracé dose-réponse pour l'activité antimicrobienne des miels polyfloraux vis à vis la souche bactérienne *Staphylococcus aureus* LGA montre une courbe décroissante cela signifie que le pourcentage d'inhibition de la croissance bactérienne diminue en fonction de différentes concentrations. Les miels M4, M6, M8 et M10 ont la même réponse vis à vis la concentration. A D0, le % d'inhibition est proche de 80 % et stable. A partir de D1, le % d'inhibition diminue en fonction de log de concentration jusqu'à la dilution D4. Par ailleurs, de D0 à D1, les miels M2 et M3 augmentent de 80 % jusqu'à 100 % puis à partir de D1 jusqu'à D4 on remarque que le pourcentage d'inhibition des miels diminuent en fonction de concentration. Toutes les concentrations des miels testés sont localisés dans la zone d'inhibition.

Les résultats obtenus par la méthode spectrophotométrique démontrent une capacité à déterminer l'inhibition. Cependant, la méthode permet également la détection et la quantification de la stimulation. Il y a aussi la stimulation de certaines cultures à de faibles concentrations de miel en utilisant cette méthode.

III.6- Corrélations

III.6.1- Corrélations protéines, antioxydants et activités antioxydante

D'après les analyses statistiques effectuées sur les résultats obtenus, il existe une corrélation entre la teneur en protéines et les antioxydants. Une corrélation très hautement significative entre les protéines et les flavonoïdes ainsi entre les protéines et DPPH et une corrélation hautement significative avec les protéines et l'ABTS dont les coefficients de corrélation sont $r = 0,74$ avec les flavonoïdes; $r = 0,79$ avec DPPH et $r = 0,54$ avec l'ABTS) (Figure 1, 2 et 3, annexe V). L'analyse statistique révèle également l'existence d'une corrélation très hautement significative et significative entre la teneur en protéines et l'activité antioxydante ($r = 0,91$ avec FRAP et $r = 0,40$ avec pouvoir réducteur. Ces résultats sont supérieurs à ceux obtenus par **Alvarez-Suarez *et al.* (2010)** ($r = 0,34$ entre les protéines et le test de FRAP).

III.6.2- Corrélation antioxydants et activités antioxydantes

Les taux en antioxydants et les activités antioxydantes des miels analysés enregistrent des corrélations positives.

Les teneurs en composés phénoliques totaux des miels présentent une corrélation très hautement significative avec ABTS et pouvoir réducteur dont les coefficients de corrélations sont: $r = 0,66$ et $r = 0,59$ respectivement. Ces résultats confirment ceux de **Ouchemoukh (2012)**. Il existe entre les phénols totaux et le pouvoir réducteur ($r = 0,73$). Une corrélation hautement significative entre composé phénolique totaux et DPPH dont ($r = 0,53$ à $p < 0,001$). Ils existent ainsi une corrélation très hautement significative et hautement significative entre DPPH et l'activité antioxydante FRAP et pouvoir réducteur ($r = 0,80$ pour DPPH et FRAP à $p < 0,001$, $r = 0,54$ pour DPPH et pouvoir réducteur à $p < 0,01$) (Figure 7 et 8, Annexe VI), et entre ABTS avec l'activité antioxydante pouvoir réducteur ($r = 0,75$) (Figure 9, annexe VI). De même, l'analyse de la variance montre que les flavonoïdes possèdent des expressions hautement significatives avec les composés phénoliques totaux et avec l'activité antioxydante (ABTS, FRAP et pouvoir réducteur) dont les coefficients de corrélations sont: $r = 0,50$ (flavonoïdes et composés phénoliques totaux), $r = 0,62$ (flavonoïde et ABTS) et $r = 0,52$ (flavonoïde et FRAP). Ces coefficients de corrélations sont en accord à ceux obtenus par **Ouchemoukh (2012)** en ce qui concerne le pouvoir réducteur ($r = 0,70$) et avec **Pernaet al. (2013)** pour le test de FRAP ($r = 0,76$).

III.6.3- Corrélations activités antibactériennes, paramètres physico-chimiques, les antioxydants et l'activité antioxydante

L'activité inhibitrice de la souche bactérienne *Staphylococcus aureus* LGA présente une corrélation très hautement significative avec la teneur en proline des miels ($r =$

0,66)(Figure 13, annexeVII), de même une corrélation significative ($p < 0,05$) qui enregistre un coefficient de corrélation $r = 0,40$. De plus elle présente aussi une corrélation avec les antioxydants, une est hautement significative avec les composés phénoliques totaux ($r = 0,51$) et une autre très hautement significative avec les flavonoïdes ($r = 0,63$) (Annexe VII)

III.7- Analyses en composantes principales (ACP)

Une analyse multivariée analyse en composantes principales (ACP), est effectuée sur les résultats afin de mieux visualiser les corrélations entre les paramètres.

D'après le graphe du poids factoriel (Figure 6), les paramètres suivants : protéine, ABTS, flavonoïdes, proline, DPPH, FRAP, CPT, pouvoir réducteur et CMI 50 LGA forment un seul groupe très lié (cercle rouge). En effet, la matrice de corrélation confirme aussi des corrélations hautement significatives qui existent entre ces variables. En outre, le miel M5 possède une teneur élevée en CPT et Flavonoïdes et manifestent une très bonne activité antioxydante avec le pouvoir réducteur et l'activité antiradicalaire avec l'ABTS.

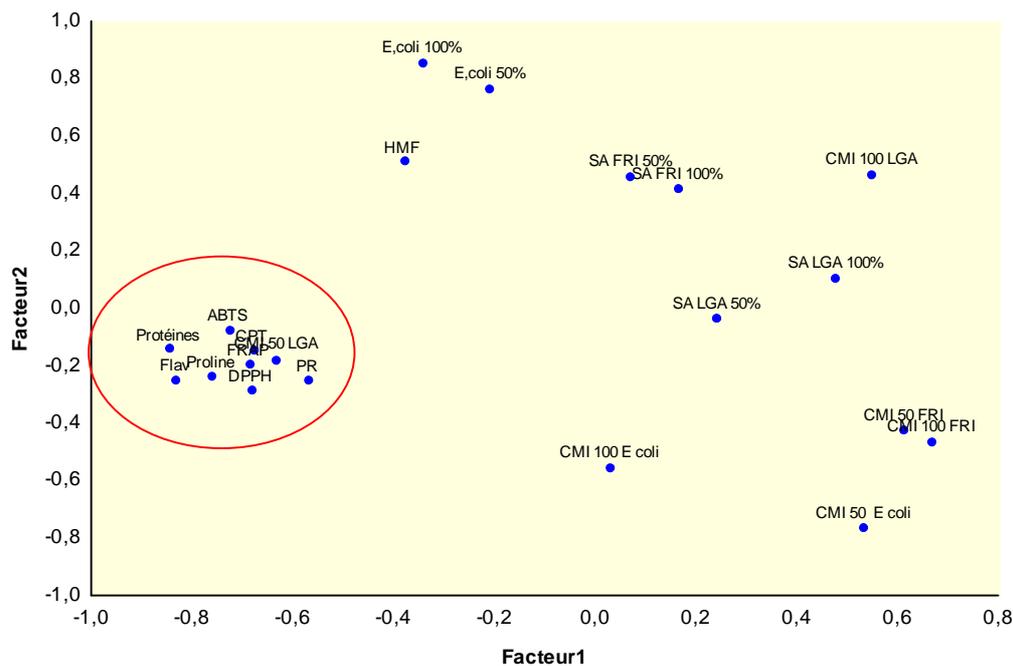


Figure6:Tracé des poids factoriels (cercle de corrélation) des relations simultanées entre les paramètres analysés.

CONCLUSION ET
PERSPECTIVES

L'Algérie est constituée d'une multitude de reliefs d'où l'existence d'une importante diversité végétale et des conditions climatiques favorables pour les abeilles.

La présente étude est menée dans le cadre de l'évaluation de la qualité de 10 échantillons de miel, récoltés dans différentes wilaya d'Algérie en se basant sur l'analyse de quelques paramètres physico-chimiques, polliniques ainsi que certaines activités antioxydantes et antibactériennes. Les différents paramètres étudiés montrent que tous les échantillons de miel sont conformes aux normes proposées par la commission du Codex Alimentarius, que la plupart d'entre eux sont des miels frais, d'après leurs teneurs en HMF. Aussi ils ne sont pas falsifiés suite aux résultats des teneurs en proline et l'analyse pollinique.

Quatre échantillons de miel sont des miels monofloraux (M1, M5, M7 et M9) et que les six autres sont des miels polyfloraux (M2, M3, M4, M6, M8 et M10). Ceci indique la diversité florale des ces régions. Concernant l'activité antibactérienne, la présente étude confirme que certains miels analysés exercent une certaine inhibition pour les différentes bactéries testées (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* LGA et FRI).

La matrice de corrélation a révélé la présence de plusieurs corrélations existant entre les paramètres physicochimiques, les antioxydants et l'activité antioxydante: protéines et flavonoïdes ($r=0,74$) et avec DPPH ($r=0,79$), composées phénoliques totaux avec l'ABTS ($r=0,66$).

En perspective, il convient de poursuivre les recherches par :

- L'évaluation de l'activité antibactérienne sur une plus large gamme de bactéries pathogènes et résistantes.
- La réalisation des tests *in vivo* afin d'évaluer les différents effets thérapeutiques du miel.
- La détermination des contaminants de miel tels que les métaux lourds et les antibiotiques afin de mieux comprendre l'influence de l'environnement sur la qualité du miel.

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUE

- ✚ **Ahmed M., Djebli N., Meslem A. et Aissat S. (2012).** Antibacterial activity of various honey types of Algeria against pathogenic Gram-Bacilli. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 211-214.
- ✚ **Al M.L., Daniel D., Moise A., Bobis O., Laslo L. et Bogdanov S. (2009).** Physico-chemical and bioactive properties of different floral origin honeys from Romania. *Food Chemistry*, 112: 863-867.
- ✚ **Alvarez-Suarez J.M., Tulipani S., Diaz D., Estevez Y., Romandini S., Giampieri F., Damiani E., Astolfi P., Bompadre S. et Battino M. (2010).** Antioxidant and antimicrobial capacity of several monofloral Cuban honeys and their correlation with color, polyphenol content and other chemical compounds. *Food and Chemical Toxicology*, 48: 2490-2499.
- ✚ **ASSIE B., DESCOTTES B. (2004).** Le miel comme agent cicatrisant. Thèse Médecine. Toulouse, p. 115.
- ✚ **Azeredo L.D.C., Azeredo M.A.A., Souza S.R. et Dutra V.M.L. (2003).** Protein contents and physicochemical properties in honey samples of *Apis mellifera* of different floral origins. *Food Chemistry*, 80:249–254.
- ✚ **Bang L. M., Bunting C. et Molan P. (2003).** The effect of dilution on the rate of hydrogen peroxide production in honey and its implications for wound healing. 9 :267-273.
- ✚ **Beretta G., Granata P., Ferrero M., Orioli M. et Facino R.M. (2005).** Standardization of antioxidant properties of honey by a combination of spectrophotometric/fluorimetric assays and chemometrics. *Analytica Chimica Acta*, 553: 185-191.
- ✚ **Blanc M., (2010).** Propriétés et usage médical des produits de la ruche. Thèse de doctorat, Univ. Limoges, P. 142.
- ✚ **Bogdanov S., Martin P., Lüllman C., Borneck R., Morlot M., Heritier J., Vorwohl G., Russmann H., Persano-Oddo L., Sabatini A.G. et al. (1997).** Harmonised methods of the european honey commission. *Apidologie*, 1-59.
- ✚ **Bogdanov S., Ruoff K. et Persano Oddo L. (2004).** Physico-chemical methods for characterisation of unifloral honeys. *Apidologie*, 35: 4-17.
- ✚ **Bonté F., et Desmoulière A. (2013).** Le miel: origine et composition. *Actualités Pharmaceutiques*, 52(531):18-21.

- ✚ **Boussaid A., Chouaibi M., Rezig L., Hellal R., Donsi F., Ferrari G. et Hamdi S. (2014).** Physicochemical and bioactive properties of six honey samples from various floral origins from Tunisia. *Arabian Journal of Chemistry*, 211-214.
- ✚ **Bruneau E. (2002).** Le miel. In «Le Traité Rustica de l'Apiculture». Rustica, p. 354-364.
- ✚ **Bueno-Costa F.M., Zambiasi R.C., Bohmer B.W., Chaves F.C., Silva W.P.D., Zanusso J.T. et Dutra L. (2016).** Antibacterial and antioxydant activity of honeys from the state of Rio Grande do Sul, Brazil. *LWT – Food Science and Technology*, 65: 333-340.
- ✚ **Clinical and Laboratory Standarts Institute (CLSI). (2015).** Performance Standards for antimicrobial Disque Susceptibility Tests; approved Standard, 12th Edition document M02 A12.
- ✚ **Codex Alimentarius Commission. (2001).** Revised codex standard for honey. *Revue*, 12:1-7.
- ✚ **Commission Européenne. (2002).** Directive 2001/110/EC du 20 décembre 2001 relative au DPPH radicals. *Nutrition Research*, 22(4) : 519-526.
- ✚ **Cotte J.F. (2004).** Analyse des miels. I- Vers de nouvelles méthodes d'investigation des adultérations. *Bulletin Technique Apicole*, 31(1): 15-24.
- ✚ **Da Silva P.M., Gauche C., Gonzaga L.V., Costa A.C.O. et Fett, R. (2016).** Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food Chemistry*, 196: 309–323.
- ✚ **Doukani K., Tabak S., Derriche A. et Hacini Z. (2014).** Etude physicochimique et phytochimique de quelques types de miels Algeriens. *Ecologie-Environnement*, 10: 1112-5888.
- ✚ **Fallico B., Zappala M., Arena E. et Verzera A. (2004).** Effects of conditioning on HMF content in unifloral honeys. *Food Chemistry*, 85: 305–313.
- ✚ **Gulçin I., Oktay M., Kirreççi E. et Kufrevioglu O. I. (2003).** Screening of antioxidant and antimicrobial activities of anise (*Pimpinella anisum* L.) seed extracts. *Food Chemistry*, 83: 371-381.
- ✚ **Hoyet C. (2005).** Le miel : de la source à la thérapeutique, Thèse en vue d'obtention de docteur en pharmacie, pharmacie, Unive Henripoincaré-Nancy-I, P. 87.
- ✚ **Kassim M., Achoui M., Mustafa M.R., Mohd M.A. et Yusoff K.M. (2010).** Ellagic acid, phenolic acids, and flavonoids in Malaysian honey extracts demonstrate in vitro anti-inflammatory activity. *Nutrition Research*, 30: 650–659.

- ✚ **Jéanne F. (2004).** Le miel de miellat (origine, nature et composition). *Bulletin Technique Apicole*, 31(2) : 87-92.
- ✚ **JONARD L., BANH L., PRESSAC M., JUST J., et BAHUAU M. (2006).** Les défensines en physiopathologie humaines. *Revue Générale et Analyse Prospectives*, 21 : 342-347.
- ✚ **Kateel R., Bhat G. K., Baliga S., Augustine A. J., Ullal S. D. et Adhikari P. (2017).** Antibacterial action of Tropical honey on various bacteria obtained from diabetic foot ulcer. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 30(1): 29-32.
- ✚ **Khalil A. et Collins J. (2010).** Synthetic biology: applications come of age. *Nature Reviews Genetics*, 11(5): 367.
- ✚ **Khalil M.I., Moniruzzaman M., Boukraâ L., Benhanifia M., Islam M.N., Sulaiman S.A. et Gan S.H. (2012).** Physicochemical and antioxidant properties of Algerian honey. *Molecules*, 17 (19): 11199-11215.
- ✚ **Khan S. U., Anjum S. I., Rahman K., Ansari M.J., Khan W. U., Kamal S., khattak B., Muhammad Ali. et Khan H. U. (2018).** Honey: Single food stuff comprises many drugs. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 25: 320-325.
- ✚ **Kropf U., Korošec M., Bertonec J., Ogrinc N., Nečemer M., Kump P. et Golob, T. (2010).** Determination of the geographical origin of Slovenian black locust, lime and chestnut honey. *Food Chemistry*, 121(3): 839-846.
- ✚ **Li C. et Lin E. (2010).** Antiradical capacity and reducing power of different extraction method of Areca catechu seed. *African journal of biotechnology*, 9(46) :7831- 7836.
- ✚ **Loubreau-Callen D., Clement M.C. et Marmion V. (2000).** Les miels in « techniques de l'ingénieur, traité agroalimentaire ». P.1-20.
- ✚ **Louveaux J., Maurizio A. et Vorwohl G. (1978).** Methods of melissopalynology. *Bee World*, 59: 139-157.
- ✚ **Makhloufi C., Kerkvliet D., Ricciardelli-D'albore G., Choukri A. et Samar R. (2010).** Characterization of Algerian honeys by palynological and physico-chemical methods. *Apidologie*, 41: 509-521.
- ✚ **Makhloufi C., Kerkvliet J. et Schweitzer P. (2015).** Characterisation of some monofloral Algerian honeys by pollen analysis. *Grana*, 54(2): 156-166. miel. *Journal Officiel des Communautés Européennes, L10*. p. 47-52.

- ✚ **Mbogning E., Tchoumboue J., Damesse F., Sobze M.S. et Canini A. (2011).** Caractéristiques physico-chimiques des miels de la zone Soudano-guinéenne de l'Ouest et de l'Adamaoua Cameroun. *Tropicultura*, 29 (3): 168-175.
- ✚ **Meda A., Lamien C.E. et Marco R. (2005).** Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Faso honey, as well as their radical scavenging activity. *Food Chemistry*, 91:571-577.
- ✚ **Molyneux P. (2004).** The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 26 (2): 211-219.
- ✚ **Moniruzzaman M., An C.Y., Rao P.V., Hawlader M.N., Amirah S., Bintimohd A., Sulaiman S.A. et Gan S.H. (2014).** Identification of phenolic acids and flavonoids in monofloral honey from Bangladesh by high performance liquid chromatography: Determination of antioxidant capacity. *Hindawi Publishing Corporation*, p. 1-13.
- ✚ **Mouhoubi-Tafinine Z., Ouchemoukh S. et Tamendjari A. (2016).** Antioxydant activity of some algerian honey and propolis. *Industrial Crops and Products*, 88: 85-90.
- ✚ **Merah M., Bensaci Bachagha M. et Boudershem, A. (2010).** Étude de l'effet antimicrobien de trois échantillons du miel naturel récoltés du territoire algérien. *Ann. Sci.Technol*, 2 : 115-125.
- ✚ **Nagai T., Inoue R., Inoue H., et Suzuki N. (2002).** Scavenging capacities of pollen extracts from *Cistus ladaniferus* on autoxidation, superoxide radicals, hydroxyl radicals, and DPPH radicals. *Nutrition Research*, 22(4): 519-526.
- ✚ **Nair S. (2014).** Identification des plantes mellifères et analyse physicochimique des miels algériens, Thèse de Doctorat en Biologie, Biochimie. Univer d'Oran, p. 202.
- ✚ **Naithani V., Nair S., et Kakkar P. (2006).** Decline in antioxidant capacity of Indian herbal teas during storage and its relation to phenolic content. *Food Research International*, 39: 176-181.
- ✚ **Ouchemoukh S., Louaileche H., et Schweitzer P. (2007).** Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Algerian honeys. *Food Control*, 18(1) : 52-58.
- ✚ **Ouchemoukh S. (2012).** Caractérisation physicochimique, profils polliniques, glucidiques et phénoliques et activités antioxydantes de miel algérien. Thèse doctorat, Biochimie. Univ de Béjaïa, p. 162.

- ✚ **Patrignani M., Fagúndez G. A., Tananaki C., Thrasyvoulou A. et Lupano C. E. (2018).** Volatile compounds of Argentinean honeys: Correlation with floral and geographical origin. *Food Chemistry*, 246: 32-40.
- ✚ **Patton T., Barrett J., Brennan J. et Moran N. (2006).** Use of a spectrophotometric bioassay for determination of microbial sensitivity to manuka honey. *Journal of Microbiological Methods*, 64(1): 84-95.
- ✚ **Paulus H. S. Kwakman S. et Sebastian A. J. Zaat. (2012).** Critical Review IUBMB Life, 64(1): 48–55.
- ✚ **Perna A., Simonetti A., Intaglietta I. et Gambacorta E. (2013).** Antioxidant properties, polyphenol content and colorimetric characteristics of different floral origin honeys from different areas of southern Italy. *Journal of Life Sciences*, 7(4): 428-436.
- ✚ **Ponce A. G., Fritz R., Del Valle C. et Roura S. I. (2003).** Antimicrobial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard. *LWT-Food Science and Technology*, 36(7): 679-684.
- ✚ **Quintero E., Castells A., Bujanda L., Cubiella J., Salas D., Lanas Á. et Jover R. (2012).** Colonoscopy versus fecal immunochemical testing in colorectal-cancer screening. *New England Journal of Medicine*, 366(8): 697-706.
- ✚ **Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M. et Rice-Evans C. (1999).** Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26: 1231-1237.
- ✚ **Rodríguez Flores S., Olga Escuredo M. et Carmen M. (2015).** Assessment of physicochemical and antioxidant characteristics of *Quercus pyrenaica* honeydew honeys. *Food Chemistry*, 166 :101–106.
- ✚ **Rossant S. (2011).** Le miel, un composé complexe aux propriétés surprenantes. Thèse de doctorat, Univ. Limoges.P. 132.
- ✚ **Rossant A. et desmoulier. (2011).** Le miel, un composé complexe aux propriétés surprenantes. Thèse de doctorat .pharmacie .limoges .université de limoges. P. 39-40.
- ✚ **Sanz M.L., Gonzalez M., De Lorenzo C., Sanz J. et Martinez-Castro I. (2005).** A contribution to the differentiation between nectar honey and honeydew honey. *Food Chemistry*, 91: 313-317.
- ✚ **Schivre E. (2006).** L'abeille, ses produits de sécrétion et leurs utilisations thérapeutiques. *Thèse de Doctorat*. Université de Nancy .P. 73.

- ✚ **Schramm D. D. , Polagruto J. A., Wang-Polagruto J. F., Lee L. et Keen C. L. (2003).** Effects of flavonoid-rich beverages on prostacyclin synthesis in humans and human aortic endothelial cells: association with ex vivo platelet function. *Journal of Medicinal Food*, 6(4): 301-308.
- ✚ **Silici S., Sagdic O. et Ekici L. (2010).** Total phenolic content, antiradical, antioxidant and antimicrobial activities of *Rhododendron* honeys. *Food Chemistry*, 121: 238-243.
- ✚ **Sultanbawa Y., Cozzolino D., Fuller S., Cusack A., Currie M. et Smyth H. (2015).** Infrared spectroscopy as a rapid tool to detect methylglyoxal and antibacterial activity in Australian honeys. *Food Chemistry*, 172: 207-212.
- ✚ **Terrab A., Diez M.J. et Heredia F.J. (2002).** Characterization of Moroccan unifloral honeys by their physicochemical characteristics. *Food Chemistry*, 79: 373–379.
- ✚ **Voidarou C., Alexopoulos A., Plessas S., Karapanou A., Mantzourani I., Stavropoulou E., Fotou K., Tzora A., Skoufos I. et Bezirtzoglou E. (2011).** Antibacterial activity of different honeys against pathogenic bacteria. *Anaerobe*, 17: 375-379.
- ✚ **Wilczyńska A. (2014).** Effet of filtration on colour, antioxidant activity and total phenolics of honey. *LWT – Food Science and Technology*, 57: 767-774.
- ✚ **Yaghoobi R. et Kazerouni A. (2013).** Evidence for clinical use of honey in wound healing as an anti-bacterial, anti-inflammatory anti-oxidant and anti-viral agent: A review. *Journal of Natural Pharmaceutical Products*, 8(3): 100.
- ✚ **Yucel Y. et Sultanoglu P. (2013).** Characterisation of honeys from Hatay Region by their physicochemical properties combined with chemometrics. *Food Bioscience*, 1: 16-25.

ANNEXES

Annexe I

Courbes d'étalonnages

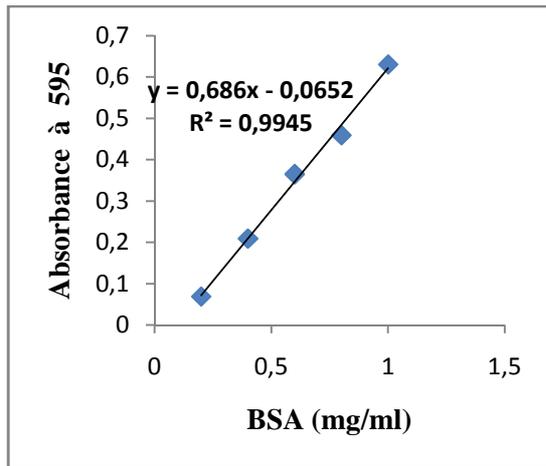


Figure 01: Courbe d'étalonnage des protéines.

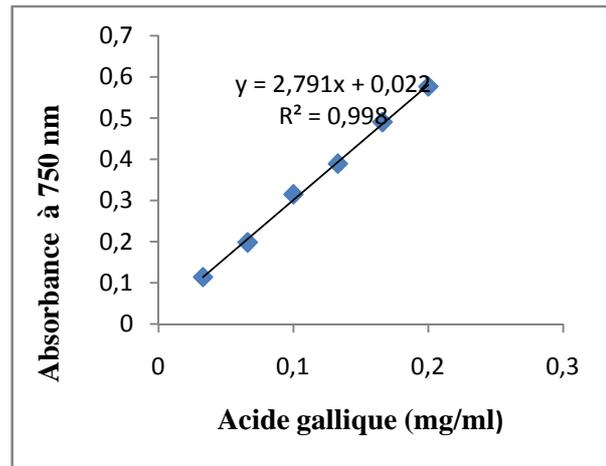


Figure 02 : Courbe d'étalonnage des composés Phénoliques totaux.

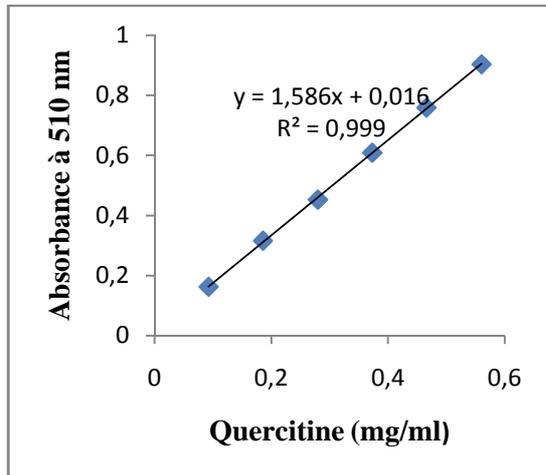


Figure 03 : Courbe d'étalonnage des flavonoïdes.

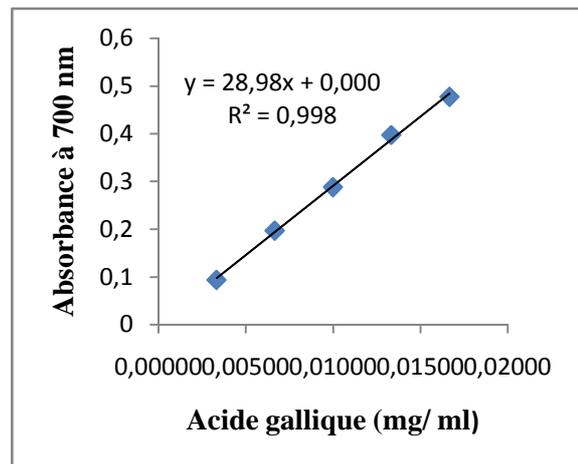


Figure 0 4 : Courbe d'étalonnage du pouvoir réducteur.

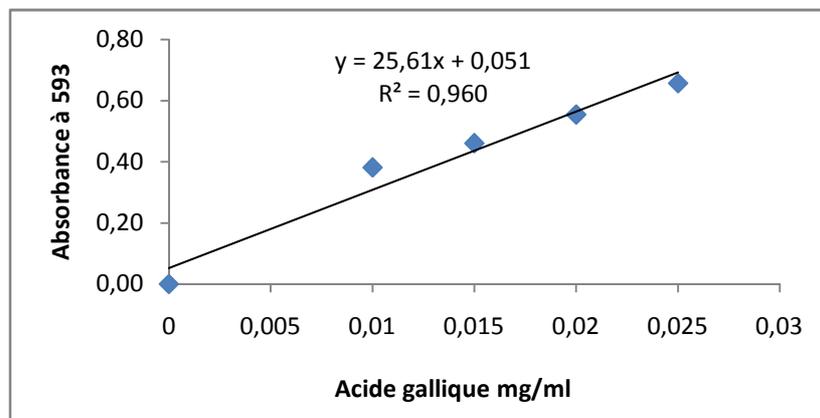
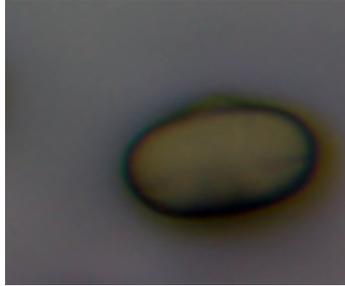


Figure 05 : Courbe d'étalonnage du test de FRAP.

Annexe II

Photographie de quelques pollens



Apiaceae



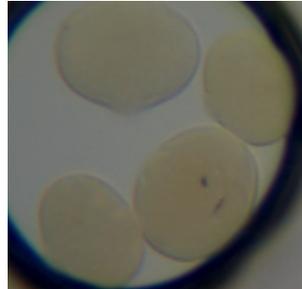
Rhamnaceae



Borogonaceae



Rutaceae



Fabaceae



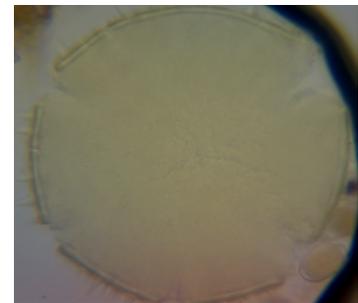
Rosaceae



Lamiaceae



Mimosaceae



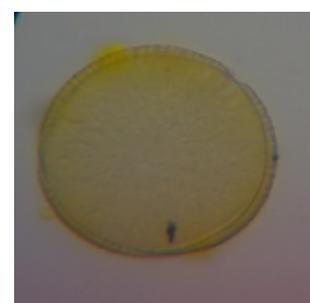
Malvaceae



Asteraceae



Tiliaceae



Cistaceae

Annexe III

Matrice de corrélation

Corrélations (Feuille sta FINAL sta)																						
Corrélations significatives marquées à p < ,05000																						
N=30 (Observations à VM ignorées)																						
Variable	Origine	Protéines	Proline	HMF	CPT	Flav	DPPH	ABTS	PR	FRAP	E.coli 100%	SA FRI 100%	SA LGA 100%	E.coli 50%	SA FRI 50%	SA LGA 50%	CMI 50 E.coli	CMI 100 E.coli	CMI 50 FRI	CMI 100 FRI	CMI 50 LGA	CMI 100 LGA
Origine	1,00	-0,22	0,09	-0,41	-0,19	-0,14	-0,46	-0,61	-0,37	-0,12	0,04	0,41	-0,17	0,16	-0,10	0,16	0,09	0,25	0,00	0,11	-0,05	-0,24
Protéines (mgEBSA/100g)	-0,22	1,00	0,73	0,27	0,33	0,74	0,79	0,54	0,40	0,91	0,12	0,02	-0,22	0,03	-0,22	-0,15	-0,31	0,05	-0,58	-0,43	0,40	-0,40
Proline (mg/kg)	0,09	0,73	1,00	0,27	0,35	0,90	0,34	0,37	0,21	0,58	0,11	-0,25	-0,51	0,10	-0,11	-0,03	-0,13	0,40	-0,46	-0,31	0,66	-0,46
HMF (mg/kg)	-0,41	0,27	0,27	1,00	0,08	0,43	-0,03	0,25	0,21	0,07	0,52	-0,16	0,10	0,34	0,47	-0,02	-0,46	-0,04	-0,45	-0,40	0,32	0,41
CPT (mgEAG/100g)	-0,19	0,33	0,35	0,08	1,00	0,50	0,53	0,66	0,59	0,19	0,16	-0,53	-0,32	0,15	-0,04	-0,39	-0,38	-0,09	-0,05	-0,37	0,51	-0,55
Flav (mgEQ/100g)	-0,14	0,74	0,90	0,43	0,50	1,00	0,45	0,62	0,52	0,54	0,16	-0,31	-0,50	0,09	-0,13	0,11	-0,16	0,37	-0,34	-0,34	0,63	-0,41
DPPH (%)	-0,46	0,79	0,34	-0,03	0,53	0,45	1,00	0,68	0,54	0,80	-0,08	-0,16	-0,07	-0,11	-0,26	-0,30	-0,21	-0,15	-0,22	-0,27	0,15	-0,39
ABTS (%)	-0,61	0,54	0,37	0,25	0,66	0,62	0,68	1,00	0,75	0,40	0,28	-0,28	-0,48	0,21	-0,07	0,08	-0,32	-0,11	-0,08	-0,37	0,20	-0,27
PR (mgEAG/100g)	-0,37	0,40	0,21	0,21	0,59	0,52	0,54	0,75	1,00	0,41	-0,01	-0,23	-0,44	-0,10	0,09	0,14	-0,07	0,03	0,02	-0,23	0,13	-0,29
FRAP (mgEAG/100g)	-0,12	0,91	0,58	0,07	0,19	0,54	0,80	0,40	0,41	1,00	-0,04	0,12	-0,23	-0,05	-0,08	-0,15	-0,17	0,04	-0,50	-0,32	0,15	-0,34
E.coli 100%	0,04	0,12	0,11	0,52	0,16	0,16	-0,08	0,28	-0,01	-0,04	1,00	0,35	-0,22	0,90	0,26	0,12	-0,82	-0,34	-0,44	-0,59	0,01	0,18
SA FRI 100%	0,41	0,02	-0,25	-0,16	-0,53	-0,31	-0,16	-0,28	-0,23	0,12	0,35	1,00	-0,01	0,23	-0,25	0,37	-0,23	-0,23	-0,31	-0,20	-0,40	0,04
SA LGA 100%	-0,17	-0,22	-0,51	0,10	-0,32	-0,50	-0,07	-0,48	-0,44	-0,23	-0,22	-0,01	1,00	-0,23	-0,07	-0,31	0,07	-0,20	0,14	0,28	-0,20	0,48
E.coli 50%	0,16	0,03	0,10	0,34	0,15	0,09	-0,11	0,21	-0,10	-0,05	0,90	0,23	-0,23	1,00	0,35	0,16	-0,67	-0,26	-0,19	-0,35	-0,17	0,25
SA FRI 50%	-0,10	-0,22	-0,11	0,47	-0,04	-0,13	-0,26	-0,07	0,09	-0,08	0,26	-0,25	-0,07	0,35	1,00	-0,15	-0,16	-0,06	-0,08	-0,08	-0,18	0,55
SA LGA 50%	0,16	-0,15	-0,03	-0,02	-0,39	0,11	-0,30	0,08	0,14	-0,15	0,12	0,37	-0,31	0,16	-0,15	1,00	0,33	0,30	0,40	0,25	-0,46	0,27
CMI 50 E.coli	0,09	-0,31	-0,13	-0,46	-0,38	-0,16	-0,21	-0,32	-0,07	-0,17	-0,82	-0,23	0,07	-0,67	-0,16	0,33	1,00	0,65	0,65	0,68	-0,26	0,07
CMI 100 E.coli	0,25	0,05	0,40	-0,04	-0,09	0,37	-0,15	-0,11	0,03	0,04	-0,34	-0,23	-0,20	-0,26	-0,06	0,30	0,65	1,00	0,22	0,25	0,15	-0,09
CMI 50 FRI	0,00	-0,58	-0,46	-0,45	-0,05	-0,34	-0,22	-0,08	0,02	-0,50	-0,44	-0,31	0,14	-0,19	-0,08	0,40	0,65	0,22	1,00	0,71	-0,53	0,26
CMI 100 FRI	0,11	-0,43	-0,31	-0,40	-0,37	-0,34	-0,27	-0,37	-0,23	-0,32	-0,59	-0,20	0,28	-0,35	-0,08	0,25	0,68	0,25	0,71	1,00	-0,45	0,30
CMI 50 LGA	-0,05	0,40	0,66	0,32	0,51	0,63	0,15	0,20	0,13	0,15	0,01	-0,40	-0,20	-0,17	-0,18	-0,46	-0,26	0,15	-0,53	-0,45	1,00	-0,60
CMI 100 LGA	-0,24	-0,40	-0,46	0,41	-0,55	-0,41	-0,39	-0,27	-0,29	-0,34	0,18	0,04	0,48	0,25	0,55	0,27	0,07	-0,09	0,26	0,30	-0,60	1,00

Corrélations (Feuille sta FINAL sta)																					
Corrélations significatives marquées à p < ,01000																					
N=30 (Observations à VM ignorées)																					
Variable	Proline	HMF	CPT	Flav	DPPH	ABTS	PR	FRAP	E.coli 100%	SA FRI 100%	SA LGA 100%	E.coli 50%	SA FRI 50%	SA LGA 50%	CMI 50 E.coli	CMI 100 E.coli	CMI 50 FRI	CMI 100 FRI	CMI 50 LGA	CMI 100 LGA	
Origine	0,09	-0,41	-0,19	-0,14	-0,46	-0,61	-0,37	-0,12	0,04	0,41	-0,17	0,16	-0,10	0,16	0,09	0,25	0,00	0,11	-0,05	-0,24	
Protéines (mgEBSA/100g)	0,73	0,27	0,33	0,74	0,79	0,54	0,40	0,91	0,12	0,02	-0,22	0,03	-0,22	-0,15	-0,31	0,05	-0,58	-0,43	0,40	-0,40	
Proline (mg/kg)	1,00	0,27	0,35	0,90	0,34	0,37	0,21	0,58	0,11	-0,25	-0,51	0,10	-0,11	-0,03	-0,13	0,40	-0,46	-0,31	0,66	-0,46	
HMF (mg/kg)	0,27	1,00	0,08	0,43	-0,03	0,25	0,21	0,07	0,52	-0,16	0,10	0,34	0,47	-0,02	-0,46	-0,04	-0,45	-0,40	0,32	0,41	
CPT (mgEAG/100g)	0,35	0,08	1,00	0,50	0,53	0,66	0,59	0,19	0,16	-0,53	-0,32	0,15	-0,04	-0,39	-0,38	-0,09	-0,05	-0,37	0,51	-0,55	
Flav (mgEQ/100g)	0,90	0,43	0,50	1,00	0,45	0,62	0,52	0,54	0,16	-0,31	-0,50	0,09	-0,13	0,11	-0,16	0,37	-0,34	-0,34	0,63	-0,41	
DPPH (%)	0,34	-0,03	0,53	0,45	1,00	0,68	0,54	0,80	-0,08	-0,16	-0,07	-0,11	-0,26	-0,30	-0,21	-0,15	-0,22	-0,27	0,15	-0,39	
ABTS (%)	0,37	0,25	0,66	0,62	0,68	1,00	0,75	0,40	0,28	-0,28	-0,48	0,21	-0,07	0,08	-0,32	-0,11	-0,08	-0,37	0,20	-0,27	
PR (mgEAG/100g)	0,21	0,21	0,59	0,52	0,54	0,75	1,00	0,41	-0,01	-0,23	-0,44	-0,10	0,09	0,14	-0,07	0,03	0,02	-0,23	0,13	-0,29	
FRAP (mgEAG/100g)	0,58	0,07	0,19	0,54	0,80	0,40	0,41	1,00	-0,04	0,12	-0,23	-0,05	-0,08	-0,15	-0,17	0,04	-0,50	-0,32	0,15	-0,34	
E.coli 100%	0,11	0,52	0,16	0,16	-0,08	0,28	-0,01	-0,04	1,00	0,35	-0,22	0,90	0,26	0,12	-0,82	-0,34	-0,44	-0,59	0,01	0,18	
SA FRI 100%	-0,25	-0,16	-0,53	-0,31	-0,16	-0,28	-0,23	0,12	0,35	1,00	-0,01	0,23	-0,25	0,37	-0,23	-0,23	-0,31	-0,20	-0,40	0,04	
SA LGA 100%	-0,51	0,10	-0,32	-0,50	-0,07	-0,48	-0,44	-0,23	-0,22	-0,01	1,00	-0,23	-0,07	-0,31	0,07	-0,20	0,14	0,28	-0,20	0,48	
E.coli 50%	0,10	0,34	0,15	0,09	-0,11	0,21	-0,10	-0,05	0,90	0,23	-0,23	1,00	0,35	0,16	-0,67	-0,26	-0,19	-0,35	-0,17	0,25	
SA FRI 50%	-0,11	0,47	-0,04	-0,13	-0,26	-0,07	0,09	-0,08	0,26	-0,25	-0,07	0,35	1,00	-0,15	-0,16	-0,06	-0,08	-0,08	-0,18	0,55	
SA LGA 50%	-0,03	-0,02	-0,39	0,11	-0,30	0,08	0,14	-0,15	0,12	0,37	-0,31	0,16	-0,15	1,00	0,33	0,30	0,40	0,25	-0,46	0,27	
CMI 50 E.coli	-0,13	-0,46	-0,38	-0,16	-0,21	-0,32	-0,07	-0,17	-0,82	-0,23	0,07	-0,67	-0,16	0,33	1,00	0,65	0,65	0,68	-0,26	0,07	
CMI 100 E.coli	0,40	-0,04	-0,09	0,37	-0,15	-0,11	0,03	0,04	-0,34	-0,23	-0,20	-0,26	-0,06	0,30	0,65	1,00	0,22	0,25	0,15	-0,09	
CMI 50 FRI	-0,46	-0,45	-0,05	-0,34	-0,22	-0,08	0,02	-0,50	-0,44	-0,31	0,14	-0,19	-0,08	0,40	0,65	0,22	1,00	0,71	-0,53	0,26	
CMI 100 FRI	-0,31	-0,40	-0,37	-0,34	-0,27	-0,37	-0,23	-0,32	-0,59	-0,20	0,28	-0,35	-0,08	0,25	0,68	0,25	0,71	1,00	-0,45	0,30	
CMI 50 LGA	0,66	0,32	0,51	0,63	0,15	0,20	0,13	0,15	0,01	-0,40	-0,20	-0,17	-0,18	-0,46	-0,26	0,15	-0,53	-0,45	1,00	-0,60	
CMI 100 LGA	-0,46	0,41	-0,55	-0,41	-0,39	-0,27	-0,29	-0,34	0,18	0,04	0,48	0,25	0,55	0,27	0,07	-0,09	0,26	0,30	-0,60	1,00	

Corrélations (Feuille sta FINAL sta)																						
Corrélations significatives marquées à p < ,00100																						
N=30 (Observations à VM ignorées)																						
Variable	Origine	Protéines	Proline	HMF	CPT	Flav	DPPH	ABTS	PR	FRAP	E.coli 100%	SA FRI 100%	SA LGA 100%	E.coli 50%	SA FRI 50%	SA LGA 50%	CMI 50 E.coli	CMI 100 E.coli	CMI 50 FRI	CMI 100 FRI	CMI 50 LGA	CMI 100 LGA
Origine	1,00	-0,22	0,09	-0,41	-0,19	-0,14	-0,46	-0,61	-0,37	-0,12	0,04	0,41	-0,17	0,16	-0,10	0,16	0,09	0,25	0,00	0,11	-0,05	-0,24
Protéines (mgEBSA/100g)	-0,22	1,00	0,73	0,27	0,33	0,74	0,79	0,54	0,40	0,91	0,12	0,02	-0,22	0,03	-0,22	-0,15	-0,31	0,05	-0,58	-0,43	0,40	-0,40
Proline (mg/kg)	0,09	0,73	1,00	0,27	0,35	0,90	0,34	0,37	0,21	0,58	0,11	-0,25	-0,51	0,10	-0,11	-0,03	-0,13	0,40	-0,46	-0,31	0,66	-0,46
HMF (mg/kg)	-0,41	0,27	0,27	1,00	0,08	0,43	-0,03	0,25	0,21	0,07	0,52	-0,16	0,10	0,34	0,47	-0,02	-0,46	-0,04	-0,45	-0,40	0,32	0,41
CPT (mgEAG/100g)	-0,19	0,33	0,35	0,08	1,00	0,50	0,53	0,66	0,59	0,19	0,16	-0,53	-0,32	0,15	-0,04	-0,39	-0,38	-0,09	-0,05	-0,37	0,51	-0,55
Flav (mgEQ/100g)	-0,14	0,74	0,90	0,43	0,50	1,00	0,45	0,62	0,52	0,54	0,16	-0,31	-0,50	0,09	-0,13	0,11	-0,16	0,37	-0,34	-0,34	0,63	-0,41
DPPH (%)	-0,46	0,79	0,34	-0,03	0,53	0,45	1,00	0,68	0,54	0,80	-0,08	-0,16	-0,07	-0,11	-0,26	-0,30	-0,21	-0,15	-0,22	-0,27	0,15	-0,39
ABTS (%)	-0,61	0,54	0,37	0,25	0,66	0,62	0,68	1,00	0,75	0,40	0,28	-0,28	-0,48	0,21	-0,07	0,08	-0,32	-0,11	-0,08	-0,37	0,20	-0,27
PR (mgEAG/100g)	-0,37	0,40	0,21	0,21	0,59	0,52	0,54	0,75	1,00	0,41	-0,01	-0,23	-0,44	-0,10	0,09	0,14	-0,07	0,03	0,02	-0,23	0,13	-0,29
FRAP (mgEAG/100g)	-0,12	0,91	0,58	0,07	0,19	0,54	0,80	0,40	0,41	1,00	-0,04	0,12	-0,23	-0,05	-0,08	-0,15	-0,17					

Annexe IV

Corrélations protéines, antioxydants et activités antioxydantes

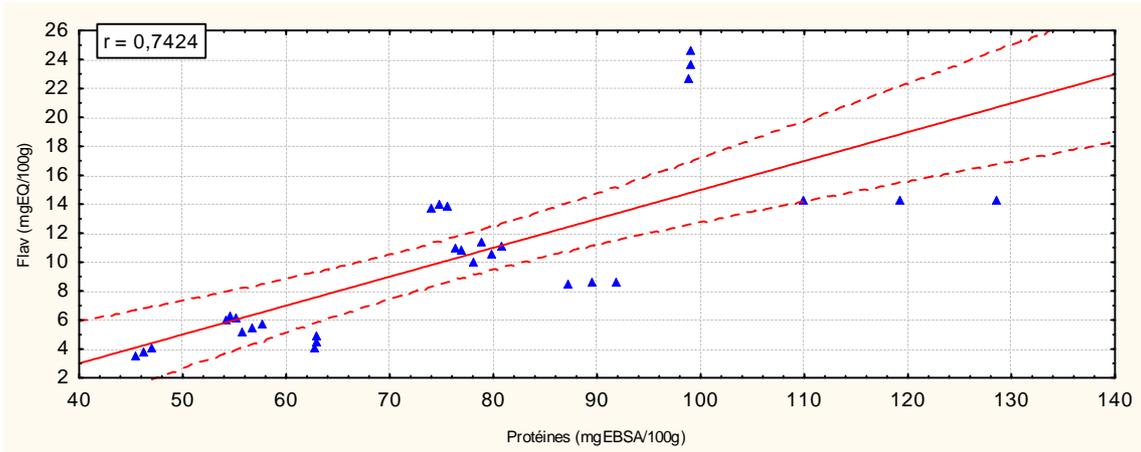


Figure 1: Corrélation entre les protéines et les flavonoïdes ($p < 0,001$).

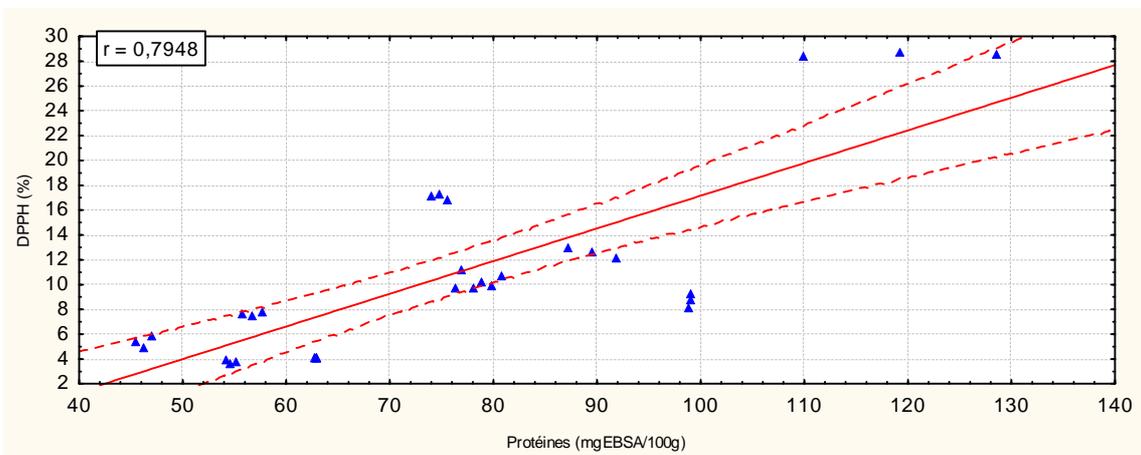


Figure 2: Corrélation entre les protéines et les DPPH ($p < 0,001$).

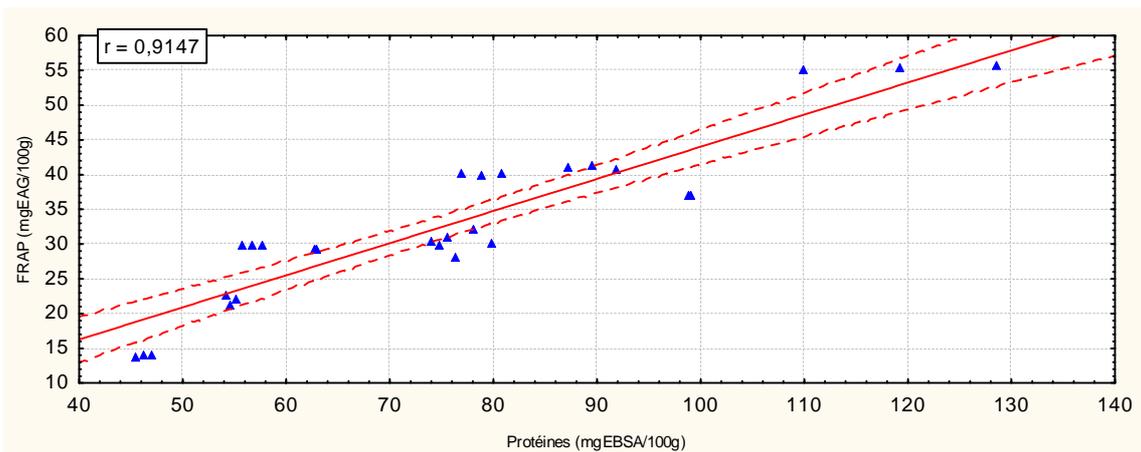


Figure 3: Corrélation entre les protéines et le test de FRAP ($p < 0,001$).

Annexe V

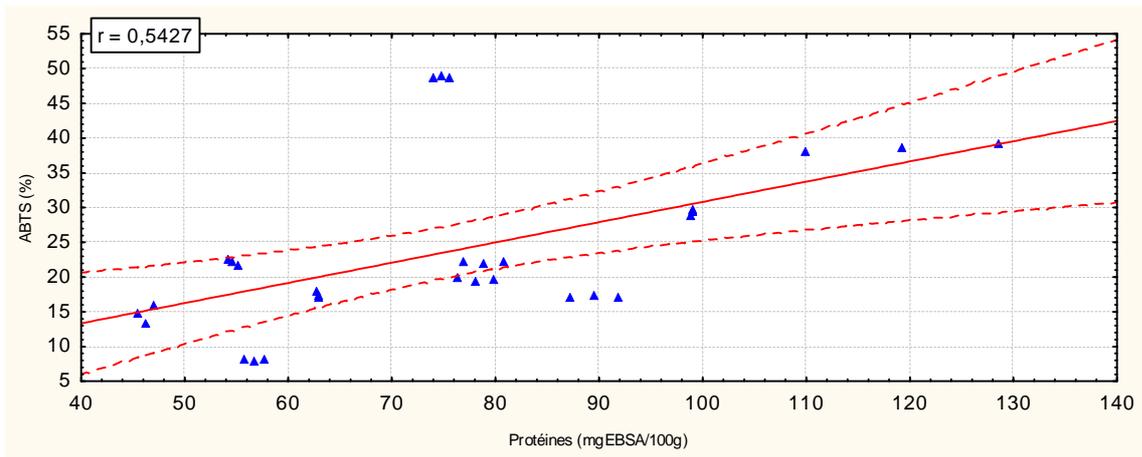


Figure 4: Corrélation entre les protéines et ABTS ($p < 0,01$).

Corrélation antioxydants et activités antioxydante

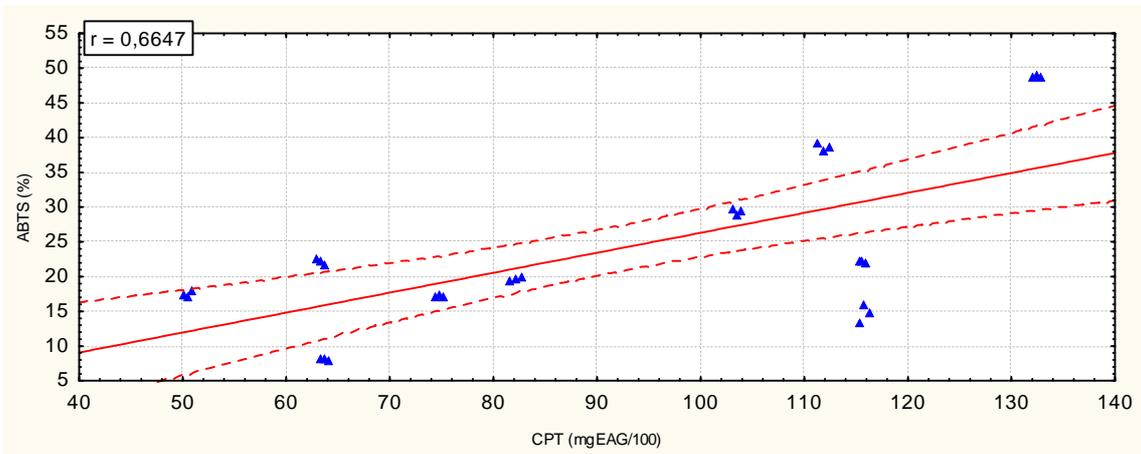


Figure 5: Corrélation composés phénoliques totaux et ABTS ($p < 0,001$).

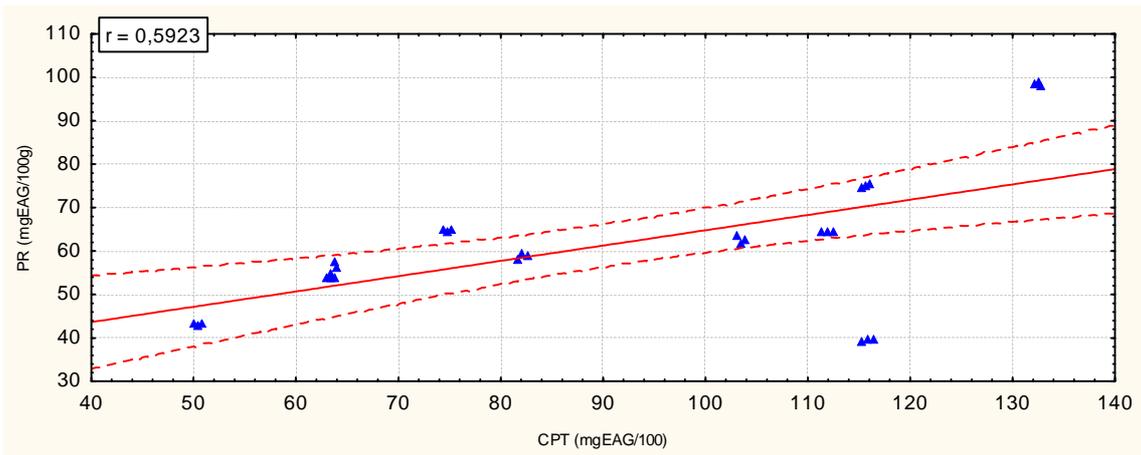


Figure 6 : Corrélation composés phénoliques totaux et pouvoir réducteur ($p < 0,001$).

Annexe VI

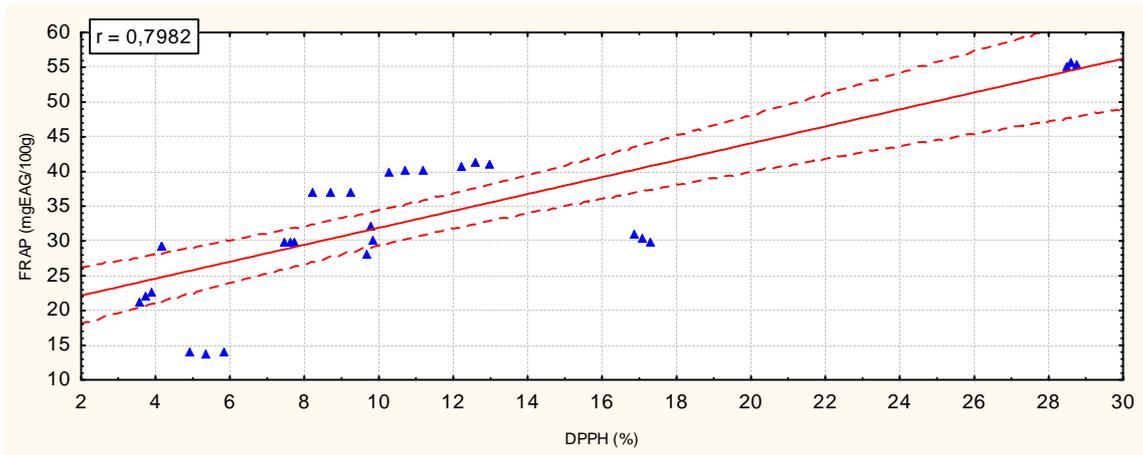


Figure 7: Corrélation entre FRAP et DPPH ($p < 0,001$).

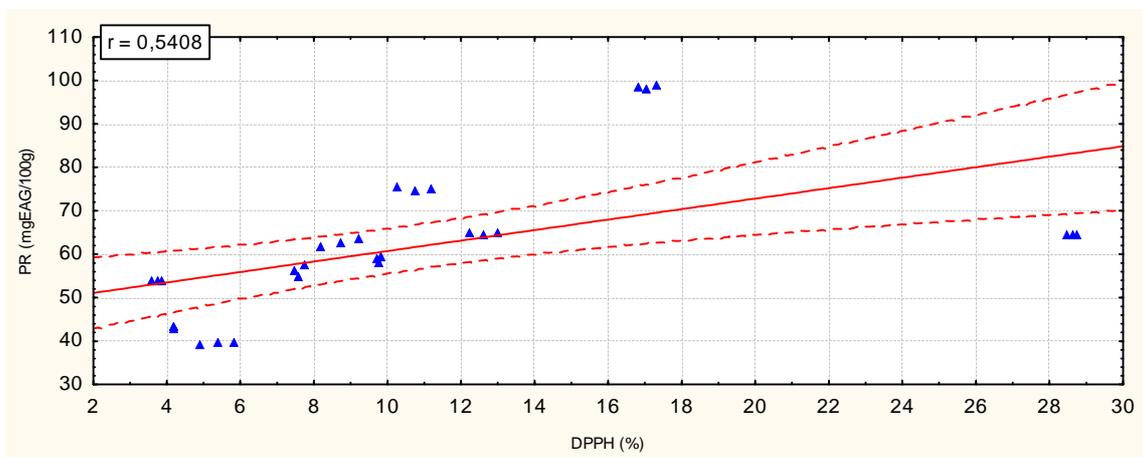


Figure 8 : Corrélation entre DPPH et pouvoir réducteur ($p < 0,01$).

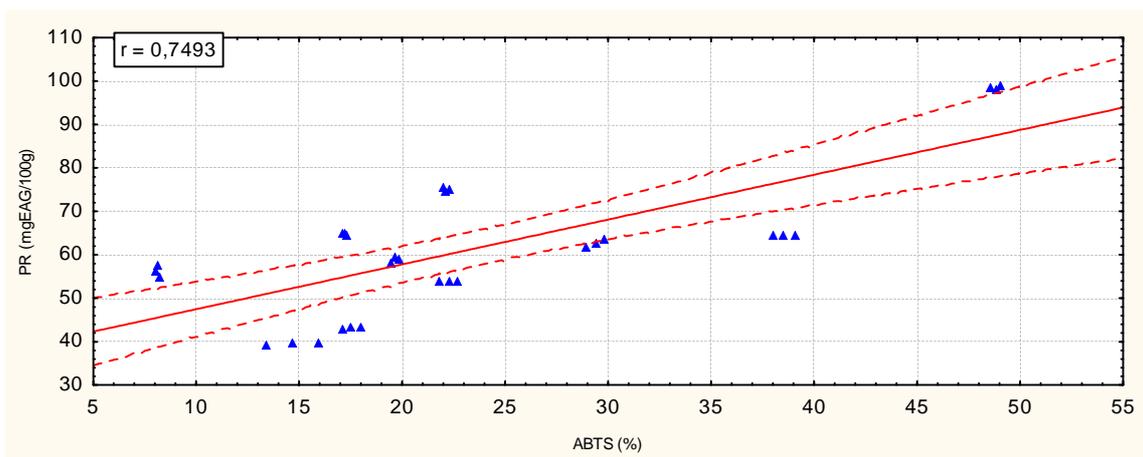


Figure 9 : Corrélation entre ABTS et pouvoir réducteur ($p < 0,01$).

Annexe VII

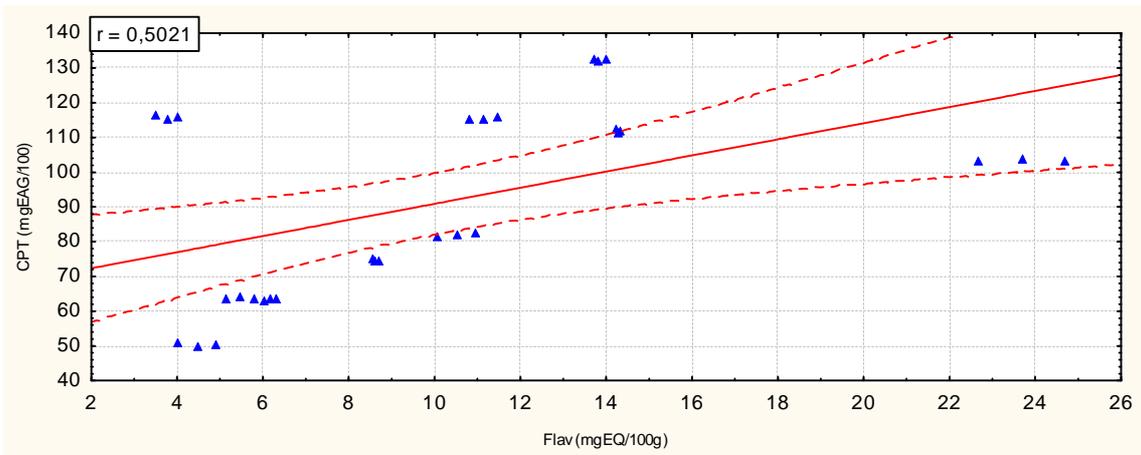


Figure 10: Corrélation entre flavonoïdes et composé phénolique totaux ($p < 0,01$).

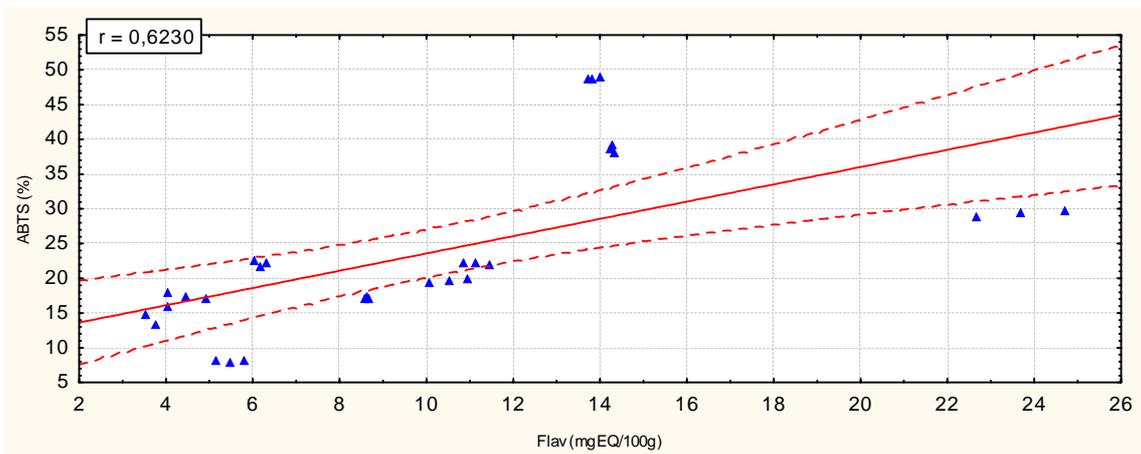


Figure 11: Corrélation entre flavonoïdes et ABTS ($p < 0,01$).

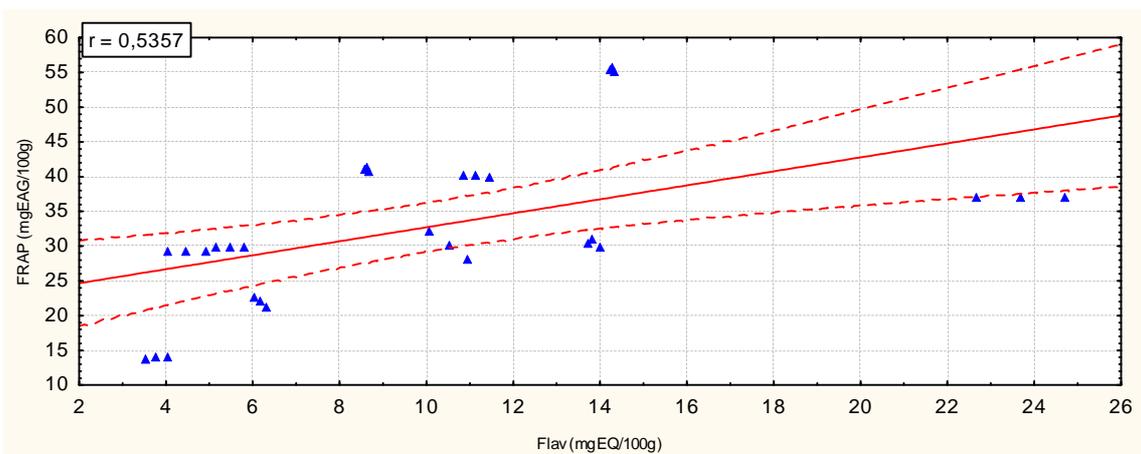


Figure 12 : Corrélation entre flavonoïdes et ABTS ($p < 0,01$).

Annexe VIII

Corrélation activités antibactériennes, paramètres physico-chimiques, les antioxydants et l'activités antioxydantes

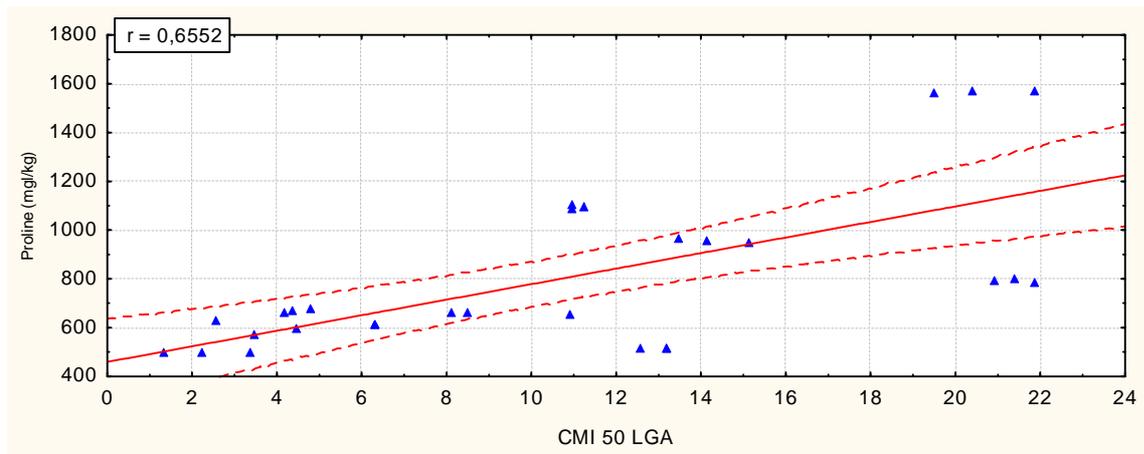


Figure 13: Corrélation entre la CMI 50 *S.aureus* LGA avec la proline ($p < 0,001$).

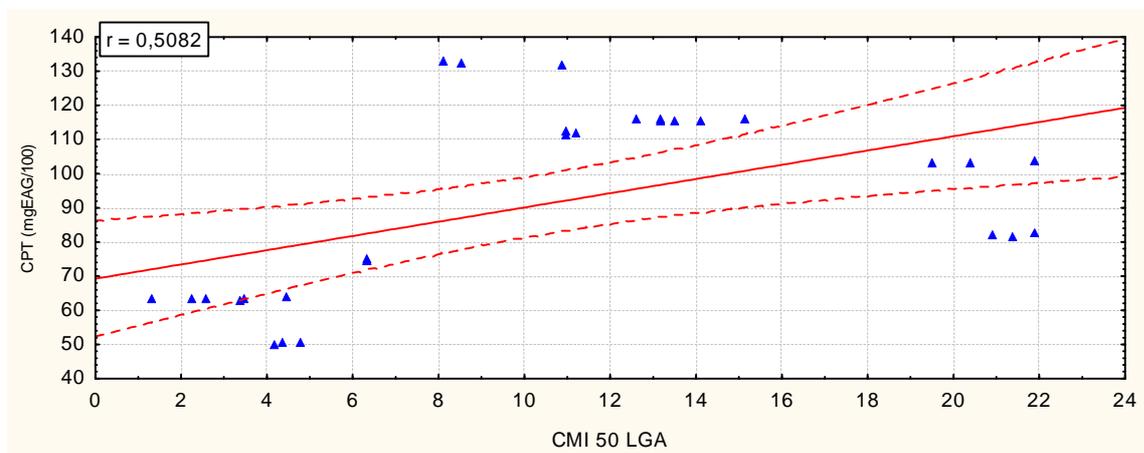


Figure 14: Corrélation entre la CMI 50 *S.aureus* LGA avec les composés phénolique totaux ($p < 0,01$).

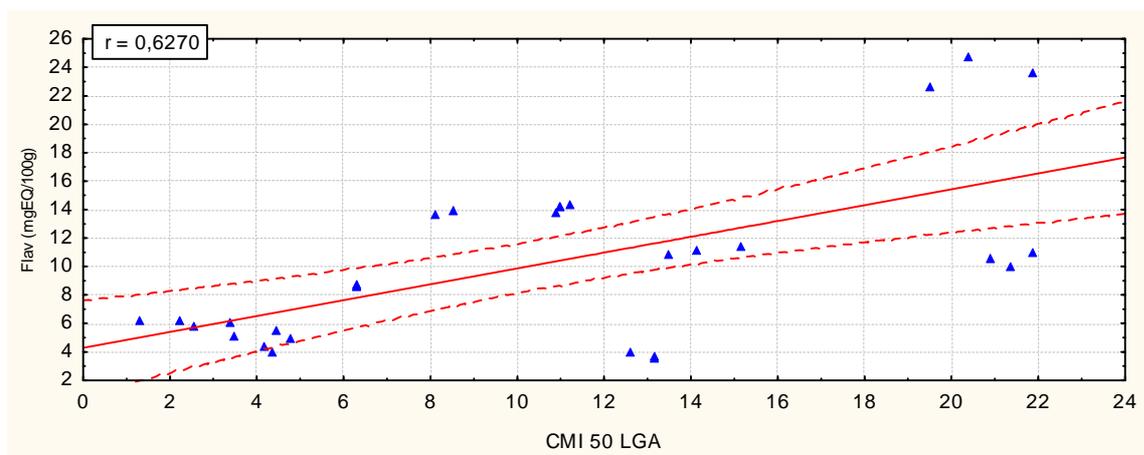


Figure 15: Corrélation entre la CMI 50 *S.aureus* LGA avec les flavonoïdes ($p < 0,001$).

INTRODUCTION

Dans beaucoup de civilisations, le miel a toujours eu une place privilégiée et il représente le symbole de la vie. Il a fait sujet dans de nombreux ouvrages et il est cité dans le coran et la bible. Son utilisation par l'homme remonte aux temps les plus reculés de son histoire et il fait partie indubitablement des aliments les plus anciens de l'humanité (**Rossant et Desmouliere, 2011**).

Le miel est élaboré par les abeilles de l'espèce *Apis mellifera* à partir de substances sucrées (nectar et/ou miellat) qu'elles prélèvent sur divers végétaux. L'apiculteur qui récolte le miel ne modifie rien en sa composition originelle et doit s'efforcer de préserver l'intégrité du produit. Cela suppose la connaissance, le contrôle et la maîtrise d'un certain nombre de facteurs d'amont (avant la récolte) et d'aval (extraction et conditionnement des produits) (**Ouchemoukh, 2012**).

Le miel est un aliment visqueux, aromatique et hautement concentré en sucres dont les principaux sont le fructose et le glucose. Il renferme aussi une large gamme des composés mineurs tels que les minéraux, les protéines, les vitamines, les acides organiques, les composés phénoliques tels que les flavonoïdes et des éléments figurés (pollens et levures) (**Azeredo et al., 2003 ; Dasilva et al., 2016**).

Le miel n'est pas seulement un aliment sucré mais un produit médicinal car il possède plusieurs propriétés biologiques (antimicrobiennes, antioxydantes et thérapeutiques) qui sont dues essentiellement à sa composition chimique notamment les antioxydants (composés phénoliques et caroténoïdes) (**Bruneau, 2002**).

Ce travail s'articule autour de trois grandes parties :

- Dans la première partie, les différentes connaissances bibliographiques seront abordées sur l'origine du miel, sa fabrication, ses différents types, sa composition biochimique et ses propriétés physico-chimiques, organoleptiques et biologiques.
- Dans la deuxième partie, le matériel d'étude et les méthodes analytiques utilisées pour les analyses polliniques et physico-chimiques; les activités antioxydantes et activités antibactériennes
- La troisième partie sera consacrée à la présentation des résultats obtenus et leurs discussions.

Résumé

Le miel est un aliment sucré que les abeilles fabriquent à partir du nectar des fleurs et/ou du miellat, ayant une composition chimique variable et des propriétés diverses. Le but de ce travail est l'étude de la qualité de quelques miels (protéines, proline et HMF), de ses propriétés antioxydantes (DPPH, ABTS, FRAP et le pouvoir réducteur) et antibactériennes vis-à-vis *E. coli*, *S. aureus* LGA et FRI. Les analyses effectuées sur les 10 échantillons de miel révèlent un taux moyen en proline de 819,71 mg/kg, une moyenne de 76,71 (mg EBSA/100 g) pour les protéines et généralement la concentration en HMF est < 40 mg/Kg. Ces résultats témoignent que ces échantillons sont de bonnes qualités par rapport aux normes internationales. La révèle l'identification de plusieurs familles botaniques dont les plus répandus sont: *Fabaceae*, *Rosaceae* et *Brassicaceae*. La concentration moyenne des phénols totaux et des flavonoïdes des miels testés est de 91,36 et 10 (mg /100 g), respectivement. En général, les miels analysés ont un effet antibactérien sur les bactéries testées. Des corrélations très hautement et hautement significatives sont observées entre les paramètres physicochimiques, les antioxydants et la CMI 50 de *S. aureus* LGA.

Mots clés: miel, valeur nutritionnelle, analyse pollinique, propriété antioxydante, propriété antibactérienne.

Abstract

Honey is a sweet food that bees make from the nectar of flowers and / or honeydew, having a variable chemical composition and various properties. The aim of this work is the study of the quality of some honeys (proteins, proline, HMF), its antioxidant properties (DPPH, ABTS, FRAP and the reducing power) and antibacterial towards *E. coli*, *S. aureus* LGA and FRI. The analyses performed on the 10 honey samples revealing an average proline level of 819.71 mg / kg, an average of 76.71 (mg EBSA / 100g) for the proteins and the concentration of HMF is < 40 mg / kg. These results show that these qualities are good by international standards. Melissopalynology allows the identification of several botanical families of which the most widespread are: *Fabaceae*, *Rosaceae* and *Brassicaceae*. The average concentration of total phenols and flavonoids of the honey samples tested was 91.36 and 10 (mg / 100 g), respectively. In general, the results were analyzed in an antibacterial effect on the bacteria tested. Very important and highly significant correlations are observed in the physicochemical parameters, the antioxidants and the MIC 50 LGA.

Key words: honey, nutritional value, pollen analysis, antioxidant property, antibacterial property

