

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
جامعة عمار ثليجي بالأغواط
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOuat

كلية العلوم
FACULTE DES SCIENCES
قسم البيولوجيا
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Filière : Sciences Biologiques

Option : Biochimie appliquée

THEME

L'évaluation de l'activité antioxydante de quelques miels monofloraux

Présenté par :
HAMIDAT Imane
MERRAD Aicha

Devant le jury :

Président: Mr. LABOUKH Mourad

Rapporteur : Mr. ZERROUK Salim

Co- rapporteur : Mr. HARRAT Mohammed

Examinatrice : Mm. KRAZA Lamia

Soutenu publiquement le : 30 juin 2018

A decorative border of pink lily flowers with green leaves and stamens, arranged in a circular pattern around the text.

DÉDICACE

♥ *A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur ; maman que j'adore.*

♥ *A mon père, qui être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie.*

♥ *A ma chère petite sœur et mon cher petit frère.*

♥ *A mon binôme Aicha.*

♥ *A toute ma famille et à tous ceux qui ont contribué un jour à mon Education.*

Je dédie ce modeste travail.

IMANE



DÉDICACE

Tout au début, je tiens à remercier le bon dieu de m'avoir donné

du courage et de

la patience afin de réaliser ce modeste travail que je dédie à tous

ceux qui sont chers :

A ma mère qui a constitué l'essentiel de mon univers et pour la

quelle je voue beaucoup

d'affection et de respect, a la mémoire de mon père.

*A mon petit frère **ABDOU**, a mes deux sœurs **IMANE** et*

***KHADIDJA** qui n'a jamais cessé de m'apporter son*

soutien.

*A ma binôme: **IMANE HAMIDAT**, et mes amies.*

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce

*Projet soit possible, je vous dis **MERCI**.*

AICHA

REMERCIEMENTS

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

Aussi nous adressons nos vifs remerciements à notre promoteur

" Mr. ZERROUK SALIM "

pour l'honneur qu'elle nous a accordé d'accepté de nous encadrer, pour sa collaboration et son aide nécessaire à la réalisation de notre travail.

Nous tenant aussi à remercier notre co-rapporteur " Mr. HARRAT Mohammed "

Nous tenons à remercier les membres du jury d'avoir accepté d'évaluer notre travail et pour l'intérêt qu'ils y portent.

Nous tenant aussi à remercier nos familles, pour leur soutien permanent et indéfectible qui

nous ont permis de chercher au plus profond fond de nous même la force, la volonté

et la persévérance à même d'arriver à cet instant des plus important de notre vie.

Un grand merci à toute personne ayant contribué à l'accomplissement de ce modeste travail.

Résumé

Dans ce travail 12 échantillons de miel Algérien, sont analysés pour leur teneur en composés phénoliques et leur activité antioxydante. Les contenus en polyphénols totaux ont été déterminés par la méthode de Folin-Ciocalteu et les teneurs en flavonoïdes par la méthode de trichlorure d'aluminium (AlCl₃). L'activité antioxydante a été évaluée par la méthode du test DPPH. De plus, autres paramètres sont aussi réalisés: l'analyse pollinique et la couleur.

Les analyses polliniques montrent que 4 échantillons sont polyfloraux et 8 sont monofloraux (*Zizyphus lotus*, *Peganum harmala*, *Onomis natrix*, *Citrus sp*). La couleur des miels analysés sont variée entre 2 à 105 mm Pfund, de couleur blanc d'eau à couleur ambrée. L'estimation quantitative des phénols totaux et des flavonoïdes a montré que la teneur des phénols totaux du miel varient entre 29.87 et 71.96 (mg EAG/100 g); alors que la teneur des flavonoïdes sont compris entre 0.70 et 4.45 (mg EQ/100 g). L'évaluation de l'activité antioxydant a montré que le pouvoir antioxydant varie de 5.46 à 9.14 (mg EAA/100 g). Nous avons trouvé une corrélation positive ($r^2 = 0,67$, $P < 0.01$) entre la teneur en polyphénols totaux et l'activité antioxydante.

Ces résultats obtenus montrent que selon l'origine botanique, géographique et les conditions de stockage la composition de miel est diffère; tandis que la variation de l'activité antioxydante de miel due à la qualité et la quantité des composés phénoliques.

Mots-clés: Miel, polyphénols, flavonoïdes, activité antioxydante, DPPH.

Abstract :

In this work, 12 samples of Algerian honeys are analyzed for phenol content and their antioxidant activity. The total phenols content was determined by the Folin-Ciocalteu method and the flavonoids contents by the aluminium trichloride (AlCl₃) method. The antioxidant activity was evaluated by the DPPH test. Other parameters are also realized: the pollen analysis and the color.

Pollen analysis show that 4 samples are polyfloral and 8 are monofloral (*Zizyphus lotus*, *Peganum harmala*, *Ononis natrix*, *Citrus sp*). The color of the honeys analyzed varies from 2 to 105 mm Pfund, from water white to amber color. Quantitative estimation of total phenols and flavonoids showed that the total phenol content ranges between 29.87 to 71.96 (mg GAE/100 g); at the content of flavonoids are between 0.70 and 4.45 (mg QE /100 g). The evaluation of the antioxidant activity has shown that the antioxidant capacity ranges from 5.46 to 9.14 (mg AAE/100 g). We found a positive correlation ($r= 0,67$, $P< 0.01$) between the total phenol contents and the antioxidant activity.

These results show that according to the botanical, geographical origin, the storage conditions the honey compositions are different; while the variation of antioxidant activity of honey due to the quality and quantity of phenolic compounds.

Keywords: Honey, polyphenols, flavonoids, antioxidant activity, DPPH.

ملخص:

في هذا العمل، تم تحليل 12 عينة من العسل الجزائري من خلال محتواها من المركبات الفينولية واختبار فعاليتها المضادة للأكسدة. تم تحديد كمية البوليفينولات الإجمالية بطريقة Folin-Ciocalteu، وكمية الفلافونويدات بواسطة طريقة ثلاثي كلوريد الألومنيوم ($AlCl_3$)، وباختبار DPPH تم تقييم الفاعلية المضادة للأكسدة، كما قمنا أيضا بالتحليل الطلعي واللون.

أظهرت تحاليل حبوب الطلع وجود 4 عينات متعددة الزهور و 8 أحادية الزهور (*Zizyphus lotus, Peganum*) اللون الأبيض المائي إلى اللون العنبري. كما أوضح التقدير الكمي للفينولات الإجمالية والفلافونويدات للعسل أن محتوى الفينول الإجمالي يتراوح من 29.87 إلى 71.96 (mg EAG / 100 g); في حين أن كمية الفلافونويدات تتراوح ما بين 0.70 و 4.45 (mg EQ / 100 g). الفاعلية المضادة للأكسدة تراوحت ما بين 5.46 و 9.14 (mg EAA/100 g).

توضح هذه النتائج أنه وفقا للأصل النباتي، الجغرافي و ظروف التخزين تتأثر وتختلف تركيبة العسل من حيث المركبات الفينولية؛ في حين أن التباين في النشاط المضادات للأكسدة يرجع إلى نوعية وكمية المركبات الفينولية.

الكلمات الدالة: العسل، البوليفينولات الإجمالية، الفلافونويدات، الفاعلية المضادة للأكسدة، DPPH.

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction 1

Partie bibliographiques

I. Généralité sur le miel 2

I.1 Les produits de la ruche 2

I.1.1 La cire 2

I.1.2 La propolis 2

I.1.3 La gelée royale 2

I.1.4 Le venin 3

I.1.5 Le miel 3

II. Propriétés physicochimiques de miel 6

II.1 Compositions chimiques de miel 6

II.1.1 L'eau 6

II.1.2 Les glucides 6

II.1.3 Les acides organiques 7

II.1.4 Les acides amines, protéines 7

II.1.5 Les enzymes 7

II.1.6 Hydroxyméthylfurfural (HMF) 8

II.1.7 Les composés phénoliques 8

II.1.8 Les substances minérales et les oligo-éléments 8

II.1.9 Les vitamines 8

II.1.10 Autre constituants 8

II.2 Propriétés physiques 9

II.2.1 Indice de réfraction et humidité 9

II.2.2 Potentiel hydrogène (pH) et acidité 9

II.2.3 Conductivité électrique 9

II.2.4 Densité 9

II.2.5 Viscosité 9

II.2.6 Pouvoir rotatoire 10

II.2.7	La cristallisation	10
II.3	Propriétés organoleptique	10
II.3.1	Coloration.....	10
II.3.2	Odeur et gout.....	10
II.4	Propriétés thérapeutiques.....	10
II.5	Pouvoir antioxydants de miel	12
III.	Pollens	12
III.1	Morphologie	12
III.2	La méliissopalynologie	13
IV.	Les composés phénoliques (Les polyphénols)	15
IV.1	Les classes des composés phénoliques:.....	15
IV.2	Les flavonoïdes.....	15
IV.2.1	La Structure des flavonoïdes	15
IV.2.2	Les classes des flavonoïdes:.....	16

Partie expérimentale

Matériel et méthodes

I.	Echantillonnage	18
II.	Analyse pollinique	19
III.	La couleur.....	20
IV.	Dosage des phénols totaux	21
IV.1.	Principe	21
IV.2.	Mode opératoire	21
V.	Dosage des flavonoïdes	22
VI.1.	Principe	22
VI.2.	Mode opératoire	22
VI.	L'activité antioxydante	23
VI.1.	Principe	23
VI.2.	Mode opératoire	23

Résultats et discussion

I.	Analyse pollinique	24
II.	La couleur du miel.....	26
III.	Teneur en polyphénols totaux	27

I. La teneur en flavonoïdes.....	28
II. L'activité antioxydante	30
Conclusion.....	32
Références bibliographiques	34

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
Tableau 1:	Proprietes et indications therapeutiques plus specifiques attribuees aux principaux miels unifloraux	11
Tableau 2:	Presentation des echantillons de miel etudie	18
Tableau 3:	La couleur du miel exprimee en absorbance et en nm	21
Tableau 4:	Pourcentage des grains des pollens et l'origine botanique des miels analyses	25
Tableau 5:	Distribution de la couleur des miels	26

Liste des figures

Figure	Titre	Page
Figure 1	Fleur butinee par une abeille	4
Figure 2	Puceron avec la goutte de miellat	4
Figure 3	Schema d'une ouvriere	6
Figure 4	Structure d'un grain de pollen	13
Figure 5	Morphologie de quelques types des grains de pollen	14
Figure 6	Structure de base des flavonoïdes	16
Figure 7	Structures des differentes classes des flavonoïdes	17
Figure 8	Culot de centrifugation dilue	20
Figure 9	Sechage les lame sur la plaque chauffante	20
Figure 10	Distribution de la teneur en composes phenoliques des echantillons de miel	27
Figure 11	Distribution de la teneur en flavonoïdes des echantillons de miel	29
Figure 12	Activite antioxydante des échantillons de miel analyses	30

Liste des abréviations

DPPH : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl.

EAG : Equivalent d'acide gallique.

EQ : Equivalent de quercétine.

M : Molaire.

N : Normalité.

nm : Nanomètre.

µl : Microlitre.

Introduction

Introduction

Le miel est un aliment sucré naturelle qui a accompagnée l'homme depuis la plus haute antiquité. Employé depuis des millénaires par de nombreuses civilisations, pour ses propriétés nutritives et thérapeutiques.

C'est un mélange complexe de diverses molécules présentant des proportions variées, sa composition dépendent de plusieurs facteurs : l'origine botanique et géographique, climat, conditions de récolte et mode de stockage.

Parmi les composés du miel, on trouve les polyphénols, qui sont des produits du métabolisme secondaire synthétisés par les plantes et constituant un groupe important de substances naturelles présentes dans le règne végétal, possèdent souvent des propriétés antioxydantes (**Yang, 2014**).

Au cours des dernières années, il y a une augmentation de la détermination de l'activité antioxydante du miel. Plusieurs études ont montré que les composés phénoliques sont parmi les principaux facteurs responsables de l'activité antioxydante du miel.

Dans le cadre de ce travail, nous nous sommes fixés comme objectifs d'études l'analyse pollinique, la couleur ,les composés phénoliques et l'activité antioxydante de quelques miels monofloraux.

Trois parties seront développées dans ce travail dont, la première partie études bibliographiques qui ont un lien direct avec ce sujet ; le matériel et les méthodes utilisées pour cette étude sont présentés dans la deuxième partie ; La troisième partie présentera les résultats obtenus et leurs comparaisons avec des travaux précédents ; A la fin conclusion et perspectives.

Partie bibliographique

I. Généralité sur le miel

I.1 Les produits de la ruche

I.1.1 La cire

La cire est produite par les glandes cirières de l'abeille. Lorsqu'elle sort des glandes cirières, la cire est liquide, et il s'agit d'une sécrétion glandulaire malaxée avec de la salive d'abeille (Millet, 2006).

I.1.2 La propolis

Les ouvrières récoltent la résine des bourgeons, la transportent jusqu'à la ruche sur leurs pattes arrières, puis la transforment en la mélangeant avec de la cire, des sécrétions salivaires, du pollen et diverses impuretés animales et végétales pour donner à proprement parler, la propolis de la ruche.

La propolis varie donc qualitativement et quantitativement en fonction de son lieu de production, elle est utilisée par les abeilles pour ses multiples propriétés: c'est une substance desséchante, antimicrobienne qui est utilisée pour le colmatage de la ruche. Selon sa provenance, la couleur de la propolis varie du jaune au brun foncé. De dure à cassante à froid, la propolis est malléable à 20°C. Sa saveur est âcre ou amère. Son odeur agréable de miel, de vanille et de cire s'ajoute à l'odeur d'origine des bourgeons. Elle est insoluble dans l'eau froide, partiellement soluble dans l'alcool éthylique, le benzène, et le chloroforme, et soluble dans le propylèneglycol (Millet, 2006).

I.1.3 La gelée royale

La gelée royale est sécrétée par les glandes pharyngiennes et mandibulaires des jeunes ouvrières. C'est la substance centrale de la ruche: elle assure son existence et son fonctionnement. Elle est la nourriture unique et exclusive de la reine pendant toute son existence. De ce fait, sa vie est jusqu'à 50 fois plus longue que celle d'une ouvrière. En effet, une reine peut vivre 5 à 6 ans contre 45 jours pour une ouvrière, et seule l'alimentation due à la gelée royale fait la différence. De plus, elle confère à la reine une fécondité inégalée.

La gelée royale est une substance blanchâtre aux reflets nacrés, à consistance gélatineuse, de saveur chaude, acide (pH de l'ordre de 4). Sa composition n'est pas encore totalement connue; en effet, il subsiste une fraction de nature inconnue de l'ordre de 3 %. Par ailleurs,

elle est très variable, car elle est fonction du jour de la récolte, de la saison, des variétés d'abeilles et de l'alimentation des nourrices. Cependant, on peut dire qu'elle contient environ 57 à 70% d'eau, 13% de protides, 4,5% de lipides, 14,5% de glucides, 8,5% de cendres minérales et des vitamines (**Rossant, 2011**).

I.1.4 Le venin

Le venin est sécrété par les abeilles (reines et ouvrières), grâce à une glande de leur abdomen. Il est stocké dans des « réservoirs » à la base de l'abdomen reliés à un dard à la structure très élaborée. La reine s'en sert pour se débarrasser de ses rivales; les ouvrières l'utilisent pour défendre la ruche contre des agresseurs. Le dard de l'abeille ouvrière a des barbes et s'arrache après la piqûre, lorsque l'abeille s'envole, causant sa mort; celui de la reine, lisse, ne s'accroche pas (**Ballot-Flurin, 2009**).

I.1.5 Le miel

Le miel est une substance naturelle sucrée produite par les abeilles de l'espèce *Apis mellifera* à partir du nectar de plantes ou à partir de sécrétions provenant des parties d'excrétion d'insectes butineuses laissées sur les parties vivantes de plantes, que les abeilles butinent, transforment en les combinant avec des substances spécifiques qu'elles sécrètent elles-mêmes, déposent, déshydratent, emmagasinent et laissent affiner et mûrir dans les rayons de la ruche (**Codex Alimentarius, 2001**).

I.1.5.1 Origine et type du miel

Selon (**Sanz et al, 2005**), le miel vient des plantes par l'intermédiaire des abeilles à partir du nectar recueilli dans la fleur, ou du miellat. Donc les miels peuvent être classés en :

- Miel de nectar.
- Miel de miellat.

Le nectar et le miellat sont des liquides sucrés composés essentiellement de saccharose dissous dans de l'eau à une concentration variant entre 5 et 25% (**Donadieu, 2008**).

I.1.5.1.1 Miel de nectar

Le miel de nectar est le miel qui provient des nectars de plantes.-Le nectar est en générale la source principale de miel, est le liquide sucrée sécrété par les glandes nectarifères, présentes sur de nombreuses plantes (**Marchenay et Berard, 2007**).

a) Miels monofloraux (unifloraux)

Le miel dit monofloral s'il provient principalement d'une dominante source florale. Il est à noter qu'un miel est considéré comme mono floral lorsque le nombre de pollens dominants provenant d'une espèce de fleur est supérieur ou égal à 45% (Darrigol, 1979; Terrab et al., 2002).

b) Miels multifloraux (polyfloraux)

Le miel peut être fait à partir d'une variété de fleurs différentes. sa composition chimique dépendent de la source florale à partir de laquelle il a été recueilli (Ampuero et al., 2004).

I.1.5.1.2 Miel de Miellat

Le miel de miellat est un miel obtenu à partir, d'un liquide sucré sécrété par certains insectes tels que les pucerons qui se nourrissent de la sève. Celui-ci pique le végétal pour prélever la sève élaborée riche en protéines et rejette des matières sucrées « miellat » qui sont recueillies par les abeilles pour la fabrication du miel (Lord et al., 1988; Ricciardelli, 1998).



Figure 1: Fleur butinée par une Abeille.
(Source : <https://www.ordissinaute.fr/poesie/2016-05-09-la-metaphore-de-l-abeille-et-de-la-fleur>)



Figure 2: Puceron avec la goutte de miellat.
(Source : <http://www.myrmecofourmis.fr/Miellat-de-pucerons-et-fourmis>)

I.1.5.2 Elaboration du miel

L'abeille est constituée de trois articles, la tête, le thorax et l'abdomen, portant chacun des appendices (**figure 3**). Les différents individus de la ruche n'ont pas les mêmes responsabilités, ils n'ont pas non plus la même morphologie. Ainsi, *Apis mellifera* est de couleur brune, son thorax est recouvert de poils brun-jaune, l'abdomen étant généralement jaune à rougeâtre, rayé de bandes feutrées claires. La reine mesure de 15 à 18 mm, l'ouvrière 11 à 13 mm et le male entre 13 et 16 mm (**Bellmann, 1999**).

Selon **Pistretto (2007)**, les abeilles au service extérieur aspirent le nectar ou le miellat avec leur trompe. Elles le mettent dans leur jabot pour le ramener à la ruche. Là, le nectar riche en sucre est transmis aux abeilles de ruche, qui y ajoutent une matière propre aux abeilles et font évaporer le trop plein d'eau.

Les enzymes ajoutés par l'abeille de ruche changent le spectre du sucre et freinent l'apparition de levures ou de bactéries.

Puis le nectar est étalé dans le nid de couvain sur des alvéoles des rayons et est séché par les éventails vigoureux de leurs ailes. La teneur en eau est ainsi diminuée jusqu'à 16%. Lorsque les alvéoles de stockage sont pleines de miel, elles sont recouvertes d'une couche de cire perméable à l'air, un signe pour l'apiculteur que le miel est mûr et peut être récolté.

Cependant le miel se constitue généralement seulement quand une quantité suffisante par unité de temps est rapportée par les abeilles butineuses dans la ruche. Celle-ci doit être supérieure à la consommation propre courante, qui est nécessaire à l'alimentation de la ruche et à l'élevage de la couvée. L'apiculteur parle alors de miellée de fleurs ou de miellée tout court. Ce sont donc seulement les excédents d'approvisionnement qui sont traités et finalement une fois épaissis stockés en tant que miel.

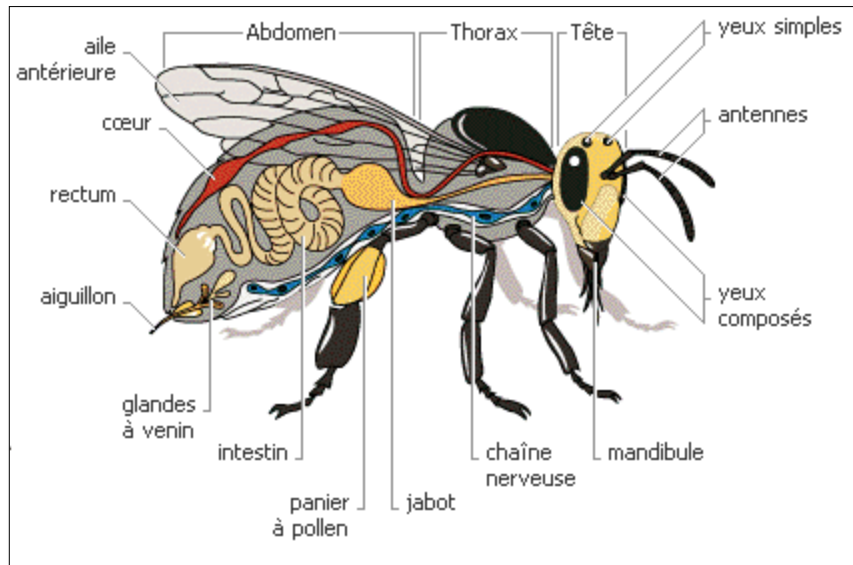


Figure 3: Schéma d'une ouvrière (Clément, 2009).

I.1.5.3 Récolte du miel

Pour conserver au miel tout son arôme et pour éviter que certains éléments biologiques et les enzymes ne soient détruits, le miel doit être récolté en prenant certaines précautions indispensables. Il doit en outre être exempt de corps étrangers et d'impuretés. Pour le purifier, on peut passer le miel dans un filtre grossier (le diamètre des mailles ne doit pas être inférieur à 0,2 mm). Cette filtration ne doit pas supprimer le pollen. Par ailleurs, aucune substance ne doit être ajoutée ni aucune autre substance essentielle retirée du miel (Bogdanov *et al.*, 2003).

II. Propriétés physicochimiques de miel

II.1 Compositions chimiques de miel

Les composants de miel sont :

II.1.1 L'eau

La teneur optimale de l'eau se trouve entre 15 et 20%. Cette teneur elle doit aussi empêcher la fermentation du miel (Delphine, 2010; Cuvillier, 2015).

II.1.2 Les glucides

Des glucides présents en grande quantité en moyenne de 78 à 80 %, Parmi eux, on retrouve:

- Des monosaccharides avec moyenne de 31% pour le glucose et 38% pour le fructose. Ce sont les deux principaux sucres du miel.
- Des disaccharides comme le maltose (7,3%), et le saccharose (1,3%).
- Des tri et polysaccharides qui représentent 1,5 à 8%. Parmi eux : l'erlose, le raffinose, le mélézitoze, le kojibiose, le dextrantriose, le mélibiose, etc (**Rossant, 2011; Yang, 2014**).

II.1.3 Les acides organiques

L'acidité du miel est principalement due aux acides organiques dont la quantité est inférieure à 0,5%. L'acide gluconique est l'acide majeur, et présente d'autres acides comme l'acide acétique, l'acide citrique et l'acide lactique (**Huchet et al., 1996; Cavia et al., 2007**).

II.1.4 Les acides amines, protéines

Les acides aminés représentent 1%, la proline est le principal contributeur avec 50-85% des acides aminés totaux. Outre la proline, il y a 26 acides aminés dans les miels (**Hermosi et al., 2003**).

Les protéines sont présentes en faible quantité dans le miel (0,26%), Il s'agit essentiellement de peptones, d'albumines, de globulines et de nucléoprotéines (**Rossant, 2011**).

II.1.5 Les enzymes

Le miel contient plusieurs enzymes dont la présence est à rattacher à l'origine double du miel: végétale (pollen ou nectar) et animale (abeilles).

Le changement de la solution sucrée en miel commence déjà dans le jabot de la butineuse où diverses enzymes entrent en action.

A la ruche, le nectar récolté et "prédigéré" par la butineuse est pris en charge par de plus jeunes abeilles, qui se l'échangent plusieurs fois (trophallaxie) et l'enrichissent en matières spécifiques et notamment en enzymes.

Les principales enzymes sont:

- La diastase qui permet de modifier l'amidon.

- l'invertase qui divise le saccharose en glucose et en fructose.
- Le glucose oxydase qui, à partir du glucose, produit de l'acide gluconique et du peroxyde d'hydrogène (Hoyet, 2005).

II.1.6 Hydroxyméthylfurfural (HMF)

L'HMF est une substance issue de la transformation du fructose en milieu acide, est présent dans les miels anciens ou ayant subi un sur chauffage (Bath et Singh, 1999; Ahmed et al., 2012). Le seuil maximal en HMF est de 40 mg/kg (Codex Alimentarius, 2001).

II.1.7 Les composés phénoliques

La teneur en polyphénols dans le miel varie de 55 à 800 mg/kg selon leur origine botanique (Yang, 2014).

Parmi les structures identifiées dans le miel: les acides phénoliques (acides benzoïques et cinnamiques) et les flavonoïdes (flavones et les flavanones) en proportion variable (AL-Mamary et al., 2002). Les flavonoïdes les mieux représentés dans le miel sont la chryisine, l'apigénine; l'hespertine, la pinocembrine, la pinobnksine et la galangine (Marquele et al., 2005; Meda et al., 2005).

II.1.8 Les substances minérales et les oligo-éléments

Leur taux est 0,2%. On retrouve principalement : le phosphore, le potassium, le silicium, le soufre, le manganèse, le fer, le calcium, le sodium, le chlore, le magnésium et le cuivre; ainsi que de nombreux autres oligoéléments (Donadieu, 1978).

II.1.9 Les vitamines

Le miel contient peu de vitamines. On y trouve essentiellement des vitamines du groupe B: vitamines B1, B2, B3, B4 et B5. Parfois on y trouve aussi de la vitamine C, ainsi que les vitamines A, K et D (Hoyet, 2005).

II.1.10 Autre constituants

Le miel contient en faible quantité:

- Les substances aromatiques qui sont à l'origine de l'arome du miel (Bogdanov et al., 1995).

- Les pigments colorent. Ce sont principalement des caroténoïdes, des xanthophylles et des flavonoïdes.
- Les lipides qui sont des composés rares. Ils sont représentés par des glycérides et des acides gras (acides palmitique, oléique et linoléique) (**Lobreau-Callen et al., 1999**).
- Les grains de pollen, les bactéries, les champignons et les levures (**Aupy et al., 1994**).

II.2 Propriétés physiques

II.2.1 Indice de réfraction et humidité

L'indice de réfraction du miel est en fonction de la teneur en eau et de la température, sa mesure au moyen du réfractomètre.

La plus part des miels ont un indice de réfraction allant de 1,5041 à 1,4915 pour une teneur en eau de 13 à 18 %.

L'indice de réfraction du miel est d'autant plus élevé que sa teneur en eau est plus basse (**Louveaux, 1985 ; Lobreau-Callen et al., 1999**).

II.2.2 Potentiel hydrogène (pH) et acidité

Le miel est acide, son pH est généralement compris entre 3,2 et 5,5 elle est due à la présence des acides organiques (**Bogdanov et al., 2004**).

II.2.3 Conductivité électrique

Elle est intéressante, car elle permet de distinguer facilement les miels de miellats des miels de nectar, les miels de miellat, possèdent une conductibilité électrique beaucoup plus élevée que les miels de fleurs (**Rossant, 2011**).

II.2.4 Densité

Le poids spécifique est en fonction principalement de la teneur en eau qui est déterminée par un densimètre, et sa valeur comprise entre 1,14 et 1,435. (**Ouchemoukh, 2003 ; Jeanprost et Médori., 2005**).

II.2.5 Viscosité

La viscosité du miel est conditionnée essentiellement par sa teneur en eau, sa composition chimique et la température à laquelle il est conservé (**Donadieu, 2008**).

II.2.6 Pouvoir rotatoire

Le pouvoir rotatoire est lié à la présence d'un ou plusieurs carbones asymétriques au sein de la molécule de sucre. Il est utilisé pour distinguer entre les miels de nectar (ont des valeurs négatives lévogyres) et les miels de miellat (ont des valeurs positives dextrogyres) (**Nanda et al., 2003**).

II.2.7 La cristallisation

La cristallisation du miel est un processus naturel, qui se fait à partir de cristaux primaires de glucose, et sa valeur comprise entre 1,7 et 2,1(**Rossant et Desmouliere, 2011**).

II.3 Propriétés organoleptique

II.3.1 Coloration

En fonction de l'origine florale, géographiques et la composition, le miel présente différentes couleurs qui sont déterminées par les espèces des fleurs butinées. (**Hoyet, 2005**).

II.3.2 Odeur et gout

L'odeur du miel est variable (**Blanc, 2010**). L'arôme, le goût et la couleur du miel dépendent des plantes où les abeilles ont récolté le nectar. Les tournesols, par exemple, donne un miel jaune d'or ; le trèfle donne un miel sucré et blanc. Le miel foncé a généralement un goût plus prononcé et sa teneur en sels minéraux est élevée ; le miel clair a une saveur plus délicate (**Bradbear, 2005**).

II.4 Propriétés thérapeutiques

Les vertus thérapeutiques du miel (**tableau 1**) sont attribuées à son activité antioxydante et antibactérienne, il est utilisé pour le traitement des brûlures, des désordres gastro-intestinaux,

De l'asthme et des ulcères de peau (**Al-mamary et al., 2002**).

Administré par voie buccale, le miel peut guérir ou soulager l'insomnie, les maux de gorge et certaine infection gastrique. Il augmente aussi la teneur du sang en hémoglobine et la force musculaire (**Jean-prost, 2005**).

Tableau 1 : Propriétés et indications thérapeutiques plus spécifiques attribuées aux principaux miels unifloraux (**Donadieu, 1978**).

Origine botanique	Propriétés plus spécifiques	Indicateurs plus particulières
Acacia	- Régulateur intestinal.	-Paresse intestinal, notamment chez le jeune enfant.
Bruyère	- Antiseptique des voies urinaires et diurétiques ; -Antianémique ; - Dynamogénique des voies respiratoires et des voies urinaires.	- Affections de l'arbre urinaire dans son ensemble et dans le régime diététique de l'insuffisance rénale et chronique ; Certains anémies ; Etats de fatigue en général; convalescences ; Sénescences.
Eucalyptus	- Antiseptique des voies respiratoires et des voies urinaires.	- Affection touchant à la sphère respiratoire et à l'arbre urinaire dans leur ensemble.
Oranger	- Antispasmodique ; - Sédatif nerveux.	- Etats spasmodiques d'origines diverses ; - Nervosisme en général et troubles qui en découlent : insomnies, palpitations.
Sapin	- Antianémique ; - Antiseptique et anti-inflammatoire des voies respiratoires ; - Diurétique.	- Certains anémies ; - Affection touchant à la sphèrerespiratoire dans tout son ensemble ; Affections de l'arbre urinaire dans son ensemble et dans le régime diététique de l'insuffisance rénale et chronique.
Lavande	Antiseptique et anti inflammatoire des voies respiratoires ; Antispasmodique Sédatif nerveux.	- Affection touchant à la sphère respiratoire dans tout son ensemble ; - Rhumatismes chroniques (arthrose).
Thym	- Antiseptique général.	- Maladies infectieuses en général touchant aussi bien les sphères respiratoires, digestives et urinaires.
Tilleul	- Antispasmodique ; - Sédatif nerveux.	- Etats spasmodiques d'origines diverses ; - Nervosisme en général et troubles qui en découlent : insomnies, palpitations.
Trèfle	- Dynamogénique.	Etats de fatigue ; Convalescences ; Efforts physiques (chez les sportifs en particulier.

II.5 Pouvoir antioxydants de miel

L'action des antioxydants consiste à neutraliser les radicaux libres, molécules hautement réactives causant des dommages importants aux protéines, les lipides et les acides nucléiques, il peut se produire une prolifération (multiplication anormale) de cellules, entraînant un cancer, un dysfonctionnement cellulaire ou la mort des cellules (**Halliwell, 1999; Quillien, 2002**).

Les composants dans le miel responsable de son effet antioxydant sont les flavonoïdes (chrysin, pinocembrine, pinobanksine, quercétine, le kaempférol, la lutéoline, le galangin, l'apigénine, l'hespéretine, myricétine), les acides phénoliques (caféiques, coumariques, ferruliques, ellagique, chlorogénique), l'acide ascorbique, la catalase, la glucose-oxydase la peroxydase, les caroténoïdes, les acides aminés, les protéines (**Bertoncelj et al., 2007**).

III. Pollens

Les pollens sont des grains microscopiques, provenant des étamines mâles des fleurs, et transportés par le vent ou les insectes pour aller féconder le pistil femelle des plantes (**Renault-miskovsky et Petzold, 1992; Laaidi et al., 1997**). Il est indispensable à la survie de la ruche car il représente le principal aliment des larve, d'où l'appellation " pain d'abeille " (**Vaissiere, 2002 ; Le Blanc et al., 2009**).

III.1 Morphologie

Les grains de pollens ont des formes très variées. La morphologie du grain de pollen est caractéristique de chaque espèce. C'est une cellule vivant, entourée de deux parois protectrices appelée le Sporoderme.

La paroi interne, ou intine pectocellulosique (constituée de cellulose, de pectine et de protéines), est la membrane squelettique qui caractérise toutes les cellules végétales.

La paroi externe, ou exine, est constituée pour l'essentiel de Sporopollénine (mélange d'esters de caroténoïdes et d'acides gras) de cellulose et de protéine, et se subdivise en deux couches, l'endexine et l'ectexine (**Laaidi et al., 1997; Percie, 2009**).

Les grains de pollen sont sphériques ou ovoïdes, généralement jaunes, parfois rouges, noirs ou bleuâtres. Leur taille varie de 5 µm à 250 µm (**Laaidi et al., 1997**).

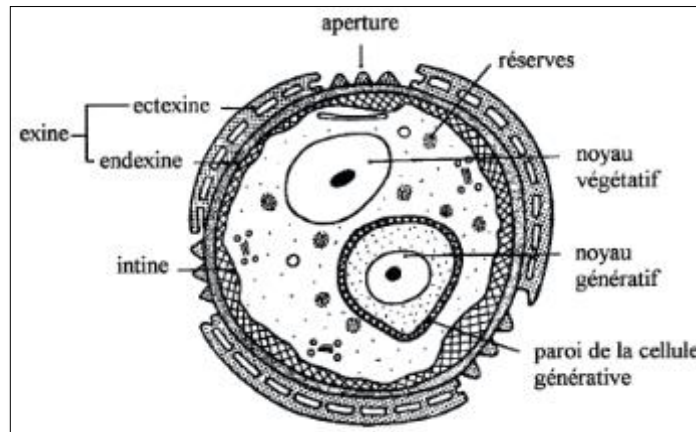


Figure 4: Structure d'un grain de pollen (Laaidi et al., 1997).

III.2 La méliissopalynologie

Le terme « méliissopalynologie » désigne l'étude des pollens contenus dans le miel. On trouve environ 100 à 5 000 grains de pollens dans un gramme de miel. Leur analyse permet de déterminer l'origine botanique et géographique d'un miel. Elle s'opère en deux étapes : la première consiste à identifier les espèces dont sont issus les pollens présents dans l'échantillon de miel en les comparant aux bases de données existantes. Il convient ensuite de dénombrer les grains de pollens présents dans l'échantillon, car leur nombre varie en fonction de l'espèce. Ce comptage permet d'évaluer les proportions des différents nectars présents dans les miels polyfloraux.

Selon Cavelier (2013) les pollens sont caractérisés selon divers critères :

- **La symétrie** : selon deux plans (polaire ou équatorial) on distingue des symétries isopolaire ou hétéropolaire ;
- **La forme** : circulaire, triangulaire, hexagonale, etc ;
- **La taille** : de 2,5 à 300 microns ;
- **Les ouvertures** : pore, sillon ou association des deux, ou encore absence d'ouvertures (comme le mélèze, par exemple);

L'ornementation de l'exine : elle s'observe à X1000, lisse, en creux (dépressions isolées, sillons parallèles, réseau) ou en relief (épines, clou, crêtes, verrues, ballonnets).

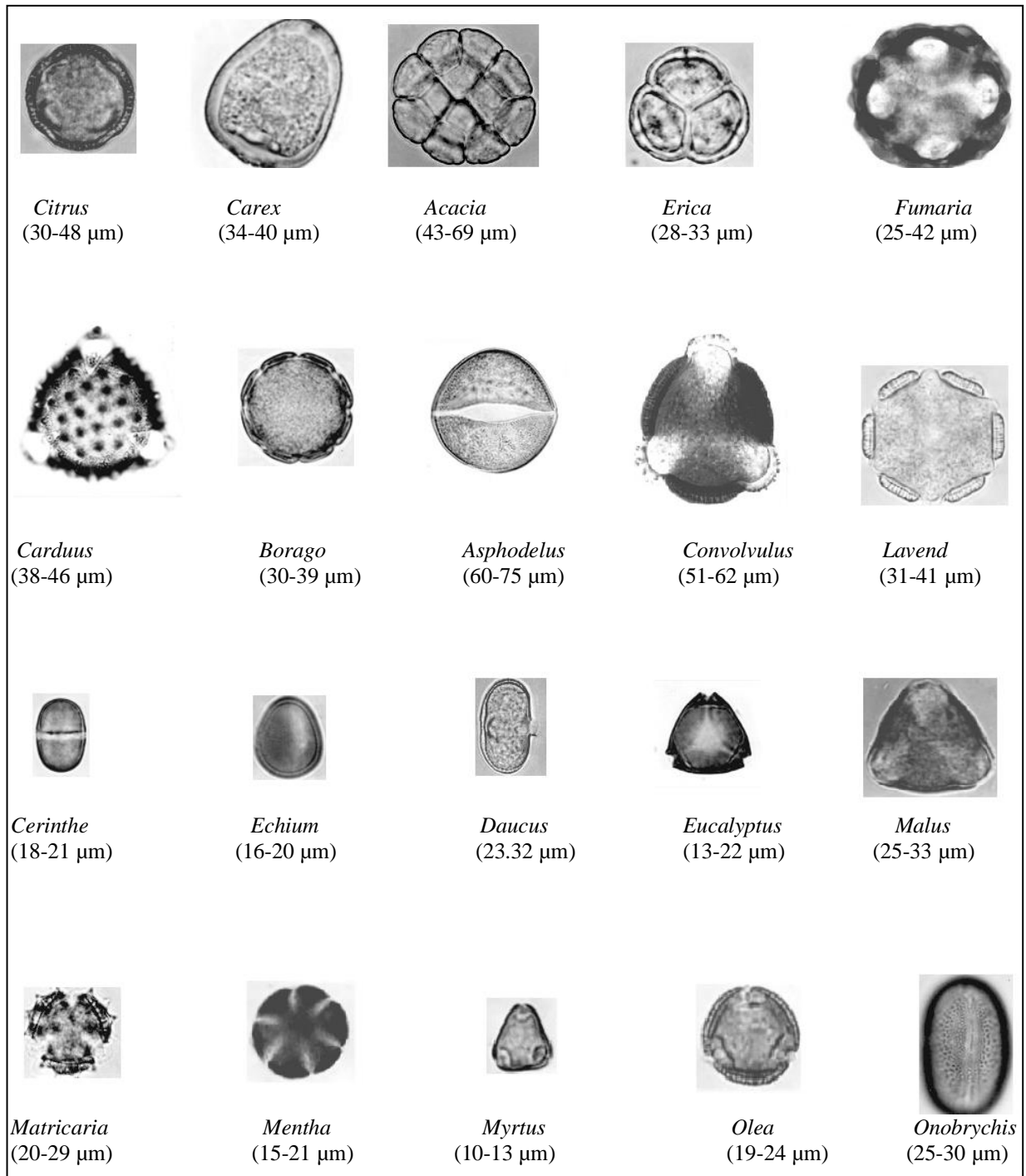


Figure 5: Morphologie de quelques types des grains de pollen (Ricciardelli D'Albore, 1998).

IV. Les composés phénoliques (Les polyphénols)

Les composés phénoliques sont des métabolites secondaires largement répandues dans le règne végétal, molécules pour se défendre contre les agressions environnementales. Ils sont localisés dans différentes parties des plantes selon l'espèce végétale et le groupe polyphénolique considérés (**Waksmundzka et Sherma, 2011**).

Plus de 8000 structures a été identifiées à partir de simples molécules comme les acides phénoliques, jusqu'aux les substances hautement polymérisées comme les tanins (**Dai et Mumper, 2010**). Ils sont classés en différents groupes en fonction du nombre de noyaux aromatiques qui les composent et des substitutions qui les relie (**Manallah, 2012**).

Les polyphénols sont reconnus pour leurs propriétés antioxydants, anti-inflammatoires, antifongiques, antivirales et anticancéreuses (**Khan, 2010**).

IV.1 Les classes des composés phénoliques

Les polyphénols peuvent se regrouper en : acides phénoliques (phénols simples), flavonoïdes, lignanes, stilbènes, coumarines et les tannins (**Porter, 1989; Boros, 2010**).

IV.2 Les flavonoïdes

Le terme flavonoïde signifie jaune en latin (flavus) (**Ribereau-Gayon, 1968**), il désigne une très large gamme de composés naturels appartenant à la famille des polyphénols (**Seyoum et al., 2006**), les flavonoïdes sont considérés comme des pigments quasiment universels des végétaux, souvent responsables de la coloration des fleurs, fruits et parfois des feuilles (**Bruneton, 1999**).

IV.2.1 La Structure des flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des composés basés sur un squelette à 15 atomes de carbone qui fait de deux cycles phényles C₆, les cycles A et B, connectés par un pont à trois carbones (structure en C₆-C₃-C₆). Ce dernier est situé entre les cycles A et B est communément cyclisé pour former le cycle C (cycle centrale). Les atomes de carbone dans les cycles C et A sont numérotés de 2 à 8, et dans le cycle B de 2' à 6' (**Bruneton, 1999**).

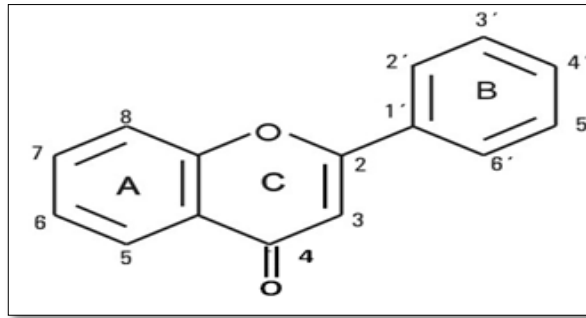


Figure 6: Structure de base des flavonoïdes (Di Carlo *et al.*, 1999).

IV.2.2 Les classes des flavonoïdes

Les flavonoïdes se répartissent en fonction de la structure de molécules. En effet, plus de 6400 structures a été identifiées (Harborne et Williams, 2000).

La famille des flavonoides peut se diviser en classes qui diffèrent par leurs structures chimiques: flavanols, flavones, flavonols, isoflavones, aurones, chalcones et anthocyanidines (Effendi *et al.*, 2008).

Les composés de chaque sous-classe se distinguent par le nombre, la position et la nature des substituants (groupements hydroxyles libres OH, méthylés OCH₃ ou glycosylés (glucose ou arabinose, ou fructose) sur les deux cycles aromatiques A et B et le cycle central C (Dacosta, 2003).

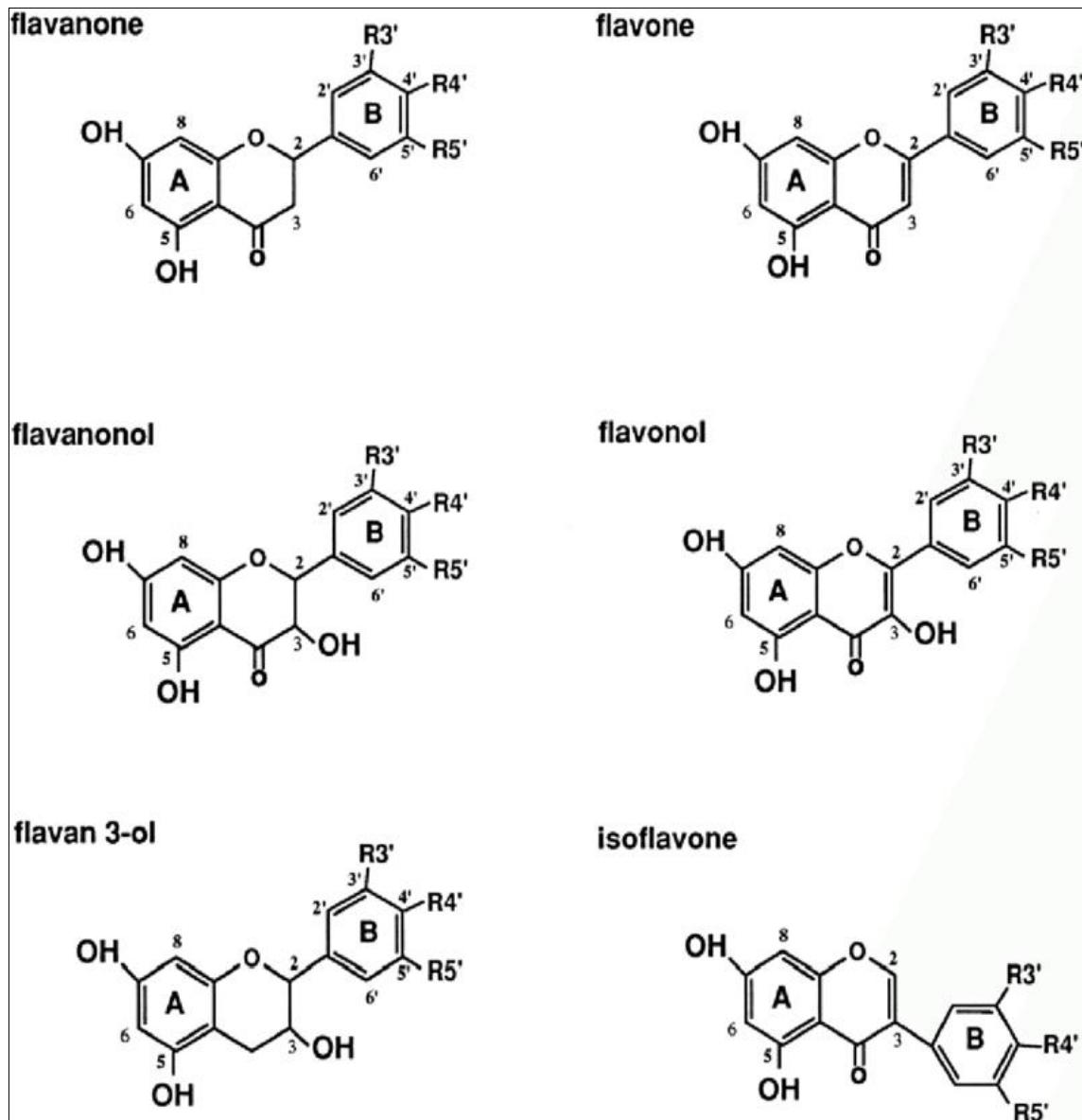


Figure 7: Structures des différentes classes des flavonoïdes (Gamet-Payraastre et al., 1999).

Partie expérimentale

Matériels et méthodes

I. Echantillonnage

Nous avons travaillé sur 12 échantillons du miel récoltés dans les années 2016 et 2017, et provenant de différentes régions de l'Algérie (**Tableau 2**).

Les échantillons du miel récoltés sont conservés dans un flacon en verre stérile, hermétiquement fermé et gardé à la température ambiante, cette technique est utilisée pour protéger les composés sensibles à la chaleur et à la lumière.

Les différents échantillons serviront pour une analyse pollinique et des analyses physico-chimiques (la couleur, les flavonoïdes, les polyphénols et l'activité antioxydante).

Ce travail d'étude a été effectué au niveau de laboratoire de notre département de Biologie.

Tableau 2: Présentation des échantillons de miel étudiés.

N° d'échantillon	Appellation initiale (selon les apiculteurs)	Date de récolte	Régions
1	<i>Zizyphus lotus</i>	juil-2017	Djelfa (Bouigla)
2		juil-2017	Laghouat (Hassi Delaa)
3		juil-2017	Djelfa (Ain Oussara)
4	<i>Peganum harmala</i>	mai-2017	Tissemsilt
5		mai-2016	Djelfa (Ain Oussara)
6	<i>Citrus sp</i>	mai-2017	Ghardaïa
7		mai-2017	Blida (Boufarik)
8	<i>Euphorbia</i>	juil-2017	Laghouat (El Beidha)
9		juil-2017	Laghouat (Aflou)
10		juil-2017	El Bayadh
11		juil-2017	Laghouat (El Guelta)
12		juin-2017	Laghouat (Aflou)

II. Analyse pollinique

Le protocole utilisé pour l'analyse pollinique des échantillons de miel, est celui préconisé par la commission internationale de botanique apicole (**Louveaux et al., 1978**).

L'extraction du pollen présent dans le miel est basée sur la différence de densité entre le pollen et le miel dilué.

- ✓ 10 grammes d'un miel bien homogénéisé sont versés dans un bécher. On les dilue dans 20 ml d'eau chaude (pas plus de 50 °C).
- ✓ La solution est centrifugée pendant 10 minutes à 3500 tours/minute et le liquide surnageant est jeté de façon à ne conserver que le culot de centrifugation. (Les durées et vitesses de centrifugation peuvent varier selon les cas).
- ✓ Ce culot est ensuite mis en suspension dans de l'eau distillée puis centrifugé à nouveau 10 minutes à 3500 tours/minute (figure 8). Le surnageant est éliminé.
- ✓ On aspire ensuite le culot à l'aide d'une pipette Pasteur et on le dépose sur une lame.
- ✓ On laisse évaporer l'excédent d'eau sur la plaque chauffante avant de déposer une goutte de gélatine glycinée qui fixera la préparation, et on la recouvre avec une lamelle (figure 9).
- ✓ L'identification se fait au microscope à différents grossissements (400X à 1000X).
- ✓ La morphologie des grains est variée et caractéristique. Les caractères considérés sont la symétrie, la forme, la taille, les apertures (pores ou sillons) ainsi que l'ornementation de l'exine.

Après l'identification du grain de pollen, l'interprétation de la lame dans sa globalité est tout aussi délicate. Elle combine à la fois l'identification et le dénombrement. Elle doit en effet révéler une association cohérente et logique des espèces en rapport avec la couverture végétale correspondant au climat de la région de provenance de l'échantillon. Il est donc nécessaire d'avoir de bonnes connaissances en écologie et en botanique. Ces grains de pollen, identifiés sont cependant de bons marqueurs de l'environnement d'où provient le miel.



Figure 8: Culot de centrifugation dilué.



Figure 9: Séchage les lame sur la plaque chauffante.

Un miel est considéré comme étant monofloral lorsque le nombre de pollens dominants provenant d'une espèce de fleur est supérieur ou égal à 45 % (**Louveaux et al., 1978**).

III. La couleur

La couleur a été déterminée avec un spectrophotomètre, on lisant l'absorbance des solutions des miels à 635 nm (10 g du miel dans un 20 ml d'eau distillé) (**Naab et al., 2008**).

Les valeurs des absorbances sont converties à l'échelle de Pfund, selon la formule suivant:

$$\text{mm Pfund} = - 38.7 + 371.39 \times \text{Absorbance.}$$

Tableau 3: la couleur du miel exprimée en absorbance et en mm Pfund (Naab *et al.*, 2008).

La couleur du miel	Absorbance	Mm Pfund
Blanc d'eau	0.104-0.125	0-8
Extra blanc	0.125-0.148	8-16.5
Blanc	0.148-0.195	16.5-34
Ambré extra clair	0.195-0.238	34-50
Ambré clair	0.238-0.333	50-85
Ambré	0.333-0.411	85-114
Foncé	> 0.411	> 114

IV. Dosage des phénols totaux

IV.1. Principe

L'ensemble des composés phénoliques du miel est oxydé par le réactif de Folin-Ciocalteu. Ce dernier est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMO_{12}O_{40}$) qui est réduit, lors de l'oxydation des phénols, en mélange d'oxydes bleus de tungstène (W_8O_{23}) et de molybdène (Mo_8O_{23}) (Ouchemoukh, 2012).

La coloration bleue produite possède une absorption maximum aux environs de 750 nm. Elle est proportionnelle au taux de composés phénoliques.

IV.2. Mode opératoire

La teneur en composés phénolique des échantillons de miel est déterminée selon la méthode décrite par (Meda *et al.*, 2005).

- ✓ 5 g du miel sont dilués dans 50 ml d'eau distillée et filtré à travers d'un papier whatman n°1,

- ✓ 0,5 ml de cette solution est introduite dans des tubes à essais avec 2,5 ml de réactif de Folin-Ciocalteu 0,2 N.
- ✓ Agitation.
- ✓ Après 5 minutes, 2 ml de carbonate de sodium Na_2CO_3 (75g/l) sont ajoutés.
- ✓ Les tubes à essai sont mis à l'obscurité à température ambiante pendant 2 heures.
- ✓ On utilise l'eau distillée comme un blanc.
- ✓ L'absorbance est lue au spectrophotomètre à 760 nm.

La concentration en composés phénolique totaux du miel est déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage d'acide gallique (**figure 10**).

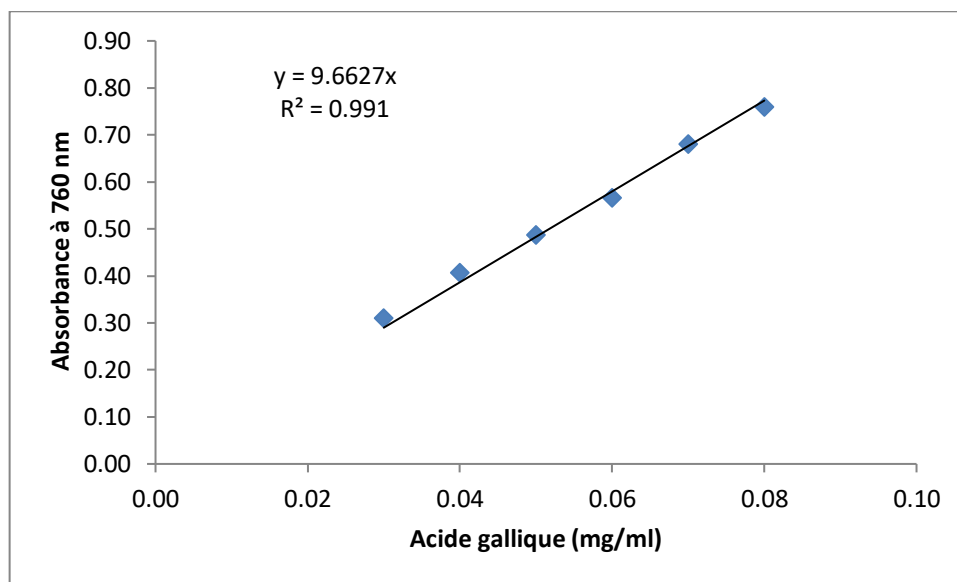


Figure 10: courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour les composés phénoliques.

Les résultats sont exprimés en mg d'équivalent acide gallique par 100 g de miel (mg EAG/100g).

V. Dosage des flavonoïdes

VI.1. Principe

Le principe de la méthode est basé sur l'oxydation des flavonoïdes par le trichlorure d'aluminium (AlCl_3) et la soude (NaOH), entraînant ainsi la formation d'un complexe rose qui absorbe à 510 nm (**Beddou, 2015**).

VI.2. Mode opératoire

La teneur en flavonoïdes est estimée selon la méthode décrite par (Al *et al.*, 2009).

- ✓ 1 ml de la solution de miel (0.5 g/ml) est mélangé avec 0.3 ml de nitrite de sodium (NaNO_2) à 5%,
- ✓ 5 minutes après, 0.3 ml de chlorure d'aluminium AlCl_3 10%, est additionné.
- ✓ Après 6 minutes, 2 ml de soude NaOH (1M) sont ajoutés.
- ✓ Pour le blanc, sont les mêmes étapes, le seule différence est de mettre 1 ml d'eau distillé au lieu de 1 ml de la solution de miel.
- ✓ L'absorbance est mesurée à 510 nm.
- ✓ Les concentrations en flavonoïdes sont estimées en se référant à la courbe d'étalonnage en utilisant la quercétine (**Figure 11**).
- ✓ Les résultats sont exprimés en mg d'équivalent de quercétine par 100 g de miel (mg EQ/100 g).

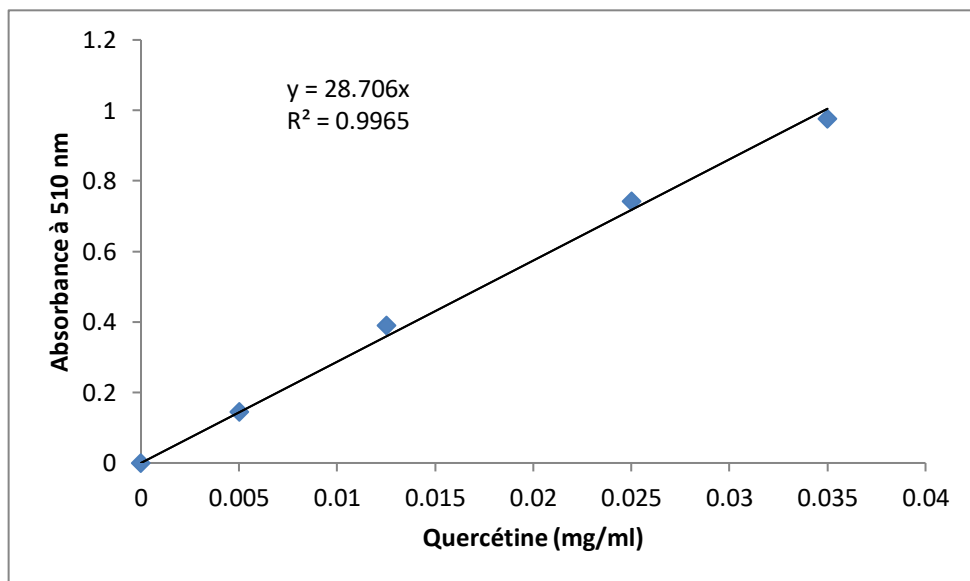


Figure 11 : courbe d'étalonnage de la quercétine pour les flavonoïdes.

VI. L'activité antioxydante(Test DPPH)

VI.1. Principe

Le DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) est un radical de couleur violet foncée, l'intensité de la couleur violette diminue lorsque le DPPH est réduit par un capteur de radicaux libres et l'absorbance lue à 517 nm (Ouchemoukh, 2012).

VI.2. Mode opératoire

L'activité antioxydante est estimée selon la méthode décrite par (Meda et al., 2005).

- ✓ L'échantillon du miel a été dissous dans le méthanol à une concentration finale de 0,1 g/ ml;
- ✓ 1 ml de la solution de miel méthanoïque a été mélangé avec 1 ml de solution de DPPH à 0,02 mg / ml préparé dans le méthanol;
- ✓ La lecture de l'absorbance est faite contre un blanc (1 ml de la solution de miel + 1 ml de méthanol) préparé pour chaque échantillon à 515 nm après 30 min d'incubation à l'obscurité et à la température ambiante.
- ✓ L'activité antioxydante est estimée en se référant à la courbe d'étalonnage d'acide ascorbique (Figure 12).
- ✓ Les résultats de l'activité antioxydante sont exprimés en mg d'équivalent d'acide ascorbique par 100 g de miel (mg EAA/100 g).

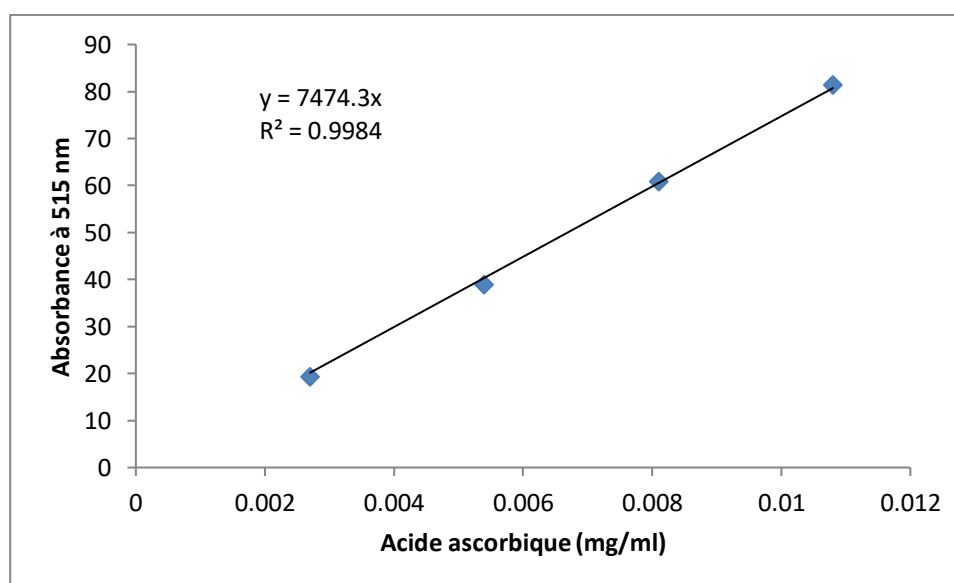


Figure 12: courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique pour l'activité antioxydante.

Résultats et discussion

I. Analyse pollinique

L'analyse pollinique est une méthode qui permet de déterminer l'origine botanique et géographique du miel. L'identification du pollen se fait en comparant la morphologie observée par un microscope optique avec une banque de donnée.

Les deux points fondamentaux à prendre en compte pour la détermination de l'origine botanique sont:

- la densité pollinique (quantité totale en grains de pollen pour 10 grammes de miels)
- le «type de représentation pollinique ». Ce dernier point dépend de la fréquence relative du taxon dominant exprimé en pourcentage (quantité de grains de pollen du taxon considéré par rapport au nombre total de grains de pollen dans l'échantillon) (**Von Der Ohe et al., 2004**).

La notion de «type de représentation », a été définie par les premières commissions de botanique apicole (**Louveaux et al., 1970, 1978**). Elle a été mise en évidence à partir de miels monofloraux d'origine botanique connue, comme les miels de châtaigner, de cynoglosse, d'acacia, de lavande ou d'agrumes.

Selon les espèces nectarifères responsables de la miellée, les auteurs ont enregistré des variations significatives des proportions en pollen de l'espèce dominante. Ces observations ont conduit à la définition des types suivants :

- Pollen de type «**sur-représenté**»: c'est, par exemple, le cas des miels monofloraux de châtaignier (*Castanea sativa*) et d'eucalyptus (*Eucalyptus sp*) qui présentent un spectre pollinique dans lequel la fréquence relative du pollen de l'espèce correspondante est très élevée, supérieure à 80%, voire 90 %. Dans nos échantillons aucun miel détecté.
- Pollen de type «**normal** »: le miel est considéré «monofloral » pour une fréquence relative de l'espèce nectarifère dominante supérieure à 45% dans le spectre pollinique.

Dans nos échantillons, c'est le cas de miel de Jujubier (Z1, Z2, Z3 et Z4), avec un pourcentage varie de 52,72 % à 57,68 %; de miel de Harmale (P) (*Peganum harmala*) (70,03 %; et de Bugrane jaune (O) (*Ononis natrix*) avec un pourcentage de 80,38 % (tableau 4).

- Pollen de type «**sous-représenté**»: un miel peut être considéré comme monofloral alors que la fréquence relative de l'espèce considérée est peu élevée, souvent de l'ordre de 10% à 30%,

voire inférieure à 5%. Il s'agit notamment des miels d'arbousier (*Arbutus unedo*), d'agrumes (*Citrus sp.*), de pissenlit (*Taraxacum sp.*) et de tilleul (*Tilia sp.*).

Dans nos échantillons, c'est le cas de miel d'Agrume (*Citrus sp*) représenté par les échantillons C1 et C2 avec un pourcentage de 10.91 et 11.76 respectivement.

Donc, l'analyse pollinique révèle que 8 miels sont des miels monofloraux et 4 autres sont des miels élaborés à partir de plusieurs espèces mellifères avec l'absence d'un type pollinique dominant, donc ce sont des miels multifloraux (polyfloraux) ou appelés aussi «miels toutes fleurs », c'est les cas des échantillons T1, T2, T3 et T4 (tableau 4).

Tableau 4: Pourcentage des grains des pollens et l'origine botanique des miels analysés.

N ^o d'échantillon	Code de l'échantillon	L'origine botanique selon les apiculteurs	L'origine botanique après l'analyse pollinique	Pourcentage (%) des grains de pollens
1	Z1	<i>Zizyphus lotus</i>	<i>Zizyphus lotus</i>	57.68
2	Z2	<i>Zizyphus lotus</i>		57.14
3	Z3	<i>Zizyphus lotus</i>		52.72
4	Z4	<i>Euphorbea</i>		56.53
5	P	<i>Peganum harmala</i>	<i>Peganum harmala</i>	70.03
6	O	<i>Peganum harmala</i>	<i>Ononis natrix</i>	80.38
7	C1	<i>Citrus sp</i>	<i>Citrus sp</i>	10.91
8	C2	<i>Citrus sp</i>		11.76
9	T1	<i>Euphorbea</i>	Toutes fleurs	-
10	T2	<i>Euphorbea</i>		-
11	T3	<i>Euphorbea</i>		-
12	T4	<i>Euphorbea</i>		-

II. La couleur du miel

La couleur du miel va du jaune très pâle (presque blanc) au brun très foncé en passant par toutes les gammes de jaunes, d'oranges, de marrons et même parfois de verts en fonction de ses origines florale et géographique (Louveaux,1968).

L'évolution de la couleur des échantillons du miel est présentée dans le tableau suivant:

Tableau 5: Distribution de la couleur des miels.

Code finale de l'échantillon	Absorbance (635 nm)	mm Pfund	Couleur
Z1	0.286	68	Ambré clair
Z2	0.293	70	Ambré clair
Z3	0.156	19	Blanc
Z4	0.361	95	Ambré
P	0.207	38	Ambré extra clair
O	0.215	41	Ambré extra clair
C1	0.098	2	Blanc d'eau
C2	0.180	28	Blanc
T1	0.387	105	Ambré
T2	0.199	35	Ambré extra clair
T3	0.238	50	Ambré extra clair
T4	0.309	76	Ambré clair

Les valeurs obtenues pour la couleur selon l'indice de Pfund se situent entre 2 mm Pfund pour le miel de *Citrus sp* (C1) de la région de Ghardaïa, et 105 mm Pfund pour le miel polyfloral (T1) de la région de Laghouat (Aflou).

C'est-à-dire la coloration des échantillons des miels varient du couleur blanc d'eau à couleur ambré. Un miel de couleur blanc d'eau, deux miels sont de couleur blanc, quatre miels de couleur ambré extra clair, trois miels de couleur ambré clair et un miel de couleur ambré.

Ces variations peuvent être expliquées par la différence de l'origine botanique, la teneur en minéraux, ainsi qu'à d'autres substances telles que les caroténoïdes, polyphénols et les flavonoïdes. Donc, plus un miel est de couleur foncé, plus il est riche en ces composants (Ouchemoukh et al., 2007). Même la couleur et la forme des grains de pollens influence sur la coloration du miel (Terrab et al., 2003).

Cette couleur change généralement avec le temps de conservation. Ce changement peut être due au contact avec des métaux et l'exposition soit à des températures élevées ou à la lumière (Moniruzzaman et al., 2013; Doukani et al., 2014).

III. Teneur en polyphénols totaux

Les composés phénoliques sont abondants dans les végétaux. Ils sont également présents dans le miel, leur contenu dépend de l'origine botanique du miel (Saric et al., 2012). Le taux des polyphénols totaux donne une estimation globale de la teneur en différentes classes des composés phénoliques contenus au niveau des échantillons analysés

Les résultats obtenus montrent que la concentration en polyphénols enregistrée dans les miels étudiés varie de 29.87 ± 2.4 à 71.96 ± 0.4 mg EAG/100 g de miel, dont l'échantillon du miel de *Citrus sp* (C2) de la région Blida (Boufarik) est considérée le plus riche tandis que le miel *Zizyphus lotus* (Z2) de la région de Laghouat (Hassi Delaa) est le plus pauvre. Ces valeurs varient selon les types de miel (figure 13).

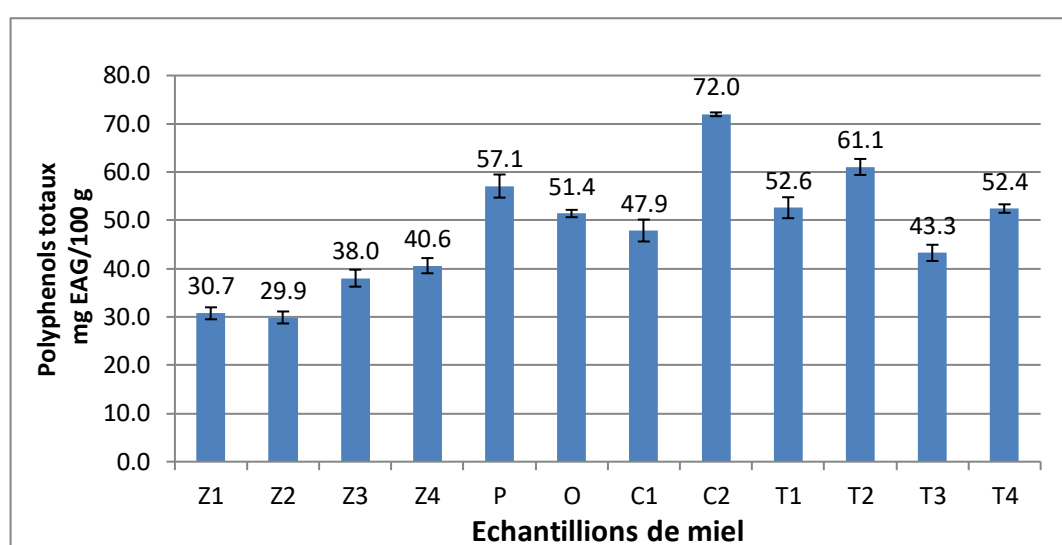


Figure 13: Distribution de la teneur en composés phénoliques des échantillons de miel.

Les résultats obtenus sont :

- Comparable de ceux obtenus par **Saxena et al. (2010)** pour quelques miels Indien (47-98 mg EAG/100 g).

Supérieurs de ceux obtenus par **Pontis et al. (2014)** pour le miel du Brésil (25-54.8 mg EAG/100 g).

La teneur en phénols totaux dans les échantillons des miels est différente et variable, il est comme suit :

Les enchantions	La valeur (mg EAG/100g)
<i>Zizyphus lotus</i> (Z1, Z2, Z3 et Z4)	29.88 (Z2) - 40.61 (Z4)
<i>Peganum harmala</i> (P)	57.10
<i>Ononis natrix</i> (O)	51.40
<i>Citrus sp</i> (C1, C2)	47,89 (C1) -71,97(C2)
polyfloraux (T1, T2, T3 et T4)	43.26 (T3) -61.06 (T2)

Une autre étude a été effectuée par **Zerrouk et al. (2018)**, ont montré que les miels de *Zizyphus lotus* (jujubier) d'Algérie a une moyenne de 174,9 mg EAG/100 g, supérieure à celle obtenue dans notre étude qui est de 34,81 mg EAG/100 g.

Pour les résultats des miels polyfloraux ont des valeurs de 43.26 (T3) à 61.06 mg EAG/100g (T2), avec une moyenne de 52.34 mg EAG/100 g, ce teneur est comparable aux résultats obtenus par **Meda et al. (2005)** sur les miels polyfloraux de Burkina Faso 32.59-93.66 mg EAG/100g et supérieur au résultat montré par **Bertoncelj et al. (2007)** sur les miels multifloraux de Slovénie (15.73 mg EAG/100 g).

I. La teneur en flavonoïdes

Les résultats de la teneur en flavonoïdes des miels étudiés, exprimées en mg d'équivalent de quercétine (EQ/100g) en se référant à une courbe d'étalonnage réalisée dans les mêmes conditions, sont représentées dans la figure n°14.

Les résultats indiquent une quantité en flavonoïdes comprise entre 0.70 ± 0.01 et 4.45 ± 0.16 mg EQ/100 g (figure14). Ceci est peut être due à plusieurs facteurs tels que l'origine florale et la situation géographique (Sladana et al., 2011).

Une partie des composés phénoliques sont sous forme de flavonoïdes, qui sont les principaux facteurs responsables de l'activité biologique du miel. En général, les miels les plus foncés contiennent des quantités de flavonoïdes supérieures aux miels plus clairs. Ainsi, ils possèdent une plus grande capacité antioxydante (Doukani et al., 2014).

Le miel de *Peganum harmala* (P) de la région de Djelfa (Aïn Oussara) présente la valeur la plus élevée, et celui de *Citrus sp* (C1) de la région de Ghardaïa présente la valeur la plus faible.

Ces valeurs sont similaires avec les résultats obtenus par Meda et al. (2005) pour les miels du Burkina Faso, dont la teneur balance de 0.17 à 8.35 mg EQ/100 g, et de celle obtenues par Pontis et al. (2014) pour les miels du Brésil (0.9-4.86 mg EQ/100 g).

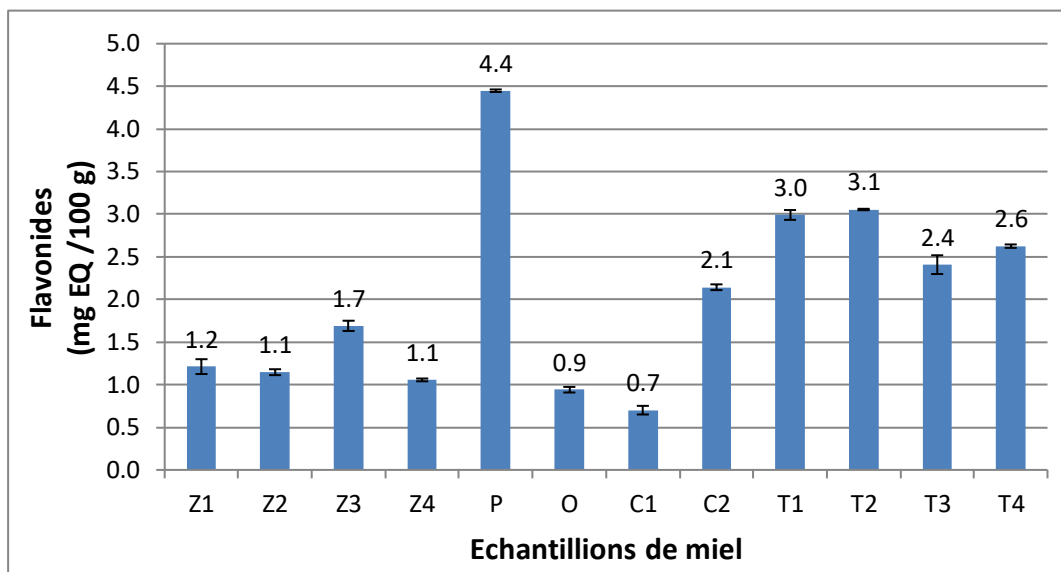


Figure 14: Distribution de la teneur en flavonoïdes des échantillons de miel.

La valeur moyenne en flavonoïdes de *Zizyphus lotus* est inférieure à celui obtenu par Zerrouk et al. (2018) sur le même type de miel, avec une moyenne de 3.4 mg EQ/100 g.

Concernant les miels multif floraux, présentent une valeur de moyenne de 2.54 mg EQ/100 g, est inférieur avec le moyenne obtenu par **Saric et al. (2012)** sur les miels multif floraux (25.37 mg EQ/100 g).

La variabilité des résultats rapportés par les auteurs peut être attribué à plusieurs facteurs tels que; l'origine florale, la situation géographiques aussi bien que par le climat.

II. L'activité antioxydante

Le test DPPH est la méthode la plus ancienne pour évaluer l'activité antioxydante, basée sur la capacité du radical libre DPPH à réagir avec des donneurs d'hydrogène tels que les composés phénoliques (**Doukani et al., 2014**).

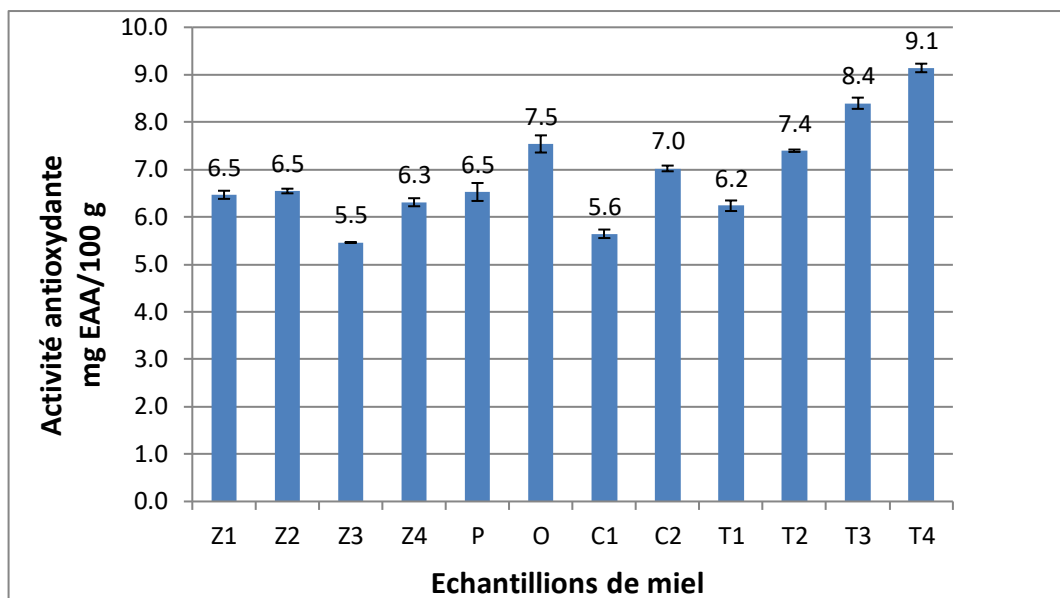


Figure 15 : Activité antioxydante des échantillons de miel analysés.

D'après les résultats obtenus (figure15), le miel polyfloral (T4) de la région de Laghouat (Aflou) possède un meilleur pouvoir antioxydant avec 9.14 ± 0.01 mg EAA/100 g, et le miel de *Zizyphus lotus* (Z3) de la région de Djelfa (Ain Oussera) possède le plus faible pouvoir antioxydant avec 5.46 ± 0.2 mg EAA/100 g. L'analyse statistique montre qu'il y a une corrélation significatives positive ($r^2 = 0,67$, $P < 0.01$) entre la teneur en polyphénols et celle de l'activité antioxydante.

Etant donné que le miel est élaboré à partir des plantes il est tout à fait normal qu'il contienne des substances antioxydantes. Les principaux agents antioxydants du miel sont les composés phénoliques, les caroténoïdes, et la vitamine C (**Al Mamary et al., 2002**).

L'intervalle des valeurs obtenues est inférieur à ceux rapportés par **Saxena et al. (2010)** pour le miel Indien 15.1-29.5 mg EAA/100 g, et par **Moniruzzaman et al. (2013)** sur le miel de Malaisie (27.69 à 32.44 mg EAA/100 g).

La variation de l'activité antioxydante des échantillons est attribuée aux origines botaniques, à la présence d'agents antioxydants tels que les flavonoïdes et les acides phénoliques (**Al-Mamary et al., 2002 ; Küçük et al., 2007**).

Blasa et al. (2007) ont montré que la variation de l'activité antioxydante est due à la qualité et à la quantité des composés phénoliques responsables de cette activité.

Conclusion

Conclusion

La présente étude est pour l'objectif d'étudier l'analyse pollinique, la couleur, les composés phénoliques et l'activité antioxydante de 12 échantillons des miels Algériens récoltés dans différentes régions (Djelfa, Laghouat, Tissemsilt, Ghardaïa, Blida et El Bayadh).

Les analyses polliniques montrent que 4 échantillons sont polyfloraux et 8 sont monofloraux (4 *Zizyphus lotus*, 1 *Peganum harmala*, 1 *Ononis natrix*, 2 *Citrus sp.*). La couleur des miels analysés varie entre 2 à 105 mm Pfund, de couleur blanc d'eau à couleur ambrée, l'intensité de la couleur est un test qualitatif rapide qui nous a permis d'avoir une idée sur le contenu phénolique du miel.

Le taux des composés phénoliques des échantillons de miel analysés varie de 29.87 à 71.96 (mg EAG/100 g), dont le miel de *Citrus sp.* de la région Blida (Boufarik) est le plus riche en composés phénoliques; alors que la teneur en flavonoïdes varie de 0.70 à 4.45 (mg EQ/100g), la plus grande teneur est attribuée pour le miel de *Peganum harmala* de la région de Djelfa (Aïn Oussara).

Tous les miels étudiés possèdent des activités antioxydantes qui varient de 5.46 à 9.14 (mg EAA/100 g), tandis que le miel polyfloral (T4) de la région de Laghouat (Aflou) présente le meilleur pouvoir antioxydant. La teneur en polyphénols et l'activité antioxydante manifestent une corrélation significative positive ($r^2 = 0,67$, $P < 0.01$).

Les résultats obtenus permettent de conclure que le taux des composés phénoliques d'un miel varie selon l'origine botanique et géographique; tandis que les conditions de récolte ou/et de stockage influencent sur leur teneur en ces composés, ainsi la teneur et la qualité des composés phénoliques affectent sur l'activité antioxydante de miel.

Il serait intéressant de compléter ce travail par :

- ✓ la recherche d'autres variétés de miel à activité antioxydante.
- ✓ Effectuer des analyses physico-chimiques et organoleptiques pour contrôler la qualité de miel.
- ✓ Tester l'activité antioxydante de miel avec d'autres méthodes, et analyser d'autres substances intervenant dans l'activité antioxydante de miel.

Conclusion

- ✓ Étudiés d'autres propriétés biologiques de miel (antibactérienne, pouvoir cicatrisant...).

Références bibliographiques

A

- Ahmed, M., Djebli N., Aissat, S and Meslem, A. (2012).** Influence of temperature on the inhibitory potency of eucalyptus honey against candida albicans .asian pacific journal of tropical disease.s567-s570,p.
- Al, M. L., 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(4), 863–867,p.
- Al-Mamary, M., Al-Meerri, A. and QI-Habori, M. (2002).** Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey. *Nutrition research*, 22: 1041–1047,p.
- Ampuero, S., Bodganov, S and Bosset, J. O. (2004).** Classification Of Unifloral Honeys With An Ms-Based Electronic Nose Using Different Sampling Modes Shs Spme And Index. *European Food Research Technology*, 218, 194–207,p.
- Aupy, G., Paccalin, J. et Lostalot,J.D.(1994).** Miel et abeilles.dietetetique et medecine,4 1661-173,p.

B

- Ballot-Flurin,C.(2009).** Les bienfaits de l’apitherapie, groupe Eyrolles, diffusion Geodif, tirage ,36268,157.
- Bath, P.K. and Singh, N. (1999).** A comparison between helianthus annus and eucaliptus lanceolatus honey. *Food chemistry*, 67: 389-397,p.
- Beddou,F, B.(2015).** Etude phytochimique et activités biologiques de deux plantes medicinals sahariennes *Rumex vesicarius* L.et *Anvilea radiata* Coss. &Dur. These de Doctorat. Université Abou Bekr Belkaid .Faculté, 80-93,p.
- Bellmann, H. (1999).** Guide des abeilles, bourdons, guepes et fourmis d’Europe : l’identification, le comportement, l’habitat. Lausanne : delachaux et Niestle, 336,p.
- Bertoncelj, J., Dobersek, U., Jamnik, M., and Golob, T. (2007).** Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of slovenian honey. *Food chemistry*, 105,822–828,p.

Blanc, M.(2010) .Proprietes et usage medical des produits de la ruche. These de doctorat, univ. Limoges, 142 p.

Blasa, M., Candiracci, M., Accorsi, A., Piacentini, M.P., Albertini, M.C. and Piatti, E. (2006). Raw Milleriori honey is packed full of antioxidants. Food Chemistry, 97:217-222,p.

Bogdanov, S., Bieri, K., Figar, M., Figueiredo, V., Iff D., Kanzig, A., Stockli, H. et Zurche, K.(1995). miel : définition et directives pour l'analyse et l'appréciation. Centre suisse de recherches apicoles,1-26,p.

Bogdanov, S., Ruoff, K., Oddo Pl., (2004). Physicochemical methods for the characterisation of unifloral honeys apidologie 35-17,p.

Bogdanov, V.S et Matzke ,A .(2003) . La propolis -un antibiotique naturel . Edition VDB 6235 Winikon .72,p.

Boros, B., Jakabova, S., Dornyei, A., Horvath, G., Pluhare, Z., Kilar, F and Felinger, A.(2010). Determination of polyphenolic compounds by liquid chromatography–mass spectrometry in thymus species. Journal of chromatography a,1217, 7972–7980,p.

Bradbear, N.(2005). Apiculture et moyens d'existence durables. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.1813-6001, Rome, 64,p.

Bruneton, J. (1999). Pharmacognosie : phytochimie, plantes medicinale. Edition technique et documentation, 233,p.

C

Caveliere. (2013). Le miel, composition et techniques de production. Mémoire de master. Université sorbonne nouvelle, paris 3. 120p.

Cavia, M.M., Fernandez-Muin, M.A., Alonso-Torre, S .R ., Huidobro, J.F and Sancho, M. T. (2007). Evolution of acidity of honeys from continental climates: influence of induced granulation. Food chemistry 100,1728–1733,p.

Clement, Y. (2009). Le declin de l'abeille domestique *Apis mellifera* en france. These de doctorat. Université Henri poincare - Nancy 1, 168p.

Codex Alimentarius .(2001). Commission. Revised codex standard for honey. Codex standard;12-1981. Rome: fao and who,8,p.

Cuvillier, A. (2015). Miel, propolis, gelee royale, les abeilles alliees de notre système immunitaire. Doctorat en pharmacie.faculte des sciences pharmaceutiques. Universite de lille2,12-34, p.

D

Dacosta, Y. (2003). Les phytonutriments bioactifs. Ed YVES Dacosta. Paris. (cited in djemaizoueglache s, 2008), 317,p.

Dai, J. and Mumper, R. J. (2010). Plant phenolics : extraction, analysis and their antioxydant and anticancer propreties. Molecules 15(10), 7313-52,p.

Darrigol, J.L.(1979).L'abeille.In « le miel pour votre santé ».Edition Dangles, 11-34,p.

Delphine, I. (2010). Le miel et ses proprietes therapeutiques. Utilisation dans les plaies doctorat en pharmacie. Faculte de pharmacie. Universite de limoges,56-57,p.

Di Carlo, G., Mascolo N., Lzzo, A.A., and Capasso, F. (1999). Flavonoids: old and new aspects of a class of natural therapeutic drugs. Life. Sci. 65 (4): 337-53,p.

Donadiou Y. (1978). Le miel thérapeutique naturelle, 2° Edition, Paris, Maloine edit. 19-36p.

Donadiou, Y.(2008) .Les produits de la ruche. Therapeutiques naturelles. Edit, maloine s. A, paris,7,p.

Doukani K., Tabak S., Derrriche, A. et Hacini, Z. (2014). Etude physicochimique et phytochimique de quelques types de miels algeriens. Revue ecologie-environnement.10 :37-49,p.

E

Effendi, L., Yajun, Y.M., Attheos, A. and Koffas, G.(2008). Functional expression of a p450 flavonoid hydroxylase for the biosynthesis of plant-specific hydroxylatedflavonols in Escherichia Coli.metab.eng, 8: 172-181,p.

G

Gamet, P.L., Manenti, S., Gratacap, M.P., Tulliez, J., Chap, H and Payraastre, B. (1999). Flavonoids and the inhibition of PKC and PI 3- kinase. *General pharmacology*. 32:279-286, 9, p.

H

Halliwell, B. (1999). Food- derived antioxidants. Evaluating their importance in wine. *J of food chemistry*, 47, 1035-1040, p.

Harborne, J.B. (1980). Plant phenolics: encyclopedia of plant physiology, new series, 8, 329-402, p.

Hermosi, I., Chico, R .M and Cabezudo, M.D. (2003). Free amino acid composition and botanical origin of honey. *Food chemistry*. 83, 263–268, p.

Hoyet, C. (2005). Le miel, de la source a la therapeutique. Doctorat en pharmacie. Faculte de pharmacie. Universite poincare de nancy 1, 17-37, p.

Huchet, E., Coustel, J et Guinot, L. (1996). Les constituants chimiques du miel. Methode d'analyse Chimique. Departement De Science Et l'aliment. Ecole nationale superieure des industries agricoles et alimentaire. France. 16p.

J

Jean- Prost .(2005) . Apiculture. Connaitre l'abeille, conduire le rucher 7eme edition, tec et doc lavoisier, 698p.

Jean-Prost, P. et Medori, P. (2005). Miel. In « Apiculture ». Ed. Tec et Doc, p : 180-424.

K

Khan, M.K. (2010). Polyphenols d'agrumes (flavanones) : extraction de glycosides de la peau d'orange, synthese de metabolites chez l'homme) glucuronides(et etude physico-chimique de leur interaction avec le serum albumine. These de doctorat, université. Marrak. 169.p.

Kûçûk, M., Kolayli, S., Şengül, K., Ulusoy, E., Baltaci, C. and Canadan, F. (2007). Biological activities and chemical composition of three honeys of different types from Antolia. *Food Chemistry*, 100:526-534,p.

L

Laaidi, K., Laaidi, M. et Besancenot, J. P.(1997). Pollens, pollinoses et meteorologie. La meteorologie 8e serie - n° 20,42,p.

Le Blanc, W.B., Davis, O.K., Boue, S., Delucca, A. and Deeby, T.(2009). Antioxydant activity of sonoran desertbee pollen. *Food chemistry*,115,1299-1305p.

Lobreau-Callen, D., Marmion, V. et Clément, M.C. (1999). Les miels. In « techniques de l'ingenieur » : 1-20,p.

Lord, D.W., Scotter, M.J., Whittaker, A.D and Wood, R.(1988). The determination of acidity,apparent reducing sugar and sucrose, hydroxymethyl furfural, mineral, moisture, water-insoluble solids contents in honey; collaborative study. *Journal of the association. Of public analysis (UK)*, 26: 51-76,p.

Louveaux , J.(1968). L'analyse pollinique des miels, in *Traité biologique de l'abeille*, Tome 3. Edition Masson de Cie, 324-328,p.

Louveaux. J.(1985). Les abeilles et leur élevage. Edition Opida, 165-181,p.

Louveaux, J., Maurizio A. and Vorwohl G.(1970). Methods of melissopalynology. *Apidologie*, 1(2), 211-227,p.

Louveaux, J., Maurizio, A. and Vorwohl, G. (1978). Methods of melissopalynology. *Bee World*, 59 (4): 139-157,p.

M

Manallah, A.(2012). Activités antioxydante et anticoagulante des polyphénols de la pulpe, 6,p.

Marchenay et Berard.(2007). L'homme, l'abeille et le miel édition de boree, 223,p.

Marquel, F.D., Di Mambro, V.M., Georgetti, S.R., Casagrande, R., Valim, Y.M.L. and Fonseca, M.J.V.(2005). Assesment of the antioxidant activities of brazilian extracts of propolis alone and in topican pharmaceutical formulations .journal of pharmaceutical. 5,p.

Meda, A., Lamien, C. E., Romito, M., Millogo, J., and Nacoulma, O. G. (2005). Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in burkina fasan honey, as well as their radical scavenging activity. *Food chemistry*, 91, 571-577,p.

Millet, J.(2006). Matieres premieres produites par l'abeille. In actifs et additifs en cosmetologie, paris, lavoisier, 335-363,p.

Moniruzzaman, M., Sulaiman, S.A., Khalil, M.I. and Gan, S.H. (2013). Evaluation of physicochemical and antioxidant properties of sourwood and other malaysian honeys: a comparison with manuka honey. *Chemistry central journal*, 7: 138,p.

Moniruzzaman,M., Khalil, M. I., Sulaiman,S. A. and Gan,S.H.(2013). Physicochemical and antioxidant properties of malaysian honeys produced by apis cerana, apis dorsata and apis mellifera. *Bmc complementary and alternative medicine* , 13:43,p.

N

Naab, O.A., Tamame, M.A., and Caccavari, M.A. (2008). Palynological and physicochemical characteristics of three unifloral honey types from central argentina. *Spanish journal of agricultural research*, 6(4), 566–576,p.

Nanda, V., Sarkar, B. C., Sharma, H. K. and Bawa, A. S. (2003). Physico-chemical properties and estimation of mineral content in honey produced from different plants in northern india. *Journal of food composition and analysis*, 16: 613-619,P.

O

Ouchemoukh, S. (2003). Caractérisation physico-chimique d'échantillons de miel d'origine locale. Th. Magistrat. Département de biologie physico-chimique.biochimie. Université Abderhmane Mira de Béjaia,52,p.

Ouchemoukh, S.(2012). Caractérisation physico-chimique, profils polliniques, glucidiques et phénoliques et activités antioxydants de miels algérien. Doctorat en biochimie. Université de Bejaia, 12,48,p.

Ouchemoukh, S., Louaileche, H and Schweitzer, P.(2007). Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some algerian honeys. Food control, 18: 52-58,p.

P

Percie, P. (2009). Les pollens apicoles. Phytothérapies 7,75-82,p.

Pistretto. (2007). Infos Pour Les Apprenants. N0 38, Novembre, 4p.

([Http://Www.Pistor.Ch/Lebensmittel/Pdf/Aliments/Miel.Pdf](http://www.pistor.ch/Lebensmittel/Pdf/Aliments/Miel.Pdf) Consulte Le 31/05/2018).

Pontis, J. A., Costa, L. A. M.A., Silva, S. J. R. D and Flach. A. (2014). Color, phenolic and flavonoid content, and antioxidant activity of honey from Roraima, Brazil. Food science and technology, 34,69-73,p.

Porter, L. J.(1989). Methods in plant biochemistry. P1, 389-419,p.

Q

Quillien, J. F.(2002). Recherche Européenne sur l'ESB. Institut national de la recherche agronomique, France.7,p.

R

Renault, M. J. et Petzold, M .(1992). Pollens et spores. Delachaux & Niestle.9p.

Ribereau-Gayoun, P.(1968). Les composés phénoliques des végétaux. Paris, 254,p.

Ricciardelli D'alborem, G. and Persano, O.L. (1998). Flora apistica Italiana. Istituto sperimentale per la zoologia agraria, firenze.12,p.

Rossant, A.(2011). Le miel, un compose complexe aux propreites surprenantes. These de doctorat. Universite de limoges, 133,p.

Rossant, A. et Desmouliere, A.D .(2011). Le miel, un composé complexe aux propriétés surprenantes. Thèse de doctorat : pharmacie. Limoges: universite de limoges: universite de Limoges. 132,p.

S

Sanz, M.L., Gonzalez, M., Lorenzo, C., Sanz, J and Martinez-Castro I. (2005). A contribution to the differentiation between nectar honey and honeydew honey. *Food chemistry*. 91, 313- 317,p.

Šaric, G., Markovic, K., Major, N., Krpan, M., Ursulin-Trstenjak, N., Hruskar, M. and Vahcic .N. (2012). Changes of antioxidant activity and phenolic content in acacia and multifloral honey during storage. Original scientific paper, 50 (4), 434–441,p.

Saxena, S., Gautam, S., Sharma, A. (2010). Physical, biochemical and antioxidant properties of some indian honeys. *Food chemistry*, 118(2), 391–397,p.

Seyoum, A., Asres, K. and El-Fiky, F.K.(2006). Structure-radical scavenging activity relationships of flavonoids. *Phytochemistry*, 67 : 2058–2070,09,p.

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,p.

T

Terrab, A., Diez, M. J., and Heredia, F. J. (2003). Palynological, physicochemical and colour characterisation of Moroccan honeys: II. Orange (*Citrus sp.*) honey. *International Journal of Food Science and Technology*, 38: 387–394,p.

Terrab, A., Diez, M.J. and Heredia F.J.(2002). Characterization of Moroccan unifloral honeys by their physicochemical characteristics. *Food chemistry*,79,373-379. Thymus species. *Journal of chromatography A*. P1217, 7972–7980. *Analtical chemistry*. 1-20,p.

V

Vaissiere, B.(2002). Abeille et pollinisation. *Le courrier de la nature speciale abeille* 196,24,p.

Von Der Ohe, W., Persano Oddo, L., Piana, M. L., Morlot, M. and Martin P. (2004). Harmonized methods of melissopalynology. *Apidologie*, 35: s18-s25,p.

W

Waksmundzka, H.M. and Sherma, J. (2011). High performance liquid chromatography in phytochemical science. Chromatographic science series, 477-478,p.

Y

Yang, Y.(2014). Qualification des miels de corse par une approche multifactorielle : diversité pollinique et variabilité chimique. Doctorat en chimie .Université de Corse-Pascal Paoli Ecole doctorale environnement et société, 12-49,p.

Z

Zerrouk, S., Seijo, M.C., Escuredo, O and Shantal- Rodriguez.M. (2018).Characterization of *Ziziphus Lotus* (Jujube) honey produced in Algeria. Journal of apicultural research, 57, No. 1, 166–174.p.

Site internet

<http://www.myrmecofourmis.fr/miellat-de-pucerons-et-fourmis>

<https://www.ordissinaute.fr/poesie/2016-05-09-la-metaphore-de-l-abeille-et-de-la-fleur>

Résumé :

Dans ce travail 12 échantillons de miel Algérien, sont analysés pour leur teneur en composés phénoliques et leur activité antioxydante. Les contenus en polyphénols totaux ont été déterminés par la méthode de Folin-Ciocalteu et les teneurs en flavonoïdes par la méthode de trichlorure d'aluminium (AlCl₃). L'activité antioxydante a été évaluée par la méthode du test DPPH. De plus, autres paramètres sont aussi réalisés: l'analyse pollinique et la couleur.

Les analyses polliniques montrent que 4 échantillons sont polyfloraux et 8 sont monofloraux (*Zizyphus lotus*, *Peganum harmala*, *Ononis natrix*, *Citrus sp*). La couleur des miels analysés sont variée entre 2 à 105 mm Pfund, de couleur blanc d'eau à couleur ambrée. L'estimation quantitative des phénols totaux et des flavonoïdes a montré que la teneur des phénols totaux du miel varient entre 29.87 et 71.96 (mg EAG/100 g); alors que la teneur des flavonoïdes sont compris entre 0.70 et 4.45 (mg EQ/100 g). L'évaluation de l'activité antioxydant a montré que le pouvoir antioxydant varie de 5.46 à 9.14 (mg EAA/100 g). Nous avons trouvé une corrélation positive ($r^2= 0,67$, $P < 0.01$) entre la teneur en polyphénols totaux et l'activité antioxydante.

Ces résultats obtenus montrent que selon l'origine botanique, géographique et les conditions de stockage la composition de miel est diffère; tandis que la variation de l'activité antioxydante de miel due à la qualité et la quantité des composés phénoliques.

Mots-clés: Miel, polyphénols, flavonoïdes, activité antioxydante, DPPH.

Abstract :

In this work, 12 samples of Algerian honeys are analyzed for phenol content and their antioxidant activity. The total phenols content was determined by the Folin-Ciocalteu method and the flavonoids contents by the aluminium trichloride (AlCl₃) method. The antioxidant activity was evaluated by the DPPH test. Other parameters are also realized: the pollen analysis and the color.

Pollen analysis show that 4 samples are polyfloral and 8 are monofloral (*Zizyphus lotus*, *Peganum harmala*, *Ononis natrix*, *Citrus sp*). The color of the honeys analyzed varies from 2 to 105 mm Pfund, from water white to amber color. Quantitative estimation of total phenols and flavonoids showed that the total phenol content ranges between 29.87 to 71.96 (mg GAE/100 g); at the content of flavonoids are between 0.70 and 4.45 (mg QE /100 g). The evaluation of the antioxidant activity has shown that the antioxidant capacity ranges from 5.46 to 9.14 (mg AAE/100 g). We found a positive correlation ($r= 0,67$, $P < 0.01$) between the total phenol contents and the antioxidant activity.

These results show that according to the botanical, geographical origin, the storage conditions the honey compositions are different; while the variation of antioxidant activity of honey due to the quality and quantity of phenolic compounds.

Keywords: Honey, polyphenols, flavonoids, antioxidant activity, DPPH.

ملخص :

في هذا العمل، تم تحليل 12 عينة من العسل الجزائري من خلال محتواها من المركبات الفينولية واختبار فعاليتها المضادة للأكسدة. تم تحديد كمية البوليفينولات الإجمالية بطريقة Folin-Ciocalteu، وكمية الفلافونويدات بواسطة طريقة ثلاثي كلوريد الألومنيوم (AlCl₃)، وباختبار DPPH تم تقييم الفاعلية المضادة للأكسدة، كما قمنا أيضا بالتحليل الطلي واللون.

أظهرت تحاليل حبوب الطلع وجود 4 عينات متعددة الزهور و 8 أحادية الزهور (*Zizyphus lotus*, *Peganum harmala*, *Ononis natrix*, *Citrus sp*). يختلف لون العسل الذي تم تحليله من 2 إلى 105 mm Pfund أي يتراوح من اللون الأبيض المائي إلى اللون العنبري. كما أوضح التقدير الكمي للفينولات الإجمالية والفلافونويدات للعسل أن محتوى الفينول الإجمالي يتراوح من 29.87 إلى 71.96 (mg EAG / 100 g) في حين أن كمية الفلافونويدات تتراوح ما بين 0.70 و 4.45 (mg EQ / 100 g). الفاعلية المضادة للأكسدة تراوحت ما بين 5.46 و 9.14 (mg EAA/100 g).

توضح هذه النتائج أنه وفقا لأصل النباتي، الجغرافي وظروف التخزين تتأثر وتختلف تركيبة العسل من حيث المركبات الفينولية؛ في حين أن التباين في النشاط المضاد للأكسدة يرجع إلى نوعية وكمية المركبات الفينولية. الكلمات الدالة: العسل، البوليفينولات الإجمالية، الفلافونويدات، الفاعلية المضادة للأكسدة، DPPH.