

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

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



Réf :.....

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

Thème

**Propriétés biologiques de quelques produits de la ruche :
mille, le pollen, propolis et cire d'abeille**

Elaboré par :
BOUAMAMA Walid

Membre de Jury :

Mme HAMRI S. MCA

Mme TAFININE Z. MCA

Mme TOUATI N. professeur

President

Encadreur

Examineur

Année universitaire : 2021 / 2022

Remerciements

Avant tout je remercie Dieu tout puissant qui m'a procuré courage et volonté pour achever ce modeste travail.

Je tiens à remercier Mme HAMRI d'avoir accepté de présider le jury de ma soutenance.

Je remercie sincèrement ma promotrice Mme TAFININE, s'est toujours montrée à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'elle a bien voulu nous consacrer.

Je remercie également Mlle TOUATI qui a consacré de temps pour le lecteur de mon mémoire ainsi que pour toutes les remarque et corrections.

Je souhaite adresser mon remerciement les plus sincères aux personnes qui nous ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce travail en particulier MEZAHAM Kahina & SADELLI Lyliia.

Liste des abréviations

ADN : Acide Désoxyribonucléique

BHT : Dibutyl hydroxytoluene

DPPH : 1,1-diphényl-2picrylhydrazyl

EAG : Equivalent acide gallique.

EQ : Equivalent quercitrine

KCAL : Kilocalorie

Meq : Milléquivalent

Nm : nanomètre

ORAC : Oxygen radical absorbance capacity

Liste des figures

Figure 1 : Organisation sociale des abeilles	3
Figure 2 : structure d'un grain de pollen	13
Figure 3 : Composition moyenne du pollen	14
Figure 4 : la cire d'abeille	21
Figure 5 : composition moyenne de la cire d'abeille	22
Figure 6 : Photographie de la propolis	24
Figure 7 : Photographie de la cire d'abeille	24
Figure 8 : : Teneurs en composés phénoliques des produits de la ruche	26
Figure 9 : teneurs en flavonoïdes des produits de la ruche	27
Figure 10 : teneurs en caroténoïdes des produits de la ruche	28
Figure 11 : Activité antiradical DPPH des produits de la ruche	29
Figure 12 : Pouvoir réducteur des produits de la ruche	30

Liste des figures en annexes

Figure a : Courbe d'étalonnage des composés phénolique.

Figure b : Courbe d'étalonnage des flavonoïdes.

Figure c : Courbe d'étalonnage des caroténoïdes.

Figure d : Courbe d'étalonnage de l'activité anti radical.

Figure e : courbe d'étalonnage du pouvoir réducteur.

Liste des tableaux

Tableau I : Principaux composants du miel en pourcentage7

Table des matières

Table des matières

Liste des abréviations

List des figures

Liste des tableaux

Introduction

Synthèse bibliographique

1. L'apiculture	2
1.1 Définition de l'abeille	2
1.2 Organisation social des abeilles	2
2. Le miel	3
2.1 Définition de miel	3
2.2 Principales ressources et plantes mellifères en Algérie	4
2.3 Classification des miels	4
2.3.1 Miel de nectar	4
2.3.2 Miel de miellat	5
2.4 Élaboration de miel	6
2.5 Composition	7
2.5.1 Eau	7
2.5.2 Sucres	8
2.5.3 Acides	8
2.5.4 Protéines	8
2.5.5 Matières minérales ou cendres	8
2.5.6 Composés phénolique	9
2.5.7 Hydroxyméthylfurfural (HMF)	9
2.5.8 Vitamines	9
2.5.9 Enzymes	9
2.5.10 Pollen	9
2.6 Propriétés de miel	10
2.6.1 Propriétés physico-chimique	10
2.6.2 Propriétés nutritionnelles	11
2.6.3 Propriétés anti-oxydantes	11
2.6.4 Propriétés thérapeutiques	11
2.6.5 Activité cicatrisante	12
2.6.6 Activité anti-inflammatoire	12
2.6.7 Propriétés antibactériennes	12
2.6.8 Autres composants	12
3. Le pollen	13
3.1 Définition de pollen	13
3.2 Structure de grain de pollen	13
3.3 Composition chimique de pollen	13
3.4 Valeur nutritionnelles et effet thérapeutiques du pollen	15
4. La propolis	16

4.1 Définition de la propolis	16
4.2 Origine de la propolis	16
4.3 Caractéristique organoleptique	16
4.4 Caractéristique physique	17
4.5 Caractéristique chimique	17
4.6 Utilisation de la propolis	18
4.7 Effet biologique	19
5. La cire d'abeille	21
5.1 Définition de la cire d'abeille	21
5.2 Composition chimique de la cire d'abeille	21
5.3 Usage de la cire d'abeille	22
5.4 Valeur thérapeutique de la cire d'abeille	22
5.5 Caractéristiques sensorielle et physico-chimique de la cire d'abeille	22
5.5.1 Caractéristique sensorielle	22
5.5.2 Caractéristique physicochimique	23

Partie pratique

I. Matériel et méthodes

1. Echantillonnage et préparation des échantillons	24
2. Dosage des antioxydants et évaluation de l'activité antioxydante	24
2.1 Extraction des antioxydants	24
2.2 Dosages des antioxydants	24
2.2.1 Dosage des composés phénolique	24
2.2.2 Dosage des flavonoïdes	25
2.2.3 Dosage des caroténoïdes	25
2.2.4 Activité antiradical DPPH	25
2.2.5 Pouvoir réducteur	25
3. Etude statistique	25

II. Résultats et discussion

1. Composés phénolique	26
2. Teneur en flavonoïdes	27
3. Teneur en caroténoïdes	28
4. Activité anti radical DPPH	29
5. Pouvoir réducteur	29

Conclusion	31
-------------------------	-----------

Références bibliographiques	33
--	-----------

Annexes

Introduction

Introduction

« *si l'abeille venait à disparaître, l'homme n'aurait plus que quelques années à vivre* », Albert Einstein... les abeilles font partie depuis des millénaires de la culture et du patrimoine humain, elles sont donc essentielles au maintien d'une biodiversité végétale très importante pour l'humanité (**David Paterson, 2008**), car sans elles, pas de grains, pas de fruits et pas de reproduction possible pour une grande majorité de plantes, elle rendent un service écologique précieux et indispensable (**Bacher, 2008**). Les principaux produits auxquels s'intéresse l'apiculteur sont par ordre d'importance, le miel, le pollen, la gelée royale et la propolis et la cire, qui ont un impact positif sur la santé humaine grâce à leur richesse en composés phénoliques notamment les flavonoïdes, en protéines, en vitamines, ...

L'Algérie est un pays vaste ayant une flore très diversifiée permettant une production qualitative et quantitative du miel. La production annuelle du miel a atteint 48.000 tonnes en 2009 contre 33.000 tonnes en 2008", L'Algérie produit 13 variétés de miel en plus d'autres produits apicoles comme la cire au naturel ou transformée à des objets de décoration (**DSA**).

Le miel possède un pouvoir énergétique grâce à sa composition élevée en glucides (Cousin, 2014), et plusieurs effets thérapeutiques (activité antioxydante, action cicatrisante, anti-inflammatoire, antifongique, antibactérienne ...) (Gharbi, 2011).

Les grains de pollen sont la source la plus importante en protéines pour la survie des abeilles. Pendant leurs vols de collecte de pollen, les grains de pollen des fleurs sont recueillis sous forme de petites pelotes sur les pattes postérieures des butineuses. Le pollen ainsi collecté est stocké à l'intérieur de la ruche dans des alvéoles spécifiques, séparément de celles réservées au stockage du nectar. Par ailleurs, et pour des besoins alimentaires, l'apiculteur peut recueillir le pollen d'abeille, sous forme de pelotes, par l'installation d'un piège à pollen à l'entrée de la ruche (**Almeida-Muradian, 2005**).

La propolis renferme beaucoup de flavonoïdes dont elle tire sa capacité à piéger les radicaux libres, et d'autres propriétés thérapeutiques (**Sauvager, 2012 ; Cousin, 2014 ; Gharbi, 2011**).

La cire d'abeille possède aussi une activité antioxydante (**Anilakumar et al, 2007**), mais elle présente un avantage supplémentaire d'être non périssable qui sera utilisée directement pour confectionner des bougies ou utilisée dans le domaine cosmétique... (**Philippe, 1999 ; Gharbi, 2011**).

Afin d'étudier les caractéristiques biologiques et les propriétés antioxydantes des quatre produits de la ruche (le miel, pollen, propolis, la cire d'abeille) et faire une comparaison, le présent travail est divisé en deux parties, la première partie est une synthèse bibliographique où sont exposées les généralités sur la ruche et les produits de ruche. La deuxième partie, la partie pratique, est scindée en deux sections dont la première décrit le matériel et les méthodes utilisées et la seconde est réservée pour les résultats obtenus et la discussion.

Synthèse bibliographique

1. L'apiculture :

L'apiculture est l'art de cultiver les abeilles dans le but de retirer de cette industrie le maximum de rendement avec le minimum de dépenses (**Warré, 2005**). Les produits apicoles commercialisés sont le miel, la cire, le pollen, la propolis et la gelée royale. Cette activité d'appoint contribue au développement de l'élevage et à la protection de l'environnement (**Cran, 1990**).

1.1 Définition de l'abeille :

L'abeille est un insecte social appartenant à l'ordre des hyménoptères (**Plataux et al, 1982**). Ils sont apparus il y a 45 millions d'années nettement avant l'homme (**Daniem, 1983**) cependant, certains paléontologues découvrirent leurs fossiles dans les ambres de la Baltique depuis plus de 60 millions d'années (**Winston, 1993**). 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 sud, l'Australie et la Nouvelle Zélande (**Giraudet, 2008**).

1.2 Organisation sociale des abeilles :

- **La Reine** : C'est la mère de toutes les abeilles. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, elle ne dirige en rien la ruche, elle est au contraire l'esclave de la ruche. Son rôle consiste à pondre sans arrêt matin et soir, jusqu'à la fin de sa vie. Cependant, un autre rôle important de la reine est de sécréter sur son abdomen une phéromone ; celle-ci circule parmi toutes les abeilles de la colonie par trophallaxie (c'est l'échange de la nourriture) et les abeilles étrangères tentant de pénétrer dans la ruche sont refoulées. Cette phéromone inhibe également la maturation des ovaires chez les Ouvrières. La Reine pond entre 500 et 2000 œufs par jour en fonction de son âge, race et la qualité de la miellée. Elle vit jusqu'à 5 ans et se fait féconder une fois dans sa vie. Elle accumule le sperme du mâle dans sa spermatheque, lors de la fécondation et reste fécondée jusqu'à ce que cette dernière soit vide et elle deviendra alors stérile (ne pondra que des œufs non fécondés qui donneront des mâles) et sera ainsi remplacée avant d'atteindre cette phase par les abeilles. C'est une abeille deux fois plus longue que les autres, son rôle fondamental est la ponte des larves. La reine n'est pas agressive (**BACHER R., 2008**).
- **Les Faux-bourdon** : Des abeilles de grande taille et très noires ; leur rôle est de construire et ce sont elles qui apportent les matériaux de construction de la cire et amènent de la propolis. Ils ne sont utiles qu'à réchauffer le couvain et féconder la reine

lors de son vol de fécondation. Ils sont admis dans toutes les ruches et ils sont ainsi des facteurs de propagation des maladies. Les faux bourdons vivent le temps de la miellée et sont fertiles qu'après les 21 jours de leur vie (**BACHER R. ,2008**).

- **Les Ouvrières :** Les petites abeilles, très agressives de couleur jaunâtre, elles sont appelées des ouvrières, elles sont les plus nombreuses de la famille d'abeilles. Ce sont elles les véritables moteurs de la ruche, elles s'occupent du couvain, de la garde de la ruche, de rapporter le nectar, d'élaborer le miel, de ventiler la ruche, etc. Elles vivent en moyenne de 4 à 6 semaines maximum. (**BACHER R. ,2008**).

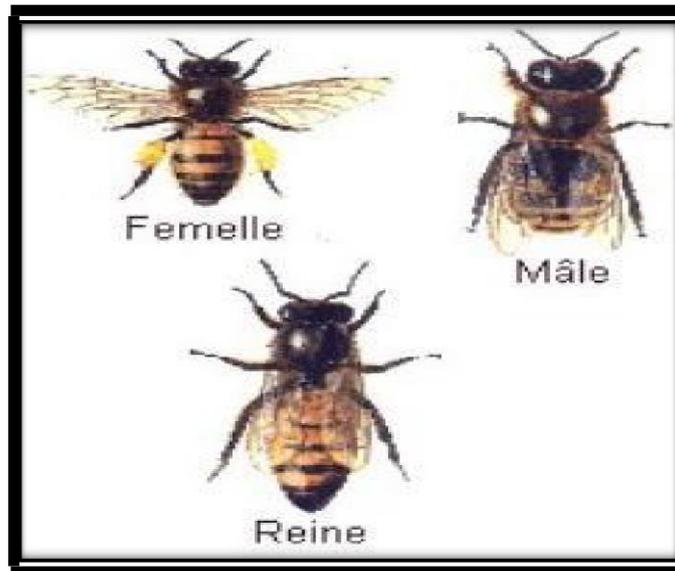


Figure 01 : Organisation sociale des abeilles (**ADJIMIS. ,2011**).

2. Le miel :

2.1 Définition

Dans de nombreux pays, la loi fourni une définition légale du miel. Cette dernière a pour objet la protection du consommateur contre les différents types de fraudes susceptibles d'être pratiqués (**Louveaux, 1968**). Le Codex Alimentarius (2001) définit le miel comme suit : « Le miel est la substance naturelle sucrée produite par les abeilles "Apis mellifera" à partir du nectar des plantes ou des sécrétions provenant de parties vivantes des plantes ou encore à partir d'excrétions d'insectes suceurs de sève laissées sur les parties vivantes des 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 »

2.2 Principales ressources et plantes mellifères en Algérie :

En Algérie, on note quatre zones de production qui répondent à des qualités différentes de miels :

- **La zone littorale** : miel d'agrumes, miel d'eucalyptus.
- **La zone de montagne** : miel de lavande et de diverses variétés végétales.
- **La zone des hauts plateaux** : miel de sainfoin, de romarin, et de plantes steppiques
- **La zone saharienne** : plantes des oasis.

2.3 Classifications des miels :

- **Classification de miels d'après leur origine botanique :**

Selon (Sanz et al.,2005), le miel vient des plantes par l'intermédiaire des abeilles, à partir du nectar recueilli dans la fleur, le miellat et le pollen sur les plantes. D'après leur origine botanique les miels peuvent être divisés en :

2.3.1 Miels de nectar de fleurs :

Ces sont les types les plus répandus. Le nectar est produit par des organes spécifiques aux végétaux à fleurs appelés nectaires ou glandes nectarifères. On distingue deux types :

- les premiers, situés le plus souvent à la base des pétales au cours de la floraison, sont appelés nectaires floraux.

- Quant au second type, il se trouve sur d'autres parties de la plante comme les bractées, les pétioles ou encore à la base de certaines feuilles comme celles du laurier du cerisier : on parle alors de nectaires extra-floraux (Clement, 2011).

Le nectar est un mélange chimique complexe constitué d'eau, des sucres ainsi que d'autres substances (protéines, lipides, minéraux, etc.) (Lequet, 2010). Le nectar est composé de trois sucres principaux (saccharose, glucose et fructose). Les proportions de ces trois sucres varient d'une plante à une autre et influent sur la qualité du miel. D'après (Schweitzer, 2005), les nectars contiennent plus ou moins du saccharose. On les classe en :

- Nectars à saccharose prédominants.
- Nectars à taux égaux de saccharose, fructose et glucose.
- Nectars avec prédominance du glucose et du fructose (**Meda, 2005**).

2.3.1.1 Miels mono- floraux :

Le miel mono floral, ou « miels de cru », est élaboré à partir du nectar et/ou du miellat d'une espèce végétale unique ou prépondérante. Leur récolte n'est cependant pas toujours aisée puisqu'il est produit dans un environnement où les fleurs doivent être parfaitement identifiées par l'apiculteur (**Fournier, 2009**).

Le miel mono-floral possède des caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques spécifiques (**Bogdanov, 2003**).

A noter que dans la Pharmacopée traditionnelle, chaque miel mono-floral possède les vertus thérapeutiques spécifiques de sa fleur d'origine. A titre indicatif le miel d'acacia peut être utilisé dans le traitement d'ulcères gastriques, le miel de lavande comme antiseptique bronchique ou encore le miel d'oranger comme calmant (**Desmouliere et al., 2013**). D'autres espèces produisent des miels à propriétés thérapeutiques variées.

2.3.1.2 Miels poly floraux :

Les miels poly- floraux, ou miels « mille fleurs », sont produits à partir du nectar et/ou du miellat de plusieurs espèces végétales sans prédominance particulière : ils résultent d'un butinage dans un environnement où plusieurs variétés de plantes donnent simultanément du nectar, on peut citer à titre d'exemple le miel de forêt qui résulte d'un mélange de nectars et de miellats provenant de l'épilobe, de la ronce, des bruyères, du lierre, du chêne, du hêtre, du tilleul, de divers conifères et autres espèces végétales (**Clement, 2011**).

2.3.2 Miel de miellat :

miels de miellat sont moins riches en sucres que le miel de nectar, mais plus riches en minéraux et oligo-éléments. Les miels de miellat sont en générale de couleur foncé avec un goût plutôt prononcé. On peut citer à titre d'exemples les miels de sapin, de chêne ou de forêt (**Cousin, 2010**) (**Lefief-Delcourt, 2010**).

2.3.2.1 Composition du miellat :

D'après **Bogdanov et al. (2005)**, Le miellat est composé généralement des sucres d'où la composition est très différente des nectars avec présence de glucose, de triholoside comme

les Mélézitose et même quelque fois de sucre supérieures. Le miellat contient aussi des dextrine, des gommes, des protéines, et des acides aminés, des vitamines telles que la thiamine et la biotine et des acides organique (acide nitriques et acide maliques); la charge minérale est également très importante (**Bruneau,2004**). Leur production est sous la dépendance de nombreux facteurs écologiques : sol, microclimat, insectes « éleveurs de puceron » comme les fourmis (**Schweitzer, 2004**). Selon son origine, il existe deux types de miellats :

- **Miellat d'origine animale :**

Il est produit par des pucerons qui attaquent les feuilles particulièrement riches en liquide sucré, ces pucerons ne digérant qu'une faible partie de la matière absorbée, et expulsent la plus grande portion de liquide qui retombe sur les feuilles en gouttes (**Bendahou et Hasnat, 2005**).

- **Miellat d'origine végétale ou miellée :**

Il provient d'exsudation des feuilles. On peut alors le voir perler sur tous les orifices stomatiques et se réunir en gouttelettes sucrées sur toute la surface de la feuille, surtout sur la face inférieure (Bendahou et Hasnat, 2005).

2.4 Elaboration du miel :

Elle commence dans le jabot de la butineuse. Dès son passage dans le tube digestif, le nectar (ou le miellat) subit ses premières transformations sous l'action d'enzymes, dont l'invertase qui hydrolysent les polysaccharides en sucres simples (Transformation du saccharose en glucose et fructose). De retour à la ruche, l'abeille butineuse transfère sa récolte à l'abeille ouvrière, qui l'absorbe puis la régurgite à son tour pour la transmettre à une autre ouvrière, et ainsi de suite. Ce phénomène s'appelle la trophallaxie. Progressivement, cette matière se déshydrate, s'enrichit en sucres gastriques et en substances salivaires, et sa concentration en sucre augmente (**Bruneau, 2009**).

La solution sucrée transformée, contenant encore environ 50% d'eau, va subir une nouvelle concentration par l'évaporation, qui s'effectue sous la double influence de la chaleur régnant dans la ruche qui est de l'ordre de 36 à 37 °C, et de la ventilation qui est assurée par les abeilles ventileuses, en créant un puissant courant d'air ascendant dans la ruche par un mouvement très rapide des ailes. Au bout de quelques jours, Cette solution contiendra en moyenne 18% d'eau, et 80% de sucres. Cette solution représente le miel stocké dans les cellules. Ces dernières, une fois remplies, sont colmatées par une mince opercule de cire, permettant une excellente conservation (**Gonnet, 1982 et Donadieu, 1984**).

2.5 Composition :

Le miel est un composé complexe qui relève de l'interaction entre les fleurs, le sol, et les systèmes métaboliques liés à la spécificité génétique des abeilles (Bonte et al., 2011). le tableau I donne la composition du miel qui varie en fonction de nombreux facteurs Botaniques, natures de sol et les facteurs météorologique (Nacer chergui., 1994).

Tableau I : Principaux composants du miel en pourcentage (Chauvin., 1968).

composant	exemple	teneur	
Eau	/	17,2 %	
Sucres	Mono saccharides	Lévulose(DFructose)	38,19 %
		Dextrose (D-Glucose)	31,28 %
	Saccharose (D-Saccharose)	1,31 %	
	Maltose et autres disaccharides réducteurs	79,59 %	
	Sucres supérieurs	1,50 %	
	Sucres totales	79,59 %	
Acides	Gluconique, citrique, succinique, etc... Acides totaux ; calculés en acides gluconiques	0,57 %	
Potienes	Acides aminés :acide glutamique, alanine, arginine, glycine, leucine, isoleucine, acide aspartique, valine, histidine et lysine	0,26 %	
La matière minérale	Minéraux:potassium, sodium, magnésium, calcium, phosphore, fer, manganèse, cuivre, etc....	0,17 %	
Composant mineurs	Comprenant principalement des pigments , des substances aromatiques ,des alcools de Sucres , des enzymes et des diastases dont l'amylase ,la peroxydase , l'hydrogénasse ,la phosphatase ,et les invertases .Des vitamines dont la thiamine ,la riboflavine ,l'acide nicotinique ,la vitamine K, l'acide folique, la biotine, la pyridoxine et l'acide pantothénique.	2,2 %	

2.5.1. Eau :

L'eau est l'un des composants les plus importants du miel, il provient du nectar butiné par les abeilles. La teneur en eau, est un paramètre lié au degré de maturité, il est responsable de la stabilité du miel lors de l'entreposage. Elle est largement inférieure à 20%. On la trouve comprise entre 17 et 19% (Laurent, 2005). La teneur en eau du miel dépend des conditions environnementales et de la période de récolte, et il peut varier d'une année à une autre (Acquarone et al., 2007).

2.5.2. Sucres :

Le miel compte 75% à 80% de sucres qui viennent du nectar des fleurs. Il existe une quinzaine de sucres, mais ils ne sont pas tous présents en même temps (Laurent, 2005). On trouve des monosaccharides (glucose et fructose) qui représentent 85% à 95% des sucres du miel mais c'est le fructose (lévulose) qui est presque toujours dominant, avec une teneur de 38% du poids du miel, tandis que la teneur en glucose est de 31%. On y trouve également du saccharose (1,5%) et du maltose (7,5%) ainsi que d'autres sucres présents à l'état de traces (Emmanuelle *et al.* 1996).

2.5.3. Acides :

Tous les miels ont une réaction acide. Ils contiennent des acides organiques, dont certains volatiles, et des lactones (Louveaux, 1968). Le plus important est l'acide gluconique, qui lors de la maturation du miel, transforme le glucose en acide gluconique. On y trouve également une vingtaine d'acides organiques comme les acides acétique, citrique, lactique, malique, oxalique, butyrique, pyroglutamique et succinique. D'autres Composés, les lactones dont la présence est constante, ont également une fonction acide (Huchet *et al.*, 1996).

2.5.4. Protéines :

Les protides sont présents en faible quantité et la teneur en azote est négligeable (de l'ordre de 0,041%). Il s'agit essentiellement de peptones, d'albumines, de globulines et de nucléoprotéines qui proviennent soit de la plante, soit de l'abeille. On y trouve également des acides aminés libres dont la proline, qui provient des sécrétions salivaires de l'abeille (Emmanuelle *et al.*, 1996).

La proline est un des acides aminés les plus abondants dans le miel et est donc généralement choisie comme étalon pour la quantification de la teneur en acides aminés (Ouchemoukh *et al.*, 2007). La teneur en proline est un indicateur de qualité car le miel non falsifié a en général, un taux qui dépasse 180mg/Kg (Moniruzzaman *et al.*, 2014).

2.5.5. Matières minérales ou cendres :

Les miels ont une teneur en cendres inférieure à 1% (elle est en général de l'ordre de 0.1%). On y trouve, dans l'ordre d'importance, du potassium, du calcium, du sodium, du magnésium, du cuivre, du manganèse, du chlore, du phosphore, du soufre et du silicium ainsi que plus de trente oligo-éléments. Leur teneur dépend des plantes visitées par les abeilles ainsi que du type de sol sur lequel elles poussent (Emmanuelle *et al.*, 1996).

2.5.6. Composés phénoliques :

Les poly phénols possèdent une grande variété de structures allant de composés contenant un simple noyau phénolique (acide phénoliques) à des composés polymériques complexes comme les tanins (polymères de catéchine et épi -catéchine présentant plusieurs dizaines d'unités. Les poly-phénols constituent les principes actifs de nombreuses plantes médicinales.

Un grand nombre de polyphénols sont reconnus pour leurs propriétés anti-oxydantes, anti-inflammatoires, antifongiques, antivirales et anticancéreuses (**Khan, 2010**). Ces activités sont attribuées à la capacité de ces composés à réduire les radicaux libres tels que les radicaux hydroxyles (HO-) et super-oxyde (O₂⁻) (**Nkhili, 2009**).

2.5.7. Hydroxyméthylfurfural (HMF):

C'est un excellent indicateur de fraîcheur du miel. Cette molécule apparait au cours du processus de son vieillissement naturel. Ce processus est accéléré si les miels sont chauffés ou s'ils sont très acides. L'analyse de la quantité d'HMF est donc une excellente méthode pour apprécier la qualité d'un miel: son vieillissement et son chauffage (**Deschamps, 1998**). Les recommandations du Codex Alimentarius (2001), fixent un maximum de 40 mg d'HMF/Kg de miel.

2.5.8. Vitamines :

Le miel en contient très peu. Solubles dans l'eau, elles appartiennent presque exclusivement au groupe B : la thiamine (B1), la riboflavine (B2), la pyridoxine (B6), l'acide pantothénique (B5), l'acide nicotinique (B3), la biotine (B8) et l'acide folique (B9) sont généralement issus du pollen. Il est également possible d'y trouver de la vitamine C (**Desmouliere, Bonte, Couquet et al.,2013**).

2.5.9. Enzymes :

On retrouve dans le miel : l'invertase, l' α -amylase, la β -amylase, l' α -glucosidase et la glucose-oxydase capable de transformer le glucose en acide gluconique. Le miel contient aussi une catalase et une phosphatase. Ces enzymes sont détruites par un chauffage exagéré du miel, qu'il y a donc lieu d'éviter si on veut bénéficier de leur action. Ainsi, leur dosage permet de détecter les fraudes liées au chauffage du miel (**Huchet et al., 1996**).

2.5.10. Pollen :

Tiré du mot grec « pale » signifiant farine et poussière. Les graines de pollen sont de petits éléments sphériques ou ovoïdes de taille oscillant entre 20 et 40 microns, contenus dans

les sacs polliniques des anthères de la fleur. Ils servent à féconder la partie femelle de la fleur et constituent les gamètes males dans le règne végétal. Il existe de nombreux types de pollens, tout autant que de fleurs différentes (**Donadieu., 1987**).

2.6 Propriétés du miel :

2.6.1. Propriétés physico-chimiques :

- **Densité :**

Le miel a une densité relativement élevée qui varie entre 1,40 et 1,45 g/cm³ (**Bogdanov et al, 2003**). C'est une donnée très utile pouvant être utilisée pour mesurer la teneur en eau des miels. On peut admettre une moyenne de 1,4225 à 20°C (**Emmanuelle et al, 1996**).

- **Viscosité :**

La viscosité du miel est conditionnée essentiellement par sa teneur en eau, sa composition chimique et la température à laquelle il est conservé ; par ailleurs, les sucres contenus dans le miel peuvent cristalliser en partie sous l'influence de certains facteurs (Température, agitation, composition chimique), entraînant alors une modification complète de son aspect mais sans rien changer à sa composition (**Donadieu, 2008**).

- **Activité de l'eau :**

L'activité de l'eau est le facteur le plus déterminant pour la conservation d'une denrée alimentaire. L'influence de la composition du miel sur la valeur a_w a été étudiée dans les travaux de **Rüegg et Blanc (1981)**. Les valeurs a_w du miel varient entre 0,55 et 0,75. Les miels ayant un $a_w < 0,60$ peuvent être, du point de vue microbiologique, qualifiés de stables. Bien que l'activité de l'eau soit un facteur de qualité important, on ne la détermine que rarement (**Bogdanov et al., 2003**).

- **PH :**

Il varie entre 3,2 et 5,5. Il est généralement inférieur à 4 dans les miels de nectar, supérieur à 5 dans ceux de miellat. Les miels à pH bas se dégradent plus facilement, il faudra alors prendre un soin particulier à leur conservation. (**Gonnet et Vache, 1985**).

- **Conductivité électrique :**

La conductivité électrique est intéressante, car elle permet de distinguer aisément entre les miels de miellat et ceux des fleurs, les premiers ayant une conductibilité bien plus élevée que

les seconds (**Emmanuelle et al., 1996**). Cette mesure dépend de la teneur en minéraux et de l'acidité du miel ; plus elles sont élevées, plus la conductivité correspondante est élevée (**Bogdanov et al, 2001**).

- les normes internationales et qui sont $\leq 08\text{ms/cm}$ pour les miels de nectar et $\geq 0.8\text{ ms/cm}$ pour le miel de miellat. (**Bogdanov ,1999**).

- **Indice de réfraction :**

Il est couramment mesuré par des techniciens qui se servent de réfractomètres de petite taille, très pratiques. L'indice permet de calculer une variable très importante, la teneur en eau, bien plus rapidement que les autres méthodes (**Emmanuelle et al., 1996**).

2.6.2 Propriétés nutritionnelles :

Le miel est apprécié partout comme aliment sucré et au goût agréable. En temps de pénurie alimentaire, c'est une source précieuse de glucides qui contient des oligo-éléments et apporte une diversité nutritionnelle dans les régimes alimentaires trop pauvre. Le miel occupe souvent une place importante dans la préparation des plats traditionnels (**Bradbear., 2005**).

2.6.3 Propriétés anti-oxydantes :

Le miel apporte une grande variété d'antioxydants jouant un rôle important comme facteur protecteur de la santé. Des preuves scientifiques suggèrent que les antioxydants réduisent les risques de maladies chroniques, telles que les maladies cardiovasculaires, certains cancers ou le diabète de type 2. (**Scalbert et al. 2005**).

Un antioxydant peut être défini comme une substance qui, lorsqu'elle est présente à des concentrations élevée comparées à celle d'un substrat oxydable, empêche ou retarde de manière significative une oxydation du substrat (**Prior et Cao, 1999 ; Haliwell, 2008**). Ils ont été classés en trois groupes en fonction de leurs natures biochimiques et leurs origines alimentaires, à savoir les vitamines, les minéraux et oligo-éléments, et les photochimiques. Ces derniers sont ceux qui sont intéressants et qui appartiennent à la classe des composés phénoliques.

2.6.5 Propriétés thérapeutiques :

Le miel est une substance qui est très riche en sucre, constituée principalement par des glucides (dont le fructose et le glucose sont les composants principaux), et d'autres composants tels que l'eau, les protéines, les vitamines, les minéraux, les lipides, les acides aminés, les acides organiques, les composés phénoliques, flavonoïdes, caroténoïdes, les enzymes, les composés volatils (**Azeredo et al.,2003 ; Saxena et al.,2010 ; Alquarni et al.,2012**).

Il présente plusieurs effets thérapeutiques (activité antioxydante, action cicatrisante, anti-inflammatoire, antifongique, antibactérienne...) (**Gharbi, 2011**).

2.6.6. Activité cicatrisante :

Les propriétés cicatrisantes du miel tiennent à ses caractéristiques physiques, chimiques et enzymatiques. Le miel, par sa saturation en sucres entretient une pression osmotique trop élevée pour inhiber la croissance des microbes (activité antimicrobienne). (**Chepulis, 2008 ; Stewart et al.,2014**). C'est l'action synergique des différents composants du miel qui explique son activité cicatrisante par l'apport qu'il fait aux cellules en ressources nécessaires à leur multiplication. (**Laurent, 2014**).

2.6.7. Activité anti-inflammatoire

L'effet anti-inflammatoire du miel a été démontré par différents auteurs (**Gharbi, 2011**) et semblent provoquer la disparition des douleurs et gonflements (**De Bodt, 2005**).

2.6.8. Propriétés antibactériennes :

Le terme antibactérien fait référence à un ensemble de composés qui ont la capacité d'éliminer (bactéricide) ou de réduire (bactériostatique) la croissance des microbes tels que les bactéries. Les propriétés antibactériennes du miel proviennent principalement des « inhibiteurs », (**Kwakman et Zaat, 2012**) dont :

- **Acidité :**

Le pH très bas permet de ralentir ou d'empêcher la croissance de beaucoup d'espèces de bactéries, mais cette acidité peut être neutralisée avec les dilutions avec les solutions des liquides corporels.

- **Peroxyde d'hydrogène :**

L'enzyme d'oxydase de glucose produit du peroxyde d'hydrogène qui est généralement le facteur antibactérien principal au miel. Cette enzyme devient inactivée en chauffant le miel, ou en exposant à la lumière prolongée.

2.6.9. Autres composants :

Les miels de quelques sources florales contiennent de diverses substances antibactériennes, vraisemblablement produites par certaines espèces des plantes, qui dans certains cas peuvent expliquer une grande partie de l'activité antibactérienne du miel (**Hyungjae et al.,2008 ; Iurlina et Fritz, 2005 ; Molan, 1992**).

3. Le Pollen

3.1. Définition du pollen :

Le terme pollen vient du grec < palé > qui signifie < farine ou poussière > (**amigou,2016**).

3.2 La structure du grain de pollen

Les grains de pollen sont produits par milliers par les étamines des plantes à fleurs, ce sont des cellules vivantes de forme plus ou moins ovoïde, de diamètres différents. (**Phillipe,1999**). Le grain de pollen mûr est composé d'une cellule qui contient une masse cytoplasmique et deux noyaux à n chromosomes chacun, un noyau végétatif volumineux généralement central et un noyau reproducteur petit, plus ou moins aplati, et elle est entourée de deux couches protectrices l'intine et l'exine (**figure. 1**).

L'intine est une couche en fibres cellulosiques qui protège le grain de l'écrasement, elle est constituée de la pectine (**Chausat, 2005**). A l'extérieur se trouve l'exine qui peut présenter différentes formes et ornementation propre à chaque espèce de plante à fleur. Elle est constituée de matières grasses, flavonoïdes, et vitamines, antioxydants insolubles. Ce qui permet de protéger le grain de pollen contre le vent, le soleil, les Ultra-violets, la dessiccation et l'oxydation par l'air lors de son transport d'une fleur à une autre (**Guerriat, 2000**).

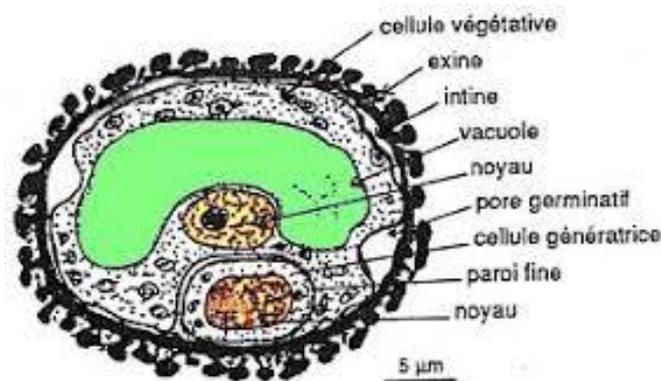


Figure 2 : structure d'un grain de pollen (**Laaidi et al.,1997**).

3.3 composition chimique de pollen :

Le genre et l'espèce botanique sont les deux paramètres essentiels qui influencent la variation de la composition chimique du pollen, surtout en ce qui concerne sa teneur en protéines (**Philippe, 1999**). La figure 2 illustre la composition moyenne du pollen.

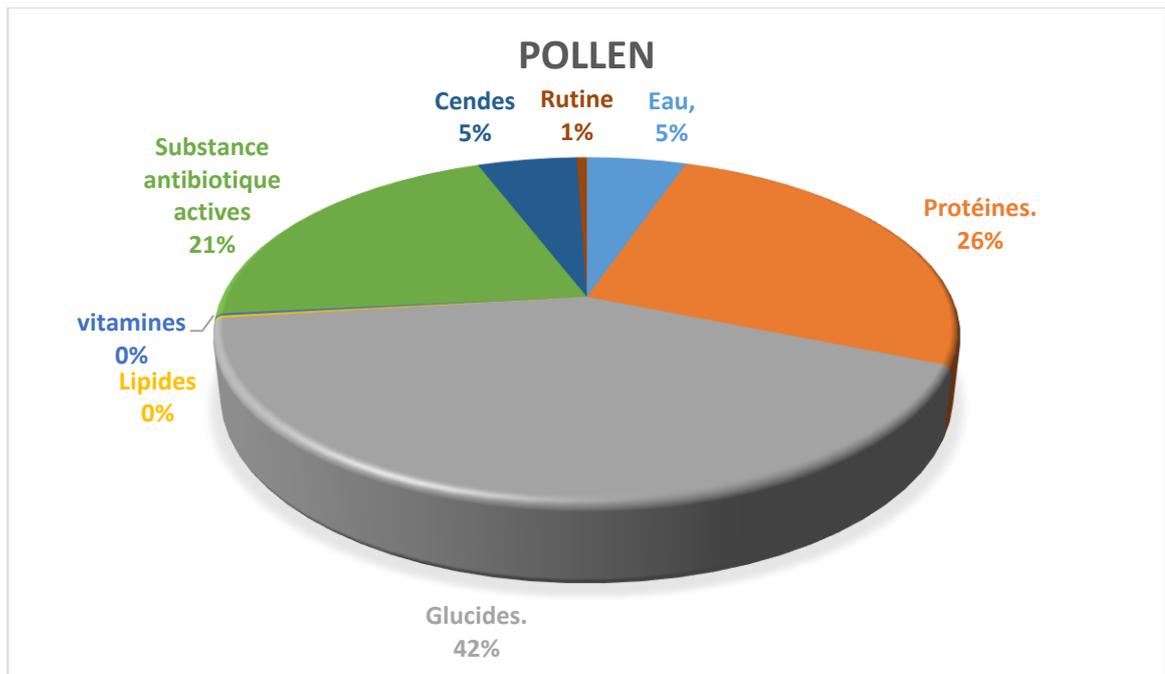


Figure 3 : Composition moyenne du pollen (Philippe, 1999).

-L'eau : la teneur en eau du pollen sur la fleur est en moyenne 10% et entre 10 à 40% pour le pollen de trappe (Jean-Prost, 2005). Au cours de la fabrication des pelotes par les abeilles, il y a une augmentation de la teneur en eau en raison de contact avec la salive, le miel ou le nectar (Amigou, 2016).

-Les glucides : le glucose et fructose sont les éléments majoritaires des glucides et qui proviennent de nectar de la plante, ils présentent un tiers de la valeur calorique du pollen (246Kcal/100g) (Gharbi, 2011).

-Les protides : présente de 20 à 35% de matière sèche et les huit acides aminés essentiels sont présents ainsi que tous les acides aminés semi-essentiels (Gharbi, 2011).

-Les substances cellulosiques : la paroi des grains de pollen est constituée de cellulose et d'hémicellulose, la teneur en substance cellulosique varie en fonction de l'origine florale (Amigou, 2016).

-Les lipides : la teneur en lipides varie en quantité et en qualité selon l'origine géobotanique, elle est environ de 5%, il s'agit des phospholipides, des glycérides, des acides gras libres et de stérols (Eon, 2011).

Les minéraux : la concentration en minéraux varie en fonction de l'origine florale et de la saison, les éléments présents sont le phosphore, le calcium, le magnésium, le sodium, le zinc,

le manganèse, le fer, le cuivre, le sélénium, et le potassium avec une qualité très élevée (**Amigou, 2016**).

Les substances mineures : de nombreuses vitamines sont contenues dans le pollen dont celle du groupe B (thiamine, riboflavine, nicotinamide, acide pantothénique, pyridoxine, méso-inositol, biotine, acide folique et cyanocobalamine) et les vitamines D, E et A (**Eon, 2011**) des pigments (les flavonoïdes), des enzymes et des cofacteurs antimicrobiens, des composés volatils et des ferments lactiques (**Amigou, 2016**).

3.4. Valeur nutritionnelle et effets thérapeutiques du pollen :

- **Aliments protéiniques :**

Le pollen est l'aliment le plus riche quantitativement en acides aminés, 100g de pollen contiennent les mêmes acides aminés que la même quantité d'acides aminés présent dans un demi-kilogramme de viande de bœuf. Il renferme tous les acides aminés essentiels puisqu'il provient de plusieurs espèces végétales (**Philippe, 1999**).

- **Aliment d'équilibre physiologique :**

Le pollen a une action régulatrice des fonctions intestinales, augmentation du taux d'hémoglobine chez les anémiques, reprise du poids et d'appétit chez les personnes amaigris, action fortifiante sur le système circulatoire et une action bénéfique sur la fatigue intellectuelle (**Philippe, 1999**).

- **Action antioxydante :**

Les résultats obtenus par **Percie du sert (2017)**, sur les différents pollens en utilisant le test ORAC, montrent que l'activité antioxydante du pollen est beaucoup plus élevée que celle des fruits et légumes, 15 ou 20g de pollen sont équivalents 900g de légumes.

La richesse de pollen en antioxydants (provitamine A, vitamines E et C, sélénium, flavonoïdes) lui donne une capacité à éliminer les radicaux libres et le peroxyde d'hydrogène en agissant contre le vieillissement accéléré des cellules, sur le plan expérimental, le pollen induit sur le cerveau des rats une augmentation de l'activité antioxydante, dans ce cas le pollen peut être utilisé comme un adjuvant pour le traitement du cancer (**Gharbi, 2011**).

4. la propolis.

4.1. Définition de la propolis :

La propolis est une substance naturelle, collante et résineuse, récoltée par les abeilles ouvrières (*Apis mellifera*), à partir des bourgeons de différents d'arbres. Elles les mélangent avec ses propres enzymes (ex : β -glucosidase) (**Marcucci, 1995**), de la cire et de pollen formant ainsi la propolis [mot grecque, pro=défense et polis=cité] (**Bankova, 2000, Ghisalberti, 1979, Greenaway, 1990**). D'où, son utilisation par les abeilles comme un moyen de défense contre les micro-organismes pathogènes, et pour embaumer les intrus qui peuvent entrer dans la ruche en empêchant leur décomposition (**Marcucci, 1995, Bankova, 2000**). En plus, elle est utilisée pour sceller la ruche et pour la laver, la propolis peut être appelée une "arme chimique" des abeilles (**Kujumgiev, 1999, Urushisaki, 2011, Simone-Finstromand, 2012**).

4.2 Origine de la propolis :

La composition de la propolis est issue de trois sources :

- Végétal : des exsudates de la plante rassemblée par les abeilles, les résines sécrétées par les bourgeons de peuplier, pin, bouleau, châtaigne, érable, et les substances lipophiliques sécrétés par les lésions des plantes (des résines ou des colles) (**AIMsrghitaş, 2013**).
- Animal : Substances sécrétés par les abeilles (la cire, la salive) (**AIMsrghitaş, 2013**).
- Matières secondaires : introduites pendant la production de la propolis (le pollen, le nectar ou le miel). Selon la source de la plante rassemblée par les abeilles (**AIMsrghitaş, 2013**).

4.3.2. Caractéristiques organoleptiques :

La propolis est une substance résineuse, d'aspect hétérogène qui présente les caractères suivants :

- **Couleur** : Elle varie selon sa provenance, allant de jaune clair au brun très foncé, presque noire en passant par toutes les gammes des bruns (brun jaune, brun vert et brun rouge).
- **Odeur** : Elle a une odeur variable suivant son origine, en général, arôme agréable douceâtre, mélangé à celui de miel, de la cire et d'autres produits (cannelle, vanille, etc...) (**Tosi, 2006**).
- **Saveur** : Elle est souvent amère et âcre.

4.3.1 Caractéristiques physiques :

- **Consistance** : La propolis est une substance de consistance variable suivant la température :
 - - 15 °C, elle est dure et friable.
 - - 30 °C elle est molle et malléable.
 - - Entre 30 °C et 60 °C elle est coulante et gluante.

Le point de fusion est variable, il se situe vers 60 à 70 °C en moyenne mais peut atteindre 100 °C et plus (**Tosi, 2006**).

- **Solubilité** : La propolis d'abeille est soluble de façon partielle dans l'Alcool, l'Acétone, l'Ether, le chloroforme, le benzène, le trichloréthylène...etc. seul un mélange adéquat de différents solvants permet de dissoudre la quasi-totalité de ses composants.

La partie insoluble est constituée de tissus végétaux, de grains de pollen, de débris de cuticule et de soie d'abeille ...etc (**Eric Debuyser, 1984**).

- **Densité** : Elle est de l'ordre de 1,2 en moyenne.
- **Point de fusion** : Son point de fusion se situe autour de 70°C. Chauffée au bain-marie, elle se divise en deux parties : Une partie visqueuse qui tombe au fond du récipient et une partie liquide appelée cire de propolis qui reste en surface et qui trouve de nombreux usages dans le domaine apicole.

4.3.3. Caractéristiques chimiques :

La plus récente publication réalisée par l'institut IBRA (U.K.) qui centralise les recherches du monde entier sur les produits apicoles relève 149 constituants de la **propolis** (**Eva Krane et Walker 1987**).

Retenons parmi ces constituants la liste des principes actifs essentiels :

- Flavonoides: galangine, pinocembrine, chrysin, quercétine;
- Acides Aromatiques : benzoïque, férulique, cinnamique, p-coumarique, caféique.
- Coumarine et Esculetol.
- Huiles Essentielles : gualol, eugénol, anéthol, inène etc...
- Oligoelements : Mg, Zn, Al, Mn, Fe, Cu, Si, Sn, Ni, etc...
- Vitamines : B1, B2, B6, PP etc...

4.5. Utilisation de la propolis :

1. Utilisation par l'abeille : A l'intérieur de la ruche, la propolis sert de mastic de ciment ou de baume. Les abeilles l'emploient pour :

- Obturer les fissures.
- Réduire l'ouverture de trou de vol dans les régions à climat froid.
- Recouvrir les corps étrangers (souris, cétoines, frelons...etc.) qu'elles ne peuvent pas évacuer.
- Réparer les rayons et renforcer les minces parois des alvéoles en l'incorporant à la cire que l'abeille sécrète.
- Stériliser les alvéoles avant la ponte. (**Pierre Jean-Proste, 2005**)

2. Utilisation par l'homme :

La propolis est largement utilisée dans plusieurs domaines tels que :

- **La cosmétique :** La propolis et ses extraits ont été largement utilisés dans la dermatologie et la cosmétique (**Lejeune, 1988**). Ses effets sur la régénération et la rénovation des tissus ont été bien étudiés. Avec ses caractéristiques bactéricides et fongicides, elle offre de nombreux bénéfices dans diverses applications (**KRELL, 1996**).
- **La médecine :** La propolis est utilisée dans divers traitements tels que :
 - Les problèmes cardio-vasculaires
 - Appareil respiratoire (pour diverses infections)
 - Soins dentaires
 - Les ulcères
 - Les infections des muqueuses et les lésions
 - Le cancer

Elle est utilisée aussi dans le soutien et l'amélioration du système immunitaire (**Neumann, 1986**)

- **Technologie alimentaire :** Les activités anti-oxydantes, antifongiques et antibactériennes de la propolis lui offre une place de choix dans ce domaine. Les résidus des propolis semblent avoir un effet généralement bénéfique sur la santé humaine. Cependant, seulement très peu d'études ont été faites sur les effets secondaires possibles sur la plus grande consommation des propolis. D'après la littérature, certains composants identifiés dans les propolis peuvent être très préjudiciables à la santé humaine (**KRELL., 1996**).

La propolis peut être utilisée comme préservatifs en matériel d'emballage de nourriture. Elle est aussi utilisée pour la prolongation de la vie d'entreposage en congélation des poissons (Mizuno, 1987)

4.5. Effet biologique :

- **Effet antibactérien :**

Ces propriétés sont étendues et importantes sur de nombreuses souches bactériennes. La première étude dans ce sens a été réalisée par **Whiteen 1906**, cité par qui montra que l'intérieur de la colonie d'abeilles était à peu près dépourvu de micro-organismes. Il n'étudia pas la propolis mais il remarqua que les rayons de cire contenaient très peu de bactéries contrairement à toutes attente, or, il se trouve que les rayons sont recouverts d'une mince pellicule de propolis, c'est donc elle seule qui est en contact avec le milieu de culture.

La propolis est bactéricide efficace pour les germes comme *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus*, *Escherichia faecalis*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Listeria innocua*, *Candida albicans*, *Candida tropicalis*, *Candida krusei*, et enfin *Pseudomonas aeruginosa* (**Sibel Silici, 2007**) (**Gülhan Vardar-Ünlü, 2008**) (**Sibeli Silici, 2005**) (**Li – Chang Lu, 2005**) (**Atac Uzel, 2005**).

On attribue cette activité au groupe de flavonoïdes en particulier la galangine qui semble avoir un effet anti-staphylococcique très important (**Shiva.Mohammadzadeh, 2006**), mais aussi aux acides caféique, férulique, gallique et salicylique.

La propolis est souvent nommée « antibiotique naturel ». Un grand nombre d'études ont montré les résultats suivants :

- La propolis de l'Argentine a montré un effet positif contre *Staphylococcus aureus*, ainsi que sur *Escherichia coli* (ATCC 25922)
- La *Salmonella Typhimurium* a été inhibée par la propolis du Brésil et de la Bulgarie
- La propolis de la région de la Grèce a montré un effet positif sur un nombre important des germes.

- **Effet antifongique :**

La propolis a une activité antifongique importante, c'est ce qui permet aux cadavres présents dans la ruche dont les abeilles ne peuvent se débarrasser de ne pas moisir (**Eric Debuyser, 1984**).

Elle a des effets antimycosiques, contre les germes appartenant au genre *Candida* et contre les levures (Ghedira,2009).

- **Effets anti-inflammatoires :**

L'extrait de propolis et le CAPE qu'elle contient inhibent l'œdème induit par la Carragénine et par l'arthrite (Ghedira,2009). (Eun-Hee Park.1996).

La propolis, par ses flavonoïdes, retarde l'inflammation de la pulpe dentaire qu'elle protège en la chapotant et simule la réparation de la dentine. Cet effet est utilisé dans l'inflammation de la gencive [62].

- **Effets antioxydant :**

Plusieurs études ont montré que l'activité antioxydante de la propolis était positivement corrélée avec sa teneur en polyphénols (Bonvehí,2011).

Ainsi, la propolis de type peuplier des zones tempérées, plus riche en polyphénols, possède un potentiel antioxydant supérieur à celui de la propolis verte du Brésil.

Les composés phénoliques responsables de cette activité sont principalement le Caféate de phényléthyle (CAPE), le Kaempférol mais aussi les acides cinnamiques : caféique, p-Coumarique et Férulique (Ahn et al, 2007).

Plusieurs méthodes sont utilisées pour évaluer in vitro l'activité antioxydante de la propolis: par piégeage de radicaux différents, comme les radicaux libres DPPH° (diphénylpicrylhydrazyle) (Velazquez et al, 2007) les ions ferriques par la méthode FRAP (Ferric ion ReducingAntioxidantParameter) (Laskar, 2010),les radicaux ABTS° (sel d'ammonium de l'acide 2,2'- azinobis-3-éthylbenzothiazoline-6- sulfonique) les peroxydes ROO° par les méthodes ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity) (Rodríguez et al, 2012) et superoxydes O₂[°] -8 .

Le pouvoir antioxydant de la propolis peut également être évalué par électrochimie, au moyen de la voltammétrie cyclique (Rebiai et Belfar, 2011) en comparant le profil du voltammogramme de la propolis, et notamment la vague d'oxydation irréversible caractéristique des antioxydants, par rapport à un standard, généralement l'acide ascorbique et/ ou l'acide gallique.

5. la cire d'abeille

5.1. Définition de la cire d'abeille :

La cire d'abeille est une substance grasse fabriqué par les ouvrières âgées environ de deux semaines par quatre paires de glandes a cire qui sont localises sur la partie ventrale de l'abdomen. Elle est fabriquée a partir de miel par la réduction chimique de sucres et en utilisant les protéines du pollen, les abeilles consomment 6.06 a 8.8kg de miel pour fabriqué 1 kg de cire (**Philippe, 1999**).

La cire est utilisée par les abeilles come un matériau de construction des alvéoles de leur nid (**Jean-prost, 2005**). La couleur de la cire est blanche au départ, par suite, elle devient de plus en plus brune au contact avec le miel, la propolis et le pollen (**Gharbi, 2011**).



Figure 4 : la cire d'abeille

5.2. Composition chimique de la cire d'abeille :

La cire d'abeille est une mélange de substances grasses, elle constituée essentiellement de lipides (les hydrocarbones , les esters et les acides), flavone et des alcools (**Jean-prost, 2005**), elle est d'origine animale, amis elle contient 6% de propolis (**Gharbi, 2011**

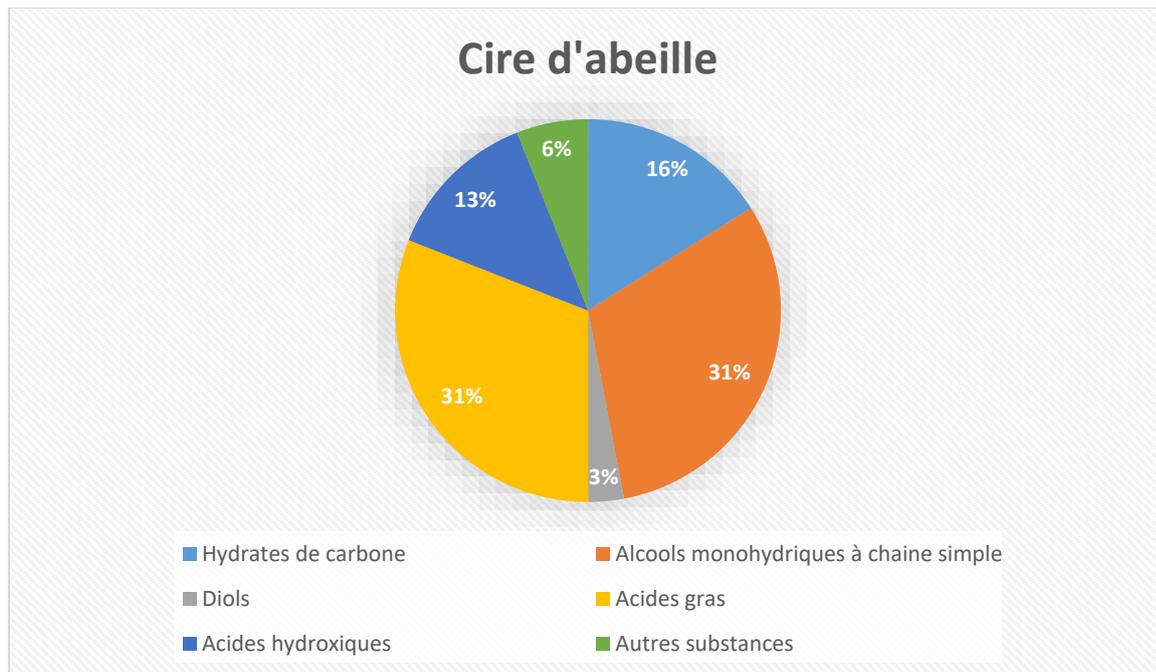


Figure 5 : composition moyenne de la cire d'abeille (Philippe, 1999)

5.3. Usage de cire d'abeille :

La cire d'abeille est utilisée :

- Pour la fabrication de feules de cire gaufrées destiné à l'apiculture, ainsi que la production d'onguents, les produits d'enrobages et la fabrication des bougies et de cierges (**Philippe, 1999**).
- En dentisterie humaine pour renforcer les bandages parodontaux(**Gharbi,2011**).
- En cosmétique, elle rentre dans la formulation des crèmes, des mascaras, des lats démaquillâtes (**Gharbi, 2011**).

5.4. Valeur thérapeutique de la cire d'abeille :

La cire d'abeille possède :

- Une action anti inflammatoire et cicatrisante (**Gharbi, 2011**)
- Des propriétés antioxydants contre le stress oxydatif (**Anilakumar et al, 2007**)
- Une action antibactérienne et antifongique contre les *salmonelles*, *staphylococcus aureus* et *condida albicans* (**Gharbi, 2011**).

5.5 caractéristique sensorielle et physico-chimique de la cire d'abeille :

5.5.1 caractéristique sensorielle :

- **Couleur** : Jaune clair à jaune brun.

- **Odeur** : Similaire à celle du miel.
- **Consistance** : Corps solide à température ambiante, se ramollit à partir de 35°C

5.5.2. Caractéristiques physico-chimiques :

- **Point de fusion** : 61 – 66 °C
- **Densité** : 0,950 – 0,965.
- **Solubilité** : Insoluble dans l'eau, soluble à chaud dans l'éther, le chloroforme, l'acétone et le benzène
- **Indice de réfraction (à 75°C)** : 1,440 – 1,445.
- **Indice d'acide** : 18 – 23.
- **Indice d'ester** : 70 - 90
- **Ration esters/acides** : 3,3 – 4,3 pour la cire européenne /8 – 9 pour la cire asiatique
- **Indice de saponification** : 87 – 104.
- **Teneur en hydrocarbures (estimé par gravimétrie)** : Maximum 14,5 % pour *Apis mellifera* et 13,8 % pour les espèces africaines.

Partie pratique

Matériel et méthode

I. Matériel et méthodes :

1. Echantillonnage et préparation des échantillons :

La présente étude est réalisée sur quatre produits de la ruche : le miel, le pollen, la propolis, et la cire d'abeille, ces produits en été récolté en 2022 dans la commune de Adekar situé à l'ouest de Bejaia et sur une altitude de 1092 m.

L'échantillon de miel utilisé dans cette étude d'un poids de 100g, est procuré dans un flacon en plastique. L'échantillon de pollen d'un poids de 50g est procuré dans un flacon en vert. La propolis et la cire d'environ 150g chacun sont transportés au laboratoire dans des sacs. Afin d'assurer l'homogénéité de l'échantillon de la cire d'abeille et de la propolis, de nombreux morceaux sont rassemblés, les photographies des échantillons de produits de la ruche analysés sont montrées dans les figures 6-7.



Figure 06 : Photographie de la propolis **Figure 07** : Photographie de la cire d'abeille.

2. Dosage des antioxydants et évaluation de l'activité antioxydante :

2.1 Extraction des antioxydants :

Des aliquotes d'échantillon des produits de la ruche sont pesés dans des béchers puis les solvants (méthanol 50%) d'extraction et ajoutés. La quantité des échantillons et les volumes de solvant ajoutés, choisis selon la richesse du produit de la ruche analysée, afin de faciliter la pesée et l'extraction, la cire et la propolis sont broyées par mixeur en poudre. L'extraction est réalisée par une agitation magnétique durant 20 min à température ambiante, les mélanges sont filtrés à l'aide d'un papier filtre et les extraits obtenus sont conservés à l'abri de la lumière (**Moreno, 2000**).

2.2. Dosage des antioxydants :

2.2.1. Dosage des composés phénoliques :

Un volume de 1 ml d'extrait est mélangé avec 1 ml du réactif de folin-ciocalteu (dilué à 90%) et du 2 ml de carbonate de sodium à 2%. Après 30 minutes d'incubation à l'obscurité, la lecture de l'absorbance est faite à 720 nm (**Naithani et al, 2006**). Les résultats sont exprimés en mg

équivalant d'acide gallique par 100g de l'échantillon (mg EAG/100g) en utilisant la courbe d'étalonnage de l'acide gallique (Annexe figure a).

Le réactif du folin-ciocalteu est un mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) il est réduit, lors de l'oxydation des phénols en un mélange bleu de tungstène et de molybdène, la coloration produite est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans les extraits (**boizot et charpentier, 2006**).

2.2.2. Dosage des flavonoïdes :

Le contenu en flavonoïdes est déterminé par la méthode colorimétrique décrite par **Marquele et al, (2005)**. Un volume de 1ml d'extrait est mélangé avec 1ml de la solution chlorure d'aluminium à 2%. Après 30 minutes d'incubation, l'absorbance est lue avec un spectrophotomètre à une longueur de 415nm. Les résultats sont exprimés en mg équivalents quercétine/100g d'échantillon (mg EQ/100g) en utilisant la courbe d'étalonnage de la quercétine (Annexe figure b).

2.2.3. Dosage des caroténoïdes :

La quantification des caroténoïdes est réalisée suivant la méthode de **Sass-Kiss et al. (2005)**. 15 ml du mélange hexane, éthanol, acétone (2, 1, 1) sont ajoutés à une quantité d'échantillon, Une agitation pendant 3 heures est réalisée, puis l'absorbance de la phase hexanique est lue à 450 nm. Les teneurs en caroténoïdes sont estimées en se référant à la courbe d'étalonnage (Annexe figure c) et les résultats sont exprimés en milligramme d'équivalent β -carotène /100 g d'échantillon (mg E β C/100g).

2.2.4 Activité anti radical DPPH :

La capacité des antioxydants des produits de la ruche à réduire le radical DPPH est évalué par la méthode décrite par **Adedapo et al, (2008)**, un volume d'extrait de 1ml et additionné a 2ml de la solution alcoolique de DPPH après 30minutes d'incubation à température ambiante, la lecture de l'absorbance est faite à 515nm. Les résultats sont exprimés en mg équivalent d'acide gallique par 100g d'échantillon (mg EAG/100g) en utilisant la courbe d'étalonnage d'acide gallique (Annexe figure d).

Le composé chimique 1,1-diphényl-2-picrylhydrazyl est un radical libre stable de couleur violacé, en présence des antioxydnats le radical DPPH sera réduit par un transfert d'hydrogène et change de couleur en vers jaune (**chaabi, 2008**).

2.2.5 Pouvoir réducteur :

Le pouvoir réducteur est estimé selon la méthode décrite par **Saha et al., (2008)**. Un volume de 1 ml de l'extrait est ajouté à 2,5 ml du tampon phosphate (0,2M ; pH 6,6) et à 2,5 ml de ferricyanure de potassium [$K_3Fe(CN)_6$] (1%). Après agitation, le mélange est incubé pendant 20 minutes à 50°C, puis 2,5 ml d'acide trichloroacétique TCA (10%) sont additionnés à la solution. Un volume de 1,25 ml est prélevé et additionné de 1,25 ml d'eau distillée et 0,25 ml du chlorure ferrique $FeCl_3$ (0.1%). L'absorbance est mesurée à 700 nm, après 10 minutes d'incubation, et les résultat sont exprimé en mg équivalents acide gallique par 100g d'échantillon (mg EAG/100g) en utilisant la courbe standard d'acide gallique (annexe figure e)

3. Etude statistique :

Les résultats d'analyse des quatre produits de la ruche sont calculés à partir de trois essais, les données ainsi que les présentations graphiques sont traité à l'aide de Microsoft Office Excel.

Résultats et discussion

Résultat et discussion

1. Composés phénolique :

Les composés phénoliques constituent la base des principes actifs chez les plantes médicinales. Ces molécules traces ont un impact direct sur la qualité nutritionnelle des produits alimentaire et leurs bien faits pour les consommateurs sont incontestable (Macheix et al, 2005).

La figure 08 illustre les résultats de dosage des composés phénolique des quatre produits de la ruche. La propolis présente la teneur la plus élevée en composé phénolique par rapport ou autre produits, suivie par le pollen puis le miel. La cire d'abeille possède une teneur relativement faible en ces composés.

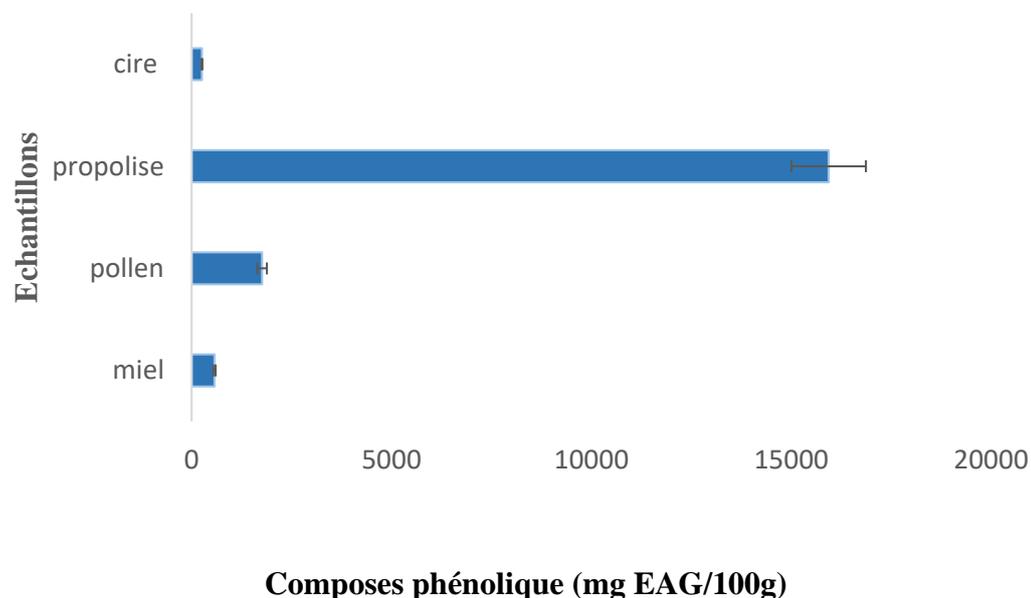


Figure 08 : Teneurs en composés phénoliques des produits de la ruche.

Les résultats obtenus par Tafinine et al. (2016) concernant la teneur en composés phénolique de la propolis algérienne (ouad ghir) (5351.22mg EAG/100g) est inférieur à celle obtenue dans cette étude. Ces variations de teneur peuvent être expliquées par l'origine botanique et l'année de récolte (Tafinine et al, 2016).

L'analyse ue pollen a permis d'obtenir une concentration de 15937.33 mg EAG/100g, qui est supérieure à celle rapportée par Temiser et al. (2017) pour le pollen de la Turquie (596.81 mg EAG/100g).

La teneur en composés phénolique du miel analysé est supérieure à celle obtenu par Draghi et Fernandes (2016) pour le miel de Atlanta (43mg EAG/100) et celle trouvé par Ouchemoukh (2012) qui a révélé après l'analyse de 27 échantillons du miel algériens que les concentrations en composés phénolique varient de 90.06 à 289.17mg EAG/100g.

Ces variations des teneurs s'expliquent par l'origine botanique et/ou géographique des produits de la ruche et de la diversité de profils pollinique (Ouchmoukh, 2012).

2. Teneur en flavonoïdes :

Les flavonoïdes sont des pigments responsables de la coloration des végétaux et assurent la protection des tissus contre les agressions externes (Hadri, 2015). Ces composés sont aussi considérés comme des antioxydants puissants qui ont la capacité d'éliminer les radicaux libres (Narayana et *al*, 2001) et sont également connus pour leur aptitude à chélater les ions métallique (Kumar et pendeey, 2013).

La figure 09 indique que la teneur en flavonoïdes des différent produits de la ruche analysés est comprise entre 168.33 à 917.66mg EQ/100g. Le pollen se distingue par la concentration la plus élevée suivie par la propolis puis la cire d'abeille, et enfin le miel qui est le moins concentré.

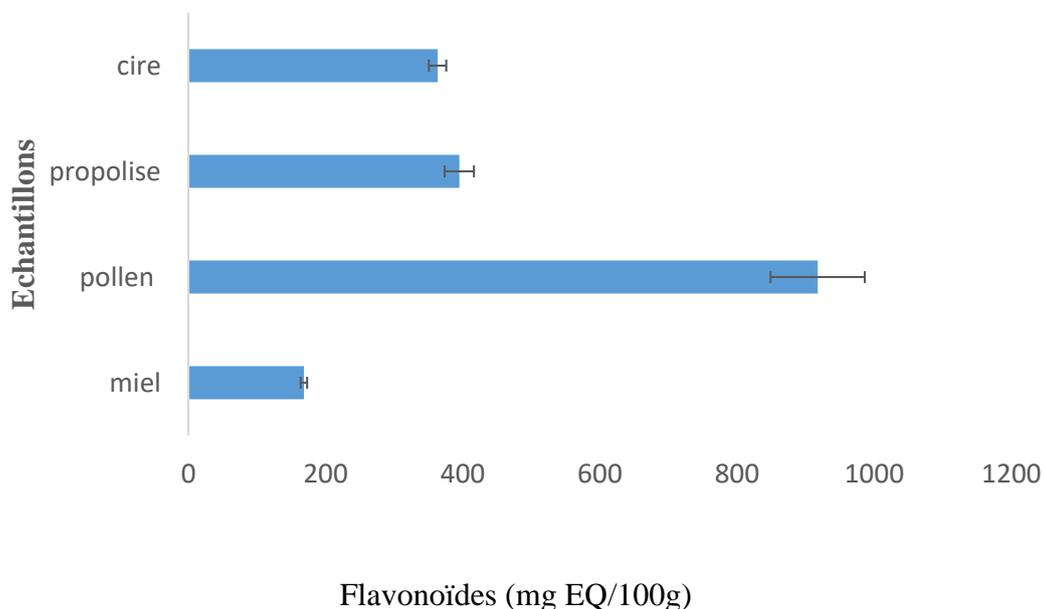


Figure 09 : teneurs en flavonoïdes des produits de la ruche.

La teneur en flavonoïdes du pollen obtenu dans cette étude est dans l'intervalle rapporté par Marghitas *et al.*, (2009) pour le pollen de la Roumanie (60 à 1360mg EQ/100g). Pour le taux des flavonoïdes de la propolis, il est similaire à celui obtenu par Rebiai *et al.* (2014) (345.99/100g) pour la propolis de khenchla.

La teneur en flavonoïdes du miel analysé est supérieure à l'intervalle obtenue par Ouchemoukh (2012) pour des miels poly floraux algériens (0.30 à 35.61mg/100g).

3. Teneur en caroténoïdes :

La figure 10 montre que la teneur en caroténoïdes mesuré dans les différents produits analysés varie entre 18.52 et 333.46mg EQ/100g. La propolis présente la teneur la plus élevée par rapport aux autres produits de la ruche suivie par le pollen, le miel et enfin la cire d'abeille.

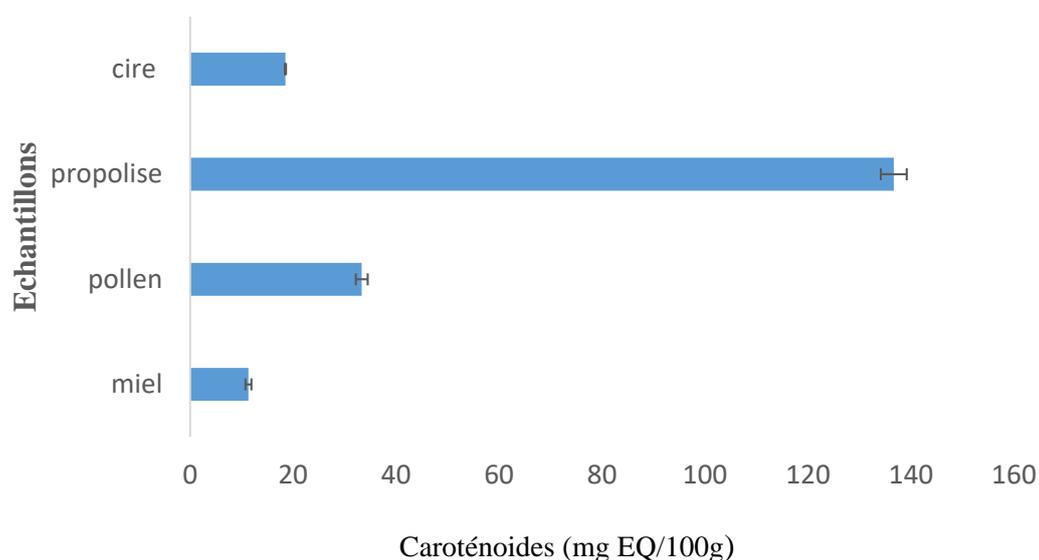


Figure 10 : teneurs en caroténoïdes des produits de la ruche.

La teneur en caroténoïdes du pollen est de 33.33 mg E β C/100 g. Ce résultat est supérieur à ceux obtenu par Almeida *et al.* (2005) sur les échantillons de pollen de Brésil [8,25 mg E β C/100 g].

Les conditions de culture le degré de maturité des fruits, butinés par les abeilles, peuvent influencer la quantité de caroténoïdes dans le miel et la propolis (Rodriguez-Amaya, 2001).

4. Activité antiradical DPPH :

La méthode du DPPH est un test antioxydant basé sur la réduction du radical DPPH en présence des antioxydants, l'utilisation du test DPPH fournit un moyen simple et rapide pour l'évaluation spectrophotométrique des extraits de plantes (Garcia et *al*, 2012).

La figure 11 montre l'activité anti radicalaire des produits de la ruche variant de 100.34 à 424mg EAG/100g. L'activité la plus élevée à réduire le radical DPPH est présentée par le pollen suivi par la propolis, puis le miel. Avec des activités similaires, la cire d'abeille a le potentiel le plus faible à réduire le radical DPPH. Le pouvoir antiradicalaire du miel est supérieure à celui obtenu par Chua et *al*, (2013) pour le miel de Malaisie (50.169mg EAG/100g).

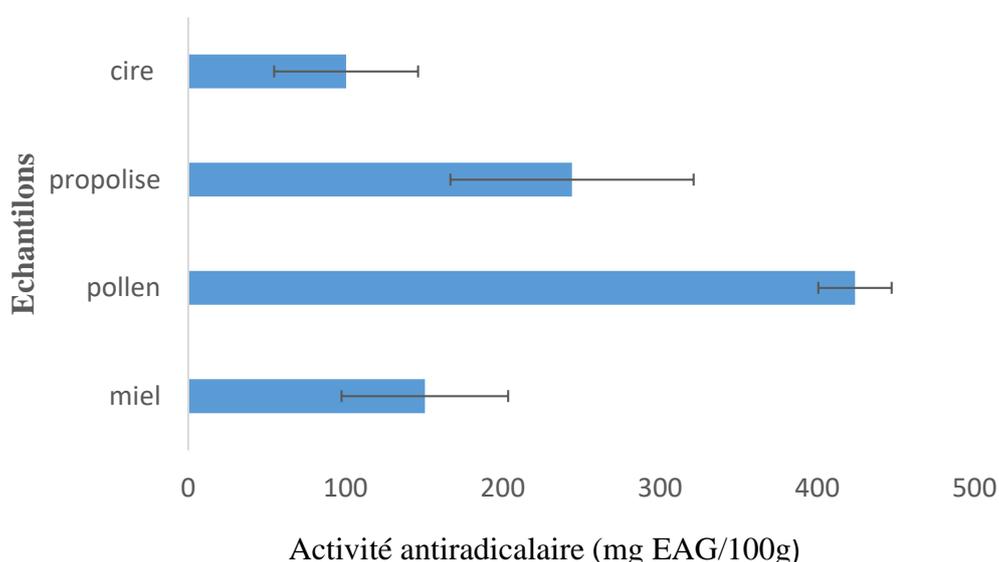


Figure 11 : Activité antiradical DPPH des produits de la ruche.

5. Pouvoir réducteur :

Beaucoup d'études indiquent la présence d'une relation directe entre les activités antioxydants et la puissance réductrice (Bentabet et *al* 2014), cette méthode est utilisée pour évaluer la puissance réductrice des antioxydants des extraits via la réduction du fer ferrique (Fe^{+3}) en fer ferreux (Fe^{+2}) (Koula et *al*, 2014).

La figure 12 montre que le pouvoir réducteur mesuré dans les différents produits analysés varie entre 40.16 à 1685.33 mg EAG/100g. La propolis présente le pouvoir réducteur le plus élevé par rapport aux autres produits, suivie par le pollen et la cire d'abeille. Le miel possède l'activité la plus faible.

Le résultat obtenu pour le miel est supérieure à celui rapporté par Attanzio et *al* (2016) pour le miel de Sicile (Italie) (Acacia : 21mg AAE/100g) et à celui du miel de myrtacées (Rucalyptus : 21.1 mg AAE/100g) et au miel d'amande (43.8mg AAE/100g).

L'activité réductrice de la propolis obtenue est similaire à celle obtenu par Taffine et *al*, (2016) pour la propolis de Oued Ghir (Algérie) avec 1700mg EAG/100g.

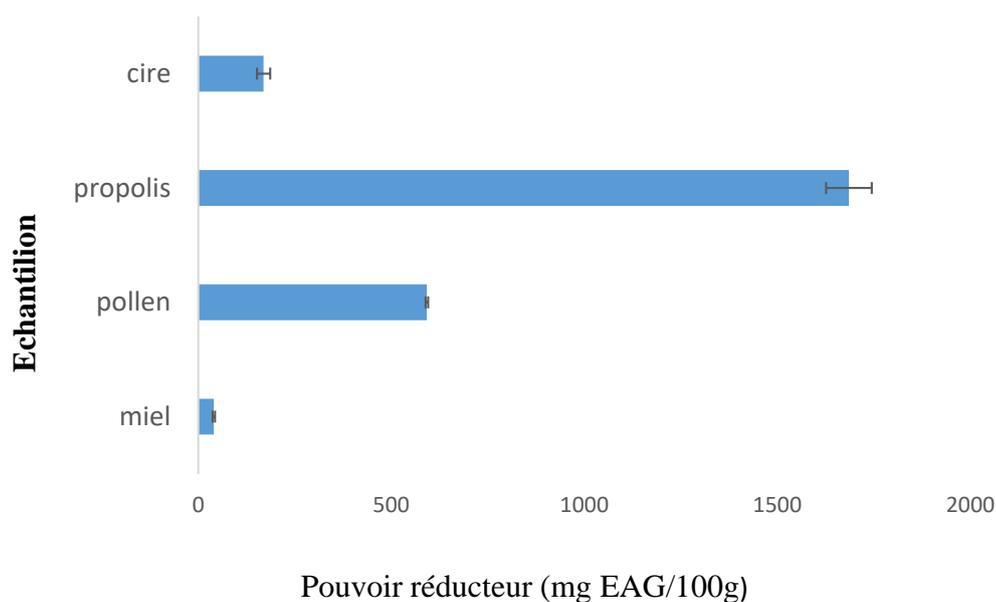


Figure 12 : pouvoir réducteur des produits de la ruche.

Conclusion

Conclusion

La présente étude a pour objectif de rechercher les propriétés biologiques et la quantification des antioxydants et l'évaluation de l'activité anti oxydante de quatre produits de la ruche (miel, pollen, propolis, et cire d'abeille).

Propriétés anti-inflammatoires, antibactérienne, cicatrisante, antalgique... les produits de ruche constituant une véritable pharmacie.

Le miel est une substance sucrée fabriquée par les abeilles à l'aide du nectar des fleurs. Composé à plus de 80 % de glucides, c'est un aliment riche en énergie et relativement pur. En fait, on y retrouve principalement deux sucres : le fructose et le glucose, deux sucres simples qui ne nécessitent aucune digestion avant leur absorption et qui sont facilement et directement assimilés par le corps.

Concernant la composition en substance antioxydants, la propolis renferme la quantité la plus importante en composés phénolique suivie par le pollen mais le miel et la cire d'abeille sont moins concentré.

Le pollen est caractérisé par la concentration en la plus importante en flavonoïdes suivie par la propolis mais le miel et la cire d'abeille ne présente que des infimes concentrations.

En perspective, il intéressant d'effectuer des analyses pour plusieurs types de miel, pollen, propolis et cire d'abeille dans les différentes régions de notre pays, afin de sélectionné les plus actif et leur activité biologique pour les utiliser dans les domaines pharmaceutique et cosmétique.

Référence bibliographique

Référence bibliographique :

A

Almeida- Muradian .L.B ; Lucia.C ; Pamplonaa.Silvia Coimbraa ; Ortrud Monika barthb (2005). Chemical composition and botanical evaluation of dried bee pollen pellets. *Journal of Food Composition and Analysis* 18. Pp 105–111. *J. Insect. Physical* .N°49. Pp : 633-643.

Almeida-Muradian L.B., Pamplona L.C., Coimbra S. and Barth O.M. (2005). Chemical composition and botanical evaluation of dried bee pollen pellets. *Journal of Food Composition Analysis*, 18:105-111.

Alvarez-Suarez J.M., Giamperi F. et Battino M. (2013). Honey as a source of dietary antioxidants: structures, bioavailability and evidence of protective effects against human chronic diseases. *Current Medicinal Chemistry* 20(5) :621-38.

Alvarez-Suarez J.M., Giampieri F., González-Paramás A. M., Damiani E., Astolfi, P. et Martínez-Sánchez G. (2012). Phenolics from monofloral honeys protect human erythrocyte membranes against oxidative damage. *Food and Chemical Toxicology*, 50, 1508–1516.

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

Alzahrani H.A, Boukraâ L. Bellik Y., Abdellah F., Bakhotmah B. A .et Kolayli S. (2012). Evaluation of the antioxidant activity of three varieties of honey from different botanical and geographical origins. *Global Journal of Health Science*, 4,191–196.

Amri A. : (2016)., Contribution à l'étude approfondie de Quelques miels produits en Algérie : Aspect physico-chimique et botanique. Thèse de doctorat en Biochimie., P : 40-65.

Andrada A.C., Telleria M.C., 2005. Pollen collected by honey bees (*Apis mellifera* L.) from south of Calden district (Argentina), botanical origin and protein content. *Grana* 44, 115-122.

Atmani D., Chaher N., Berboucha M., Ayouni K., Lounis H., Boudaoud, H., Debbache, N. et Atmani D. (2009). Antioxidant capacity and phenol content of selected Algerian medicinal plants. *Food Chemistry*, 112:303-309. **Bacher R.** les abeilles, le miel et l'apiculture, 2008, édition terre vivante p.138,8.

B

Bacha. H. C ; (2005).Le miel entre le coran et la science. La revue Al-iaajaz Alilmi : N°15.6-11p.

Bell. R ; Thprnber. J ; Seet. J ; Groves. M (1983). Composition and protein quality of honeybee collected pollen of *Eucalyptus marginata* and *Eucalyptus calophylla*. *Journal of Nutrition* N°113. Pp : 2479-2484.

Beretta G., Granata, P., Ferrero M. Orioli, M. and Facino R.M. (2005). Standardization of antioxidant properties of honey by a combination of spectrophotometric/fluorimetric assays and chemometrics. *Analytica Chimica*, 533:185 - 191.

Bertoncelj J., Dobersek U., Golob T et Jamnick M. (2007). Evaluation of the antioxidant activity of Three Varieties of Honey from Different Botanical and Geographical Origins 52: 1228-1237.

Bertoncelj J., Doberšek U., Jamnik M, ET Golob, T. (2007). Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and color of Slovenian honey. *Food Chemistry*, 105 (2): 822-828.

- BIRI M (2002).** Le grand livre des abeilles. Cours d'apiculture moderne. Edition S.A. PARIS. 260 p.
- Blackmore S., Wortley AH, Skvarla JJ, Rowley JR., 2007.** Pollen wall development in flowering plants. *New Phytol* 74 ; 843-498.
- Blasa M., Candiracci M., Accorsi A., Piacentini MP et Piati E.** Honey flavonoides as protection agent against oxidative damage to human red blood cells. *Journal of Food Chemistry*, (2007); vol.104, n°4, p.1635-1640.
- Bogdanov S., Bieri K., Gremaud G., Iff D., Kanzig A., Seiler K., Stockli H. et Zurcher K., 2003** - Produits Apicoles : 23A Miel. P.37.
- Bogdanov S. et Blumer P., 2001.** Propriétés antibiotiques naturelles du miel. *Revue Suisse d'Apiculteur*, 98(3), 107-114.
- Bogdanov S., Cherbuliez T. and Stangaciu S. (2006).** Produits apicoles et santé *ALP forum*,(41f) :3-51.
- Bogdanov S., Gallmann P, Stangaciu. S ; Theodort ct, (2006) :** Produits apicoles et santé. : ALP Forum. N°41F. 52p.
- Bogdanov S., Ruok. ET Oddol., 2004.** Physico-chemical methods for the charaterisation of unifloral honeys. *Apidologie*, 35, 4-17.
- Bogdanov S., 2006.** Contaminants of bee products. *Apidologie*, 37, 1-18, 51
- Bruneau E (2005).** L'Essentiel Du Programme Européen Miel : Voyage au coeur du miel. Belgique, p.8.
- Boussaid, A., Couaibi, M., Rezig, L., Hellal, R., Donsi, F., Ferrari, G ET Hamdi, S.** Physicochemical and bioactive properties of six honey samples from various floral origins from Tunisia. *Arabian Journal of Chemistry*, (2018); vol.11, n°2, p.265-274.
- Bouyahya A. Abrini J. Et-Touvs A. Lagrouh F. Dakka N. et Barki Y. (2017).** Analyse phytochimique et évaluation de l'activité antioxydante des échantillons du miel marocain. *Phytothérapie*. Lavoisier SAS. 55.
- Bruneau E (2005).** L'Essentiel Du Programme Européen Miel : Voyage au coeur du miel. Belgique, p.8.
- Bueno costa, F.B., Carlos zambiasi, R., Wendt bohmer, B., Clasen chaves, F., Padilha da silva, W., Teixeira zanusso, J et Dutra, I.** Antibacterial and antioxidant activity of honeys from the state of riogrande do sul, *Brazil food science and technology*, (2016); vol.65, p.333-340.

C

- Caillas A., 1957.** Les trois aliments miracles. Ed Paris Librerie spécial agricole. Pp : 31-133.11-17.
- Can Z., Yaldiz O., Sahim H., Turumtay E.A., Silici S. ET Kolayli S. (2015).** Anvestigation of Turkish honeys: their Physic-chemical Properties, antiorycht capacities and phenolic profiles. *Food Chemistry*, 180: 133-141.
- Candiracci M., Piatti e., Dominguez b M., Garcia A D., Morgado B., Gutierrez J., Parrado J. et Castano A., 2012.** Antifungal activity of the honey flavonoid extract against *Candida albicans*. *Journal of agricultural and Food Chemistry* 131 (2), 493-499.
- Can, Z. Yaldiz, O.Sahim, H. Turumtay, E.A, Silici, S. & Kolayli, S. (2015).** An investigation of Turkish Honeys: their physic-chemical Propreties, antiorycht capacities and phenolic profiles. *Foud Chemistry*, 180: 13-141.
- Campos M.G.R., Bogdanov S., Almeida-Muradian L. B., Szczesna T., Mancebo Y., Frigerio C.and Ferreira F. (2008).** Pollen composition and standardisation of analytical methods. *J.Apicultural Research and Bee World* 47:156-163.
- Campos M.G., Webby R.F., Markham K.R., Mitchell K.A (2003).** Age-induced diminution off radical scavenging capacity in bee pollens and the contribution of constituent flavonoids. *Journal of Agriculture and Food Chem-istry* .51 .Pp742-745
- Campos MGR, Frigerio C, Lopes J, Bogdanov S.** What is the future of Bee-Pollen.

Journal of ApiProduct and ApiMedical Science. 2010;2(4):131-44.

Campos. R ; Bogdanov. S ; Almeida-Muradian L.B ; Szczesna T ; Mencebo. Y ; Frigerio. C. ; Ferreira. F (2008). Pollen composition and standardisation of analytical methods. Journal of Apiculture Research 47.Pp 156 -163.

Carpes S. T. Begnini R., Mtiade Alencar S. and Lucia Massan M. (2007). Study of préparations of bee pollen extracts, antioxydant and antibacterial activity. *Ciênc. Agrotec. Lavras* 31, 1816-1825.

Chauvin R., 1987. Le miel In « la ruche et l'homme ». Edition Calmann-Lévy.45 47.

Chauzat., 2005. L'importance du pollen pour l'abeille domestique. *Bult. Tech. Apic.* 32 (1).

Cherbulier.T (2001) .CD – ROM. Apithérapie. Commission d'Apithérapie d'Apimondia.

Cherbuliez., 2001. Apithérapie, CD Rom conçu par la société Apimondia et anonyme API-AR International à Bruxelles (Belgique).

Clement .H (2002). Le traité Rustica de l'apiculture .Edition Rustica .Paris .Pp 527 ; 554.

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

Cooper R. (2007) .Honey in wound care antibacterial properties .GMS Kranken hansshygiene Interdisziplinär, vol. 2. N°2.DOC 51.

D

Dankov, K., Busheva, M., Stefanov, D. and Apostolova, E.L. (2009). Relationship between the degree of carotenoid depletion and function of the photosynthetic apparatus. *Journal of photochemistry and photobiology B : Biology*, 96: 49-56.

Dias, M.G., Camões, M. F. G. F. C. and Oliveira, L. (2009). Carotenoids in traditional Portuguese fruits and vegetables. *Food Chemistry*, 113:808-815.

Dobson., 2000.The ecology and evolution of pollen odors. *Plant systematic and evolution*, v.222, p1-4

Donadieu Y. (1983). Le pollen : thérapeutique naturelle. Edition Maloine S.A ; 6ème édition, Paris : p 84 :97.

Donadieu, y. (1984). Toutes les thérapeutiques de ma pharmacie naturelle : les produits de la ruche. Lavoisier ed, p : 12.

Donadieu, y. (2003).qu'est que le miel .chapitre e. Faculté de médecine de paris .07p.

F

Frederic B ; Alexis D (2013). Le miel : Origine et composition .Actualité pharmaceutique, Vol 52, pp 17-21.

Fratellone PM, Tsimis F, Fratellone G. Apitherapy products for medicinal use. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine.* 2016;22(12):1020-2.

G

Gasic U., Kees S., Dabic D., Trifkovic J., Milojkovic-Opsenica D.et Natic M. (2014). Phenolic profile and antioxidant activity of Serbian polyfloral honeys. *Food Chemistry*, 145, 599-607.

Gheldof N., Wang X.H., & Engeseth N.J. (2002). Antioxidant capacity of honeys from various floral sources based on the determination of oxygen radical absorbance capacity and inhibition of in vitro lipoprotein oxidation in human serum samples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50 (10), 3050-3055.

Goudable, Favier. 1997. Radicaux libres oxygénés et antioxydants. *Nutrition Clinique et Métabolisme*, 11 : 15-20. **Gonnet, m. (1982).** Le miel ; composition, propriétés, conservation. *Inrastation expérimentale d'apiculture.* Pp : 1-18.

Goût J., Jardel C. : (1998)., Le monde du miel et des abeilles. Ed. Delachaux et Niestlé.

Gul, A et Pehlivan, T. Antioxidant activities of some monofloral honey types produced across turkey . *Saudi Journal of Biological Sciences*, (2018); ISSN 1319-56X, p.2-8.

Guercio, A.G et Grande, R.H.M. AntGaracia, E.J., Oldoni, T.L.C., Alencar, S.M., Loioxydant activity by DPPH assay of potential solution to be applied on bleashed teeth .

Journal of Brazilian Dental, (2012); vol.23,n°1, p.22-27.

H

Hamoutene H, Achit A. Analyses physico-chimiques et activité antibactérienne de quelques échantillons du miel Algérien [Mémoire]. Khemis Miliana : Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana ; 2018.

Havsteen B.H (2002). The biochemistry and medical significance of the flavonoids. *Pharmacology & Therapeutics*, 96:67-202.

Herbert ET Shimanki H (1998). Chemical composition and nutritive value of bee collected and bee stored pollen. *Apidologie*. Pp 9.33-40.

Hesse., Halbritter., Zetter., Weber., Buchner., Frosch-Radivo., Ulrich., 2005. Pollen terminology, An illustrated handbook. Springer Wien, New York.

Hogan S., Zhang L., Li J., Zoecklein B. and Zhou K. (2009). Antioxidant properties and Bioactive components of Norton (VI is aestivalis) and Cabernet Franc (Vitis vinifera) winegrapes. *Food Science and Technology*. 42, 1269-1274.

Human H., Nicolson S.W (2006). Digestion of maize and sunflower pollen by the spotted maize beetle *Astylus atromaculatus* (Melyridae) : is there a role for osmotic stress.

Huchet E., Coustel J. et Guinot L., 1996. Les constituants chimiques du miel. Méthode d'analyse chimique. Département de science et l'aliment. Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaires. France. 16p.

Hoyet C. Miel : de la source à la thérapeutique [Thèse]. Nancy : Université Henry Poincaré Nancy I ; 2005.

J

Jasicka-Misiak I., Poliwoda A., Deren M., ET Kafarski P. (2012). Phenolic compounds and abscisic acid as potential markers for the floral origin of two Polish unifloral honeys. *Food Chemistry*, 131(4), 1149-1156.

JEAN PORST P., ME DORIN P. (2005). Matière première. In apiculture, Lavoisier. (Eds), conte, paris, pp 161-183.

Jones R. Honey and healing through the ages. *Journal of ApiProduct and ApiMedical Science*. 2009;1(1):1-5.

K

Kedar S.B ET Singh R.P. Genesis and development of DPPH method of antioxidant assay. *Journal of Food Science and Technology*, (2011); vol.48, p.412-422.

Krassilov., Andrada., 2005. Pollen eaters and pollen morphology : co evolution through the Permian and Mesozoic. *African invertebrates*, v 48 (1), p.3-11.

Krell. R (1996). Value-added products from beekeeping : F.A.O, Agricultural service bulletin N°124. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome. The chief Editor. 156p.

Küçük M., Kolaylı S., Karaoğlu Ş., Ulusoy E., Baltacı C., et Candan F. (2007). Biological activities and chemical composition of three honeys of different types from Anatolia. *Food Chemistry* 100, 526–534.

Kwakman P. H. S; Te Velde. A; Deboer L. et al. (2010). How honey kills bacteria. *FASEB journal*, vol 24, N°7, 2576-2582 p.

L

Laaidi k., Laaidi M. and Besancenot J.P. (1997). Pollen, pollinose et météorologie. *La Météorologie* 20,41-56.

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

Le Blanc B.W., Davis O.K., Boue S., Delucca A. In addition, Deeby T. (2009). Antioxidant activity of Sonoran Desert bee pollen. *Food Chemistry*, 115: 1299-1305.

Lequet L. Du nectar à un miel de qualité : contrôles analytiques du miel et conseils pratiques à l'intention de l'apiculteur amateur [Thèse]. Lyon : Université Claude-Bernard Lyon I ; 2010.

Lianda R.L.P., Sant' Ana L.D., Echevarria A. and Castro R.N., (2012). Antioxidant Activity and Phenolic composition of Brazillian honey and their Extracts .J. Braz. Chem.Soc.1:1-10.

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

Lobreau C, Marmion v, Clement M-C. (1999). Les miels. In « Techniques del'ingénieur ». 1-20p.

Lobo A.P., Garcia Y.D., Sanchez J.M., Madrera R.R. and Valles B.S. (2009). Phenolic and antioxidant composition of cidre. *Journal of Food Composition and Analysis*. 22,644-648.

Louveaux, j. (1968). *L'analyse pollinique des miels, in traités biologique de l'abeille*, tome 3. Edition masson de cie, paris. Pp 324-361.

Louveaux J. (1985)., Les abeilles et leur élevage. Edition opida. P: 165-181.

M

Massaux C. (2012). Polyphénols : des alliés pour la santé. Edition Abeilles & cie. 4-2012 n°149.

Mărghitaş L.A., Stanciu O.G., Dezmirean D.S., Bobiş O., Popescu O., Bogdanov S. and Graca Campos M. (2009). In vitro antioxidant capacity of honey bee-collected pollen of selected floral origin harvested from Romania. *Food Chemistry*, 115: 878-883.

Mazrou, a. (2008). Effet de la température sur l'évolution de l'hmf dans les miels algériens. Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'études supérieures en biologie. Université iben-khaldountiaret.

Meda A. : (2005)., Utilisation thérapeutique des produits de la ruche. Etude phytochimique et activité biologique des miels de BURKINA FASSO. Thèse de doctorat en science biologique appliquée : 1-139.

Meda A., Lamien C.E., Marco R. (2005). Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasso honey, as well as their radical scavenging activity .*Food Chemistry* , vol.91, n°3,,571-577.

Misset et al., 1989. Voir, connaître et utiliser le pollen. Document INRAP 83. ISSN n° 0396- 4671.

Molan PC. Why honey is effective as a medicine. 1. Its use in modern medicine. *Bee world*. 1999;80(2):80-92.

Montoro P., Braca, A., Pizza C. ET Nunziatina De Tommasi Q. (2005).Structure antioxidant activity relationships of flavonoids isolated from different plant species. *Food Chemistry*, 92: 349-355.

Mouhoubi- Taffine, Z., Ouchemoukh, S et Tamendjari, A. Antioxydant activity of some Algerian honey and propolis. *Indust Crop Prod*,(2016); vol.88, p. 85-90.

Mouhoubi Z. (2007). Influence de la température de conservation sur la qualité du miel : effet sur le pouvoir antioxydant. Thèse. Magistrat. Science Alimentaire.

Muniategui S ; Simal J., Huidobro J F., Garcia M C (1989) .Study of the fatty acids in bee-collected pollen. *Grasas y Aceites*, 40(2). In Value- added products from beekeeping : F.A.O, Agricultural service bulletin.N°124. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome. The chief Editor. .Pp: 81 ; 86

Muntean A. 2008. Caroténoïds and food preparation: the retention of provitamin A Carotenoids in prepared, and Stprod Foods, 1-93.

N

Naithani V., Nair S. and 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.

Nigelle. E (1972) .Pouvoir merveilleux du pollen. Ed Soissons. 20p.

Ouchemoukh S., Amessis-Ouchemoukh N., Gómez-Romero M., Aboud F., Guiseppe, A., Fernández-Gutiérrez A., Segura-Carretero A., Louaileche H. (2016).

Characterisation of phenolic compounds in Algerian honeys by RP-HPLC coupled to electrospray time-of-flight mass spectrometry. *LWT - Food Science and Technology*.S0023-6438(16)30774-5DOI : 10.1016.

Ouchemoukh S., Louaileche H., Schweitzer P. : (2007)., Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Algerian honeys. *Food Control*, P : 18.

P

Paulus H., Kwakman S., Sebastian A. J. et Zaat., 2012. Antibacterial Components of Honey. *IUBMB Life*, 64(1), 48-55.

Percie de sert P. (2009). Les pollens apicoles. *Phytothérapie*, 7:75-82. **Percie de sert P. (2009).** Les pollens apicoles. *Phytothérapie*, 7:75-82.

Philippe J. M., 1991. Le guide de l'apiculteur, Troisième Edition EDISUD, p.1087

Philippe J. M., 1999. Le guide de l'apiculteur, Troisième Edition EDISUD, p.1087

Prost P., Le Conte Y., 2005. Apiculture, connaître l'abeille, conduire le rucher. Ed. N°7. avoisier. 698p

Prost, p.j. (2005). Apiculture, connaître l'abeille –conduire le rucher. Lavoisier, paris, p. 382.

Prost J.P ; Le Conte Y (2005). Apiculture : connaître l'abeille. Ed. Technique et documentation, Lavoisier, PARIS. Pp 579 ; 589 ; 600.

Pyrzynska K. and beisaga M, (2009). Analysis of phenolic acids and flavonoids in honey. *Trends in Analytical Chemistry*. 1-20.

Q

Qiana. W ; Khana Z. ; Watsona D.G ; Fearnley. J (2008). Analysis of sugars in bee pollen and propolis by ligand exchange chromatography in combination with pulsed amperometric detection and mass spectrometry. *Journal of Food Composition and Analysis*.v.21. Pp 78-83.

R

Rabiet E., 1984 .Choix et culture des plantes apicoles. Ed. Rabiet. 418p.

Robards K., Prenzler P.D., Trucker G., Swatsitang P., et Glover W.(1999).

Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. *Food Chemistry*, 66, 401-436. 443.

Rodriguez-Bernaldo de Quirós, A. and Costa, H.S. (2006) .Analysis of carotenoids in vegetable and plasma samples: A review. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19:97111.

ROMANO B (2009). Le chemin du miel Ed AGRIDEA,Lausanne , 20 P.

Roulston T.H ; Cane J.H ; Buchmann, S.L (2000). What governs protein content of pollen : pollinator preferences, pollen- pistil interactions. Pp 617- 643.

Roulston T. H., Cane J. H., 2000. Pollen nutritional content and digestibility for animals. *Plant Systematics and Evolution*. 222(1-4) :187-209.

Roulston., 2000. What governs protein content of pollen : pollinator preferences, pollen – pistil interaction, or phylogeny. *Ecological Monographs*, v. 70, p.617-643.

Rossant A. (2011).Le miel : un composé complexe aux propriétés surprenantes. Thèse de doctorat, Université de Limoges. France.

Rowley J.R., Claugher D., SKVARLA J.J., 1999. Structure of the exine in *Artemisia vulgaris* (Asteraceae) : A review. *Taiwania*.44, pp 1-21.

S

- Sahin H., Aliyazıcıoğlu R., Yıldız O., Kolaylı S., et Supuran C. T. (2011).** Honey, pollen, and propolis extracts show potent inhibitory activity against the zinc metalloenzyme carbonic anhydrase. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicine*, 26, 440–444.
- Sana H.** Etude des propriétés physico-chimiques et antioxydantes du miel soumis au vieillissement accéléré [Mémoire]. Bejaia : Université Abderrahmane Mira de Béjaïa; 2017.
- Sarmiento Silva, T. M., Os Santos, F. P., Evangelista-Rodrigues, A. E., Sarmiento da Silva, E. M., Sarmiento da Silva, G., Santo de Navais, J., Assis dos Santos, F. & Camara, C. A. (2015).** Phenolic compounds, melissopalynological physicochemical analysis and antioxidant activity of jondiará (Melipona subnitida) honey. (2013). *Journal of Food Composition and Analysis*, 29:10-18.
- Sass-kiss A., Kiss J., Mitotay P., Kerek M. M. and Toth-Markus M. (2005).** Differences in anthocyanin and carotenoid content of fruits and vegetables. *Food Research International*, 38: 1023-1029
- Schmidt, J. O. et Buchman, (1992).** Other products of the hive. In : The hive and the honeybee. J. M. GRAHAM. Ed. Dadant et sons. Hamilton. 486p.
- Schramm D. D., Karim M., Schrader H. R., Holt R., Cardetti M. ET Keen, C. L. (2003).** Honey with high levels of antioxidants can provide protection to healthy human subjects. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 51:1732-1735.
- Serra-Bonvehí J ; Casanova ; T. M (1997).** Nutrient Composition and Microbiological Quality of Honeybee-Collected Pollen in Spain. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. Pp : 725-732.
- Shahidi, F. & Zhong, Y. (2015).** Measurement of antioxidant activity. *Journal of Functional Food . In press .*
- Shawarm, B ; AH S. M ; Abdelatif M. A ; EL Refai A. A (1987).** Biochemical studies of bee collected pollen in Egypt. 2. Fatty acids and non saponifiables. *J. Apic. N°26 (2)*. Pp :
- Silva T. M. S ; Camara C. A ; Links A. C. S ; Barbosa – Filho J. M ; Silva E. M. S ; Freitas B. M (2006).** Chemical composition and free radical scavenging activity of pollen loads from stingless bee *Melipona subnitida* Ducke. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(6-7). Pp 507-511.
- Sladana M., Dimitrijevic D. J., Djilas, S. M., Canadanovic-Brunet J. M., Cetkovic G. S., Tumbas V. T. and Stajner D. I. (2011).** Antioxidant activity of three different Serbian floral honeys. *APTEFF*. 42:1-288
- Stamler (1994).** Assessing diets to improve world health, nutritional research on disease Causation in population *Am. J. Clin. Nutr.*, v 59. Pp 146-156. Apimondia.
- Szczesna T., Rybak-Chmielewska H., Chmielewski W., 2002.** Sugar composition of pollen loads harvested at different period of the beekeeping season. *Journal of Apicultural Science* 46 (2) :pp.107-115.133-136.
- Snowdon, J. A. & Cliver, D. O. (1996).** Microorganismes in honey. *International Journal of Food Microbiology*, 13: 1-26.

T

- Tezcan F., Kolaylı S., Sahin H., Ulusoy E., et Erim F. B. (2011).** Evaluation of organic acid, saccharide composition and antioxidant properties of some authentic Turkish honeys. *Journal of Food and Nutrition Research*, 50, 33–40.

W

- Wang X. H., Gheldof N. et Engeseth N. J. (2004).** Effect of processing and storage on antioxidant capacity of honey. *Journal of Food Science*, 69: 96 –101.
- Wilczynska, A. (2014).** Effect of filtration on color, antioxidant activity and total

phenolics of honey, LWT. Food Science and technologie, 57: 767-774.

Winston M.L (1993). La biologie de l'abeille Nauwelaert édition. P276.

Y

Yao L., Datta N., Tomas-Barberan F.A., Ferreres F., Martos I., Singanusong R. (2003). Flavonoid, phenolic acids and abscisic acid in Australian and New Zealand Leptospermum honeys. Food Chemistry 81(2) : 159-168.

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

Z

Zhu, X.I., Bai Q.Y, Cai , W.R et Majet , G-R. Response surface methodology for optimizing the ultrasonic-assisted extraction of rice bran extract with both high total phenolic content and total antioxidant capacity. *Food chemistry*, (2010); vol.31, n°20, p.6082-6089.

Ziegler, h. (1968.) La sécrétion du nectar, in traité biologique de l'abeille, tome 3.

Annexes

Annexes :

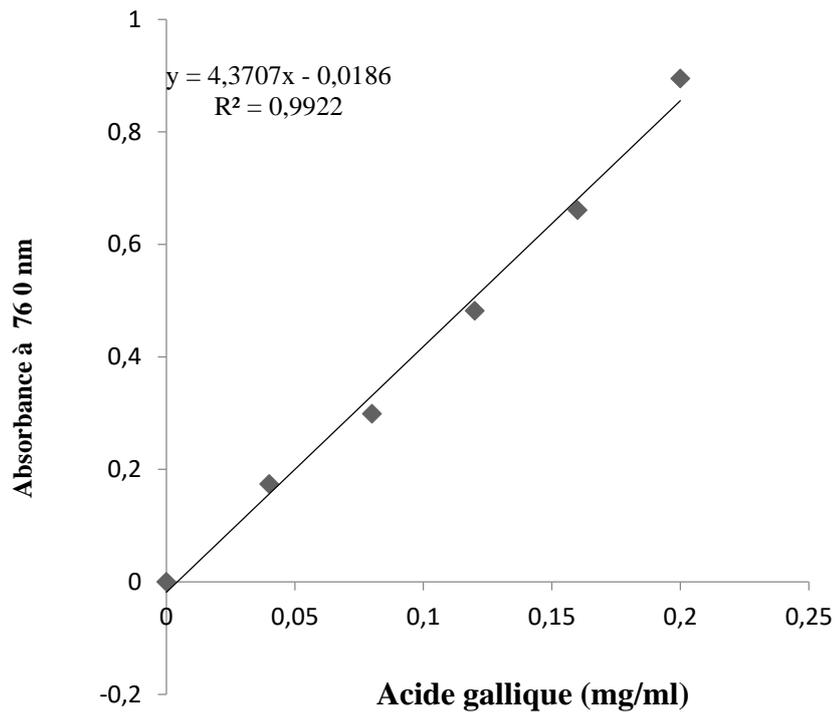


Figure a : Courbe d'étalonnage des composés phénolique.

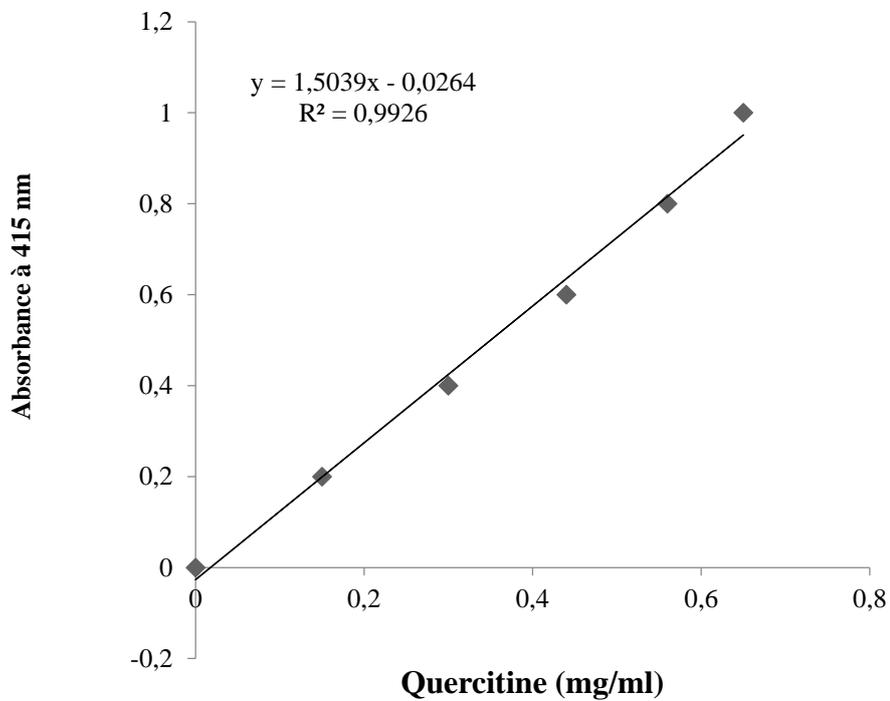


Figure b : Courbe d'étalonnage des flavonoïdes

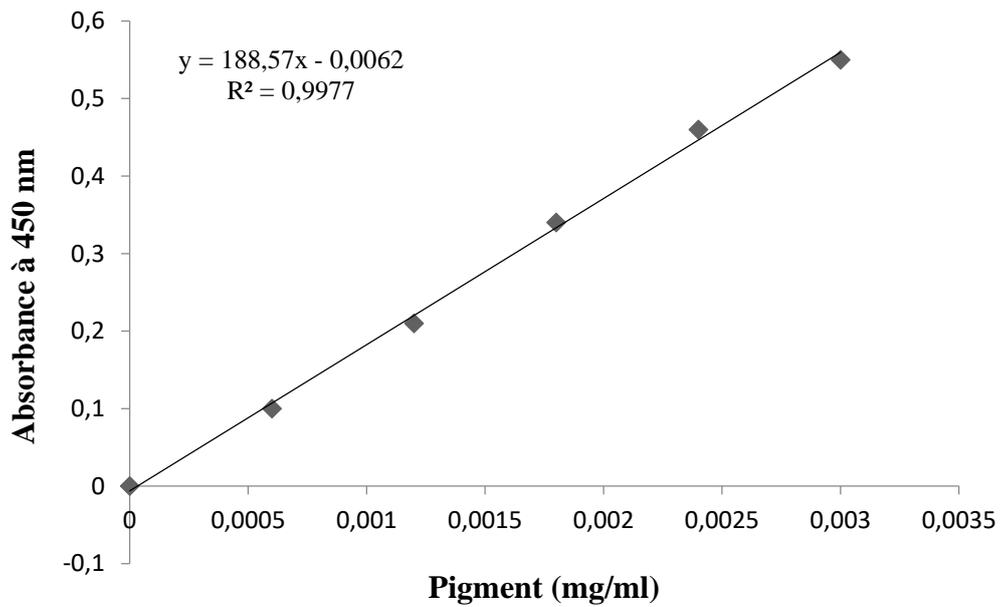


Figure c : Courbe d'étalonnage des caroténoïdes.

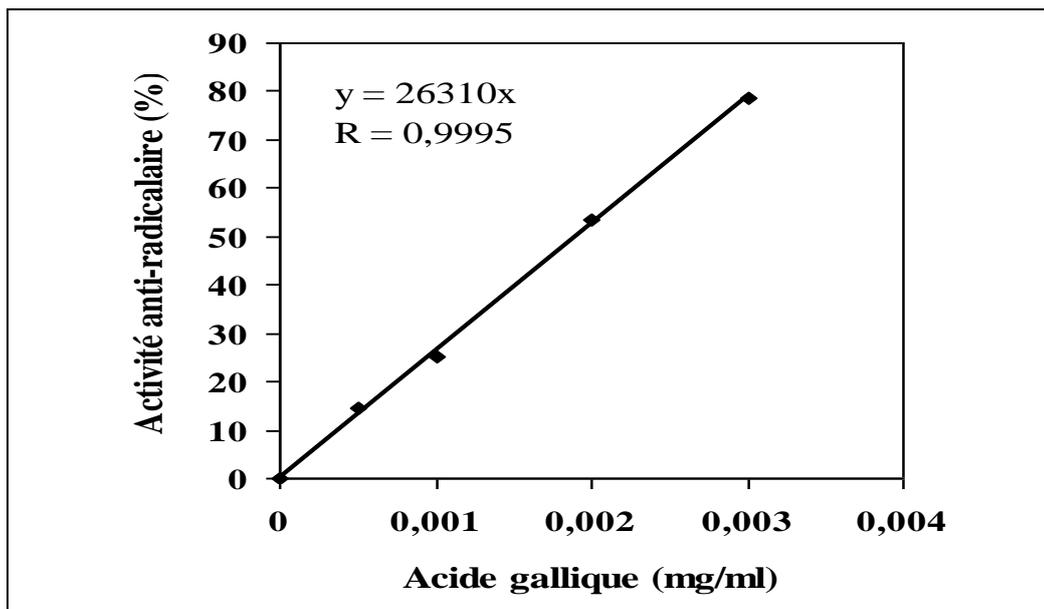


Figure d : Courbe d'étalonnage de l'activité anti-radicalaire.

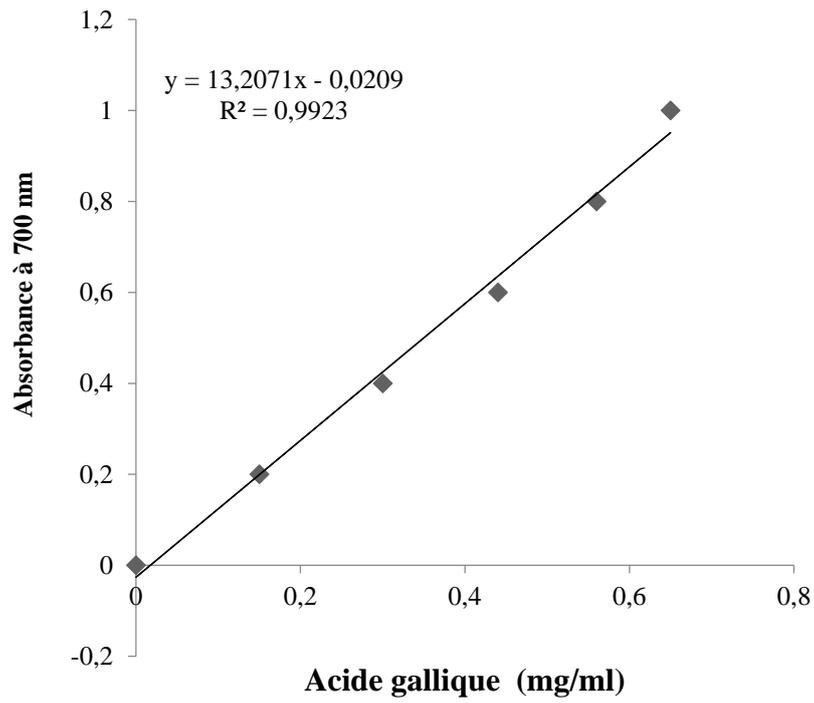


Figure e : Courbe d'étalonnage du pouvoir réducteur.

Résumé

L'objectif de cette étude concocte a mettre en évidence les propriétés biologique , physicochimique et antioxydants de quatre produits de la ruche : le miel, le pollen, la propolis, la cire d'abeille, l'étude montre que le miel possède un grand pouvoir énergétique un effet un bon thérapeutique, le pollen ce caractérise par son pouvoir antioxydants en effet il est riche en flavonoïdes qui ont la capacité a éliminer des radicaux libre, la propolis possède un excellent effet antibactérien elle est utiliser en médecine et en cosmétique tout comme la cire d'abeille. L'activité antioxydant mesuré par la réduction du radical libre DPPH et le pouvoir réducteur montre de la propolis et le pollen sont les produits les plus actif.

Mots clés : Mile, Pollen, Propolis, Cire d'abeille, propriétés biologique, antioxydants.