

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche scientifique
Université A/mira Bejaia



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département : Sciences Alimentaires
Filière : Biologie
Option : Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire

Réf :

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

Master

Thème

**Comparaison entre l'activité antioxydante de
quelques produits de la ruche**

Présenté par :

M^{elle} MAIDOUCHE Sarah et M^{elle} MERZEG Fadila

Soutenu le 24 juin 2018

Devant le jury composé de :

M^r TAMENDJARI A.

Pr

Président

M^r MOUSSI K.

MCB

Examineur

M^{me} TAFININE Z .

MCB

Encadreur

Année universitaire : 2017/2018

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier avant tout Allah qui nous a donné le courage et la patience durant ces années d'étude.

Nous voudrions présenter nos remerciements à notre Encadreur **Mme Tafinine Zina**. Nous voudrions également lui témoigner notre gratitude pour sa patience et son soutien qui nous a été précieux afin de mener notre travail à bon port.

Nous tenons à remercier **Mr. Tamendjari** d'avoir accepté de présider le jury de notre soutenance.

Nos remerciements vont également à **Mr. Moussi** qui nous a fait l'honneur d'examiner ce travail.

Nous remercions sincères à tous les professeurs qui nous ont enseigné et qui par leur compétence nous ont soutenu dans la poursuite de nos études.

Nous adressons enfin une pensée spécial à nos familles et amis qui par leurs encouragements, on a pu surmonter les obstacles.

Dédicaces

A tous qui me sont chers.

A Mes chers parents avec tout mon amour

A Ma grand - mère

A Mes frères : Said et Ali

A Mes sœurs : Nadira et Farida

A Mes nièces et mes neveux

A Mon binôme Sarah

*A Mes ami(e)s : Amine, Aïssa, Souhila,
Yamina, Zahra, Hafid, Kahina et Kenza.*

Fadila



Dédicaces

À ceux qui ont donné un sens à mon existence

À vous très chers parents je vous dis merci

À ma tante et sa famille

*Je ne vous remercierai jamais assez pour votre accueil
et bienveillance durant ces 5 années .*

À ma cousine

À mes frères

À mon oncle et sa femme

À nana

À toute ma famille

À mon binome

Et à mes amies

..... Bien faible témoignage d'affection.

Sarah

Table des matières

Liste des Abréviations

Liste des figures et tableaux

Introduction.....	1
--------------------------	----------

Partie bibliographique

I. Le Miel	1
I.1. Définition	2
I.2. Elaboration du miel	2
I.3. Composition	2
I.3.1. Eau.....	2
I.3.2. Glucides.....	3
I.3.3. Acides aminés et les protéines	3
I.3.4. Acides organiques	3
I.3.5. Vitamines	3
I.3.6. Minéraux	3
I.3.7. Enzymes	4
I.3.8. Composés phénoliques	4
I.3.9. Composés volatiles	4
I.3.10. Hydroxyméthylfulfural (HMF)	5
I.3.11. Pigments	5
I.3.12. Substances divers	5
I.4. Valeur nutritionnelle du miel	5
I.5. Propriétés thérapeutiques du miel	5
I.5.1. Propriété antioxydante	5
I.5.2. Propriété antibactérienne	6
I.5.3. Propriété cicatrisante	7
I.5.4. Autres propriétés	7
II.La propolis	7
II.1. Définition	7
II.2. Composition chimique	7
II.3. Utilisation de la propolis	9
II.3.1. Par les abeilles	9
II.3.2. Par l'Homme	9
II.4. Propriétés thérapeutiques de la propolis	9
II.4.1. Propriété anti bactérienne	9
II.4.2. Propriété anti inflammatoire	9
II.4.3. Propriété antivirale.....	9
II.4.4. Propriété régénératrice et cicatrisante.....	10
II.4.5. Effets contre les affections bucco-dentaires	10
II.4.6. Propriété anesthésiante	10
III.Le pollen.....	10
III.1.Définition	10
III.2. Composition chimique du pollen	11
III.2.1. Eau	11
III.2.2. Glucides.....	11
III.2.3. Protéines	11
III.2.4. vitamines	11

III.2.5. Substances minérales	11
III.2.6. Lipides	12
III.2.7. Enzymes	12
III.2.8. Substances actives	12
III.2.9. Divers substances	12
III.3. Valeur nutritionnelle du pollen	12
III.4. Propriété thérapeutique du pollen	12
III.4.1. Propriété antioxydante	12
III.4.2. Propriété antibactérienne	13
III.4.3. Propriété nutritive et curative	13
III.4.4. Action sur le tube digestif	13
III.4.5. Autres propriétés	13

Partie pratique

Matériel et Méthodes

I.Echantillonnage	14
II. Extraction.....	14
III. Dosage des antioxydants	15
III.1. Composés phénoliques	15
III.2. Dosage des flavonoïdes	15
III.3. Dosage des caroténoïdes.....	15
III.4. Dosage de l'acide ascorbique	15
IV. Activité antioxydante	16
IV.1. Pouvoir réducteur	16
IV.2. Activité antiradicalair DPPH	16
IV.3. Activité antiradicalair ABTS	16
V. Analyse statistique	17

Résultats et discussion

I. Dosage des antioxydants	18
I.1 Composés phénoliques	18
I.2 Flavonoides	19
I.3 Caroténoïdes.....	20
I.4 Acide ascorbique	21
II. Activité antioxydante	22
II.1. Activité antiradicalair DPPH	22
II.2. Activité antiradicalair ABTS	23
II.3. Pouvoir réducteur	24
III..Analyse des corrélations	25
Conclusion	27

Référence bibliographique

Annexes

Introduction

Les produits apicoles sont utilisés à la fois comme des aliments de santé et des médicaments. Ces derniers reçoivent une attention renouvelée dans le monde entier parce que leurs effets bénéfiques est un retour général à tendance de la nature. Parmi ces produits, on peut citer le miel, la propolis et le pollen (Ballot-Flurin, 2009).

Le miel et le nectar recueilli sur de nombreuses plantes est traité par les abeilles mellifères (*Api mellifera*). Ce produit naturel est largement apprécié comme la seule forme concentrée de sucre disponible dans le monde entier (FAO, 1996) et est également utilisé comme conservateur alimentaire (Cherbuliez & Domerego, 2003).

La propolis est une substance ressemblant à la cire, les abeilles la récoltent des plantes et l'utilisent comme colle ou mastic pour protéger leurs ruches et remplir les fissures, ses produits sont prétendus utiles dans une variété de maladies y compris les maladies infectieuses et l'arthrite (Zielonka *et al.*, 1987 ; Alencar *et al.*, 2007).

Les grains de pollen sont une source riche en éléments essentiels tels que le calcium, le fer, le magnésium, etc (Dobrowolski, 1987). ils sont aussi une parfaite source de protéines renfermant les acides aminés essentiels (El-Khazafi *et al.*, 2017).

Les composés phénoliques (polyphénols, flavonoïdes) et non-phénoliques (acide ascorbique, acide organiques et protéines...) sont responsables de l'activité antioxydante des produits de la ruche (Boulanouar *et al.*, 2017). Afin de déterminer cette dernière, divers tests sont utilisés tels que le test du DPPH et le pouvoir réducteur.

Le présent travail s'articule autour de deux grandes parties. La première partie aborde l'étude bibliographique qui s'appuie sur des généralités sur les trois produits de la ruche (le miel, la propolis, et le pollen). La seconde partie définit l'étude expérimentale : en commençant par le dosage des antioxydants, puis les résultats et discussion et enfin une conclusion générale est donnée avec des perspectives.

I. Miel

I.1.Définition

Selon le Codex Alimentarius (2001), le miel est la substance sucrée naturelle produite par les abeilles de l'espèce *Apis mellifera* à partir du nectar des plantes ou des sécrétions provenant de parties vivantes des plantes ou des excréments laissés sur celles-ci par des insectes suceurs, qu'elles butinent, transforment en les combinant avec des matières spécifiques propres, déposent, déshydratent, entreposent et laissent mûrir dans les rayons de la ruche.

I.2. Elaboration du miel

L'appétence naturelle des abeilles pour tout ce qui est sucré les amène à butiner différentes sources. Le miel est élaboré par les abeilles à partir de substances sucrées végétales provenant du nectar qui est une substance douce et parfumée produite par les fleurs, ou à partir de substances animales provenant du miellat. Ce dernier est un liquide sucré produit par plusieurs espèces d'insectes parasites vivant sur les feuilles de nombreuses plantes (Biri, 2003 ; Barberena, 2003).

I.3. Composition

La composition du miel dépend principalement des fleurs butinées, des régions géographiques, du climat et des espèces d'abeilles impliquées dans sa production (Da Silva *et al.*, 2015)

I.3.1. Eau

La teneur en eau du miel est en moyenne de 17,2%. C'est l'une des caractéristiques les plus importantes du miel qui influence sa qualité et sa conservation. En effet, si le miel est trop liquide (humidité supérieur à 20%), il risque de fermenter. Par contre, un miel trop sec (humidité inférieur à 14%) sera plus visqueux et donc difficile à extraire et à conditionner (Bonté et Desmoulière, 2013).

I.3.2. Glucides

Ils sont représentés essentiellement par les monosaccharides (85 à 95%) : le fructose (38%) et le glucose (31%), suivi par les disaccharides tels que le maltose (7,5%), le saccharose (1,5%), l'isomaltose, le maltulose, le tréhalose et le nigerose. On retrouve également des trisaccharides tels que le maltotriose et le mélézitose. Les sucres présents dans le miel sont responsables de quelques propriétés tels que la valeur énergétique, la viscosité, l'hygroscopicité et la granulation (Ball, 2007 ; Escuredo *et al.*, 2014).

I.3.3. Acides aminés et les protéines

Les protides sont présents en faible quantité dans le miel (0,26%). Il s'agit essentiellement de peptone, d'albumines, de globulines et de nucléoprotéines, qui proviennent soit de la plante, soit de l'abeille. Cependant la principale source de protéine est le pollen. On retrouve également dans le miel des acides aminés libres (1%), essentiellement la proline qui provient des sécrétions salivaires de l'abeille (Iglesias *et al.*, 2004 ; Won *et al.*, 2008).

I.3.4. Acides organiques

Tous les miels ont une légère acidité car ils contiennent environ 0,57% d'acides organiques. L'acide prédominant dans le miel est l'acide gluconique, qui se forme à partir du glucose grâce à une enzyme sécrétée par l'abeille : la glucose oxydase (Mato *et al.*, 2006).

I.3.5. Vitamines

Le miel contient de petites quantités de vitamines, en particulier les vitamines du groupe B qui proviennent des grains de pollen. Les vitamines présentes dans le miel comprennent la thiamine (B1), la riboflavine (B2), l'acide nicotinique (B3), l'acide panthoténique (B5), pyridoxine (B6), la biotine (B8), et l'acide folique (B9), la vitamine C peut être également présente (Ball, 2007).

I.3.6. Minéraux

La teneur en minéraux dans le miel varie de 0,04 à 0,2%, selon le type de fleurs butinées ainsi que le type de sol sur lequel elles vont pousser, ce qui permet ainsi d'identifier plus facilement l'origine géographique du miel. Ce sont des macro

et oligo-éléments. Le potassium est l'élément le plus abondant, correspondant à un tiers des minéraux du miel. On y trouve également dans le miel, le calcium, le phosphore, le sodium, le magnésium, le cuivre, le manganèse, et le chlore (Da silva *et al.*, 2015).

I.3.7. Enzymes

Le miel présente une activité enzymatique importante. Ces enzymes sont issues notamment des sécrétions salivaires des abeilles et comprennent l'invertase ou la gluco-invertase qui provoque l'hydrolyse du saccharose en un mélange équimolaire de glucose et de fructose. La solution obtenue porte le nom de sucre inverti. L'amylase et la catalase sont également des enzymes retrouvées dans le miel. La première est responsable de la dégradation de l'amidon en molécules de glucose, tandis que la deuxième est responsable de l'inhibition du peroxyde d'hydrogène. Toutes ces enzymes sont thermolabiles, leur activité décroît donc en fonction de la température mais aussi du temps et des conditions de stockage (Won *et al.*, 2008 ; Karabagias *et al.*, 2014).

I.3.8. Composés phénoliques

Ces substances sont divisés en composés non-flavonoïdes (acides phénoliques) et en flavonoïdes (flavonols, flavones..). Ce sont des principaux composants fonctionnels, ils peuvent contribuer de manière significative à l'activité antioxydante totale du miel (Boulanouar *et al.*, 2017).

I.3.9. Composés volatiles

Ces composés sont représentés par les monoterpènes, les sesquiterpènes, les alcools supérieurs, les esters, les acides gras, les cétones, les terpènes et les aldéhydes. Ces molécules odorantes confèrent au miel tout son arôme et son parfum. Elles sont présentes en proportion variable dans le miel selon la composition du nectar et l'origine florale du miel (Iglesias *et al.*, 2004 ; Koechler, 2015).

I.3.10. Hydroxyméthylfurfural (HMF)

C'est un aldéhyde cyclique issu de la dégradation du fructose et du glucose contenu dans le miel, suite à une exposition à des températures élevées, et au stockage de longue durée. Selon le Codex Alimentarius (2001), le taux d'HMF du miel doit être inférieur à 40 mg/kg, et pour les miels des régions chaudes et à climat tropical, il doit être inférieur à 80 mg/kg. Le dosage de l'HMF constitue un critère de fraîcheur du miel (Da silva *et al.*, 2015).

I.3.11. Pigments

Ils sont représentés essentiellement par les caroténoïdes et les flavonoïdes qui sont principalement responsables de la coloration du miel. Les flavonoïdes qui appartiennent aux groupes des polyphénols, possèdent des propriétés antioxydantes très intéressantes (Bonté *et* Desmoulière., 2013).

I.3.12. Substances divers

Des oligoéléments, des pollens, des spores, des levures osmotolérantes (responsables de la fermentation) et des champignons microscopiques peuvent faire partie de la composition du miel (Bonté *et* Desmoulière., 2013).

I.4. Valeur nutritionnelle du miel

La consommation du miel est un très bon complément à la ration alimentaire habituelle. Elle assure un meilleur équilibre en éléments vitaux indispensables au bon fonctionnement de l'organisme. Elle facilite la digestion et l'assimilation des autres aliments débouchant globalement, sur un meilleur métabolisme. Elle permet d'avoir une plus grande résistance à la fatigue physique et intellectuelle. Enfin, elle permet d'obtenir un meilleur rendement physique (Rossant, 2011).

I.5. Propriétés thérapeutiques du miel

I.5.1. Propriété antioxydante

L'activité ou potentiel antioxydant d'une molécule constitue sa capacité à diminuer ou empêcher l'oxydation d'autres substances chimiques. Ces réactions d'oxydations qui attaquent nos composants organiques comme les protéines, les sucres, l'ADN ou encore les membranes de nos cellules sont à l'origine de

perturbations métaboliques, du vieillissement tissulaire accéléré, du cancer et beaucoup d'autres maladies (García-Tenesaca *et al.*, 2017).

L'action antioxydante du miel fait partie de ses propriétés préventives. En effet, il contient de nombreuses molécules antioxydantes telles que les polyphénols qui sont représentés essentiellement par les flavonoïdes (apigénine, pinocembrine, pinobanksine, kaempférol, quercitrine, galantine, chrysine, lutéoline, hepérétine et myricétine), et des acides phénoliques (acide caféique, ferrulique, ellagique, vanillique, coumarique, chlorogénique, cinnamique et benzoïque). Certains enzymes et acides organiques peuvent également contribuer à l'activité antioxydante du miel. Cependant la capacité antioxydante d'un miel résulte de l'activité combinée de ces multiples composés en inhibant l'action des radicaux libres qui sont à l'origine des réactions d'oxydations. Cette propriété est variable d'un miel à un autre, selon la source botanique et la présence de différents composés antioxydants. Plus le miel est foncé, plus son activité antioxydante est élevée (Ferreira *et al.*, 2009 ; Silverio *et al.*, 2018).

I.5.2. Propriété antibactérienne

Le pouvoir antibactérien du miel provient de plusieurs facteurs. En effet, la forte teneur en sucres lui offre un effet osmotique qui permet la déshydratation des bactéries et ainsi supprimer un élément capital au développement et à l'activité des bactéries. Dans le miel, il existe une enzyme importante : la Glucose oxydase (GOX), sécrétée par les glandes nourricières de l'abeille. En présence d'eau et de glucose, cette enzyme donnera de l'acide gluconique qui acidifiera d'avantage le milieu, qui sera moins favorable aux bactéries. Le pouvoir antibactérien du miel est également associé à la présence de la défensine-1 également appelée « royalisine », qui est une protéine constituée de petits peptides antimicrobiens naturels à large spectre, elle exerce une action bactéricide sur de nombreux germes Gram positif tels que *Bacillus subtilis* ou *staphylococcus aureus*. En fonction de son origine botanique, un miel peut être bactéricide ou bactériostatique (Rossant, 2011 ; Escuredo *et al.*, 2015).

I.5.3. Propriété cicatrisante

Le miel est de plus en plus employé dans le traitement d'un grand nombre de plaies, du fait de sa capacité à stimuler toutes les étapes de la cicatrisation. Il libère d'une part, de manière progressive et inoffensive du peroxyde d'hydrogène et permet d'autre part d'accélérer la réparation tissulaire et de réduire dès lors la durée de ce processus. Le miel participe également à une réparation tissulaire de bonne qualité. En effet, les pansements au miel permettent non seulement d'accélérer nettement la cicatrisation et la stérilisation des plaies, mais limitent également les problèmes esthétiques (Koechler, 2015).

I.5.3. Autres propriétés

Parmi les nombreux usages thérapeutiques du miel et ses propriétés curatives, le miel est doté de propriétés antifongiques par son action contre *Candida albicans*, ainsi que des propriétés anti-inflammatoires, en stimulant les défenses immunitaires, par la libération de cytokines (tumor necrosis alpha, interleukines 1 et 6) qui représentent les acteurs de la réponse immunitaire en cas d'infection. Il présente également une activité antivirale notamment dans la prévention des récurrences d'herpès et de zona. Il joue aussi le rôle d'un régulateur intestinal par son action laxative douce (Hoyet, 2005 ; Pascoal *et al.*, 2014 ; O'Neal *et al.*, 2017).

II. Propolis

II.1. Définition

Étymologiquement, propolis signifie « devant la cité ». C'est un mastic fabriqué par les abeilles à partir des résines, des cires, et des baumes végétaux récoltés sur les bourgeons des plantes et des arbres, qu'elles mélangent à des sécrétions digestives et à leur propre cire. La propolis est une barrière de défense puissante contre le développement des microorganismes (bactéries, virus et moisissures) à l'intérieur de la ruche (Renneberg *et al.*, 2017).

II.2. Composition chimique

La composition de la propolis diffère significativement selon l'origine botanique et géographique. Elle dépend des conditions climatiques, du terrain, et de

la disponibilité de l'eau et d'autres facteurs environnementaux (Pascoal *et al.*, 2014).

La propolis est composée principalement de résine et de baume (50 à 55%), de cire (30 à 40%), ainsi que d'huiles essentielles ou volatiles (5 à 10%). On peut trouver également du pollen à 5%, et des matières diverses à 5% (tableau I). La propolis est insoluble dans l'eau froide et partiellement soluble dans l'alcool éthylique, le benzène, et le chloroforme. Cependant elle est soluble dans le propylène-glycol. (Salatino *et al.*, 2005).

Tableau I : Composition de la propolis (Santos, 2012).

Constituants	Exemple
Acides organiques	Acides benzoïque.
Acides phénoliques	Acides caféique, gallique cinnamique, férulique, isoférulique, p-coumarinique.
Aldéhydes aromatiques	Vanilline, isovanilline.
Coumarines	Esculétol, scopolétole.
Flavones	Acacétine, chrysin, pectolinaréginine, pinocembrine, tectochrysin.
Flavonols	Galangine, izalpinine, kaempféride, quercétine, rhamnocitrine.
Flavonones	Pinostrobine, sakuranétine.
Flavononols	Pinobanksine
Eléments minéraux	Aluminium, argent, baryum, bore, chrome, cobalt, cuivre, fer, magnésium, manganèse, molybdène, nickel, plomb, sélénium, silicium, strontium, titane, et zinc.
Vitamines	Carotène ou provitamine A, et certaines vitamines de groupe B, particulièrement la vitamine B3 ou nicotinamide (PP).
Constituants divers	Le xanthorréol, des lactones, des polysaccharides, des acides aminés, acide hydrocaféique, et salicylique.

II.3. Utilisation de la propolis

II.3.1. Les abeilles

Les abeilles se servent de la propolis pour tapisser l'intérieur de leur ruche afin de le renforcer et de le calorifuger, elles optimisent également la régulation du microclimat dans la ruche, en réduisant l'entrée de la ruche. La propolis sert également à embaumer les cadavres des intrus, colmater les fissures de la ruche, fixer les cadres et consolider les cellules (Biri, 2002 ; Cramp, 2008)

II.3.2. l'Homme

Elle est utilisée comme un puissant antibiotique naturel pour prévenir certaines maladies telles que les maladies hivernales, la grippe et l'angine, ainsi que certaines infections respiratoires. Elle est aussi reconnue pour renforcer l'immunité (Sattler *et al.*, 2015).

II.4. Propriétés thérapeutiques de la propolis

II.4.2. Propriété antibactérienne

La propolis possède une puissante activité antibactérienne. Elle est à la fois bactériostatique, bactéricide, et fongicide, grâce à sa composition riche en flavonoides (galangine et pinocembrine), et en acides benzoïque et caféïque. Les bacilles gram positif et acido-résistants et les cocci gram positifs sont les plus sensibles à la propolis. Elle est alors efficace contre les pharyngites, les pneumonies, bronchites, et aussi l'asthme. C'est un antibiotique actif sur les staphylocoques multi résistants, les streptocoques, ou encore sur les Grams négatifs tels que les salmonelles, *Proteus mirabilis* et *Helicobacter pylori*.

La propolis est également un antifongique actif sur *Candida albicans* et *Aspergillus trichophyton*. Elle permet d'autre part de lutter contre les infections de la peau et les mycoses (Al-waili *et al.*, 2012 ; Santos, 2012 ; Cuvillier, 2015).

II.4.3. Propriété anti-inflammatoire

La propolis est un bon anti-inflammatoire jouant un rôle dans la stimulation des processus anti-inflammatoires, par la stimulation des macrophages, et l'inhibition de l'agrégation plaquettaire, ainsi que l'inhibition de la synthèse des

eicosanoïdes. Les principales molécules actives de la propolis sont les acides phénoliques (Cardoso *et al.*, 2011 ; Valente *et al.*, 2011).

II.4.4. Propriété antivirale

La propolis possède une puissante activité antivirale contre différents virus tels que le virus de l'herpès, la varicelle-zona, et les virus des hépatites, et cela par l'inhibition de la libération du matériel virale pathogène de ces virus dans l'organisme grâce à l'action des flavonoïdes essentiellement l'acide caféique et ses dérivés (Bancova, 2000).

II.4.5. Propriété régénératrice et cicatrisante

La Propolis, plus spécifiquement l'acide férulique, possède la capacité de stimuler la régénération et la croissance des cellules de la peau pour une meilleure cicatrisation. Elle retarde le vieillissement des cellules par activation de la synthèse de collagène et d'élastine. L'extrait alcoolique de propolis accélère la cicatrisation des brûlures (Shimizu *et al.*, 2011).

II.4.6. Effets contre les affections bucco-dentaires

La propolis est reconnue par ses vertus désinfectantes et cicatrisantes qu'on peut exploiter dans le traitement des aphtes, elle permet aussi d'assainir la cavité buccale. Elle à un effet préventif sur les germes responsables des caries dentaires et permet de calmer l'inflammation de la gencive (Eon, 2011).

II.4.7. Propriété anesthésiante

L'utilisation topique de la propolis engendre une diminution de la sensibilité cutanée, due en particulier à la pinocembrine et l'acide caféique. On peut également l'utiliser au niveau dentaire pour les rages de dents (Cuvillier, 2015).

III. Pollen

III.1. Définition

Le pollen est une substance pulvérulente, formée de grains microscopiques dont chacun contient un gamète male capable de féconder l'ovule femelle, ou graine. Il est véhiculé sur l'ovule par les abeilles, le vent, d'autres insectes et divers

animaux. Il est produit dans les anthères des plantes fleuries. C'est une source de protéines essentielles pour les abeilles. Il est indispensable à la survie de la ruche, mélangé au miel, il constitue le pain d'abeille (Anonyme, 2003).

III.2. Composition chimique du pollen

III.2.1. Eau

La proportion en eau varie selon que le pollen est à l'état frais ou séché. A l'état frais, il contient en moyenne 11% d'eau, tandis qu'à l'état séché il en contient 4 à 6% (Eon, 2011)

III.2.2. Glucides

La teneur en glucides du pollen est de 40%, il s'agit essentiellement de fructose et de saccharose. Ils proviennent principalement du nectar (Szczęsna, 2006).

III.2.3. Protéines

Le pollen est constitué d'environ 20 à 35% de protéines, représentés principalement par des acides aminés tels que les acides aspartique et glutamique, l'alanine, l'arginine, la cystéine, la glycine, l'histidine, la proline, la valine, l'isoleucine, la leucine, la lysine, la méthionine, la phénylalanine, la thréonine, et le tryptophane. Les 8 derniers sont dits « acides aminés essentiels ». Ils sont chargés de la croissance des cellules (Vassev *et al.*, 2015).

III.2.4. Vitamines

De nombreuses vitamines sont présentes dans le pollen, en particulier les vitamines du groupe B, on trouve également les vitamines C, D, et E, ainsi que la provitamine A en faible quantité. Ces vitamines jouent un rôle essentiel au niveau de l'équilibre nerveux, de l'intégrité de la peau, et également dans l'assimilation des sucres et des féculents (Margaoan *et al.*, 2010).

III.2.5. Substances minérales

Le pollen contient des oligo-éléments (le calcium, le magnésium, et le potassium), ainsi que des minéraux, principalement le cuivre, le fer, le manganèse, le phosphore, le chlore et le soufre (Haro, 2000).

III.2.6. Lipides

La composition du pollen en lipide est d'environ 5%. Il s'agit de phospholipides, de glycérides, d'acides gras libres et de stérols (Szczęsna, 2006).

III.2.7. Enzymes

Les enzymes du pollen sont représentés par l'amylase, la phosphatase, et l'invertase (Vassev *et al.*, 2015).

III.2.8. Substances actives

Le pollen renferme des substances actives qui lui confèrent son pouvoir antioxydant. En effet, il contient essentiellement des flavonoïdes et des acides phénoliques, et en quantité substantielle du sélénium qui est un antioxydant majeur. Il contient également de la rutine qui agit en renforçant à la fois la résistance et la souplesse des vaisseaux sanguins (Rzepecka-Stojko *et al.*, 2015).

III.2.9. Divers substances

Le pollen contient également divers substances, constituant 3% de sa composition. Parmi ces substances, figurent des substances antimicrobiennes, des pigments qui sont responsables de la couleur du pollen, des caroténoïdes (beta-carotène) ainsi que des fibres et des huiles volatiles (Carpes *et al.*, 2009).

III.3. Valeur nutritionnelle du pollen

Le pollen est le complément alimentaire idéal, grâce à sa composition riche et son importante valeur nutritionnelle représentée par les huit acides aminés essentiels, des vitamines en grand nombre, des substances minérales, des enzymes et des substances antimicrobiennes (Sikorski, 2007).

III.4. Propriétés thérapeutiques du pollen

III.4.1. Propriété antioxydante

Le pollen constitue une source naturelle d'antioxydants tels que les acides phénoliques et les flavonoïdes, qui fournissent aux cellules de l'organisme une protection contre les méfaits causés par le vieillissement ou l'exposition prolongée

à des éléments tels que les infections, les rayons UV du soleil et la pollution. Ils seraient également impliqués dans la prévention des maladies cardiovasculaires et d'autres pathologies telles que les maladies neurodégénératives, le diabète, et le cancer (Carpes *et al.*, 2009; Leja *et al.*, 2007 ; Rzepecka-Stojko *et al.*, 2017).

III.4.2. Propriété antibactérienne

Les sécrétions de l'abeille confèrent au pollen son activité antibactérienne. En effet il a une action contre certaines bactéries telles que *Staphylococcus aureus*, *Bacillum alvei*, *Salmonella* et *Escherichia coli*, et sur des champignons tels que *Candida albicans* (Knazovicka *et al.*, 2009 ; Graikou *et al.*, 2011).

III.4.3. Propriété nutritive et curative

La consommation quotidienne de petites quantités de pollen en pelotes peut constituer un très bon apport en protéines et combler certains déficits alimentaires. Il agit sur les surrénales en les stimulant, il augmente également le taux de globules blancs et globules rouges du sang, s'avérant ainsi particulièrement efficace comme adjuvant alimentaire dans divers types d'anémies (Haro *et al.*, 2000 ; Cuvillier, 2015).

III.4.4. Action sur le tube digestif

C'est un régulateur intestinal contenant des substances antibiotiques actives contre certains germes de la flore intestinale. Il est aussi indiqué dans les rectocolites, les ballonnements intestinaux et les colites (Budryn et Nebesny, 2006).

III.4.5. Autres propriétés

Le pollen améliore l'état général en stimulant les défenses de l'organisme, il agit sur le système cardio-vasculaire, en présentant un effet préventif contre l'hypertension artérielle, la fragilité capillaire. Il présente également une action euphorisante en augmentant les capacités intellectuelles et physiques. C'est un désintoxiquant général de tout l'organisme (Rzepecka-Stojko *et al.*, 2017).

Matériels et méthodes

I. L'échantillonnage :

Le présent travail est mené sur trois produits de la ruche : le miel, la propolis et le pollen .Ces produits sont récoltés auprès d'un apiculteur de la commune de Chellata (Akbou) sur une altitude de 1136 m en 2017. Les échantillons sont représentés par les figures 1,2 et 3 :



Figure 01 : Photographie du miel.



Figure 02 : photographie de la propolis.



Figure 03 : photographie du pollen.

II. Extraction

L'extraction a été réalisée avec du méthanol (50%) et de l'éthanol (50%). Les échantillons sont pesés séparément (1g de miel, 0,1 g de pollen et 0,1g de propolis,), puis additionnés de solvant d'extraction. Après agitation pendant 20 min à température ambiante, les extraits sont récupérés par filtration et conservés au frais jusqu'à l'analyse.

III. Dosage des antioxydants

III.1. Composés phénoliques

La teneur en composés phénoliques est déterminée selon la méthode décrite par Gül *et al.* (2018). Un volume de 1ml d'extrait est additionné avec 1 ml du réactif de Folin- Ciocalteu (0,1 %), 2 ml de la solution de carbonate de sodium (NaCO_3) à 2% sont ajoutés au mélange. Après incubation pendant 30 minutes à l'obscurité, l'absorbance est mesurée à 760 nm. Les concentrations en composés phénoliques sont déterminées en se référant à la courbe d'étalonnage et les résultats sont exprimés en milligramme équivalent d'acide gallique /100g d'échantillon (mg EGA/100g) (Annexe 1).

III.2. Dosage des flavonoïdes

La teneur en flavonoïdes est déterminée par la méthode décrite par Chua *et al.* (2013). Un volume de 1ml d'extrait est mélangé avec 1ml de la solution de chlorure d'aluminium (AlCl_3) à 2 %. Après 30 min d'incubation, l'absorbance est mesurée à une longueur d'onde de 415 nm. Les résultats sont exprimés en mg équivalents quercétine/100g d'échantillons (mg EQ/100g), en utilisant la courbe standard de quercétine (Annexe 2).

III.3. Dosage des caroténoïdes

L'estimation de la teneur en caroténoïdes totaux contenus dans les extraits est réalisée selon la méthode de Bueno-Costa *et al.* (2016). Un volume de 2 g d'échantillon a été homogénéisé avec 20 ml du mélange de solvants : /hexane/acétone/éthanol (2:1:1). Après agitation pendant 30 min, la phase hexanique est récupérée. L'absorbance est mesurée à 420 nm. Les concentrations des caroténoïdes sont estimées en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant la β - carotène comme standard. Les concentrations sont exprimées en mg équivalent de la β -carotène par 100 g de miel (mg Eq β -carotène /100g) (annexe 3).

III.4. Dosage de l'acide ascorbique

Le contenu en vitamine C est estimé par la méthode décrite par Khalil *et al.* (2012). 1g de chaque échantillon est homogénéisé avec 5ml du solvant d'extraction (acide oxalique 0,4%). 1ml de l'extrait est additionné de 1ml de

DCPIP. L'absorbance est mesurée à 520 nm. Les résultats sont exprimés en équivalent d'acide ascorbique en mg pour 100g de miel (mgEA.Asc/100g) en se référant à une courbe d'étalonnage réalisée avec de l'acide ascorbique dans les mêmes conditions que les extraits (Annexe 4).

IV. Activité antioxydante

IV.1. Pouvoir réducteur

La capacité réductrice est déterminée par la méthode décrite par Canabady *et al.* (2015). Un volume de 1ml d'extrait est mélangé avec 2,5 ml du tampon phosphate (0,2N, pH = 6,6) et 2,5 ml de ferricyanure de potassium à 1%. Après incubation au bain marie à 50°C pendant 20 min, 2,5 ml d'acide trichloracétique (10%) sont ajoutés au mélange. A 2,5 ml du mélange obtenu sont ajoutés 2,5 ml d'eau distillée puis 0,5 ml de chlorure ferrique FeCl₃ (0,1%). L'absorbance est mesurée à 700 nm.

IV.2. Activité antiradicalaire (DPPH)

La capacité des antioxydants des échantillons à réduire le radical DPPH est évaluée par la méthode décrite par Nascimento *et al.* (2018). Un volume de 1ml d'extrait est additionné de 1ml de la solution alcoolique de DPPH (80 mM). Après 30 min d'incubation à température ambiante, l'absorbance est mesurée à 517 nm. Un control est réalisé en parallèle en mélangeant 1 ml du solvant d'extraction avec 1ml de DPPH. Les résultats sont exprimés selon la formule suivante :

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

IV.3. Activité antiradicalaire (ABTS)

L'essai ABTS a été effectué par la méthode décrite par Bueno-Costa *et al.* (2015). Un volume de 1 ml de la solution ABTS (activé par le persulfate de potassium pendant 16 heures) est additionné à 1ml de la solution de miel, après homogénéisation et incubation à l'obscurité pendant 10 minutes. L'absorbance est mesurée à 734 nm. Un témoin est réalisé en parallèle en mélangeant 1ml de solvant d'extraction avec 1ml de solution d'ABTS. Les résultats sont exprimés selon la formule suivante :

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

V. Analyse statistique

Toutes les analyses sont effectuées en triple et les données sont exprimées en moyenne \pm écart type (SD) réalisées par Microsoft Office Excel 2007. L'analyse de la variance ANOVA, suivie du test LSD est exécutée par le logiciel STATISTICA 5.5 pour mettre en évidence les différences significatives à un niveau de confiance de 95% $p < 0.05$ entre les échantillons pour chaque paramètre étudié. Les résultats obtenus sont classés par ordre croissant : $a < b < c < d < e$. les corrélations entre les paramètres étudiés sont obtenues en utilisant la statistique élémentaire du logiciel STATISTICA 5.5 et les résultats sont présentés dans une matrice de corrélation avec un seuil de signification : $p < 0.05$.

Résultats et discussion

I. Dosage des antioxydants

I.1. Composés phénoliques

L'ensemble des résultats obtenus concernant le dosage des polyphénols totaux des extraits méthanoliques et éthanoliques des produits de la ruche sont illustrés dans la figure 4 qui présente des teneurs en polyphénols totaux allant de 38,5 à 1900 mg EAG/100g. Le miel enregistre la teneur la plus faible en composés phénoliques par rapport aux autres produits, tandis que la propolis présente la teneur la plus élevée. Les résultats obtenus par El haskoury *et al.* (2017), concernant les teneurs en composés phénoliques des miels de Maroc (75,52 à 245,22 mg EAG/100g) sont supérieurs à ceux obtenus dans cette étude (39,83 et 38,5mgEAG/100g). Selon Oroian *et al.*(2017), Ces variations sont dus à l'origine botanique.

La teneur en composés phénoliques de l'extrait méthanolique du pollen (540mg EAG/100 g), est dans le même intervalle que les résultats obtenus par Carpes *et al.* (2009) qui varient de (300,6 à 600,6 mg EAG/100g). Par contre l'extrait éthanolique enregistre une teneur supérieur (1221,73 mg EAG/100g).

L'analyse de la propolis a permis d'obtenir des valeurs de 1537,36 et 1900 mg EAG/100g pour les extraits méthanoliques et éthanoliques, respectivement. Ces valeurs sont inférieurs à celles rapportées par Kocot *et al.* (2018) qui varient de 3000 à 20000 mg d'équivalent acide gallique (GAE) /100g pour quelques miel de Pologne.

L'analyse statistique a révélé qu'il n'y a pas de différence significative entre les extraits méthanoliques et les extraits éthanoliques des produits de la ruche. Nous pouvons donc conclure que le type de solvant d'extraction utilisé n'a pas affecté la teneur en composés phénoliques des échantillons (Figure 4).

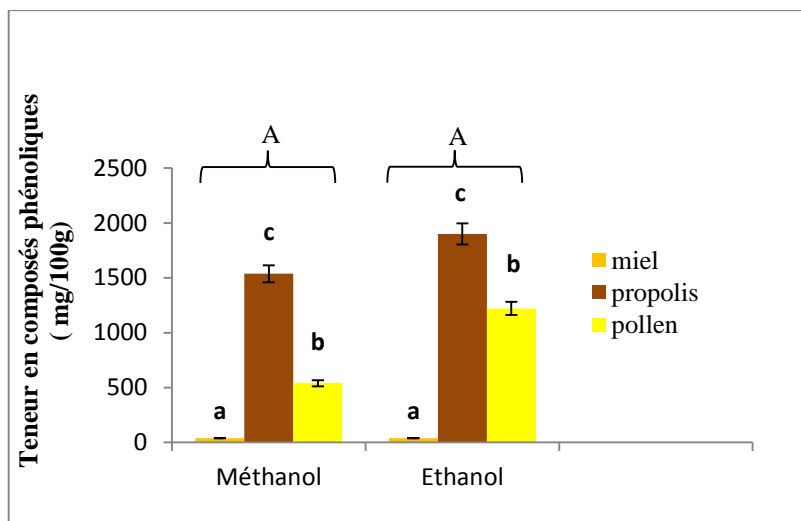


Figure 4 : Teneurs en composés phénoliques des échantillons.

Les valeurs portant des lettres différentes présentent des différences significatives

$$a < b < c < d < e.$$

I.2. Flavonoïdes

L'ensemble des résultats obtenus concernant le dosage des flavonoïdes des extraits éthanoliques et méthanoliques des échantillons sont illustrés par la figure 5 qui présente des teneurs en flavonoïdes allant de 28,3 à 3626,33 mg EQ/100g. L'extrait méthanolique du miel enregistre la teneur la plus faible en flavonoïdes par rapport aux autres produits, tandis que le pollen présente la teneur la plus élevée. Par contre pour l'extrait éthanolique, c'est la propolis qui présente la teneur la plus élevée.

Les résultats obtenus par Khalil *et al.* (2012) sont /2,707-7,178 mg EQ/100g/, concernant la teneur en flavonoïdes de quelques miels algériens sont inférieurs à ceux obtenus dans cette étude pour les deux extraits méthanolique et éthanolique respectivement (53,35 et 28,3mg EQ/100g).

Les teneurs en flavonoïdes du pollen obtenus par Oroian *et al.* (2017) sont de /34,33 - 68,23 mg EQ/100g/ qui sont inférieures à celles obtenus dans cette étude pour les deux extraits méthanolique et éthanolique, respectivement de /3626,33 et 1194,33 mg EQ/100g/.

L'analyse de la propolis a permis d'obtenir des valeurs de 2242,66 et 2300,33 mg EQ/100g pour les deux extraits méthanolique et éthanolique, respectivement. Ces valeurs sont inférieures à celles rapportées par Galeotti *et al.* (2018) sur les échantillons de la propolis du Maroc (1213 - 9148 mg EQ/100g).

L'analyse statistique a révélé qu'il n'y a pas de différence significative entre les extraits méthanoliques et les extraits éthanoliques des produits de la ruche (Figure 5).

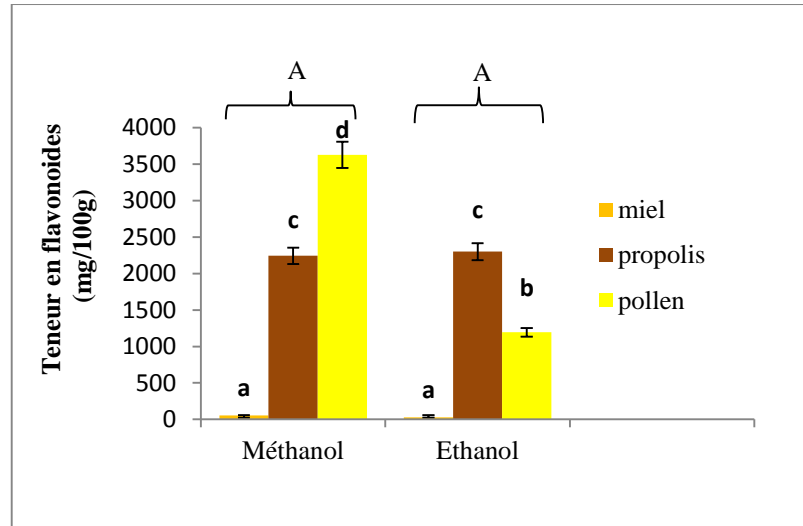


Figure 5 : Teneurs en flavonoïdes des échantillons.

Les valeurs portant des lettres différentes présentent des différences significatives $a < b < c < d$.

I.3. Caroténoïdes

Les teneurs en caroténoïdes des produits de la ruche analysés sont illustrées par la figure 6. Les échantillons présentent des teneurs plus au moins variables avec des différences significatives. La propolis se manifeste avec la teneur la plus élevée suivie du pollen tandis que le miel enregistre la teneur la plus faible.

La teneur en caroténoïdes de la propolis obtenue dans cette étude rentre dans l'intervalle des valeurs obtenues par Nair et Raho, (2017) (25 - 120mg β -Carotène/100g) pour différents échantillons de propolis du nord ouest Algérien.

Les résultats obtenus par Oroian *et al.* (2017) pour le pollen varient de 0,076 à 0,22 mg β -Carotène/100g). Ils sont fortement inférieurs à ceux obtenus dans la présente étude.

Les teneurs en caroténoïdes établies par Silverio *et al.* (2018) (0,28 - 0,43 mg β -Carotène/100g) pour des échantillons du miel monofloraux de l'Equateur sont inférieurs à celles obtenues dans cette étude. Ces variations s'expliquent par la source botanique, la zone géographique, ainsi que les conditions climatiques.

La teneur en caroténoïdes d'un composé peut servir d'indicateur de son activité antioxydante (Bueno-costa *et al.*, 2015).

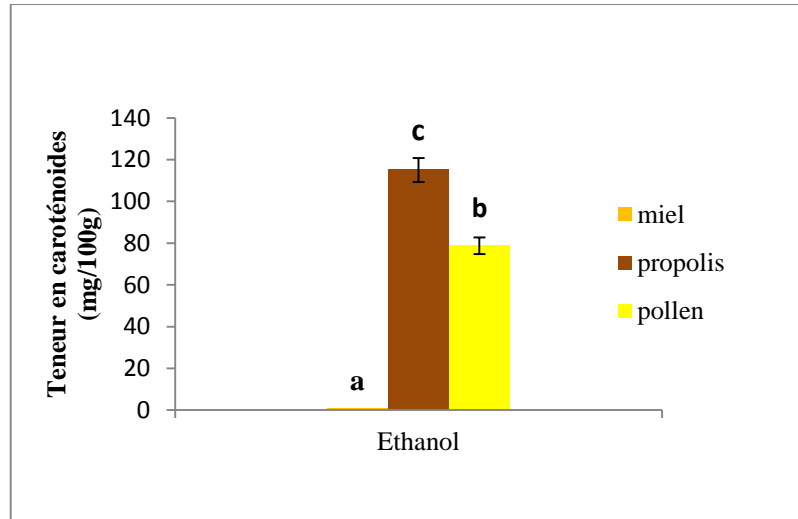


Figure 6 : Teneurs en caroténoïdes des échantillons.

Les valeurs portant des lettres différentes présentent des différences significatives

$$a < b < c.$$

I.4. Acide ascorbique

Les échantillons présentent des teneurs en acides ascorbiques plus ou moins variables avec des différences significatives ($p < 0.05$). La propolis se distingue par la teneur la plus élevée en acide ascorbique (7,02 mg AA/100 g) suivi par le pollen (6,85 mg AA/100 g). Enfin, le miel enregistre la teneur la plus faible (5,53 mg AA/100 g).

La concentration de l'acide ascorbique de l'échantillon de propolis de Roumanie déterminée par Dobrinas *et al.* (2006) est de 364 mg AA/100g, cette valeur est fortement supérieur à celle obtenue dans cette étude. Cela peut s'expliquer par l'origine florale.

Par contre la teneur en caroténoïdes de notre échantillon de pollen est supérieure à la teneur enregistrée par Bonté *et al.* (2013). Par ailleurs, le résultat du miel obtenu dans cette étude est inférieur à celui établie par Khalil *et al.* (2012). pour quelques miels algériens (23,6 à 31,59 mg AA/100g).

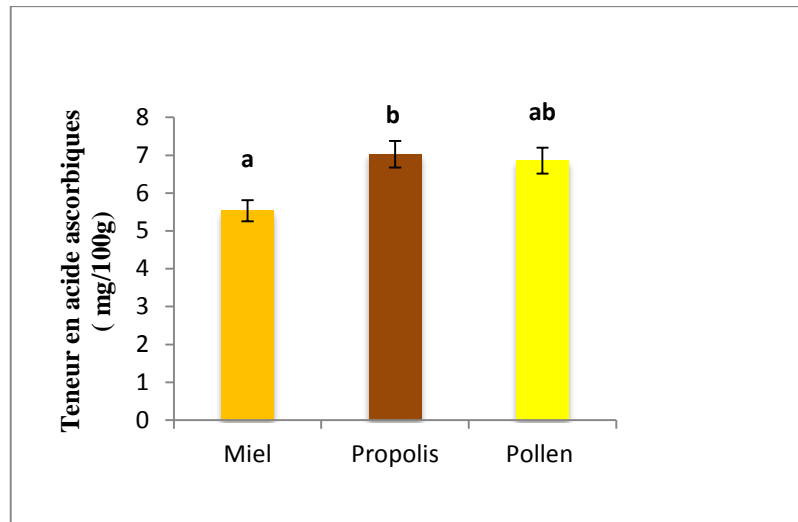


Figure 7 : Teneurs en acides ascorbiques des échantillons.

Les valeurs portant des lettres différentes présentent des différences significatives $a < b$.

II. Activité antioxydante

II. 1. Activité antiradicalaire (DPPH)

L'ensemble des résultats obtenus concernant l'activité antiradicalaire des extraits éthanoliques et méthanoliques des produits de la ruche sont illustrés par la figure 8. Les échantillons présentent une activité antiradicalaire variant de 23,68 à 79,17 %. Concernant les extraits méthanoliques, l'activité antiradicalaire la plus élevée est présentée par la propolis, suivie par le pollen, puis par le miel. Pour l'extrait éthanolique, l'activité antiradicalaire la plus élevée est présentée par le pollen et la plus faible par le miel.

Les résultats obtenus par Gul et Peheivan. (2018) concernant le pouvoir antiradicalaire du miel de Turquie (12,01 à 65,62 %) sont dans le même intervalle que l'extrait méthanolique et éthanolique respectivement (27,22 et 23,68 %).

Les pouvoirs antiradicalaires du pollen obtenus par Srankovà *et al.* (2013) (7,68 à 87,51 %), sont similaires à ceux obtenus dans cette étude pour les deux extraits méthanolique et éthanolique, respectivement (66,74 et 76,90 %).

L'analyse de la propolis a permis d'obtenir des valeurs de 79,17 et 69,21 % pour les extraits méthanolique et éthanolique, respectivement. Ces résultats sont similaires à ceux rapportés par Machado *et al.* (2016), (47,68 à 87,51 %).

L'analyse statistique a révélé qu'il n'y a pas de différence significative entre les extraits méthanoliques et éthanoliques des produits de la ruche.

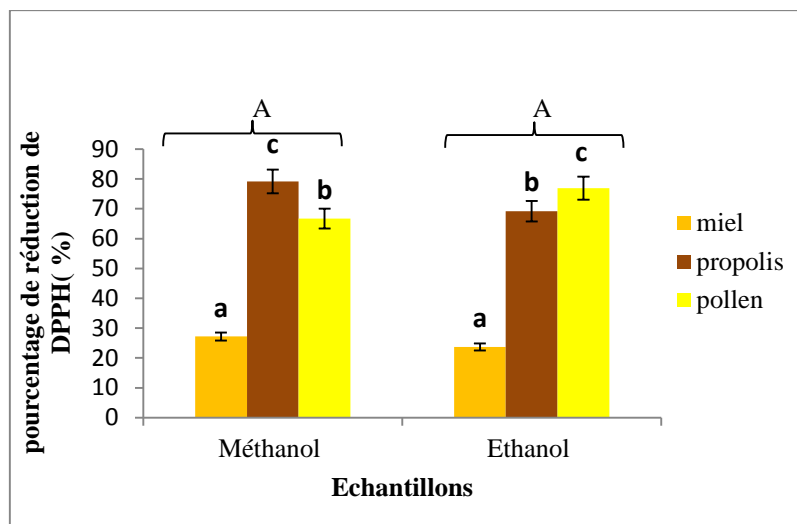


Figure 8 : Activité antiradicalaire (DPPH) des échantillons.

Les valeurs portantes des lettres différentes présentent des différences significatives $a < b < c$.

II. 2. Activité antiradicalaire (ABTS)

L'ensemble des résultats obtenus concernant l'Activité antiradicalaire ABTS des extraits éthanoliques et méthanoliques des produits de la ruche sont illustrés par la figure 9. Les pourcentages varient significativement de 11,11 à 55 %. Les échantillons sont classés par ordre croissant : $a < b < c < d < e$ avec des différences significatives. L'activité la plus élevée est présentée par le pollen suivie par la propolis puis par le miel.

Les résultats obtenus par Sousa *et al.* (2016) pour cette activité antiradicalaire de quelques échantillons de miel (23,2 à 81,6%) sont supérieurs à ceux obtenus pour l'extrait méthanolique et éthanolique, respectivement (11,11 et 15,54 %).

Par ailleurs, les pouvoirs antiradicalaires de l'ABTS de quelques échantillons du pollen obtenu par Mohdaly *et al.* (2015) (76.5 à 94.3%) sont supérieurs à ceux obtenus dans cette étude pour les deux extraits méthanolique et éthanolique, respectivement (55 et 38,67 %).

L'analyse de la propolis a révélé des valeurs de 32,89 et 38,67 % pour les deux extraits méthanoliques et éthanoliques, respectivement. Ces valeurs sont inférieures à celles rapportées par Machado *et al.* (2016) (49,60 à 98,5 %).

L'analyse statistique a révélé qu'il n'y a pas de différence significative entre les extraits méthanoliques et les extraits éthanoliques.

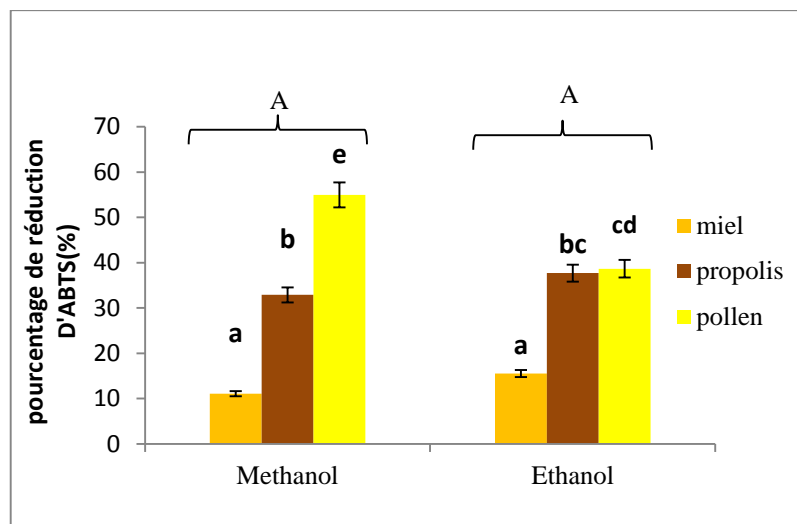


Figure 9 : Activité antiradicalaire (ABTS) des échantillons.

Les valeurs portants des lettres différentes Présentent des différences significatives
 $a < b < c < d < e$.

II.3. Pouvoir réducteur

D'après les résultats montrés dans la figure 10, il a été remarqué que tous les extraits possèdent un pouvoir réducteur plus ou moins important, avec des différences significatives ($p < 0,05$).

A une concentration de 0,1g/100ml, l'extrait méthanolique du pollen a montré un pouvoir réducteur maximum de l'ordre de 0,347, tandis que l'extrait méthanolique montre des valeurs plus faibles (0,246). A la même concentration, l'extrait méthanolique et éthanolique de la propolis enregistrent des valeurs qui sont de l'ordre de 0,302 et 0,292, respectivement. Il a été montré que les extraits éthanolique et méthanolique du miel possèdent un faible pouvoir réducteur révèle respectivement une valeur d'absorbance de 0,918 et 0,865 à une concentration de 1g/10ml, en comparaison aux extraits de pollen et de propolis.

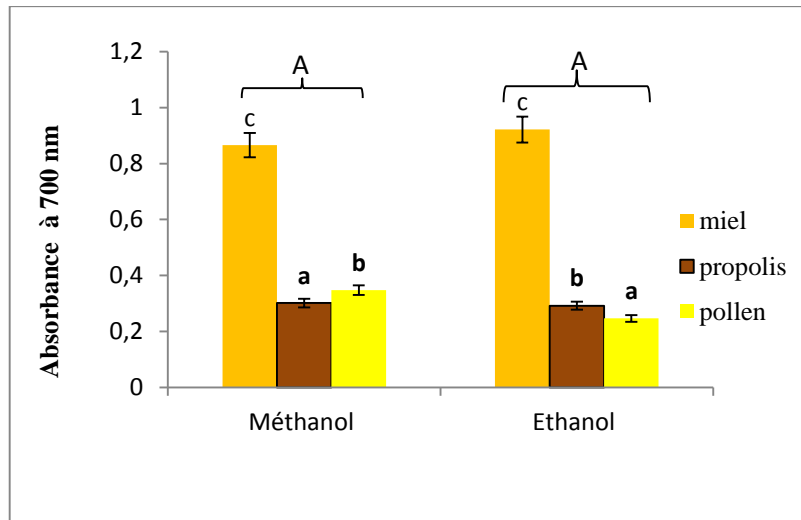


Figure 10 : pouvoir réducteur des produits de la ruche.

Les valeurs portant des lettres différentes présentent des différences significatives

$$a < b < c < d.$$

III. Analyse des corrélations

Une matrice de corrélation est établie entre les paramètres antioxydants et l'activité antioxydante des produits de la ruche étudiés (Tableau II).

De très bonnes corrélations positives sont observées entre le pouvoir réducteur et les teneurs en polyphénols totaux, en flavonoïdes, et en caroténoïdes. Des corrélations significatives sont également notées entre l'activité antiradicalaire et les teneurs en ces antioxydants

Une très bonne corrélation positive est enregistrée entre les teneurs en composés phénoliques des différents échantillons et leurs pouvoirs réducteurs ainsi qu'avec leurs activités antiradicalaires. Les coefficients de corrélations linéaires sont de 0,73 et 0,90, respectivement. Ils sont moins significatifs que celles obtenue par Khalil *et al.* (2012) ($r=1$, $p < 0.05$). Ceci confirme que les composés phénoliques contribuent au pouvoir réducteur et à l'activité antiradicalaire des produits de la ruche,

Des corrélations significatives sont également notées entre les teneurs en flavonoïdes des échantillons avec leurs activités antiradicalaires ainsi qu'avec leurs pouvoirs réducteurs. Les coefficients de corrélation sont de ($r=0,72$ et $0,88$ respectivement). Déjà obtenue par Moniruzzaman *et al.* (2014) ($r=0,87$, $p < 0.05$).

Ces résultats suggèrent que les propriétés antioxydantes des produits de la ruche sont fortement liées à leurs teneurs en agents antioxydants essentiellement les polyphénols, les caroténoïdes, les flavonoïdes. Le potentiel antioxydant de ces derniers est dû à leurs propriétés redox, qui leur permettent d'agir comme agents réducteurs, des donneurs d'hydrogène ou d'électron et des chélateurs de métaux (Tolba, 2016).

Tableau II : Matrice de corrélations des antioxydants et de l'activité antioxydante des produits de la ruche.

	Polyphénols	Flavonoïdes	Caroténoïdes	Pouvoir réducteur	ABTS	DPPH
Polyphénols		0.43	0.6	0.73	0.12	0.9
Flavonoïdes	0.43		0.87	0.88	0.54	0.72
Caroténoïdes	0.6	0.87		0.96	0.55	0.86
Pouvoir Réducteur	0.73	0.88	0.96		0.52	0.93
ABTS	0.12	0.54	0.55	0.52		0.35
DPPH	0.9	0.72	0.86	0.93	0.35	

Corrélation significative ($p < 0,05$).

Conclusion

Les composés antioxydants font l'objet de nombreux travaux car, en plus de leur utilisation comme conservateurs dans les produits alimentaires, en remplaçant les antioxydants de synthèse, ils interviennent dans le traitement de nombreuses maladies.

Dans la présente étude, une évaluation globale des teneurs en antioxydants et une détermination de l'activité antioxydante ont été réalisées sur trois produits de la ruche : le miel, la propolis et le pollen, en utilisant deux solvants d'extractions (méthanol 50% et l'éthanol 50%). Cette étude a donné des valeurs significativement différentes entre ces produits. Ces variations sont attribuées à l'origine florale, à la zone géographique et aux conditions climatiques.

Concernant la composition en substances antioxydantes, l'ensemble des résultats obtenus a permis d'enregistrer des teneurs en polyphénols totaux très variables, le meilleur taux est enregistré par la propolis (1900mg EAG/100g), suivie par le pollen (1589mg EAG/100g), et enfin par le miel (38,5mg EAG/100g).

Concernant la composition en substances antioxydantes, la propolis renferme la teneur la plus importante en composés phénoliques, suivi par le pollen, et enfin par le miel.

Concernant les flavonoïdes, le pollen contient la concentration la plus élevée (1221mg EQ/100g), suivi par la propolis et le miel. L'évaluation de l'activité antioxydante (activité antiradicalaire et pouvoir réducteur) montre que la propolis détient le plus haut pouvoir antioxydant, suivie par le pollen.

La plus grande efficacité des échantillons sur le pouvoir réducteur est enregistrée par le pollen (0.347).

L'étude statistique a révélé qu'il n'y a pas de différences significatives entre les extraits méthanoliques et les extraits éthanoliques. D'après ces résultats, on peut conclure que le type de solvant d'extraction utilisé n'affecte pas la composition chimique en antioxydants et donc les propriétés biologiques à savoir l'activité antioxydante des produits de la ruche.

D'intéressantes corrélations ont été constatées entre les teneurs en antioxydants et leurs activités antioxydantes.

En perspectives, il serait intéressant d'élargir l'échantillonnage à différentes régions et de comparer ces produits à d'autres produits de la ruche (gelée royale, la cire),

d'approfondir les recherches d'optimisation des procédés d'extraction, de fractionnement et l'identification, et de caractériser d'autres composés qui peuvent avoir d'autres activités et donc d'autres effets thérapeutiques. Ce qui aiderait à valoriser les produits apicoles dans le domaine pharmaceutique.

A

Alencar S.M., Oldoni T.L.C., Castro M.L., Cabral S., Costa Neto . & Cury J.A. (2007) . Chemical composition and biological activity of a new type of Brazilian propolis: red propolis. *Journal Ethnopharmacol*, 113 : 278-283.

Alvarez-Suarez J.M., Tulipani S., Díaz D., Estevez Y., Romandini S., Giampieri F., Damiani E., Astolfi P., Bompadre S. & Battino M. (2010). Antioxidant and antimicrobial capacity of several monofloral Cuban honeys and their correlation with color, polyphenol content and other chemical compounds. *Journal of Food Chemistry and Toxicology*: 2490-2499.

Al-Waili A., Al-Ghamdi M., Ansari J., Al-Attal Y., Al-Mubarak A. & Salom. K. (2013). Differences in composition of honey samples and their impact on the antimicrobial activities against drug multiresistant bacteria and pathogenic fungi *Arch. Medical Research Engineering*, 44:307-316.

Anonyme. (2003). La Bible de l'apiculteur : abeilles, miels et autres produits, Edition Delachaux et Niestlé. ISBN : 9782603018934.

B

Ball D. (2007). The Chemical Composition of Honey. *Journal of Chemical Composition* ,84: 1643.

Ballot-Flurin. (2013). Les bienfaits de l'apithérapie. Ed: Eyrolles. EAN13 : 9782212545227

Bancova V., DE Castro L., Marcucci C. (2000). Propolis: recent advances in chemistry and plant origin. *Apidologie*, 31 : 3–15.

Barberena N.T. (2003). Des abeilles et des hommes. Miel et commerce équitable : l'exemple du miel Maya au Mexique. Ed : miel maya honing ; ISBN : 2874153052.

BIRI. 2002. LE GRAND LIVRE DES ABEILLES cours d'apiculture moderne Renna Veto, Ed De Vecchi S.A.Paris.

Bonta V., Al. Marghitas L., Bobis O., Margoan R., Barnutiu L., Dezmiorean. (2013). Quantitative Determination of Vitamin C in Honey and Bee Pollen Using HPLC-DAD Method. Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies,70 (1) : 31-36.

Bonté F. & Desmoulière A. (2013). Le miel : Origine et Composition. Actualités Pharmaceutiques.Centre de recherche apicole suisse.

Boulanouar B, Mounir H, Ahmed B & Abdelaziz G. (2017). Total Phenolic, Flavonoid Contents and Antioxidant Activities of Honey and Propolis Collected from the Region of Laghouat (South of Algeria). *International Journal of Pharmacognosy and Chinese Medicine*, 1(2): 000110.

Budryn G. & Nebesny E. (2006). Phenolic acids-their properties, occurrence in plant materials, absorption and metabolism. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 39: 103–110.

Bueno-Costa F.M., Zambiasi Bruna R.K., Wendt Bohmer Fabio Clasen Chaves, da Silva W.P., Zanusso J.T. & Dutra L. (2016). Antibacterial and antioxidant activity of honeys from the state of Rio Grande do Sul, Brazil. *LWT - Food Science and Technology*, 65: 333-340.

C

Canabady L., Harscoat-Schiavo C., Kessler V., Fournier A., Girardet J.M. (2015). Determination of reducing power and metal chelating ability of antioxidant peptides: Revisited methods. *Food Chemistry*,183 : 129-135

Cardoso S.M., Ribeiro M., Ferreira I.L., & Carvalho Rego. (2011). Northeast Portuguese propolis protects against staurosporine and hydrogen peroxide-induced neurotoxicity in primary cortical neurons. *Food and chemical toxicology: an international*

journal published an international published for the Britich industrial Biological Research Association, 49(11): 2862-8.

Carpes, S.T.; Mourão, G.B.; Alencar S.M. & Masson M.L. (2009). Chemical composition and free radical scavenging activity of *Apis mellifera* bee pollen from Southern Brazil. *Brazilian Journal of Food Technology*, 12: 220–229.

Cherbuliez T. &, Domerego R. 2003. L'apithérapie : médecine des abeilles. ISBN-10: 2930353147/ISBN-13: 978-2930353142.

Chua L.S., Rahaman N.L.A., Adnan N.A. & Tan. T.T.E. (2013). Antioxidant Activity of Three Honey Samples in Relation with Their Biochemical Components. *Journal of Analytical Methods in Chemistry* : 1-8.

Codex Alimentarius 2001 : PROGRAMME MIXTE FAO/OMS SUR LES NORMES ALIMENTAIRES. Commission du Codex Alimentarius. ALINORM 01/25, 1-31.

Cramp D. 2008. A practical Manual of BEEKEEPING. British Library ISBN 9781848033061.

Cuvillier.A. (2015). Miel, Propolis, Gelée royale : Les abeilles alliées de notre système immunitaire. Thèse de Doctorat en Pharmacie. Université de Lille 2, Faculté de pharmacie, page : 49.

D

Da Silva P., Cony Gauche, Valdemiro-Gonzaga L., Costa A.C.O. & Fett R. (2015). Honey: Chemical composition, stability and authenticity stability and authenticity, *Food Chemistry*, 196 : 309–323.

Dobrinas S., Matei N., Soceanu A., Birghila. & Popescu V. (2006). Estimation of vitamin C and cd, cu, pb content in honmey and propolis. (Paper presented at COFrRoCA 2006: Quatrième Colloque Franco-Roumain de Chimie Appliquée, 28 June – 2 July, Clermont-Ferrand, France).

Dobrowolski, Vohora J.W., Sharma S.B. & Shah K. (1991). Antibacterial, antifungal, antiamebic, antiinflammatory and antipyretic studies on propolis bee products. *Journal of Ethnopharmacology*, 35 :77-82.

E

El-Haskoury R., Kriaa W., Lyoussi B., Makni M. Ceratonia siliqua honeys from Morocco: Physicochemical properties, mineral contents, and antioxidant activities.

Journal of Food and Drug Analysis, 26 : 67 - 73.

El Khazafi .A. T, Al Kahtani S. & Taha.R. (2017). Protein content and amino acids composition of bee-pollens from major floral sources in Al-Ahsa, eastern Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Science*, (In press).

Eon N. (2011). De la fleur à l'abeille, de l'abeille au miel, du miel à l'Homme : Miel et autres produits de la ruche. Thèse de Doctorat en Pharmacie. Université de Nantes, Faculté de pharmacie 163, 94.

Escuredo O., Miguez M., Fernandez-Gonzalez M. & Seijo C. (2014). Nutritional value and antioxidant activity of honeys produced in a European Atlantic area. *Food Chemistry*, 138: 851–856.

F

Fatrcová-Šramková K., Nôžková J., Kačániová M., Máriássyová M., Rovná K. & Stričík M. (2013). Antioxidant and antimicrobial properties of monofloral bee pollen. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*: 48:133–138. ISSN: 0360-1234. ISSN: 0360-1234.

Feás, X., Vázquez-Tato M.P., Estevinho, L., Seijas J.A. & Iglesias A. (2012). Organic bee pollen: Botanical origin, nutritional value, bioactive compounds, antioxidant activity and microbiological quality. *Molecules* 17 : 8359–8377.

Ferreira I., Aires E., Barreira J., Estevinho L. (2009). Antioxidant activity of Portuguese honey samples: different contributions of the entire honey and phenolic extract. *Food Chemistry* : 1438-1443.

G

Galeotti F., Maccari F., Fachini A. & Volp V. (2018). Chemical Composition and Antioxidant Activity of Propolis Prepared in different Forms and in different Solvents Useful for Finished Products. *Journal of Foods* : 7, 41.

García-Tenesaca M., Navarrete E.S.; Iturralde G.A.; Villacrés Granda I.M.; Tejera E., Beltrán-Ayala P., Giampieri F., Battino M. & Alvarez-Suarez J.M.(2017). Influence of Botanical Origin and Chemical Composition on the Protective Effect against Oxidative Damage and the Capacity to Reduce In Vitro Bacterial Biofilms of Monofloral Honeys from the Andean Region of Ecuador. *International Journal of Molecular Sciences*, 19 (1): 45.

Graikou K., Kapeta S., Aligiannis N., Sotiroudis G., Chondrogianni N., Gonos E. & Chinou I. (2011). Chemical analysis of Greek pollen - Antioxidant, antimicrobial and proteasome activation properties. *Chemistry Central Journal*, 5: 33-41.

Gül A. & Pehlivan T. (2018). Antioxidant activities of some monofloral honey types produced across Turkey. *Saudi Journal of Biological Sciences*. In press.

H

Haro, A., Lopez-Aliaga I., Lisbona F., Barrionuevo M., Alferez M.J.M. & Campos M S. (2000). Beneficial effect of pollen and/or propolis/on the metabolism of iron, calcium, phosphorus, and magnesium in rats with nutritional ferropenic anemia. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48 (11): 5715-5722.

Hoyet. C. (2005). Le miel : De la source à la thérapeutique. Thèse de Doctorat en Pharmacie. Université de Henri Poincaré - NANCY I, Faculté de pharmacie, page 50, 64.

I

Iglesias, M.T., Lorenzo C., Polo M., MartínAlvares P.J. & Pueyo E. (2004). Usefulness of amino acid composition to discriminate between honeydew and floral honeys. Application to honeys from a small geographic area. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52:84-89.

k

Karabagias A., Badeka S., Kontakos S., Karabournioti M. & Gand Kontominas. (2014). Characterization and classification of Greek pine honeys according to their geographical origin based on volatiles, physicochemical parameters and chemometrics. *Food Chemistry*, 146: 548-557.

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

Knazovicka V., Melich M., Kacaniova M., Fikselova M., Hascik P. & Chlebo R. (2009). Antimicrobial activity of selected bee products. *Acta Fytotechnica et Zootechnica* 12: 280–285.

Kocot J., Kielczykowska M., Luchowska-Kocot F., Kurzepa J. & Musik I. (2018). Bee Pollen, and Royal Jelly: Possible Medical Antioxidant Potential of Propolis Application. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. Article ID 7074209 : 29.

Koechler .S. (2015). Le miel dans la cicatrisation des plaies : Un nouveau médicament ?
Thèse de Doctorat en Pharmacie. Université de Lorraine. Faculté de pharmacie : 41, 57-66.

L

Leja M., Mareczek A., Wyżgolik G., Klepacz-Bania J., & Czekońska K. (2007). Antioxidative properties of bee pollen in selected plant species, *Food Chemistry*, 100: 237-240.

M

Machado .S., MokochinskiJB., deLira, DeCassia.F.,DeOliveira E., Cardoso V., Guima

rães-Ferreira R., Helena A.C., Sawaya F., Ferreira A.G., Pessoa C., Cuesta Rubio O., Monteiro M.C., De Campos S. & Torres Y.R. (2016). Comparative Study of Chemical Composition and Biological Activity of Yellow, Green, Brown, and Red Brazilian Propolis. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, Article ID 6057650 : 11.

Margaoan R., Al. Marghitas, Dezmarean D., Cristina M. Mihai, Bobis. & (2010). Bee Collected Pollen – General Aspects and Chemical Composition University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine, Faculty of Animal Science and Biotechnologies, 3-5 Manastur Street, 400372 Cluj-Napoca, Romania.

Mato I., Huidobro F., Simal-Lozano J. & Sancho M.T. (2006). Analytical Methods for the Determination of Organic Acids in Honey, *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 36:1, 3-11.

Mohdaly A., Awad A., Mahmoud Mohamed., Roby H., Iryna Smetanska. & Mohamed F. R. (2015). Phenolic Extract from Propolis and Bee Pollen: Composition, Antioxidant and Antibacterial Activities. *Journal of Food Biochemistry*. 39, (5):538-548.

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

N

Nair S., & Raho G. (2017). Evaluation of antioxidant properties of propolis collected in North-west of Algeria. *International Journal of Biology, Pharmacy and Allied Sciences* 6(3): 494-503. ISSN: 2277–4998.

Nascimento K.S, Gasparotto Sattler J.S, Macedoa L.F.R., González C.V.S., Melo I.L.P., Araújo E., Granatoc D., Sattler A., Bicudo L. & Muradiana A. (2018). Phenolic compounds, antioxidant capacity and physicochemical properties of Brazilian *Apis mellifera* honeys. *LWT - Food Science and Technology*, 91 :85–94.

Nayik G.A., & V. Nanda. (2015). Physico-chemical, enzymatic, mineral and colour characterization of three different varieties of honeys from Kashmir valley of India with a multivariate approach. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* ,2 (65) (2015): 101-108.

O

O'Neal, Scott T., Carlyle C, Brewstera, Jeffrey R. Bloomquistb. & Troy D. Andersonc. (2017). Amitraz and its metabolite modulate honey bee cardiac function and tolerance to viral infection *.Journal of Invertebrate Pathology*, 149: 119–126.

Oroian M., Ropciuc S., Buculei . (2017). Authentification Roumaine du miel basée sur des paramètres physico-chimiques et chimiométrie. *Journal de la mesure et de la caractérisation des aliments*, 11 (2) : 719-725.

Ouamani A., Bencharki B., Dari N. & Hilali. (2017). Antioxidant Activities of Propolis collected from Different Regions of Morocco. *International Journal of Scientific & Engineering Research* 8, (11), ISSN 2229-5518 I.

P

Pascoal, A., Rodrigues, S., Teixeira, A., Feás, X. & Estevinho, L. M. (2014). Biological activities of commercial bee pollens: antimicrobial, antimutagenic, antioxidant and antiinflammatory. *Food Chemistry . Toxicology*, 63: 233-239.

Paterson P. 2008, L'apiculture, Ed : Quae ,144 : 5-142.

R

Renneberg R., Berkling V., Lorocho V. & (2017). Biotechnology for Beginners (Second Edition). Chapter 5 – Viruses, Antibodies, and Vaccines. : 165, 167–200.

Rossant. A. (2011). Le miel, un composé complexe aux propriétés surprenantes. Thèse de Doctorat en Pharmacie. Université de Limoge, Faculté de pharmacie : 73, 77-86.

Rzepecka-Stojko A., Stojko J., Kurek-Górecka A., Górecki M., Kabała-Dzik A., Kubina R., Moździerz A. & Ewa Buszman, (2015). Polyphenols from Bee Pollen: Structure, Absorption, Metabolism and Biological Activity. *Molecules* (20): 21732–21749.

Rzepecka-Stojko A., Stojko J., Jasik K. & Buszman E. (2017). Anti-Atherogenic Activity of Polyphenol-Rich Extract from Bee Pollen. *Nutrient*, 9(12):1369.

S

Salatino A., Teixeira EW., Negri G. & Message .D. (2005). Origin and chemical variation of Brazilian propolis. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* , 2: 33–38.

Santos R.V. (2012). Propolis: Alternative Medicine for the Treatment of Oral Microbial Diseases, *Alternative Medicine Hiroshi Sakagami, IntechOpen*, 10.5772/54003.

Sattler J.A.G., Pereirade M., Granato D., Araújo E., da Silva de Freitas A. & Barth O.M. (2015). Impact of origin on bioactive compounds and nutritional composition of bee pollen from southern Brazil: A screening study. *Food Research International*, 77, part 2 : 82, 91.

Shimizu T., Takeshita Y., Takamori Y., Kai H., Sawamura L., Yoshida H, Watanabe., Tsutsumi A., Yong Kun., Ken Yasukawa, Koji Matsuno, Kimiyasu Shiraki & Masahiko Kurokawa. (2012). *Efficacy of Brazilian Propolis against Herpes Simplex Virus Type 1 Infection in Mice and Their Modes of Antiherpetic Atsuko.*

Sikorski, Z.E. (2007). Nutritional and health properties of food compounds. In *Food Chemistry*, 1st ed.; Sikorski, Z., Ed.; WNT: Warsaw, Poland; 3: 204–220.

Silverio L.A., Iturralde G, García-Tenesaca M., Moreta J.P., Narváez-Narváez D.A., Rojas-Carrillo M., Tejera E., Beltrán-Ayala P, Giampieri F. & Alvarez-Suarez J.M. (2018). Physicochemical parameters, chemical composition, antioxidant capacity, microbial contamination and antimicrobial activity of Eucalyptus honey from the Andean region of Ecuador. *Journal of Apicultural Research*. ISSN: 0021-8839.

Sousa M., Souza E.L., Marques G., Meireles B., Magalhães .C, Gullón B., Pintado M.M. & Magnani. (2016). Polyphenolic profile and antioxidant and antibacterial activities of monofloral honeys produced by Meliponini in the Brazilian semiarid region. *Food Research International*. 84: 61–68.

Szczęśna, T. (2006). Long chain fatty acids composition of honeybee-collected pollen. *Journal of apicultural science*, 50: 65–79.

T

Tolba I. (2016). Détermination d'un Méta-Paramètre pour l'estimation de la capacité antioxydante globale des Thés, Tisanes et Jus. Université du Québec à trois rivières.

V

Valente M.J., Baltazar A.F., Henrique R., Estevinho L. & Carvalho M. (2011). Biological activities of Portuguese propolis: protection against free radical-induced erythrocyte damage and inhibition of human renal cancer cell growth in vitro. *Food Chemistry Toxicology*, 49 (1):86-92.

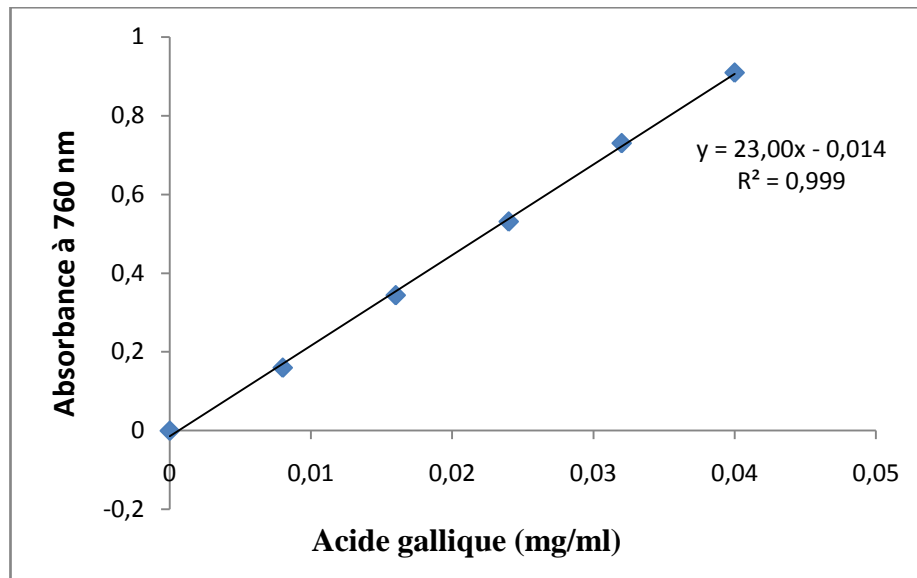
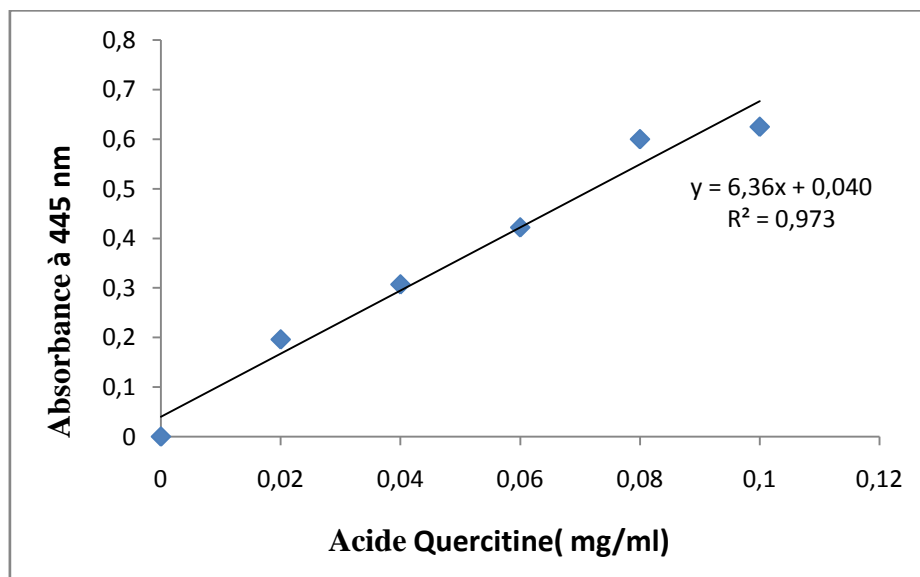
Vassev Komosinska- K., Olczyk P., Kaźmierczak J., Mencner L. & Olczyk, K. (2015). Bee pollen: chemical composition and therapeutic application. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 297425.

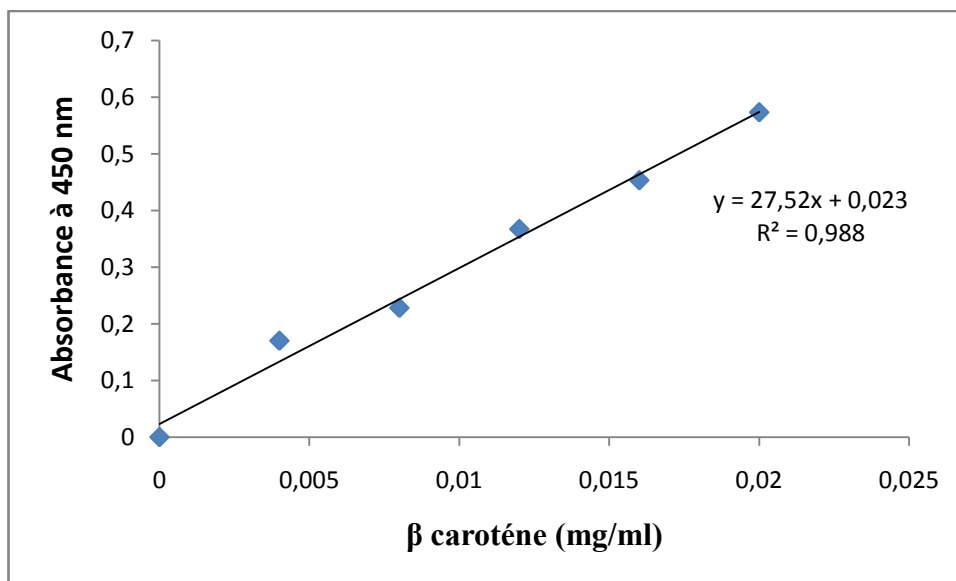
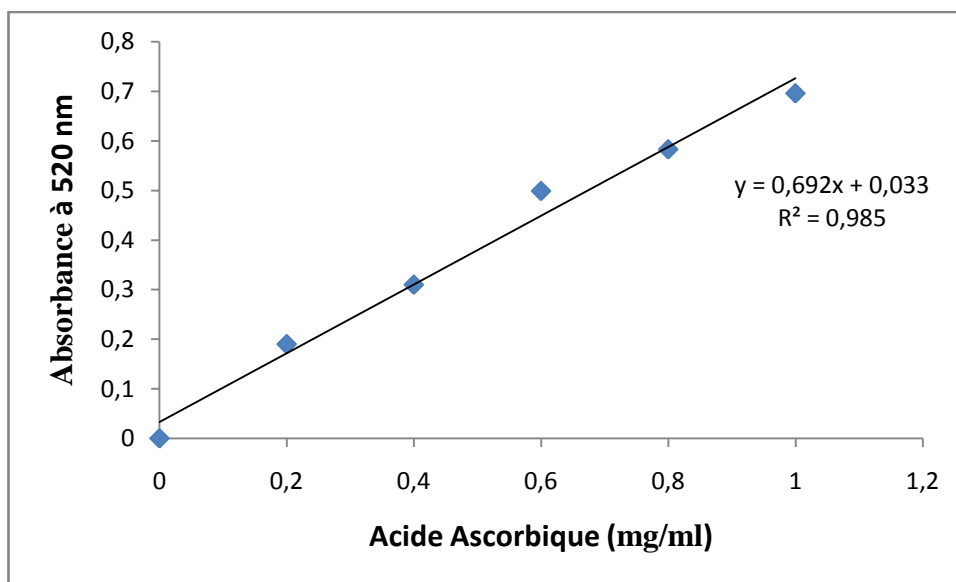
W

Won S., Deug-Chan L., Hyun Ko, Rhee H. (2008). Honey major protein characterization and its application to adulteration detection. *Food Research International*, 41 (10):952-956.

Z

Zielonka.E. (1987). Effet de la Propolis en cours de traitement d'arthrite rhumatoïde avec ankylose et raideur des articulations de la colonne vertébrale, évaluation clinique et de laboratoire. *Aujourd'hui l'apithérapie*, 5465 : 41.

Annexe : Les courbes d'étalonnages**Annexe 1 :** courbes d'étalonnage des polyphénols.**Annexe 2 :** courbes d'étalonnage des flavonoïdes

Annexe 3 : courbe d'étalonnage des caroténoïdes.**Annexe 4** : courbe d'étalonnage d'acide ascorbique.

Partie

bibliographique

Partie
pratique

Références

bibliographiques

Conclusion

Et

Perspectives

Introduction

Matériel
Et
Méthodes

Résultats
Et
Discussion

Résumé

Le but de cette étude est la détermination des teneurs totales en antioxydants ainsi que d'évaluer les activités antioxydantes des produits de la ruche (miel, propolis, et pollen), collectés dans la même région (Chellata). Les résultats montrent que les produits analysés présentent des teneurs en antioxydants des échantillons variables. La propolis est caractérisée par les teneurs les plus élevées en composés phénoliques, en caroténoïdes, et en acide ascorbique. Le pollen est le produit le plus concentré en flavonoïdes. L'activité antioxydante mesurée par la réduction du radical DPPH et le pouvoir réducteur ainsi que l'activité antiradicalaire (ABTS) montre que la propolis suivie du pollen sont les produits les plus actifs. De bonnes corrélations sont établies entre les paramètres antioxydants des produits de la ruche étudiés, indiquant de bonnes propriétés antioxydantes.

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

Abstract

The aim of this study is to determine the total antioxidant levels, as well as to evaluate the antioxidant activities of bee products (honey, propolis, and pollen), collected in the same region (Chellata). The results show that the analyzed products have antioxidant contents of the variable samples. Propolis is characterized by the highest levels of phenolic contents, carotenoids, and ascorbic acid. Pollen is the most concentrated product in flavonoids. The antioxidant activity measured by the reduction of the radical DPPH and the reducing power as well as the antiradical activity ABTS shows that the propolis followed by the pollen are the most active products. Good correlations are established between the antioxidant parameters of the hive products studied, indicating good antioxidant properties.

Keywords: Honey, Pollen, Propolis, Antioxidants, Antioxidant activities.