

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid Ibn
BadisMostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE
MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

BEKKADDOUR KHADIDJA et BELFOUDIL SAKINA

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN BIOLOGIE

Spécialité : Biotechnologie et valorisation des plantes.

THÈME

**LA MELISSOPALYNOLOGIE ET
L'ANALYSES PHYSICOCHIMIQUES DE
QUELQUES MIELS DE LA REGION DE
MOSTAGANEM**

Soutenue le 18/07/2019

DEVANT LE JURY

Président	Mme SIDHOUM N.	M.C.B.	Université de Mostaganem
Examineur	Mme MOSTARI A.	M.A.A	Université de Mostaganem
Encadreur	Mme SEKKAL F. Z.	M.C.B.	Université de Mostaganem

2018-2019

Remerciement

Avant tout nous remercions Allah le tout puissant qui nous a procuré courage et volonté pour réaliser ce travail

Nous remercions les personnes qui nous ont aidés à mener ce travail :

En premier lieu, nous remercions infiniment notre encadrer M^{me}SEKKAL F. Z. qui a dirigée ce travail et qu'elle a donné beaucoup de son temps. Merci pour vos conseilset votre soutien morale.

Nous adressons nos sincères remerciements à Mme Sidhoum N. Enseignanteà l'université AbdElhamid Ibn Badis, d'avoir acceptée de présider le jury.

Nous remercions évidemment Mme Mostari A. Enseignante à l'université AbdElhamid Ibn Badis pour l'honneur qu'elle a fait en acceptant d'examiner ce mémoire.

Nous remercions les personnes des laboratoires d'Agronomie et de biochimie pour leur aide en particulier monsieur Azzouz R. et Sid ahmaed, M^{me}Mokhtaria pour leurs conseils et encouragements.

Je tiens à remercier vivement les étudiants de la promotion BVP

2018-2019

Dédicace

Nous dédionsce travail

A nos parents

A nos frères et sœurs

A nos amies

Khadidja, Sakina

Résumé
Remerciements
Dédicaces

Sommaire

Introduction générale..... 2

Partie bibliographique

Introduction 3

Chapitre I Les plantes mellifères 4

Chapitre II Présentation de la région de Mostaganem..... 7

Chapitre III Généralité sur le miel 11

Chapitre IV La palynologie et la méllisopalynologie 21

Conclusion..... 26

Partie expérimentale

Introduction 27

Chapitre I Les expérimentations..... 28

Chapitre II Résultats et Discussion 37

Conclusion..... 49

Conclusion générale 49

Références 51

Annexes 1 62

Annexes 2..... 63

Résumé

Dans ce travail, nous avons étudié certains paramètres physicochimiques du miel avec une analyse pollinique de quelques échantillons de miels de la région de Mostaganem afin d'évaluer sa qualité et son origine florale. Durant notre expérimentation, nous avons évalué la teneur en eau avec une valeur variant de 11,6 à 16,4 %, ainsi que la conductivité électrique variant de 119 à 443 $\mu\text{S}/\text{cm}$, un pH de 4,41 à 5,59. Une acidité libre comprise entre 15 et 50 mEq/Kg , une densité entre 1,40 et 1,43 kg/cm^2 , la teneur en cendre variant de 0,063 à 0,26%, et une teneur en HMF variant entre 12,874 mg/kg et 32,484 mg/kg . L'analyse pollinique des échantillons a permis d'identifier huit familles botaniques. Le pollen des familles dominantes sont linaceae, brassicaceae, fabaceae. D'après cette étude la qualité des échantillons étudiés est comparée aux normes internationales du fait qu'il n'existe pas de législation propre pour l'Algérie.

Mots clés : pollen, flore mellifères, palynologie, période de floraison, pH, acidité libre, HMF, Algérie.

الملخص

في هذا العمل، قمنا بدراسة بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للعسل وتحليل حبوب الطلع لبعض العينات من مناطق مختلفة لولاية مستغانم من أجل تقييم النوعية وتحديد أصل حبوب الطلع. خلال تجربتنا قمنا بتقييم محتوى الماء، الناقلية الكهربائية، درجة الحموضة، الأحماض وكثافة ومحتوى الرماد محتوى هيدروكسيميثيلفورفورال. خلال تجربتنا قمنا بتقييم محتوى الماء بقيمة تتراوح بين 11.6 إلى 16.4 %، الناقلية الكهربائية يتراوح من 119 إلى 443 $\mu\text{S}/\text{سم}$ ، درجة الحموضة من 4.41 إلى 5.59. الأحمض تتراوح بين 15 و 50 ميكروغرام / كجم، كثافة تتراوح بين 1.40 و 1.43 كجم / سم²، ومحتوى الرماد من 0.063 إلى 0.26 %، ومحتوى HMF من 12.874 ملغم / كجم و 32.484 مغ / كجم. سمح تحليل حبوب الطلع للعينات بتحديد ثمانية عائلات من بينها linaceae و brassicaceae و fabaceae من خلال هذه الدراسة، قمنا بمقارنة جودة العينات التي تمت دراستها مع معايير الدولية لعدم وجود تشريع خاص بالجزائر، الكلمات المفتاحية: حبوب اللقاح، النباتات العسلية، دراسة حبوب اللقاح، فترة الإزهار، الرقم الهيدروجيني، الحموضة الحرة، HMF، الجزائر.

Abstract

In this work, we studied certain physicochemical parameters of honey and a pollen analysis of some samples of the region of Mostaganem in order to determine its quality and its floral origin. During our experiment we evaluated the water content with a value ranging from 11.6 to 16.4%, as well as electrical conductivity ranging from 119 to 443 $\mu\text{S}/\text{cm}$, and pH values between 4.41 and 5.59. A free acidity varies between 15 and 50 meq/kg , a density varies between 1.40 and 1.43 kg/cm^2 , the ash content varies from 0.063 to 0.26%, and an HMF content varies between 12.874 mg/kg and 32.484 mg/kg . The Pollen analysis of samples allowed us to identify eight botanical families of the pollen of the dominant families is linaceae, brassicaceae, fabaceae. According to this study the quality of our samples is compared with international standards because there is no legislation specific in Algeria.

Key words: pollen, melliferous flore, palynology, flowering period, pH, free acidity, HMF, Algeria.

Introduction

Partie bibliographique

L'Algérie avec sa grande superficie et son climat méditerranéen bénéficie d'une diversité floristique importante. L'apiculture est pratiquée surtout dans le nord du pays où la flore mellifère fournit une miellée pendant presque toute l'année. Dans le sud algérien il y a plus d'un million de palmiers dattiers sur lesquels les abeilles peuvent butiner. Les principales espèces mellifères sont les agrumes, le tournesol et les nombreuses plantes sauvages. La principale miellée s'étend de février à mai. Les abeilles mellifères jouent un rôle important dans la pollinisation des espèces végétales (**Hussein, 2001**).

Ce travail est basé essentiellement sur les analyses physico-chimiques et polliniques du miel. Celles-ci nous permettent d'identifier les différentes propriétés des miels récoltés dans des différentes régions de la wilaya de Mostaganem à savoir, les communes Achaacha, Ain Tadless, Sidi Ali, Sidi Lakhedar, Oued Boughanem.

A cet effet, nous sommes intéressés en premier lieu à la partie bibliographique qui regroupe quatre chapitres. Le premier chapitre renferme une recherche bibliographique sur les plantes mellifères. Le deuxième chapitre concerne la description de la région de la wilaya de Mostaganem. Le troisième chapitre comprend une généralité sur le miel (définition, classification, types, caractéristique physico-chimique, activité antibactérienne et propriétés thérapeutiques). Le quatrième chapitre consiste à réviser la méliissopalynologie et palynologie.

La deuxième partie est consacrée à un travail expérimental d'analyses physico-chimiques et polliniques de nos miels après la mise en place d'un protocole mettant l'accent sur le matériel et la méthode utilisée dans les différentes analyses. Nous avons aussi interprété et discuté nos résultats et nous finissons ce manuscrit par une conclusion générale avec des perspectives.

| Aperçu bibliographique

Introduction

Le travail bibliographie a été mené sur quatre chapitres, le premier sur les plantes mellifères, le deuxième sur la présentation de la région de Mostaganem, le troisième sur le miel et le quatrième sur palynologie et la Méliissopalynologie.

Chap. I : Les plantes mellifères.

1 Définition :

Produisant du miel, se dit des plantes dont la floraison est appréciée des abeilles (**Salvatori et al., 2005**). Les plantes mellifères sont des plantes visitées par les insectes butineuses dont les abeilles et les oiseaux nectarivores (**Eon, 2011**).

Elles sont exploitées par les abeilles soit pour le nectar, soit pour le pollen, ou bien pour le miellat ou même pour la propolis selon (**Rabiet, 1984**). Elles sont classées en trois catégories :

1.1 Les plantes nectarifères :

Sont celles qui produisent du nectar grâce à des organes spéciaux, les nectaires.

1.2 Les plantes pollinifères :

Ce sont les plantes sur lesquelles les abeilles butinent uniquement du pollen comme par exemples Coquelicots, Hélianthèmes.

Et enfin, les plantes mellifères les plus importantes sont celles qui ont une productivité nectarifère élevée et régulière, qui existe en vastes peuplements et qui donnent un miel de très bonne qualité.

1.3 Les plantes mixtes :

Sont celles sur lesquelles les abeilles butinent nectar et pollen à la fois, c'est le cas de la majorité des arbres fruitiers Abricotier, Pommier, Poirier, Prunier (**Louveaux, 1980**).

2 Relation entre l'abeille et les plantes

Les relations qui s'établissent entre les insectes pollinisateurs et les plantes mellifères constituent un système complexe dont dépend directement ou indirectement le succès de la production des deux partenaires. De nombreux travaux se sont intéressés à ces relations, chez l'abeille et chez les Apoïdes, en général. Les phénomènes de coévolution ont été particulièrement étudiés, entre la physiologie, la morphologie ou le comportement du butinage des insectes d'une part, et la couleur, la production du nectar, les signaux olfactifs des plantes d'autre part (**François-Xavier, 2003**). Des différents critères ont été utilisés pour déterminer les plantes butinées par les abeilles. L'étude de **Tarek et Boulemtafes (2017)**, sur les plantes butinées par les abeilles à la péninsule de l'Edough montre que les abeilles parcourent les fleurs selon leur couleurs et leurs productions en nectar ou en miellat. Ces mêmes auteurs, observent que 107 espèces ont été butinées dont 54 les plus visitées soit pour le pollen ou pour le nectar.

Aperçu bibliographique

D'après Sekkal (2018), plus de 360 espèces sont butinées par les abeilles ou la couleur jaune domine les fleurs. Il ressort aussi que la famille des *Asteraceae* et la plus représentative.

D'après Lobreau-Callen et Damblon (1994), la composition pollinique des miels ne reflète que la composition floristique entourant les ruches. Dans un milieu sec l'abeille butine l'ensemble de la végétation qui entoure les ruche, contrairement d'un humide ou l'abeille sélectionne les espèces à butiné à savoir les endémiques. Selon les mêmes auteurs, le pollen des fleurs qui fleurissent 6 mois avant la récolte du miel ne détecte pas dans le miel.

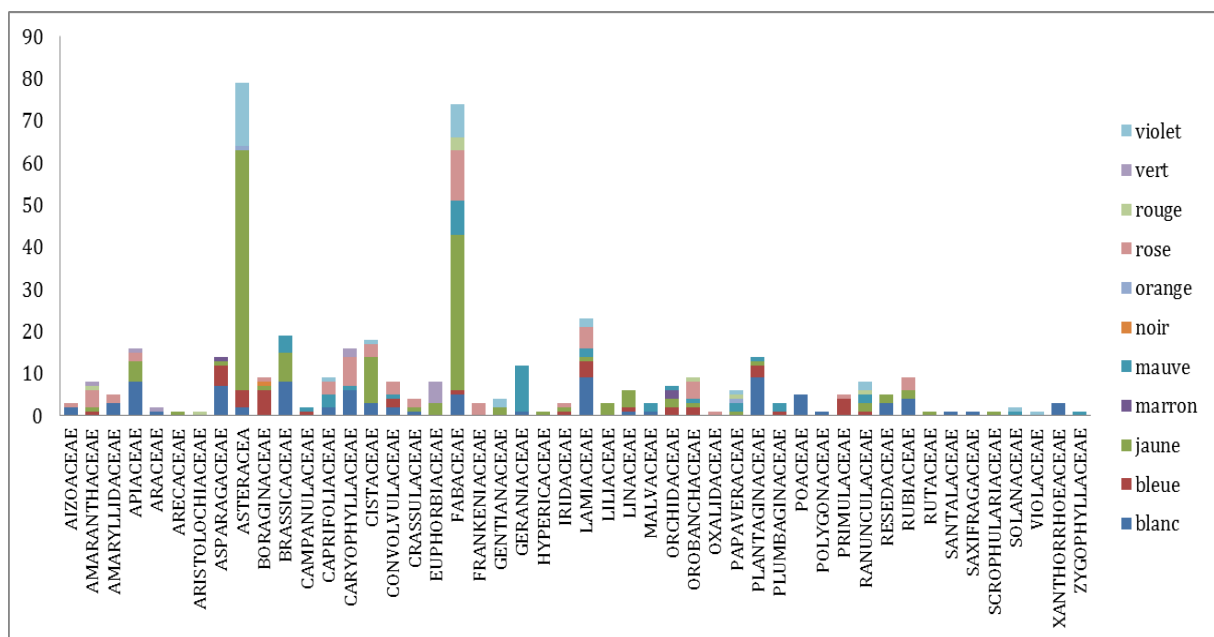


Fig. 1 : Répartition des couleurs des fleurs en fonction des familles de plantes (Sekkal, 2018).

Aperçu bibliographique

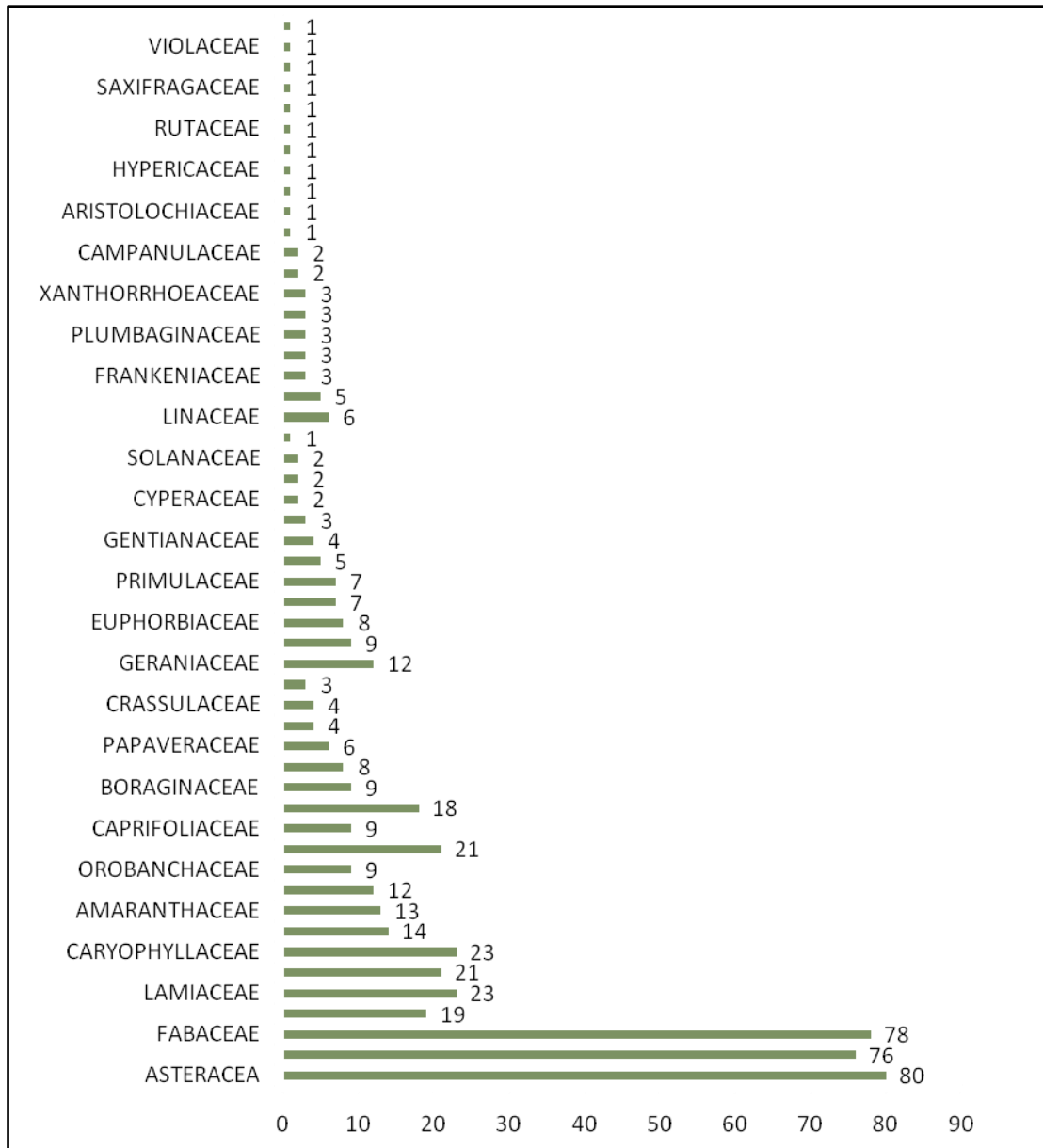


Fig. 2 : Distribution des plantes mellifères par familles (Sekkal, 2018).

Chap. II : présentation de la région de Mostaganem

1 La situation géographique

La wilaya de Mostaganem est une wilaya côtière située au nord-ouest du territoire national, à environ 360 Km de l'ouest d'Alger et à 80 Km à l'est d'Oran.

Elle est limitée par :

- La mer méditerranée au nord ;
- La wilaya de Relizane au sud-est
- La wilaya de Mascara au sud-ouest ;
- La wilaya d'Oran à l'ouest ;
- La wilaya de Chlef à l'est ;

2 Le relief

Le relief s'individualise en 04 unités morphologiques :

- Vallées basses de l'ouest
- Plateau de Mostaganem
- Vallée l'est
- Mont Dahra ; appartenant à deux régions distinctes : le plateau et le Dahra.

Le Littoral s'étend sur une longueur de 124,5 Km et traverse dix communes dont Fornaka, Stadia, Mazagran, Mostaganem, Ben Abdelmalek Ramdane, Hadjadj ; Sidi Lakhdar, Khadra, Achaacha et Oueled Boughalem (Chibani, 2015).

3 Bioclimat

Le bioclimat de Mostaganem est semi-aride. Il se caractérise par deux saisons bien distinctes, une pluvieuse et courte, l'autre sèche et longue. Il se caractérise ainsi par des étés secs et chauds et des hivers doux, pluvieux et venteux. Le plus souvent, les précipitations sont extrêmement brutales et orageuses (Chibani, 2015).

4 Les précipitations

Les valeurs moyennes mensuelles des précipitations sont variables d'une saison à une autre.

Les mois de mai, juin, juillet, et août marquent la plus petite valeur durant l'année qui indique la période de sécheresse. Par contre cette moyenne est élevée au mois d'octobre novembre et mars (Fig. 4).



Fig.3: Localisation de la zone d'étude (Google Maps 2019).

4.1 Les températures

Les valeurs moyennes mensuelles des températures de Mostaganem montrent que le mois le plus froid correspond au mois de février avec une température moyenne 14°C. Et le mois le plus chaud correspond au mois d'août avec une température moyenne de 29 °C (Fig. 5).

Le diagramme ombrothermique fait ressortir une période sèche de 6 mois (Fig. 6)

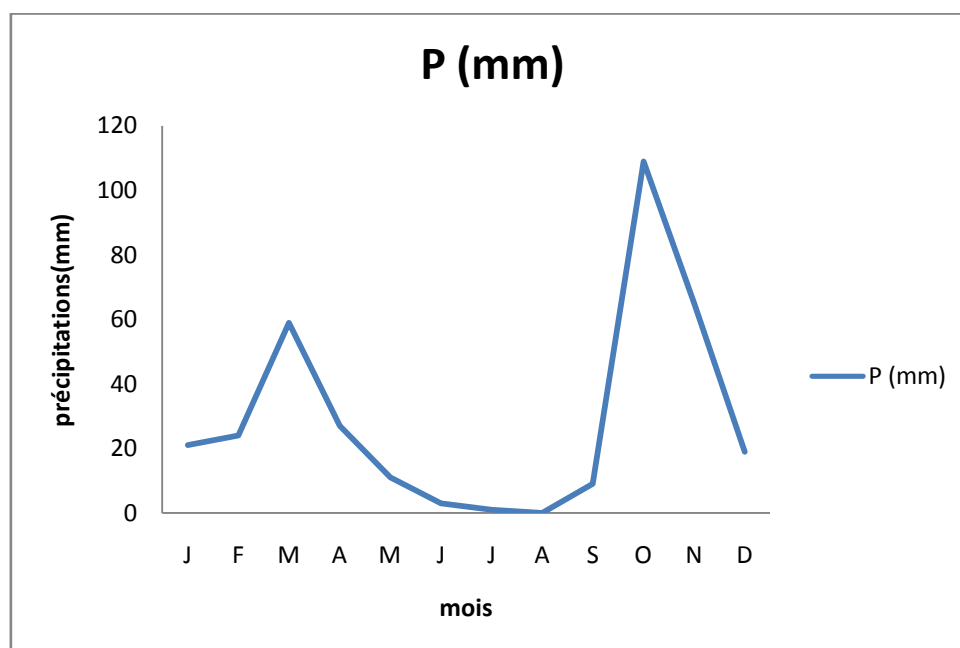


Fig.4: Diagrammes des précipitations moyennes mensuelles de Mostaganem (2018 /2019).

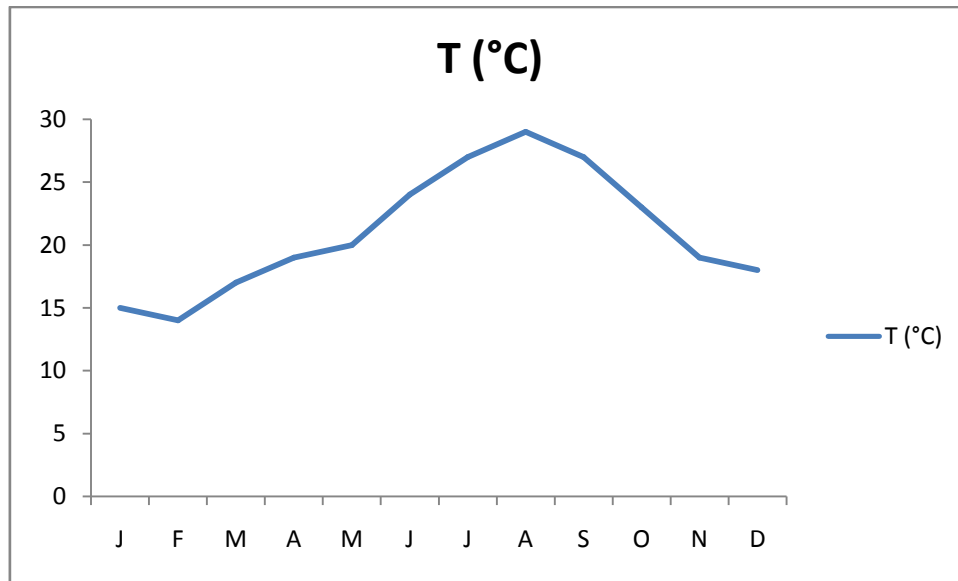


Fig.5: Diagramme des températures moyennes mensuelles Mostaganem (2018 /2019).

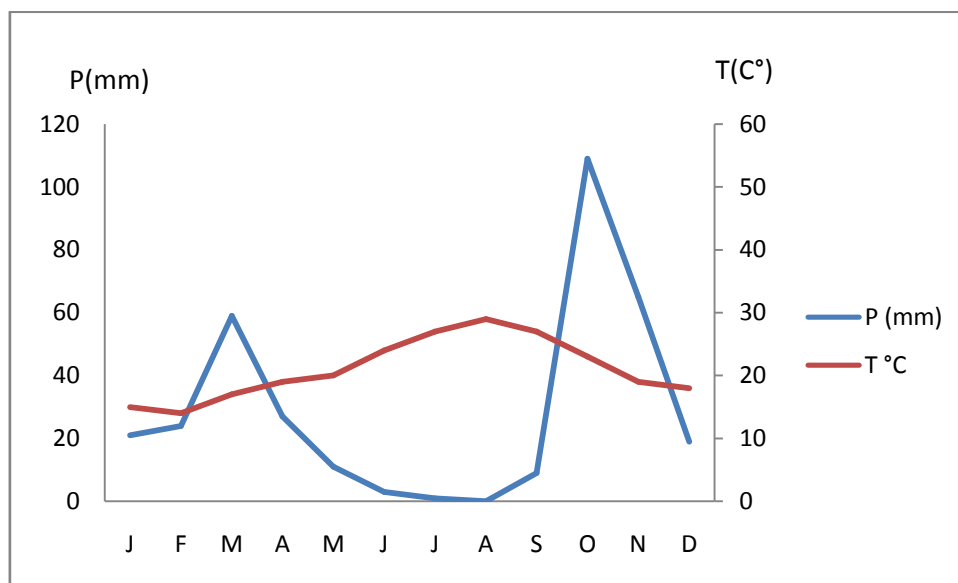


Fig.6: Diagramme ombrothermique de la wilaya de Mostaganem période (2018 /2019).

4.2 Les vents

Il existe deux types de vents :

- Des vents d'ouest avec une vitesse de 2m/s dans une période comprise entre novembre et avril.
- Des vents d'est avec une vitesse moyenne supérieure à 2m/s pouvant aller jusqu'à 15 à 20 m/s pendant 3 mois successifs entre les mois de mai et octobre (**Benghali, 2015**).

4.3 L'humidité relative

Elle a un rôle important en matière d'apport de vapeur d'eau pour le sol et la végétation. Elle atténue l'effet des fortes températures et peut combler en partie le déficit hydrique accusé aux pertes considérables d'eau par l'action de l'évaporation. (Chibani, 2015). Elle est plus élevée en été qu'en hiver ceci dû à l'effet de la température qui est plus élevée en été qu'en hiver (Tab.4).

5 Les sols

Le plateau de Mostaganem couvre 212 000 hectares de terres cultivables dont 60% sont des sol à texture sableuse du faible taux d'argile(Yssaad, 2008). Il est caractérisé par une fertilité très réduite ,avec présence des sol alluvionnaires au bordure occidentale du plateau (Lahouel, 2014).Sols dunaires localement sur la bande littorale, ils sont importants dans la forêt littorale (50% de superficie).Le sol calcaires est présents pratiquement dans l'ensemble de la superficie de la wilaya(Lahouel, 2014).

6 La végétation

La région de Mostaganem présente une biodiversité végétale de type méditerranéen important. La forêt couvre une superficie de 34154 ha avec un taux de boisement de 15% caractérisé par une forte dispersion des peuplements et sa distribution est très inégale selon les zones. Les essences principales qui composent le fond forestier sont le *Tetraclinis articulata*, le *Juniperus oxycedrus*, le *Pinus halepensis*, le *Pinus pinea* et l'Eucalyptus avec un sous-bois dense composé de : *Lavandula*, *Rosmarinus* et *Nerium* facilement inflammables en périodes de sécheresse(Belabed, 2018).

Chap. III : Généralité sur le miel

1 Définition

Le miel est une substance naturellement sucrée produite par les abeilles *Apis mellifera* L. à partir des nectars de fleurs de la plante et de la rosée (El Sohaimy et al., 2015).

Le miel est défini comme étant la denrée produite par les abeilles mellifiques à partir du nectar des fleurs ou de certaines sécrétions provenant de parties vivantes de plantes. En effet, elles butinent, transforment, combinent avec des matières propres, emmagasinent et laissent mûrir dans les rayons de la ruche. Cette denrée peut-être fluide, épaisse ou cristallisée (Blanc, 2010).

1.1 Les types des miels

Selon Sanz et al., (2005) et Bogdanov, (2011), le miel vient des plantes par l'intermédiaire des abeilles à partir du nectar recueilli dans la fleur, ou du miellat recueilli sur la plantes. D'après leur origine botanique, les miels peuvent être classifiés en :

1.2 Miel de nectar de fleurs

Le nectar est la sève sucrée sécrétée par les nectaires des plantes pour attirer, au bon endroit, les insectes pollinisateurs afin d'assurer leur fécondation (Lacube, 2015). En fonction de leur localisation, on distingue :

- les nectaires extra-floraux, situés sur les parties végétatives de la plante (sur les bractées, feuilles, pétioles, stipules et tiges),
- les nectaires floraux, situés sur le réceptacle floral, à la base du périanthe (sépalés et pétales), ou des organes reproducteurs : étamines ou pistil (Widmann, 2008).

1.2.1 Les composants du Nectar

Le nectar, exsudation sucrée plus ou moins visqueuse, contient environ 90 % de sucres, les plus courants étant le saccharose, le glucose et le fructose. Les proportions de chacun d'entre eux sont relativement stables pour une même espèce végétale. Le nectar contient également des acides organiques (acides fumarique, succinique, malique, oxalique, etc.), des protéines, notamment des enzymes, des acides aminés libres (acides glutamique et aspartique, méthionine, sérine, tyrosine, etc.), et des composés inorganiques (comme les phosphates). Dans certains nectars, peuvent se retrouver des composés huileux, des alcaloïdes ou des substances bactéricides. Chaque espèce végétale fournit un nectar aux caractéristiques propres qui confèrent au miel sa saveur et son parfum (Bonté et Desmoulière, 2013).

1.3 Miel du miellat

Pour certains miels exemple le miel de sapin, sa principale source sucrée est le miellat. Il s'agit d'un liquide sucré produit par plusieurs espèces d'insectes parasites vivant sur la plante, tels que des pucerons, des cochenilles ou de cicadelles par exemple. Ces insectes munis d'un appareil buccal piqueur suceur, prélèvent la lymphe végétale dont ils se nourrissent en perforant la plante qui les abrite (**Bruneau, 2004**).

Il est plus dense que le nectar, plus riche en azote, en acides organiques, en minéraux et sucres complexes. Il est récolté par les abeilles en complément ou en remplacement du nectar et produit un miel plutôt sombre, moins humide que le miel de nectar(**Bonté et Desmoulière 2013**) .

1.3.1 Les composants du miellat

La composition du miellat est plus proche de la sève végétale que du nectar. Elle est plus riche en azote (0,2 % - 1,8%), en minéraux (0,58 %) et en acide organique. Le miellat contient du glucose et du fructose (61,6 %) ainsi que d'autres sucres tels que le mélézitone (8,6 %), le raffinose (0,84 %) et l'isomaltose (9,6 %) (**Guillaume, et al., 2012**).

2 L'origine du miel

2.1 L'origine florale

La majorité des miels proviennent d'une flore bien diversifiée. Il est courant que les abeilles visitent à la fois une dizaine ou une vingtaine d'espèces végétales fleurissant en même temps dans leur secteur de butinage.**Emmanuelle et al, (1996)**, indiquent que chaque abeille est intéressée par une seule espèce végétale, mais en considère l'ensemble de la population d'une ruche, qui comporte des milliers de butineuses.

Le miel peut avoir une origine florale mais aussi animale. Par exemple, la présence de mélézitose est caractéristique du miellat, absente chez les miels de fleurs(**Blanc, 2010**).

2.2 Miels mono floraux :

Les miels monofloraux sont élaborés à partir du nectar et/ou du miellat provenant d'une seule espèce végétale et cela nécessite d'installer les ruches à proximité de la plante recherchée. Par exemple ; le miel d'Acacia, d'Oranger et de Lavande (**Rossant, 2011**).

2.3 Miels polyfloraux :

Ces miels sont élaborés à partir du nectar et/ou du miellat provenant de plusieurs espèces végétales. Pour valoriser leur spécificité et permettre au consommateur de reconnaître leur caractère dominant, les apiculteurs indiquent leur origine géographique. Celle-ci indique l'aire de production (région, département, massif,...)(**Rossant, 2011**).

3 Composants chimiques du miel

La composition du miel dépend de plusieurs facteurs : espèces butinées, nature du sol, races d'abeille, état physiologique de la colonie (**Jean-Prost, 1987, En et al., 2017**).

Le miel comporte plus de 200 composants. Les plus majoritaires étant les sucres (environ 80%), l'eau (environ 17%), les protéines, ainsi que d'autres constituants tels que les acides organiques, les vitamines, les minéraux, les composés phénoliques(**Alqarni et al., 2014**).

- Les sucres

Les sucres présents dans le miel sont responsables de plusieurs propriétés de ce dernier telles que sa valeur énergétique, sa viscosité, sa texture(**Kamal et Klein, 2011**). On trouve parmi ces sucres les monosaccharides dont environ 31%de glucose et 38% de fructose, les disaccharides comptent environ 7,3%, et 1,3% de saccharose ainsi que d'autres sucres comme le maltose,les tri saccharides et les polysaccharides.

Les glucides simples et complexes constituent 70 à 99% de matière sèche. Les deux sucres majeurs sont des monosaccharides : le fructose (30 à 50%) et le glucose (20 à 42%) qui représentent 80 à 95% des sucres du miel, la proportion faible est représentée par les disaccharides (ou diholosides) et les tris saccharides (ou tri holosides)(**Avisse, et al., 2014**)

- L'eau

l'eau joue un rôle essentiel dans la thermorégulation (**François-Xavier, 2003**), avec une teneur de 14 à 25% ou 20% c'est la limite maximale fixé par la législation.Lalimite maximale d'humidité pour la majorité des miels, à ces exception : 23% pour le miel de bruyère callune destiné à la consommation directe et 25% pour cette même origine de miel destinée à l'industrie ; 23% pour toutes les origines de miels destinées à l'industrie en tant qu'ingrédients ajoutés à d'autre denrées alimentaires) (**Avisse, et al., 2014**).

- Les acides organiques

Les acides organiques qui confèrent au miel son caractère acide sont présents avec un pourcentage d'environ 0,57% (**Karabagias et al., 2014**), le plus prédominant étant l'acide gluconique suivi de l'acide acétique, l'acide benzoïque, l'acide citrique, l'acide lactique et encore bien d'autres acides organiques(**Sak-Bosnar et Sakač, 2012**).

- Les acides aminés et les protéines

Sont présents en une plus faible quantité, environ 0,26%. Parmi les acides aminés, citons la proline qui en constitue 50 à 85% du 1^{er} taux,la glucine, l'arginine, la valine ainsi que la tyrosine(**Da Silva et al., 2016**). Les protéines proviennent généralement du pollen, quelques

une d'entre elles sont des enzymes dont l'invertase, la catalase, l'oxydase (**Hermosín et al., 2003**).

- 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 quantité très élevée (**Amigou, 2016**).

- Les pigments (poly phénols)

Sont des indicateurs de la qualité du miel, car ils sont responsables de l'activité antioxydant. Les poly phénols présents dans le miel sont les acides phénoliques et caroténoïdes et les flavonoïdes (0,006%), ils participent pour une faible partie à la coloration du miel. Les caroténoïdes ont des propriétés antioxydantes, pro-vitaminique et joue un rôle dans la protection de la peau et des yeux(**Cousin, 2004**).

- Les enzymes

Les enzymes proviennent soit des nectars, soit des sécrétions salivaires de l'abeille. Les plus connues sont la gluco-invertase qui est responsable de l'hydrolyse des disaccharides et les alphas et bêta amylases permettent la dégradation de l'amidon. Une catalase, une phosphatase, des enzymes acidifiantes et une gluco-oxydase qui transforme le glucose en acide gluconique et en peroxyde d'hydrogène coexistent. Ces enzymes sont détruites par la chaleur. Leur présence ou leur absence peut servir d'indicateur de surchauffe du miel lorsqu'il est monté en température, pour faciliter sa manipulation, ce qui peut provoquer une dénaturation si la température utilisée est excessive(**Bonté et Desmoulière, 2013**).

- Les vitamines

Le miel ne contient que très peu de vitamines, essentiellement des vitamines du groupe B provenant des grains de pollen en suspension, telles que la thiamine B1, la riboflavine B2, la pyridoxine B6, l'acide pantothénique B5, l'acide nicotinique B3, la biotine B8 ou H et l'acide folique B9 de la vitamine C est également présente. Les vitamines du miel sont d'autant mieux conservées que le pH est faible(**Bonté et Desmoulière, 2013**).

4 Formation du miel

Pour fabriquer un kilo de miel, les abeilles doivent accomplir environ 50 000 vols, butiner des millions de fleurs afin de recueillir suffisamment de nectar (**Biri, et al., 2010**).

4.1 La récolte et les multiples transformations

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.

Au fil des échanges entre les abeilles, la composition de la miellée évolue, des sucres se scindent, d'autres s'assemblent afin de former de nouveaux sucres plus complexes. Les ouvrières complètent ainsi la transformation commencée dans le jabot de la butineuse (**Hoyet, 2005**).



Fig.7 : Fleur butinée par une Abeille
(**Bonté et Desmoulière, 2013**).



Fig.8 : Puceron avec la goutte de miellat
(**Nicolaÿ, 2015**).

4.2 La déshydratation du miel

Quand la butineuse arrive à la ruche, la teneur en eau du nectar est supérieure à 50%. Le miel va être déshydraté par les ouvrières. Pour cela, elles régurgitent à plusieurs reprises une goutte de leur jabot et l'étalent dans l'atmosphère sèche de la ruche (**Hoyet, 2005**).

Lorsque la teneur en atteint 40 a 50%, le nectar est déposé dans les cellules où l'évaporation de l'eau se poursuit sous la double influence de la chaleur et de la ventilation des abeilles ventileuses(**Guerriat, 2000; Mazrou.K, 2008 ; Nadir, 2014**)De cette façon,le miel va s'assécher.

L'air chaud et chargé de l'humidité excessive du miel est rejeté vers le milieu extérieur. La teneur en eau du miel doit ainsi être abaissée jusqu'à atteindre environ 18%. La cellule est alors fermée avec un opercule de cire qui permet une bonne conservation. La colonie dispose

en réserve d'un aliment hautement énergétique, stable, de longue conservation et peu sensible aux fermentations(Hoyet, 2005).

Finalement, le travail de l'apiculteur est de récolter le miel quand la majorité des alvéoles sont operculé, à cette étape, il désopercule les cadres et extrait le miel. Il le filtre puis le conditionne (Nicolaj, 2015).

5 Caractéristiques physico-chimiques du miel

L'étude des propriétés physico-chimiques d'un miel permet, conjointement à des analyses polliniques et organoleptiques, de définir, confirmer et certifier ses origines botanique ou géographique. Elle fournit de plus des indications sur son état de fraîcheur, ses conditions de conservation et de commercialisation, et permet ainsi de préciser la durée optimale de préservation de ses qualités par l'indication d'une DLUO. Ce type d'études rend dans ce sens possible l'évaluation de miels dégradés, chauffés, stockés à la chaleur ou trop vieux. Parmi les principaux critères de qualité du miel on peut citer :

5.1 Le taux d'humidité

La teneur en eau des nectars et miellats varie suivant leur origine botanique, allant de l'extrêmement sec (20% d'humidité dans certains miellats, 30 % dans le nectar de lavande), au très humide (80% dans les nectars de fritillaires). Les abeilles préfèrent les sources les plus concentrées en sucre, ou les moins riches en eau. Les conditions climatiques jouent aussi un rôle dans le taux d'humidité des ressources collectées, une sécheresse persistante appelant la récolte de miels à basse teneur en eau, ce qui assure à ces millésimes une conservation excellente (Avisse et al.,2014).

Au cours de la cristallisation, le miel montre une activité de l'eau plus élevé(Gleiter et al., 2006).

5.2 La viscosité

La majorité des miels ont une viscosité normale, d'autres possèdent une viscosité anormale ; ils sont thixotropes. Cette propriété est due à la présence de protéines particulières (miel de Callune) (Yanniotis,et al., 2006).

5.3 La densité

Le miel a une densité relativement élevée qui varie entre 1,40 et 1,45 g/cm³(Bogdanov et, 2004) Les deux propriétés, densité et viscosité, dépendent fortement de la teneur en eau, de la température est à moindre degré de la composition chimiques du miel (Mossel et al., 2003) (Gidamis et al., 2004).

5.4 Le taux d'hydroxyméthylfurfural

Les monosaccharides, et tout particulièrement le fructose, sont dégradés en milieu acide par déshydratation moléculaire avec formation d'hydroxyméthylfurfural (HMF). Le taux d'HMF est le critère le plus fiable pour déterminer l'âge d'un miel. Ainsi que pour étudier son éventuelle dégradation. Ni les nectars, ni les miellats, ni les miels frais ne contiennent de l'HMF. Ce produit se forme très lentement au fil du temps et son évolution est exponentielle. La production de HMF est favorisée par la forte teneur en fructose et par l'acidité du milieu. Tous les miels n'évoluent pas de la même façon : les miels de nectar atteignent entre 5 et 15 mg/kg de HMF au bout de deux ans, alors que les miels de miellats (souvent plus riches en fructose et plus acides), peuvent atteindre 25 mg/kg de HMF. La concentration en HMF est augmentée par des chauffages excessifs. Le volume 11 du "*Codex alimentarius*", qui est consacré aux produits sucrés, précise que le miel ne doit pas posséder une teneur en HMF supérieure à 80 mg/kg. (Cette teneur élevée s'explique par la nécessité de prendre en compte l'ensemble des miels produits dans le monde et notamment les miels tropicaux). Mais pour les miels produits dans l'Union Européenne, le taux maximum d'HMF a été fixé à 40 mg/kg (Hoyet, 2005).

5.5 Le pH

La plupart des miels sont acides, cela signifie que le pH est inférieur à 7. Le pH des miels de fleurs varie entre 3,3 et 4,6. Les miels de châtaigner font exception de pH relativement élevé de 5 à 6. Le pH de miellat varie entre 4,5 et 6,5 en raison de leur teneur plus élevée en minéraux (Bogdanov, 2014 et Pita-Calvo et Vázquez, 2018).

Le miel est un tampon, cela signifie que son pH ne change pas par l'addition de petites quantités d'acides et de bases. La capacité tampon est due à la teneur en phosphates, carbonates et autres sels minéraux (Bogdanov, 2014).

5.6 L'acidité

L'acidité est un critère de qualité important. Les miels contiennent des acides organiques, dont certains sont volatils. Le problème de l'acidité des miels est très complexe, certains acides présents dans le miel proviennent sans aucun doute du nectar ou du miellat, mais leur origine principale est à rechercher dans les sécrétions salivaires de l'abeille et dans les processus enzymatiques et fermentatifs (Pataca et al., 2007).

Le principal acide dérivé du glucose est l'acide gluconique, sa formation s'accompagne de dégagement d'eau oxygénée (H_2O_2) (Cavai et al., 2007).

5.7 La teneur en substances minérales cendres

La teneur en cendres est un critère de qualité qui dépend de l'origine botanique du miel : le miel de nectar a une teneur en cendres plus faible que le miel de miellat, Actuellement, la détermination de la teneur en cendres est remplacée par la mesure de la conductivité électrique. La teneur en cendres pourrait être maintenue provisoirement jusqu'à ce que la conductivité électrique soit reconnue comme norme internationale(Amri, 2006).

5.8 L'indice de réfraction

L'indice de réfraction du miel est inversement proportionnel à sa teneur en eau. Il varie entre 1,5041 et 1,4915 à 20°C pour une teneur en eau allant de 13 à 18 % pour la majorité des miels (Terrab, 2004).

5.9 La couleur

La couleur du miel varie avec l'origine botanique, l'âge et le stockage (Hoyet, 2005).Le chauffage et le vieillissement provoquent une intensification de la coloration du miel (Lequet, 2010). Les différentes couleurs de miel sont essentiellement de toutes les nuances de jaune, certains presque noire. Mais la transparence ou la clarté dépend de la quantité de particules en suspension telles que pollen. Une fois cristallisé, le miel devient de couleur plus claire(Kavapurayil et al., 2014).

5.10 Conductivité électrique

La conductivité est très souvent utilisée dans le contrôle de qualité du miel de routine. Cette propriété du miel est considérée comme un très bon critère d'évaluation des propriétés botaniques (origine et pureté du miel)(Popov et Vidakovic, 2018).

La conductivité électrique des miels est étroitement liée à la concentration des acides organiques et les protéines des sels minéraux, qui dans une solution aqueuse, ont la capacité de se dissocier en ions ou de conduire un courant électrique(Yaiche Achour, 2014).

5.11 La cristallisation

La cristallisation est un processus naturel qui se produit dans le miel,elle est due à plusieurs facteurs :

- La teneur en sucre : plus la teneur en glucose est élevée, plus rapide sera la cristallisation du miel, mais aussi, plus la concentration en fructose par rapport à celle du glucose (rapport fructose/glucose) est élevée, plus la cristallisation est lente (Zerrouk et al, 2014).

- La teneur en eau : la cristallisation due au rapport formés par les principaux sucres avec la teneur en eau de différents types de miel (**Laos et al., 2011**). Plus la teneur en eau est basse et la teneur en glucose du miel est élevée, plus la cristallisation est rapide(**Olaitan et al., 2007**).

6 Propriétés biologiques du miel

6.1 Valeur nutritionnelle

Le miel est conseillé pour toute personne, il contribue à l'amélioration des capacités de l'organisme des personnes âgées et des malades (**Blasa et al., 2006**). En effet le miel est riche en sucres et nutriments tels que les protéines, acides organiques et vitamines, et minéraux étant une source d'énergie (**Mendes et al., 1998**)(**Rodríguez-Flores et al., 2018**). La consommation régulière du miel naturel stimule les activités métabologiques. Il contient les principaux composants d'un repas et les micronutriments qui améliorent la digestion et l'absorption de ces composants diététiques majeurs. Ainsi, ces principaux nutriments sont nécessaires au métabolisme et fonctions corporelles(**Ajibola et al., 2012**).

Il favorise l'assimilation du calcium et l'absorption du magnésium qui sont deux minéraux indispensables au bon fonctionnement de l'organisme (**Meda et al., 2005**).

6.2 Propriétés générales

Allah a dit dans la sourate Nahl n°16 verset 69 en parlant des abeilles : « Sort de leurs ventres une boisson aux couleurs variées dans laquelle il y a une guérison pour les gens. Il y a vraiment là une preuve pour les gens qui réfléchissent ».

6.3 Propriétés spécifiques à chaque miel (**Festy, 2010**)

L'activité thérapeutique du miel adopte l'activité de la plante source (**Sekkal, 2019**), exemple :

- Le miel d'acacia pour problèmes de constipation,
- Le miel de romarin pour améliorer la digestion,
- Le miel d'oranger considéré comme un calmant,
- Le miel de tilleul favorise le sommeil et soulage les brûlures d'estomac,
- Le miel de lavande est un antiseptique des bronches et des poumons, il est recommandé aussi aux cardiaques,
- Le miel de bruyère est diurétique, antirhumatismal et il est bon pour la prostate,
- Le miel d'eucalyptus est efficace contre la toux et la désinfection des voies urinaires,
- Le miel de pin ou de sapin est recommandé en cas de bronchite (**Festy, 2010**).

6.4 Activités antimicrobiennes

6.4.1 L'activité antibactérienne

L'activité antibactérienne du miel est connue depuis le 19^{ème} siècle, l'activité du miel contre les bactéries résistantes aux antibiotiques a encore augmenté l'intérêt pour l'application du miel (Paulus et al., 2012). La capacité globale du miel de chaque espèce à inhiber la croissance bactérienne a varié d'une région phytogéographique à l'autre (Jason et Esther, 2004).

6.4.2 L'activité antifongique

Le miel est capable d'éliminer et d'inhiber complètement la croissance des moisissures comme *Aspergillus flavus*, *Aspergillus fumigatis*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus parasiticus*, *Candida albicans*, *Penicillium spp*, *Penicillium chrysogenum* (Molan, 1992).

Shokri et Sharifzadeh, (2017) indiquent dans leur travail que, le miel est utilisé depuis l'antiquité pour le traitement de plusieurs maladies. Mais seul un nombre limité d'étude se sont penchées sur son effet sur les champignons pathogènes tel que :

- Les mycoses cutanées

L'essai clinique mené par Al-Waili, (2004), utilise une mixture composée à parts égales de miel, d'huile d'olive et de cire d'abeille pour traiter pendant un mois trois fois par jour des 37 patients atteints des mycoses dermiques, dues notamment à *pityriasis versicolor*, *tinea cruris*, *tinea corporis* et *tinea faciei*. Les résultats cliniques de guérisons qu'il a obtenus sont : de 86% des cas pour les patients atteints par *PytiriacisVersicolor* et de 79 % des cas chez ceux touchés par *tinea cruris*, et 75 % des atteints *tinea corpori*. Le patient avec *tinea faciei* a montré une guérison clinique et mycologique 3 semaines après le début du traitement. Une guérison complète a été observée dans 75% des cas pour *Pytiriacisversicoloret* dans 71% des cas pour *tinia cruris*, et 62% dans le cas de *tinea corporis*.

- Mycoses vaginales

Une autre publication scientifique d'Obaseiki-Ebor et Afonya (1984) rapporte que le miel a une efficacité comparable aux antifongiques classiques sur des candidoses vaginales provoquées par *Candida albicans*. Il faut souligner que pour traiter des mycoses, les concentrations en miel sont plus élevées que pour obtenir un effet antibactérien (Hoyet, 2005).

1 Palynologie

Toutes les espèces végétales produisent des quantités souvent considérables de spores et de pollens qui sont généralement véhiculés par les courants atmosphériques, par les insectes ou par l'eau. L'observation d'un pollen ou d'une spore aide à déterminer l'identité de la plante l'ayant produit. Les caractères spécifiques observés sont : la forme et la taille du grain, la structure de la paroi, le nombre et la répartition des surfaces spécialisées de la paroi. Le dénombrement de ces éléments (spores et pollens) permet de retracer l'évolution de la végétation dans une région donnée (schoellammere,1997).

1.1 Source du pollen dans les miels

Quand les abeilles récoltent le nectar des fleurs, elles entrent plus ou moins en contact, non seulement avec les nectaires (organe producteur de nectar), mais aussi avec la plupart des pièces florales, et notamment les anthères (organe producteur de pollen). Selon la morphologie des fleurs visitées ce contact peut intéresser différentes parties du corps de la butineuses, mais il aboutit régulièrement à marquer les gouttelettes de nectar par quelques grains de pollen de la plante visitée. Par ailleurs, il est certain qu'avant même le passage de l'abeille, le pollen peut commencer à tomber mûr sur le nectar lorsque la morphologie des fleurs le permet. Il s'agit là d'un véritable marquage car les grains associés au nectar vont le suivre dans le jabot de la butineuse, dans les cellules du rayon puis dans le miel extrait (Ismail, et al., 2013).



Fig. 9 : abeille couverte de pollen(Biri, et al., 2010)

1.2 Les composants du pollen

Il contient environ 22 à 24 % des protéines, et 26 à 28 % de glucides. Il est riche en vitamines A, C, D, E et B, et des acides aminés (l'acide glutamique, l'acide aspartique, l'alanine, la sérine, la glycine, l'arginine, la proline), des acides décanoïque qui est un antibiotique naturel (Guillaume, 2011).

1.3 La structure des grains de pollen

Un grain de pollen est une cellule vivante sexuée mâle (Hubersan, 2001). Ils se forment dans l'anthere à partir des cellules mères à noyaux diploïdes volumineux qui subissent deux divisions successives (Makhloufi, 2010). Chaque grain a une membrane de cellulose interne dite l'intine et un revêtement externe à deux couches dit l'exine (Oh, 2018).

D'après Edlund, (2004) les cellules polliniques sont contenues dans une paroi pollinique unique dont la construction commence lorsque le méiocyte est nouvellement formé. Les couches superficielles étant élaborées au fil du temps. À maturité, la surface du pollen peut être divisée en trois strates principales, leur quantité relative variant selon les espèces.

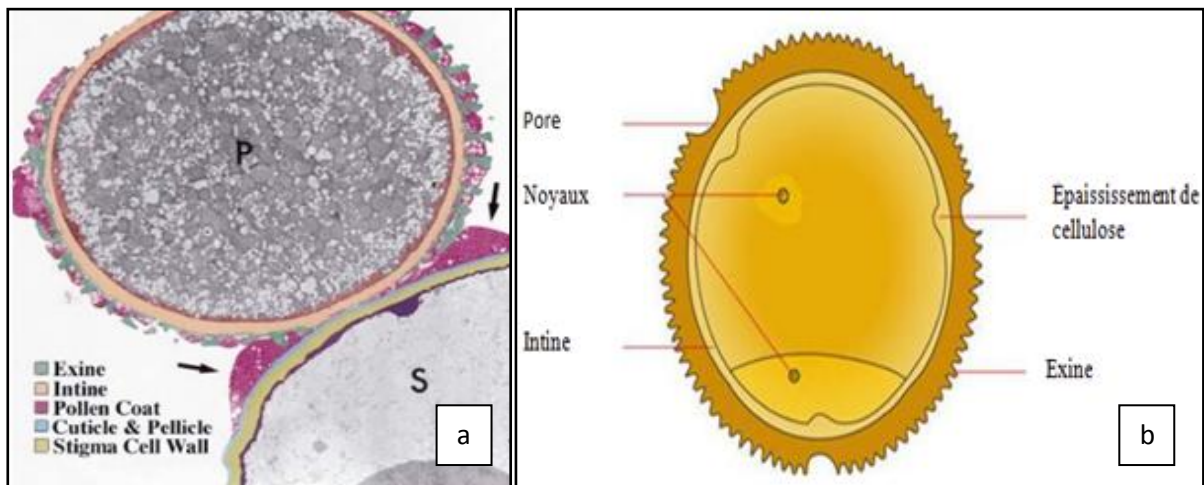


Fig. 10: Structure du grain de pollen, a) source Edlund, (2004) ; b) source Jarosz, (2004).

1.3.1 L'exine

La couche extérieure de la paroi du pollen est constituée principalement de sporopollénine qui est un matériau extrêmement résistant (Campo et Vernier, 1984). C'est une couche rigide, qui assure une protection mécanique et une certaine imperméabilité. Chez certaines espèces, l'exine est recouverte d'un manteau pollinique de nature lipidique (Priou, 2016).

1.3.2 Intine

La couche interne ou intine est de nature pecto-cellulosique et est plus souple que l'exine. Elle fait surface au niveau des ouvertures, les ouvertures sites de la paroi dépourvus d'exine. C'est au niveau des ouvertures que germe le tube pollinique et que se font les échanges avec l'extérieur (échanges hydriques et respiratoire) (**Prieu, 2016**).

1.3.3 Monteux pollinique

Protège les cellules polliniques de la dessiccation excessive après la déhiscence ; protège des rayons UV et des attaques d'agents pathogènes. Le caractère collant, la couleur et l'arôme peuvent affecter l'interaction avec les vecteurs de pollinisation. C'est un composant protéique impliqué dans l'adhésion, la signalisation et la compatibilité. Les lipides et les protéines sont nécessaires à l'hydratation (**Edlund, 2004**).

2 Forme des grains de pollen

- La forme des grains de pollen se définit par la valeur du rapport entre les dimensions de l'axe polaire **P** et celle de l'axe équatorial **E** (P/E) :
- $P=E$ le grain de pollen est sphéroïdal ou équiaxe.
- $P > E$ le grain de pollen est prolé ou longiaxe.
- $P < E$, le grain est oblé ou bréviaxe (**Makhloufi, 2010**).

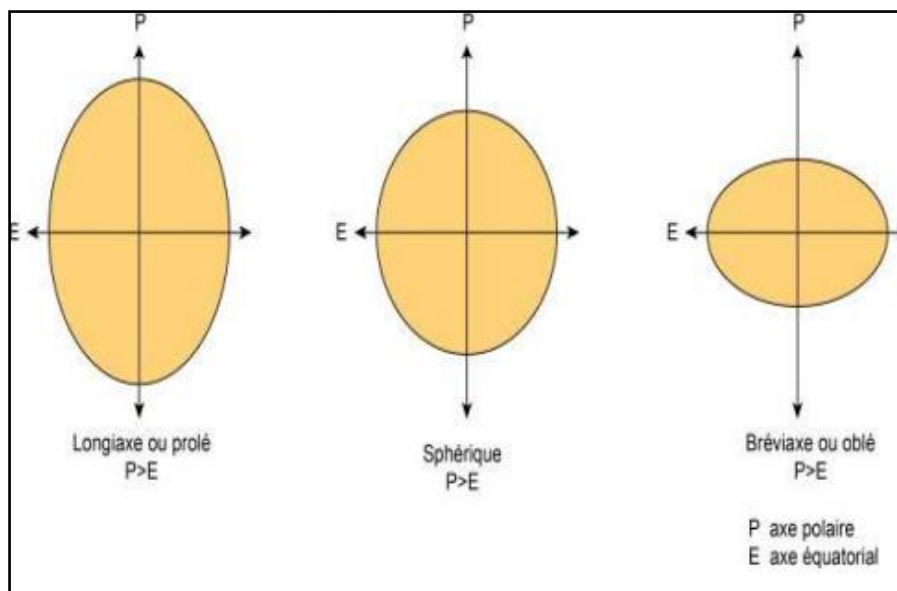


Fig.11: Les trois classes de formes des grains de pollen (**Makhloufi, 2010**).

3 Taille

La taille du pollen varie de moins de 10 microns à plus de 100 μm . Elle dépend du degré d'eau et de la méthode de préparation "méthodes en palynologie". En raison de cette différence naturelle, l'échelle de classification de la taille du pollen selon **Halbritter et al, (2018)** est:

- Très petit (<10 microns).
- Petit (10- 25 μm).
- Moyen (26-50 μm).
- Grand (51 - 100 μm).
- Très grand (> 100 microns).

4 La Méliissopalynologie

La Méliissopalynologie est une branche de palynologie traitant de l'analyse pollinique du miel (**Shobham, 2017**). L'analyse aide à déterminer l'origine géographique et permet d'identifier les plantes butinées, ce qui est d'un grand intérêt dans la détermination des appellations et la détection des fraudes concernant l'étiquetage des produits (**Telailia et Boutabia, 2015**).

L'analyse méliissopalynologique d'échantillons de miel a révélé une grande variabilité, des échantillons provenant de différentes sources de miel étant collectés dans différentes régions géographiques origines (**El Sohaimy et al., 2015**).

4.1 Détermination de l'origine botanique :

La source florale de l'échantillon du miel est déterminée par la Méliissopalynologie. La détermination de l'origine botanique du miel est basée sur la fréquence relative du pollen de nectar sécrété par les plantes (**Baltrušaityte et al, 2007**).

Pour l'estimation des fréquences des différents pollens, les termes suivants sont utilisés :

- Pollens dominants, représentent plus de 45 % de pollen dénombrés.
- Pollens secondaires, la fréquence des grains de pollen comprise entre 16 et 45 %.
- Pollens tertiaires, la fréquence des grains de pollen comprise entre 3 et 15 %.
- Pollens rares ou isolés, la fréquence des grains de pollen inférieure à 3 %.

Un miel est considéré comme étant mono floral lorsque le nombre de pollens dominants provenant d'une espèce de fleur est supérieur ou égal à 45 % (**Benaziza et Schweitzer, 2010**).

4.2 Identification des grains de pollen

L'identification se fait au microscope à différents grossissements. On observe l'ensemble de la préparation et note toutes les espèces rencontrées jusqu'à ce qu'on ne trouve plus des espèces nouvelles (Yang *et al.*, 2012). La morphologie des grains est variée selon l'origine botanique. Les caractères considérés sont la symétrie, la forme, les ouvertures (pores ou sillons) ainsi que l'ornementation de l'exine (Punt *et al.*, 1994). L'identification des grains se fait à l'aide des pollens de références, des atlas de pollen, des données tirées des publications spécialisées (Clément, 2002; Erdtman, 1969; Faegriet *al.*, 1975; Kremp, 1965) et grâce aux banques de données numériques et bibliographiques du centre d'études apicoles de Moselle (CETAM) (Bisvigou *et al.*, 2010).

4.3 L'ornementation de l'exine

L'exine présente fréquemment des figures géométriques ou des traits qui permettent généralement une bonne identification. Citons quelques cas typiques:

- Exine lisse (bourdaine).
- Exine fovéolée (tilleul). Nombreuses petites dépressions.
- Exine striée (fruitiers genre prunus). Style empreinte digitale.
- Exine ponctuée (campanule). Nombreux petits points noirs.
- Exine baculée (gui). Éléments de sculpture plus hauts que larges.
- Exine échinulée (verge d'or). Éléments de sculpture pointus.
- Exine réticulée (lis, ciste, colza) en réseau ou filet (Nair, 2014).

Conclusion

Les plantes mellifères sont des plantes qui produisant le nectar et pollen attirent par les insectes pollinisateurs, elles regroupent en trois catégories des plantes nectarifères des plantes pollinifères et mixtes. Comme toute la littorale algérienne la région de Mostaganem est caractérisée par un climat méditerranéen semi-aride avec une pluviosité importante qui joue un rôle dans le développement de la végétation. Le miel est une solution naturelle sucrée produite par les abeilles à partir de nectar des fleurs ou du miellat. Sa composition varie selon les types de fleurs butinées par les abeilles, et les conditions environnementales. Les grains de pollen se sont des cellules végétatives forment dans l'anthere à partir des cellules spéciales, les grains de pollen constituent par une enveloppe appelée sporoderme et composée de deux couches externes et interne (intine et exine), chaque espèce végétale possède une forme de pollen propre à lui-même, l'étude palynologique permet de déterminer l'origine botanique.

Cette partie nous permettra d'aborder les propriétés des miels récoltés dans la région de Mostaganem dans ce qui suit.

Partie II

Expérimentation

Introduction :

Le miel contient un très grand nombre de substances, mais il existe entre les miels des variations de composition relativement importantes qui sont liées à leurs origines florales et géographiques. L'objectif principale est l'identification des grains de pollen dans le miel et d'évaluer la qualité des miels récoltés dans la région de Mostaganem par des analyses physico-chimiques.

Parmi les principaux paramètres du miel nous avons sélectionné l'humidité d'après (**Nabas et al., 2014**) citée par (**Ghania et Hacene, 2017**), la conductivité électrique, le pH, l'acidité selon (**Belhaj, et al, 2015**), la densité selon (**Bogdanov S., 1995**), et la teneur en cendres selon la méthode de (**Amri et al., 2007**), la teneur en hydroxyméthylfurfural (HMF) d'après **Zappalà et al (2005)** et l'analyse pollinique selon la commission internationale de botanique apicole (**Louveaux et al., 1970**).

Chap.1. Matériels et méthodes

1. Les matières premières « miels »

Nous avons travaillé sur 5 échantillons de miel de différentes régions « Achaacha, Ain Tadless, Sidi Ali, Sidi Lakhedar, OueledBoughanem » de la région de Mostaganem.

Tab. 1: Origine des échantillons de miel.

Echantillon	Origine géographique	Date de récolte
E1	Sidi Lakhedar	2018
E2	Achaacha	2018
E3	Ain Tadless	2019
E4	OueledBoughanem	2019
E5	Sidi Ali	2018

5 Matériels de laboratoire

5.1 Appareillages

- Agitateur magnétique
- Bain-marie
- Balance analytique
- Capsules de platines
- Centrifugeuse
- Conductimètre avec électrode
- Dessiccateur
- Etuve
- Flacons avec fermetures hermétiques
- Four à moufle
- Microscope optique
- pH mètre à affichage numérique
- Réfractomètre a main
- Spectrophotomètre UV-visible

5.2 Les produits chimiques

- acétate de zinc, $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
- acide sulfurique (H_2SO_4) 5g.
- Bisulfite de sodium.
- d'hexacyanoferrate de potassium.
- Gélatine.
- Glycérine.
- Glycérine gélatinée.
- Hydroxyde de sodium (NaOH).
- Phénol.

Chap. 2 : Analyses physico-chimiques et pollinique

1 Analyses physico-chimiques

1.1 Teneurs en eau

Pour déterminer le taux d'humidité des cinq échantillons, nous avons pesé 2,5 g de chaque échantillon porté dans des creusets et placé dans une étuve à 105 °C pendant 3 heures. Les creusets sont repesés après refroidissement dans un dessiccateur. Le taux d'humidité est exprimé en pourcentage.

$$E\% = \frac{M1 - M2}{M1} \times 100$$

Avec :

E : teneurs en eau.

M1 : poids de l'échantillon.

M2 : poids de l'échantillon après séchage.



Fig.12 : Creusets après séchage du miel.

1.2 Mesure de la conductibilité électrique (CE)

Nous avons pesé dans un bécher 10 g du miel avec 50 ml d'eau distillé. Pour une bonne homogénéisation il a fallu utiliser un agitateur avec plaque chauffante pendant 5 mn. Une fois la solution prête, l'électrode du conductimètre est plongée dans celle-ci. La mesure de la conductivité électrique de chaque échantillon de miel est effectuée à l'aide d'un conductimètre. La technique est basée sur la mesure de la résistance électrique à 20 °C.

Partie expérimentale

1.3 Mesure du pH

Nous avons dissous dans un bécher 5 g de miel avec 50 ml d'eau distillé. Pour noter le pH, on utilise un pH mètre de type Crison.

1.4 Mesure de l'acidité libre

L'acidité libre est obtenue par la neutralisation de 25 ml de la précédente solution avec NaOH (0,05 N). Dans un bêcheur nous avons versé 25 ml de solution du miel. En parallèle, nous avons rempli une burette avec 20 ml de la solution NaOH. On effectue un dosage et on agite notre solution avec un agitateur magnétique, puis on note le pH après chaque addition jusqu'à atteindre un pH qui est égale 9,2. L'acidité libre est calculée selon l'équation suivant :

$$\text{acidité libre} = \frac{1000 \cdot V \cdot N}{P}$$

P : poids du miel.

V : volume de NaoH versé dans la solution pour atteindre le pH 9,2.

N : normalité de NaoH (0,05 N).

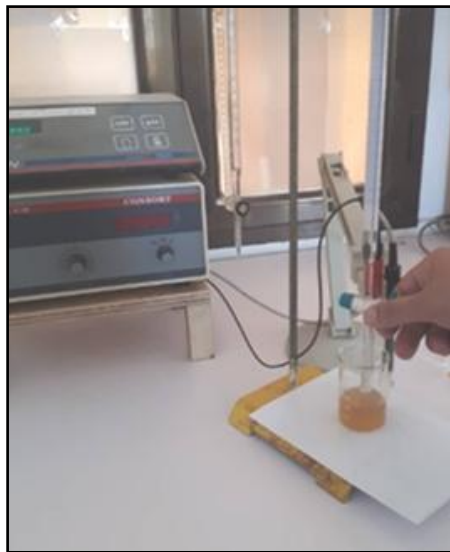


Fig. 13 : dosage par NaoH

1.5 Mesure de la teneur en cendres

Les creusets sont pesés à vide, une fois 5 g de miel est ajouté on refait l'opération pour avoir le poids des creusets avec le miel. Tous les creusets sont placés dans un four chauffé à une température de 600 °C pendant une heure.

Partie expérimentale



Fig. 14 : Creusets avons incération du miel

Le calcul de la teneur en cendre se fait par la formule suivante :

$$C = \frac{M1 - M2}{M0} \times 100$$

Avec :

- C% : teneur en cendres brutes
- M0 : masse en g de la capsule vide
- M1 : masse en g de la capsule + échantillon avant incinération
- M2 : masse en g de la capsule+ cendres après incinération

1.6 Mesure de la densité

Pour l'expérience il a fallu un pycnomètre, que nous avons remplacé par une fiole de 10 ml bien séché. La fiole est pesée à vide, le poids est noté. Ensuite, nous l'avons rempli d'eau distillée et pesée. La même fiole est vidée, lavée et séchée, puis rempli de miel jusqu'au trait de jauge. La densité est obtenue en divisant la masse volumique du miel à celle de l'eau distillée dans les mêmes conditions. Elle est calculée selon la formule ci-dessous

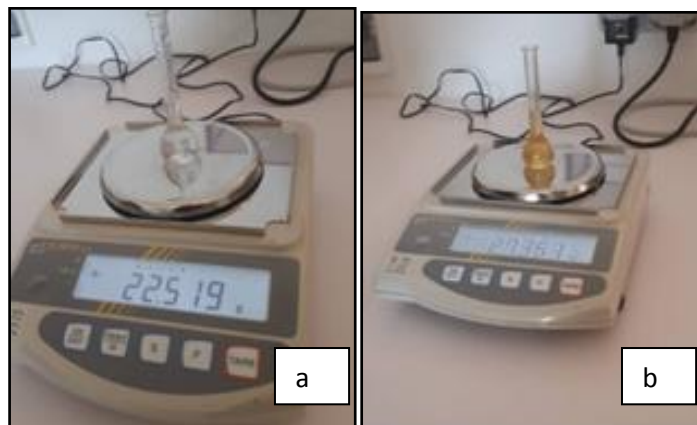


Fig. 15 : a) poids de fiole rempli en eau ; b) poids de fiole rempli par miel.

Partie expérimentale

$$\text{Densité relative} = \frac{[(M1 - M0) / V]}{[(M2 - M0) / V]}$$

M2: masse de fiole remplie d'eau distillée.

M1: masse de fiole remplie de miel.

M0: masse de fiole à vide.

V : volume de fiole.

1.7 Teneur en hydroxyméthylfurfural « HMF »

Dans un bécher nous avons dilué 5g de miel avec 25ml d'eau distillée et on agite pendant 5 minute jusqu'à la dissolution complète, puis nous avons ajouté 0,5 ml de solution carrez I et 0,5 ml de solution de carrez II avec agitation pendant 2 minute. Puis on verse la solution dans une fiole de 50ml et on complète le volume avec de l'eau distillée. On laisse reposer jusqu'à la formation de deux phases puis on filtre la solution.

On récupère le filtrat et on verse 5 ml dans deux tubes différents. Dans le premier tube, on ajoute 5 ml d'eau distillée et dans le deuxième on ajoute 5 ml de solution de bisulfite à 0,2% (solution témoin).

Avec un spectrophotomètre à UV, nous faisons la lecture des absorbances de la solution échantillon par rapport à la solution témoin à 284 et 336 nm dans des cellules en quartz de 1 cm de diamètre.

$$\text{HMF} = \frac{(A_{284} - A_{336}) \times 149,7 \times 5 \times D}{\text{le poids du miel en gramme}}$$

D= facteur de dilution (si la dilution est nécessaire).

A₂₈₄ et A₃₃₆ : absorbances respectives à 284nm et à 336nm.

Les résultats sont exprimés en mg/Kg de miel.

Le facteur $149,7 = 126 \times 1000 \times 1000 / 1683 \times 10 \times 5$.

Et on a :

- 126 : La masse moléculaire de HMF.
- 1683 : L'absorptivité molaire de HMF à 284 nm.
- 1000 : La conversion des grammes en milligrammes.
- 1000 : La conversion des grammes de miel en kilogrammes.
- 10: La conversion 5 à 50 grammes.
- 5: La masse théorique de l'échantillon de miel.

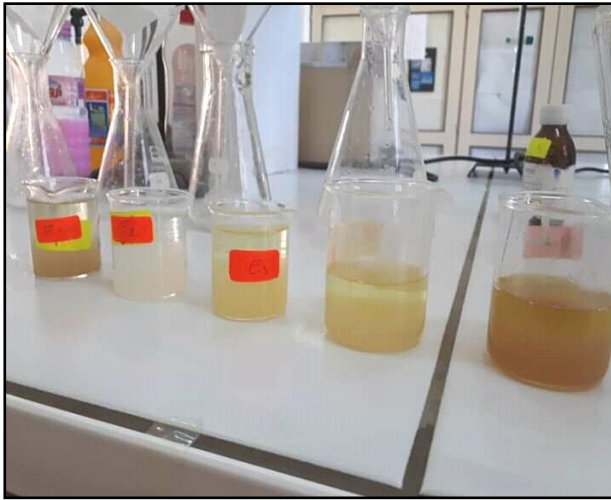


Fig.16 : Les solutions des cinq échantillons de miel après formation des deux phases.



Fig. 17 : Etape de filtration pour un seul échantillon.

2 Méliissopalynologie

2.1 Principe de l'analyse pollinique

Le principe d'analyse pollinique des miels repose essentiellement sur l'identification des grains des pollens contenus dans une quantité déterminée de miel.

2.2 Mode opératoire

Nous avons pesé 5 g de miel dissout dans 20 ml d'acide sulfurique dilue, à l'aide d'un agitateur magnétique on agite jusqu'à l'homogénéisation, puis on porte a centrifugation (Fig. 18) pendant 5mn a (3000tours/mn). Après, on élimine le surnageant (Fig. 19) avec une pipette puis en ajoute 10 ml d'eau distillée pour laver le sédiment de l'acide sulfurique et on centrifuge à nouveau pendant 5 mn (3000 tours/mn).

Le surnageant est jeté, on agite le culot dans le fond du tube, on répète la même procédure pour tous les échantillons.

Nous avons porté le sédiment sur la lame porte objet à l'aide d'une pipette. Après séchage de la lame à l'étuve, on l'inclut dans la glycérine gélatinée, liquéfiée au bain marie à 40°C ;

On recouvre d'une lamelle et on passe à une observation microscopique.

Partie expérimentale



Fig. 20 : Les calibres de la Centrifugeuse.



Fig. 21 : solution de miel après centrifugation.

Résultats et discussion

1 Analyses physico-chimiques

1.1 Teneur en eau

Nous remarquons que la teneur en eau de nos échantillons du miel varie de 11,6 à 16,40 (Tab.2). Ces valeurs se situent bien dans l'intervalle préconisé par le Codex *Alimentarius* et la norme de L'UE (2001) qui dit que la teneur en eau ne dépasse pas 21%.

Tab.2: Les valeurs de la teneur en eau des échantillons de miel.

Echantillons	La teneur en eau
E1	16,4
E2	12
E3	11,6
E4	12
E5	16,4

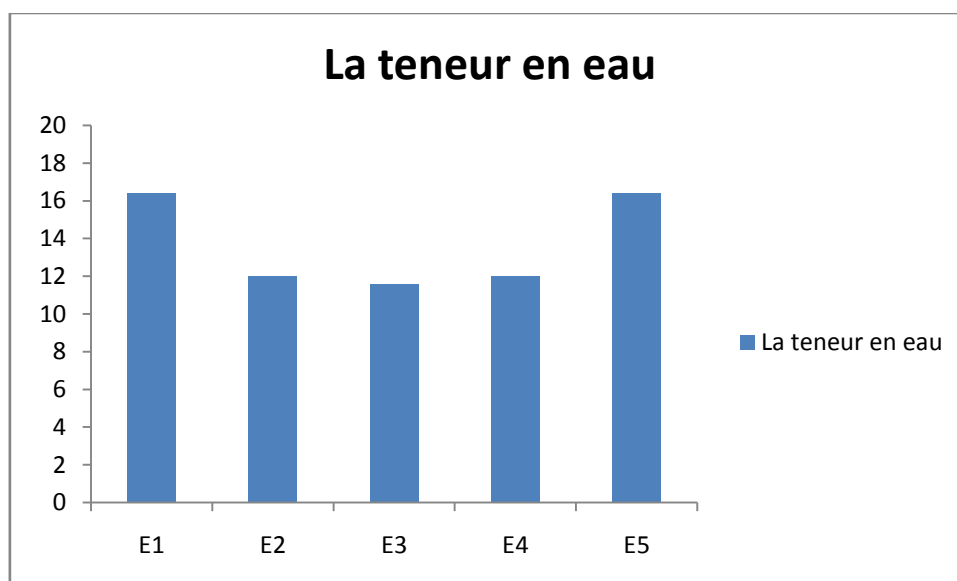


Fig.22: Représentation des valeurs de la teneur en eau.

Résultats et discussion

1.2 Conductivité électrique

Les valeurs des échantillons analysés variant entre 119 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 443 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Tab. 3). Selon les normes de (**codex alimentarius, 2001**), les valeurs de la conductivité électrique ne doit pas dépasser 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Cela indique que nos échantillons de miel ont une origine florale différente. L'intervalle de nos résultats concorde avec ceux obtenue par **Belay et al. (2013)** sur les miels de HarrenaForest d'Ethiopie et avec les résultats de **Elamine et al. (2018)** qui varient entre 405,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 833 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sur la caractérisation préliminaire d'un miel marocain. La Conductivité électrique dépend de la concentration de sels minéraux, acides organiques et protéines (**Shobham, 2017**). Desvaleurs plus élevées sont généralement associées aux miels de miellat ou aux mélanges de nectar et de miellat (**Mekious et al., 2015**).

Tab.3: Les valeurs de la conductivité électrique.

Les échantillons	Conductivité électrique $\mu\text{S}/\text{cm}$
E1	424
E2	119
E3	265
E4	406
E5	443

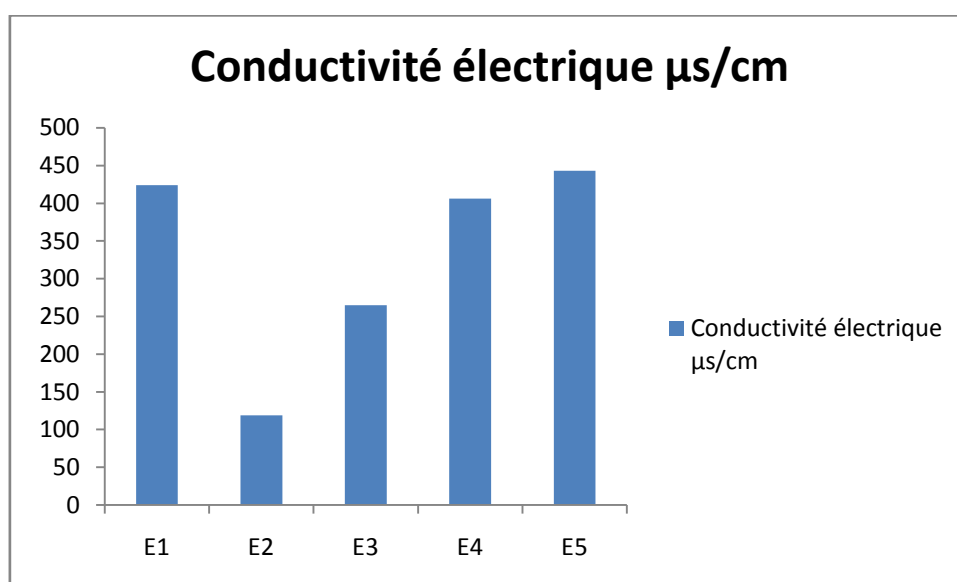


Fig.23 : Conductivité électrique des échantillons des miels.

Résultats et discussion

1.3 Le pH

Selon **codex alimentarius (2001)**, le pH du miel est entre 3,5 à 4,5 pour miel de nectar, et 5 à 5,5 pour miel de miellat. Les valeurs du pH de nos échantillons sont variées entre 4,41 et 5,59 (Tab.4) donc E2, E4 sont des miels acides. Ces deux échantillons répondent aux normes. Ils sont dans l'intervalle des résultats obtenu par **Meda et al. (2005)** à savoir 3,5 à 4,7 sur des miels de Burkina Faso et par **Laouar et Tahar (2017)** à savoir 3,5 à 4,5 sur un ensemble de miels du nord-est algérien. Par contre les échantillons E1, E3, E5 présentent une valeur très élevée.

La variation du pH est probablement due à la flore butinée, à la sécrétion salivaire de l'abeille et aux processus enzymatiques et fermentatifs pendant la transformation de la matière première (**Belhaj et al., 2015**).

Tab.4: Les valeurs du pH des échantillons du miel.

Echantillon	pH
E1	5,83
E2	4,49
E3	5,53
E4	4,41
E5	5,59

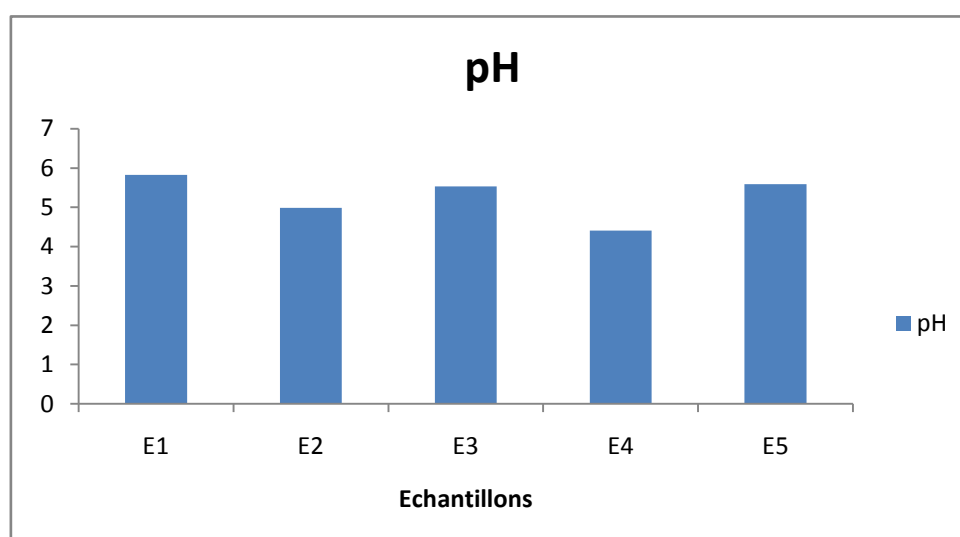


Fig.24 : Représentation des valeurs du pH.

Résultats et discussion

1.4 L'Acidité

Selon les normes l'acidité libre du miel ne doit pas dépasser 50 milliéquivalents d'acide par 1Kg. Les valeurs de l'acidité libre des miels analysés varient de 15 à 50 méq/Kg. Les résultats trouvés pour les échantillons analysés ne diffèrent pas trop des intervalles des résultats obtenus par **Moujanni et al.(2018)** sur le miel uni florale (14.70 à 53.92 méq/kg).

Le tableau. 6, montre que l'échantillon E1 présente la valeur la plus élevée 50. Cette dernière valeur, peut être un indice d'une fermentation par des levures. En effet, au cours de la fermentation, le glucose et le fructose sont convertis en alcool, ce dernier est à son tour hydrolysé en présence l'oxygène et converti en acide acétique, ce qui contribue à l'augmentation de l'acidité libre(**Ajlouni et Sujirapinyokul, 2010**).

Tab.5: Les valeurs de l'acidité libre des échantillons de miel.

Echantillons	Acidité méq/kg
E1	50
E2	20
E3	15
E4	22
E5	18

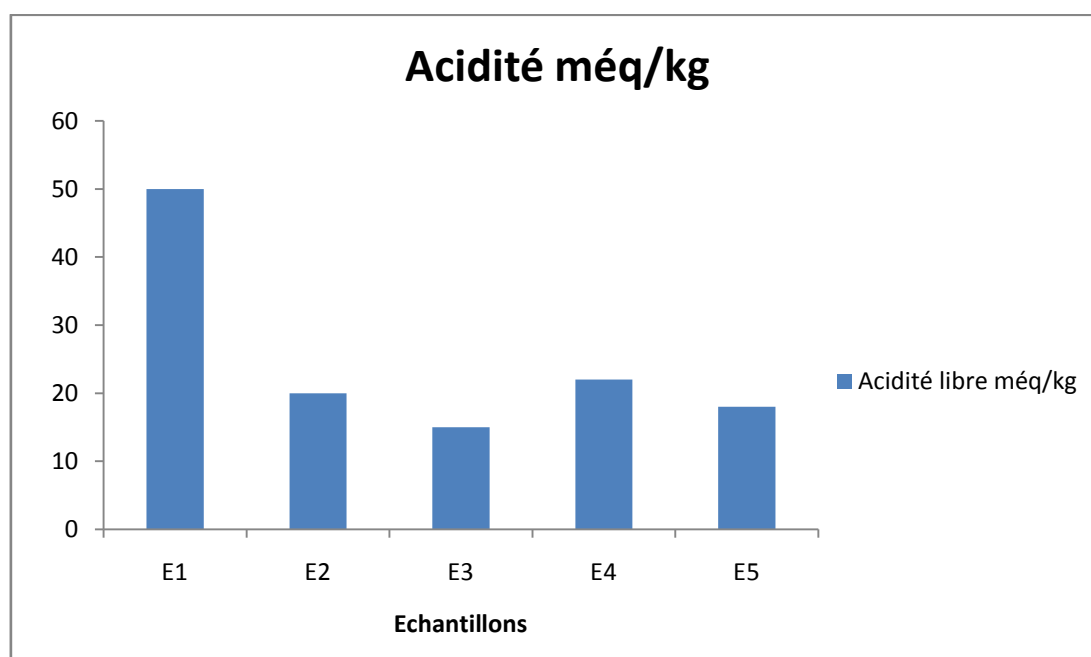


Fig.25: Représentation des valeurs de l'acidité libre.

Résultats et discussion

1.5 La densité

Après les analyses de la densité des échantillons, nous remarquons dans le tableau 6, que les valeurs varient entre 1,40 et 1,43 g/cm². Ainsi, nous pouvons dire que nos échantillons répondent aux normes AFNOR qui varient entre 1,39 et 1,52.

Tab. 6: Les valeurs de la densité des échantillons.

Les échantillons	Densité g/cm ²
E1	1,40
E2	1,41
E3	1,43
E4	1,41
E5	1,40

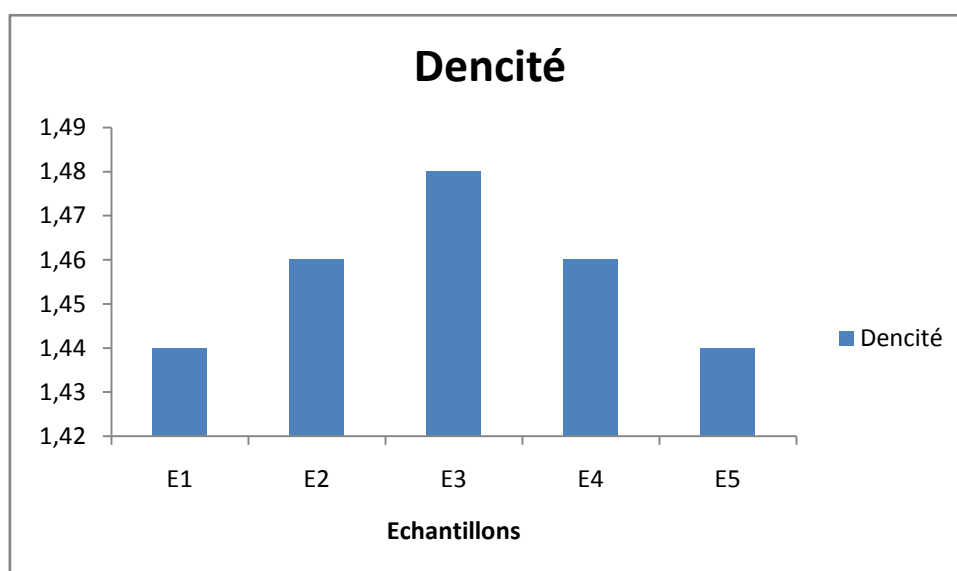


Fig.26 : Représentation des valeurs de la densité.

Résultats et discussion

1.6 Teneur en cendre

La teneur en cendres dans les échantillons analysés varie de 0,063 à 0,26%, l'échantillon E5 présente la valeur la plus élevée par rapport aux autres échantillons (tableau.7).

Les valeurs trouvées de nos autres échantillons sont inférieure à 0,6 %. Nos résultats sont en accord avec la limite **codex alimentarius (2001)**.

En comparaison avec les résultats de **Doukani et al. (2014)** qui varient de 0,09 à 0,45%. Nos résultats sont plus faibles.

La variation de la teneur en cendres peut s'expliquer par les procédés de récolte, les techniques de l'apiculteur et les matériels collectés par les abeilles lors de la recherche de nourriture sur le fleurs principalement déterminée par le sol et le climat caractéristique (**Belhaj et al., 2015**).

Tab. 7:Les valeurs de la teneur en cendre.

Echantillons	La teneur en cendre
E1	0,063
E2	0,148
E3	0,25
E4	0,147
E5	0,26

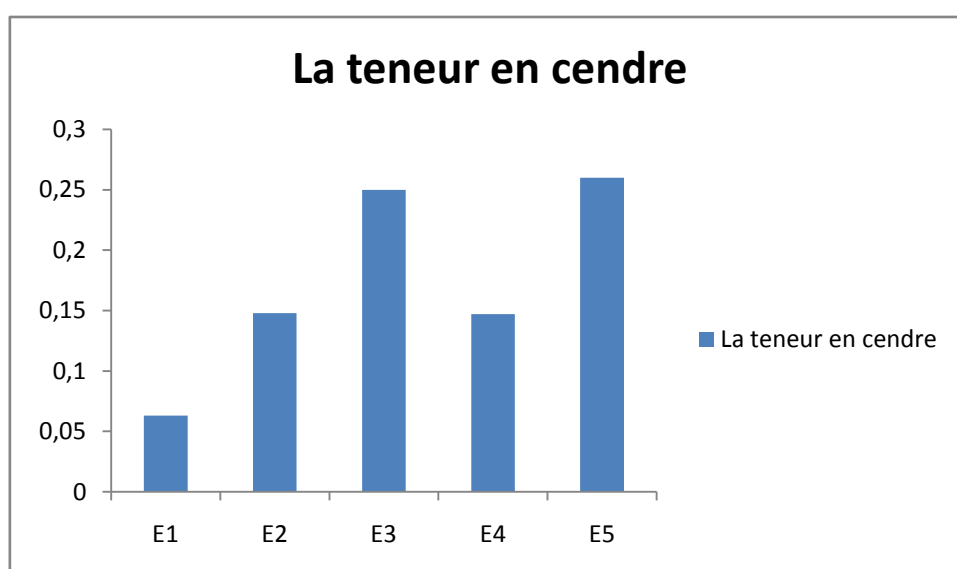


Fig.27 : Représentation des valeurs de teneur en cendres.

Résultats et discussion

1.7 Hydroxyméthylfurfural

Selon **Kesić, Zaimović et al. (2017)**, l'exposition du miel à des températures élevées pendant une longue période favorise la teneur élevée en HMF, qui résulte de la déshydratation du fructose. En plus de la température, même la durée de conservation du miel doit être aussi réduite que possible. L'augmentation du HMF peut être influencée par d'autres facteurs que l'exposition du miel à des températures défavorables.

Les valeurs des échantillons analysés varient entre 12,874 mg/kg et 32,484 mg/kg (Tab. 8). Ces valeurs sont inférieures à 40 mg/kg la limite prescrite par **codex alimentarius(2001)**.

Ces résultats, sont proches des échantillons de miels de la région du nord de l'Algérie analysée par **Benaziza et Schweitzer (2010)** qui varient entre 0,80 et 38,70 mg/kg. Les résultats obtenus par **(Chefrour et al., 2009)** varient entre 2,304 mg/kg et 14,592 mg/kg puisque les échantillons étaient traités par une haute température.

Tab. 9: Les valeurs de HMF.

Echantillons	HMFmg/kg
E1	32,484
E2	22,005
E3	12,874
E4	27,097
E5	31,586

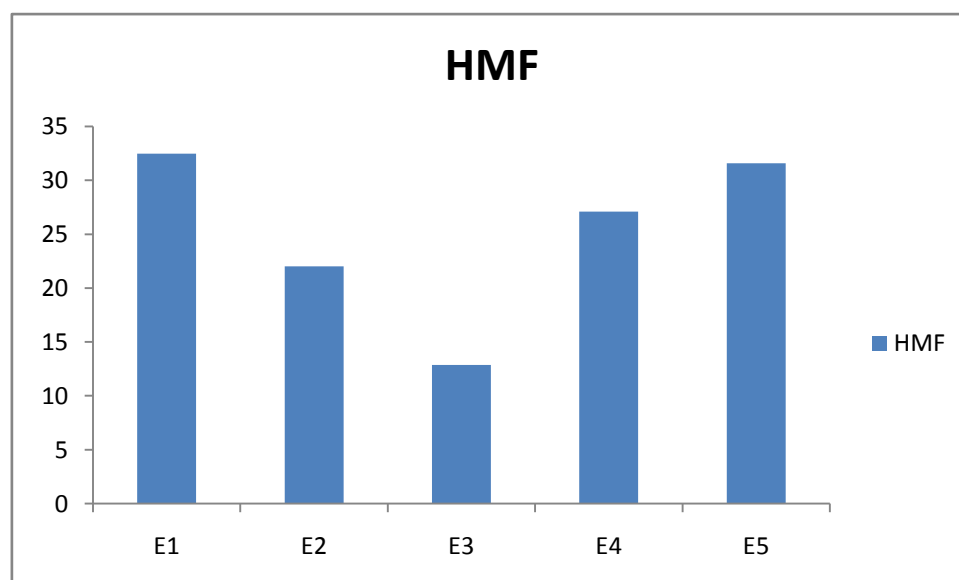


Fig.28 : Représentation des valeurs de l'HMF.

2 Analyse pollinique

L'identification de grains de pollens c'est réalisée à l'aide d'un atlas des grains de pollen que nous nous somme procuré gratuitement sur le web ou via des articles spécialisés. Les résultats sont rassemblé dans un mini catalogue présenté à la fin des résultats.

Nous avons observé nos échantillons sous le microscope optique, et nous les avons classés selon la quantité de pollens présente en 3 groupes :

- Groupe I : beaucoup de pollen (+++).
- Groupe II : peu de pollen (++)
- Groupe III : très peu de pollen (+).

Groupe I :

Ce sont les miels qui renferment un nombre important de pollens, dans ce groupe, nous avons observé beaucoup de pollens dans l'échantillon 4. Nous remarquons que l'échantillon E4 présente des différents grains de pollens. Après identification par comparaison avec des pollens de référence, nous pouvons dire aussi qu'il s'agit d'un miel polyfloral.

Groupe II :

Nous avons regroupé les miels qui représentent une faible quantité en pollens. Sous microscope, nous retiendrons ainsi dans ce groupe les échantillons E1, E3. Nous avons remarqué aussi que ces miels sont polyfloraux.

Groupe III :

Nous avons regroupé les échantillons de miel qui ont une très faible quantité de grains de pollen. Sous microscope, nous avons constaté que E2, E5 font partie.

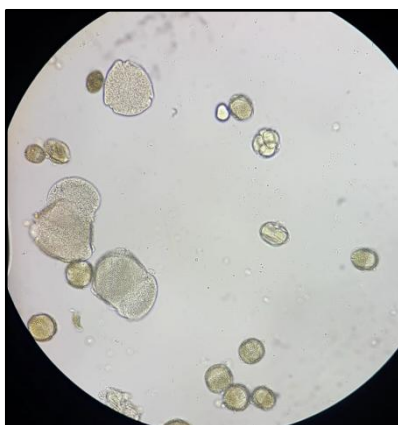


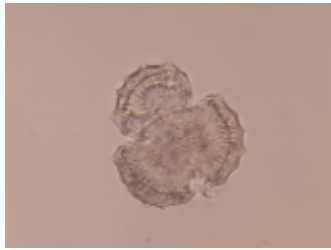
Fig.28 : Observation microscopique des grains de pollens.

Résultats et discussion

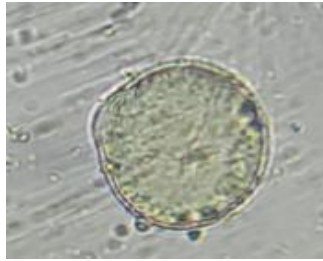
L'identification se fait à l'aide d'un site (source anonyme 2 ; **Erdtman, 1969 ; Halbritter et al., 2018**). Concernant les familles des plantes présentes par leurs grains de pollen, il ressort que les Linaceae dominent avec *Linumstrictum*. Les pollens des Brassicaceae sont bien représentés par *Diplotaxiserucoïdes* et un peu moins par *Lobulariamaritima* et *Capsellabursa-pastoris*. Par ailleurs, les Fabaceae sont indiquées par *Vicia sativa* et probablement le pollen d'*Hedysarumcoronarium*. Enfin, au moins huit familles botaniques sont présentes par leurs grains de pollens représentés par 25 espèces dans les échantillons des miels récoltés dans la région de Mostaganem. Ces résultats, nous permettent de dire que tous nos échantillons sont des miels polyfloraux ou l'abeille récolte les pollens de la flore sauvage à floraison printanière dont elle dépend énormément (**Sekkal, 2018**).

Résultats et discussion

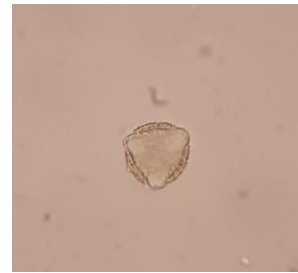
Mini catalogue des grains de pollen observés



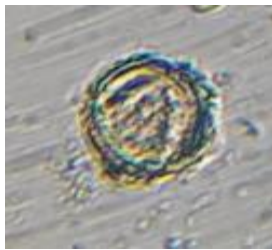
Achillea millefolium



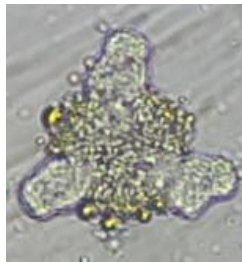
Vicia sativa



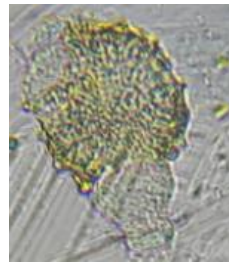
Oleaeuropaea



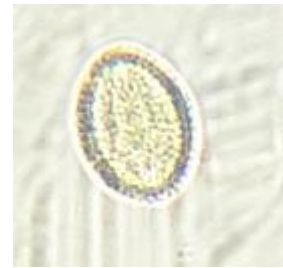
Non identifié



Diplotaxiserucoïdes



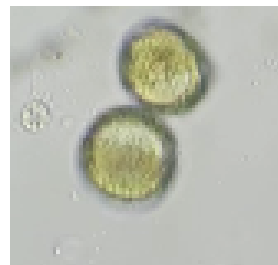
Non identifié



Lobulariamaritima



Non identifié



Brassicasp.



Pistaciaterebinthus



Centranthusruber



Hedysarumcoronararium



Acacia cyanophylla

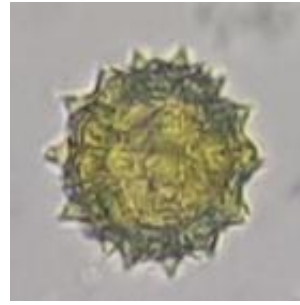
Résultats et discussion



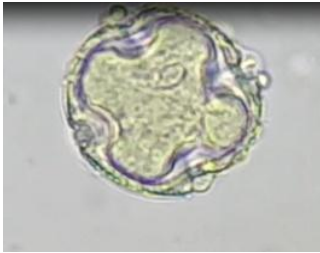
Vaciasativa



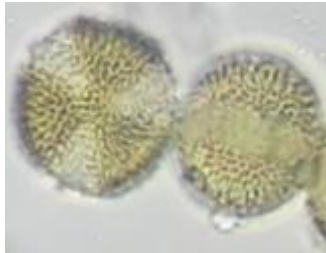
Vaciasativa



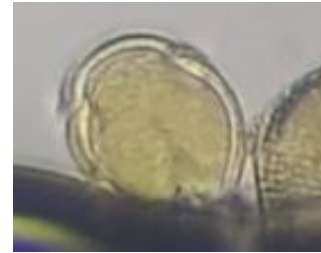
Asteraceae



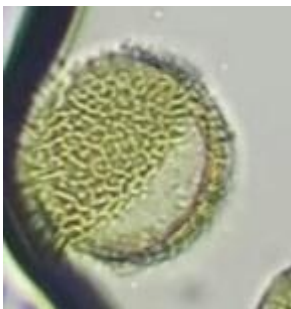
Citrus sp.



Linumstrictum



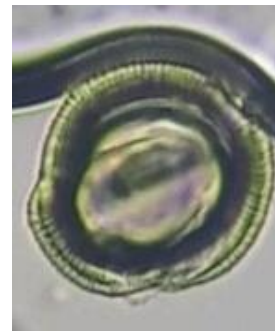
Non identifié



Non identifié



Non identifié



Capsellabursa-pastoris



Carduuspycnocephalus



Erica multiflora



Ammi visnaga

Conclusion

Dans cette partie, l'analyse de certains paramètres physicochimiques et l'analyse pollinique des miels récoltés de différentes localités de la région de la wilaya de Mostaganem, nous ont permis de constater que ces critères varient d'un miel à l'autre. Entre autre ils nous aident à estimé la qualité des miels récoltés.

Les résultats physicochimiques obtenus montrent que la majorité de nos miels s'accordent avec les normes établies par le codex Alimentarius.

L'étude palynologique des miels analysés est considérée comme la référence de base pour déterminer la richesse mellifère de la région étudiée. Les résultats obtenus ont permis de connaître la composition pollinique des miels étudiés et elle nous a permis de noter que les échantillons sont des miels polyfloraux, pauvre en pollen. Ils ont été caractérisés par la présence des pollens de la famille des fabacée.

Conclusion

Générale

Conclusion générale

D'après les résultats d'analyses obtenus des échantillons de miel prélevés dans les différentes régions de la wilaya de Mostaganem, il ressort qui suit : La teneur en eau varie entre 11,6 et 16,4 % avec une conductivité électrique variant de 119 à 443 $\mu\text{S}/\text{cm}$, un pH de 4,41 à 5,50. L'acidité libre est comprise entre 15 et 59 méq /Kg, la densité est entre 1,40 et 1,43 kg/cm^3 , la teneur en cendre varie de 0,063 à 0,26%, et la teneur en HMF varie entre 12,874 mg/kg et 32,484 mg/kg.

Les résultats de cette étude indiquent que notre miel s'accorde avec les normes établies par *codex alimentarius* sauf le pH trois échantillons présentent une valeur très élevée (E1, E3, E5). Concernant l'analyse pollinique montre que huit familles botaniques sont représentées par leurs grains de pollen dont les linaceae, les brassicaceae et les fabaceae.

Les résultats montrent que tous les miels sont des miels polyfloraux et non des miels monofloraux, contrairement à ce qu'il a été signalé par les apiculteurs.

En perspectives, il est intéressant de tester d'autres paramètres tel que le dosage des sucres, le dosage des protéines et de l'activité amylasique. Il est intéressant d'effectuer des analyses *in vivo* pour avoir les effets thérapeutiques du miel et d'autres activités biologiques telles que l'activité antibactérienne et l'activité antifongique.

Références

bibliographiques

A

- Abdulwahid Ajibola, Joseph P Chamunorwa, & Kennedy H Erlwanger. (2012).** Nutraceutical values of natural honey and its contribution to human health and wealth. *Nutrition and Metabolism*, 9(61), 1–12. Retrieved from <http://www.nutritionandmetabolism.com/content/9/1/61>
- Ajlouni, S., & Sujirapinyokul, P. (2010).** Hydroxymethylfurfuraldehyde and amylase contents in Australian honey. *Food Chemistry*, 119(3), 1000–1005. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.07.057>
- Al-Waili, N. S. (2004).** An alternative treatment for pityriasis versicolor, tinea cruris, tinea corporis and tinea faciei with topical application of honey, olive oil and beeswax mixture: An open pilot study. *Complementary Therapies in Medicine*, 12(1), 45–47. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2004.01.002>
- Assia, A. (2006).** *Évaluation physico-chimique et détermination de l'origine botanique de quelques variétés de miel produites à l'Est algérien*. (thèse doctorat).
- Alqarni, A. S., Owayss, A. A., Mahmoud, A. A., & Hannan, M. A. (2014).** Mineral content and physical properties of local and imported honeys in Saudi Arabia. *Journal of Saudi Chemical Society*, 18(5), 618–625. <https://doi.org/10.1016/j.jscs.2012.11.009>
- Amigou, M. (2016).** *Les résidus de médicaments vétérinaires et de pesticides dans les produits alimentaires apicoles (miel, pollen, gelée royale et propolis)* (thèse doctorat).
- Amri, A., & Ladjama, A. (2007).** *Etude de quelques miels produits à l'est Algérien: Aspect physico-chimique et biochimique* Assia Amri, Ali Ladjama et Ali Tahar. 4, 57–63.
- Avisse, Isabelle et Odoux, Jean-François. 2014.** *Grand traité des miel*. 2014.

B

- Belabed. (2018).** *Contribution à l'Etude de la Pollution Métallique du Sol et de la Végétation au Niveau des Décharges publiques non Contrôlées à Mostaganem* Thèse pour l'obtention Doctorat en sciences Agronomiques Université de Mostaganem. 2018.
- Benghali. (2015).** *Biologie et dynamique de la population de la moustelle blanche Phycis blennoides (Brünnich, 1768) pêchée dans la région de Mostaganem. Thèse d'obtention du diplôme de doctorat sciences de l'environnement. Université d'Oran, algérie*. 2015.
- Biri, Melchiorre, Gogue, Yvette et Mandosio, Jean-Marc(2010).** *Tout savoir sur les abeilles et l'apiculture*. Paris: De Vecchi. 2010.

Blanc. (2010). *Propriétés et usage médical des produits de la ruche. Thèse de doctorat, Univ. Limoges, 142 p.* 2010.

Bogdanov S., Bieri K., Figar M., Figueiredo V., Iff D., Känzig A., Stockli H., Zurcher K. 1995. *Miel définition et directives pour l'analyse et l'appréciation alimentaires ; Ed.OCFIM ; 1-26.* 1995.

Bruneau, E. 2004. *Les produits de la ruche .Ed :RUS TICA.354-384.* 2004.

Baltrušaityte, V., Venskutonis, P. R., & Čeksteryte, V. (2007). Radical scavenging activity of different floral origin honey and beebread phenolic extracts. *Food Chemistry, 101*(2), 502–514. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.02.007>

Belay, A., Solomon, W. K., Bultossa, G., Adgaba, N., & Melaku, S. (2013). Physicochemical properties of the Harena forest honey, Bale, Ethiopia. *Food Chemistry, 141*(4), 3386–3392. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.06.035>

Belhaj, O., Oumato, J., & Zrira, S. (2015). Étude Physico-Chimique De Quelques Types De Miels Marocains. *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét, 3*, 71–75.

Benaziza-Bouchema, D., & Schweitzer, P. (2010). Caractérisation des principaux miels des régions du Nord de l'Algérie. *Cahiers Agricultures, 19*(6), 432-438.

BLANC. (2010). *Propriétés et usage médical des produits de la ruche. 26.*

Blasa, M., Candiracci, M., Accorsi, A., Piacentini, M. P., Albertini, M. C., & Piatti, E. (2006). Raw Millefiori honey is packed full of antioxidants. *Food Chemistry, 97*(2), 217–222. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.03.039>

Bogdanov, S., Bieri, K., Gremaud, G., Iff, D., Känzig, A., Seiler, K., ... Zürcher, K. (2004). Produits apicoles 23A Miel. *Revus Par Le Groupe d'experts Produits Apicoles, 1–37.* Retrieved from www.agroscope.admin.ch/imkerei/01810/01821/index.html?lang=fr...

Bogdanov, S. (2011). Honeys Types, Chapter 6. *The Honey Book*, (May), 1–5.

Bogdanov, S. (2014). Honey Composition. *The Honey Book*, (Chapter 5), 27–36. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2016.12.010>

Bonté, F., & Desmoulière, A. (2013). Le miel: origine et composition. *Actualites Pharmaceutiques, 52*(531), 18–21. <https://doi.org/10.1016/j.actpha.2013.10.004>

C

Campo, M., & Vernier, D. (1984). Les grains de pollen. Séries morphologiques et structures de l'exine. *Giornale Botanico Italiano, 118*(5–6), 255–270. <https://doi.org/10.1080/11263508409426676>

Cavia, M. M., Fernández-Muiño, M. A., Alonso-Torre, S. R., Huidobro, J. F.,

&Sancho, M. T. (2007). Evolution of acidity of honeys from continental climates: Influence of induced granulation. *Food Chemistry*, 100(4), 1728–1733. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.10.019>

Chefrour A, Draiaia R, Tahar A, Ait Kaki Y, B. S. and M. B. (2009). *Physicochemical Characteristics and Pollen Spectrum of*. 9(5).

Cousin, L. (2004). *L'abeille et le conseil à l'officine*. 2–69.

da Silva, P. M., Gauche, C., Gonzaga, L. V., Costa, A. C. O., & Fett, R. (2016). Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food Chemistry*, 196(April), 309–323. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.09.051>

D

Doukani, K., Tabak, S., Derriche, A., & Hacini, Z. (2014). Etude physicochimique et phytochimique de quelques types de miels Algériens. *Revue Ecologie-Environnement*, 10(November), 37–49.

E

Edlund, A. F. (2004). Pollen and Stigma Structure and Function: The Role of Diversity in Pollination. *The Plant Cell Online*, 16(suppl_1), S84–S97. <https://doi.org/10.1105/tpc.015800>

El Sohaimy, S. A., Masry, S. H. D., & Shehata, M. G. (2015). Physicochemical characteristics of honey from different origins. *Annals of Agricultural Sciences*, 60(2), 279–287. <https://doi.org/10.1016/j.aoas.2015.10.015>

Elamine, Y., Aazza, S., Lyoussi, B., Dulce Antunes, M., Estevinho, L. M., Anjos, O., ... Miguel, M. G. (2018). Preliminary characterization of a Moroccan honey with a predominance of *Bupleurum spinosum* pollen. *Journal of Apicultural Research*, 57(1), 153–165. <https://doi.org/10.1080/00218839.2016.1265759>

Eon, N. (2011). *De la fleur à l'abeille, de l'abeille au miel, du miel à l'homme: miel et autres produits de la ruche* (Doctoral dissertation)

Emmanuelle.H. J. Coustel et L. Guinot (1996). *Les Constituants Chimiques du Miel*. Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaire. APISERVICES, Galerie Virtuelle apicole. 1996.

Erdtman. G (1969). *Handbook of palynology. An introduction to the study of pollen grains and spores*. Munksgaard, Copenhagen, 486 p. 656–657.

F

François-Xavier, & Dechaume-Moncharmont. (2003). Butinage collectif chez l'abeille *Apis mellifera* L. : étude théorique et expérimentale. *Thèse de Doctorat de l'Université Paris VI*, 319.

Faegri, Knut et Lversen, jons. (1975). *Textbook of modern pollen analysis (3e edition)*. Munksgaard ,Copenhagen ,295 p. 1975.

Festy Danièle. (2010). *Mes petits recettes magiques aux probiotiques et aux rébiotiques*.Ed.Leduc,paris,43p. 2010.

G

Guerriat, H. 2000.« *Etre performant en Apiculture*». Édition *Rucher du Tilleul*. 415p.apicoles. 2000.

Guillaume, Jean-Marie et Guillaume, Jean-Claude. (2012). *L'apiculture écologique de A à Z: tome 1 & 2. Embourg (Belgique): M. Pietteur.*. 2012.

Ghania, A. S., & Hacene, M. El. (2017). *Thème Étude comparative des paramètres physico- chimiques et propriétés antioxydantes des produits de la ruche : gelée royale , miel* ,.

Gidamis, A. B., Chove, B. E., Shayo, N. B., Nnko, S. A., & Bangu, N. T. (2004). Quality evaluation of honey harvested from selected areas in Tanzania with special emphasis on hydroxymethyl furfural (HMF) levels. *Plant Foods for Human Nutrition*, 59(3), 129–132. <https://doi.org/10.1007/s11130-004-0020-7>

Gleiter, R. A., Horn, H., & Isengard, H. D. (2006). Influence of type and state of crystallisation on the water activity of honey. *Food Chemistry*, 96(3), 441–445. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.03.051>

H

Halbritter, H., Ulrich, S., Grímsson, F., Weber, M., Zetter, R., Hesse, M., ... Frosch-Radivo, A. (2018). Illustrated Pollen Terminology. *Illustrated Pollen Terminology*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-71365-6>

Hermosín, I., Chicón, R. M., & Cabezudo, M. D. (2003). Free amino acid composition and botanical origin of honey. *Food Chemistry*, 83(2), 263–268. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00089-X](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00089-X)

Hoyet, C. (2005). A la source de la contre -productivité. In *Le Miel : De La Source a La Therapeutique*. Retrieved from

file:///Users/Dominique/Desktop/Library.papers3/Articles/2012/Gomez/Le Monde
Economie 2012 Gomez.pdf%5Cpapers3://publication/uuid/B85EB3C8-2FF1-426C-9DA7-
F8A191FD7139

Hubersan. 2001.*L'analyse pollinique des miels par l'amateur. Galerie. 2001.*

Hussein, Moustafa H. "L'apiculture en Afrique I. Les pays du nord, de l'est, du nord-est et de l'ouest du continent." *Nous* 14.7 (2001).

I

ISO , 17025. 2005.*Exigence générale concernant la compétence des laboratoires d'étalonnage et d'essai. 2005.*

Ismail, A. H. M., Owayss, A. A., Mohanny, K. M., & Salem, R. A. (2013). Evaluation of pollen collected by honey bee, *Apis mellifera* L. colonies at Fayoum Governorate, Egypt. Part 1: Botanical origin. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 12(2), 129–135. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2012.09.003>

J

Jansegers. 2007.*Les produits de la ruche fiche pédagogique. 2007*

Jarosz, N. (2004). *Étude de la dispersion atmosphérique du pollen de maïs : contribution à la maîtrise des risques de pollinisation croisée. DOCTORAT de l'Institut National Agronomique Paris-Grignon.* 119 p.

Jason H. DEMERA, E. R. A. (2004). Comparison of the antimicrobial activity of honey produced by *Tetragonisca angustula* (Meliponinae) and *Apis mellifera* from different phytogeographic regions of Costa Rica. *Apidologie*, 35, 3–13. <https://doi.org/10.1051/apido>

k

Kamal, M. A., & Klein, P. (2011). Determination of sugars in honey by liquid chromatography. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 18(1), 17–21. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2010.09.003>

Karabagias, I. K., Badeka, A., Kontakos, S., Karabournioti, S., & Kontominas, M. G. (2014). Characterisation and classification of Greek pine honeys according to their geographical origin based on volatiles, physicochemical parameters and chemometrics. *Food Chemistry*, 146, 548–557. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.09.105>

Kavapurayil, J., Karalam, S., & Chandran, R. (2014). Analysis of physicochemical, biochemical, and antibacterial properties of Indian honey samples with special reference to their non-conformity. *Acta Alimentaria*, 43(1), 9–18. <https://doi.org/10.1556/aalim.43.2014.1.2>

Kesić, A., Zaimović, I., Ibrišimović-Mehmedinović, N., & Šestan, A. (2017). The Influence of Thermal Treatment on the Concentration of HMF in Honey. *International Journal of Environmental Chemistry*, 1(1), 14–18. <https://doi.org/10.11648/J.IJEC.20170201.11>

Kwakman, P. H. S., & Zaat, S. A. J. (2012). Antibacterial components of honey. *IUBMB Life*, 64(1), 48–55. <https://doi.org/10.1002/iub.578>

Kremp. (1965). *Mrphologic encyclopedia of palynology : an international collection of definitions and illustrations of spores and pollen.* University of Arizona Press , Tucson ,263 p. 1965.

L

Lahouel, N. (2014). *Caractérisation édapho-floristique dans les écosystèmes forestiers dans la région du littoral Mostaganémois (Oranie-Algérie).* 199. Retrieved from dspace.univ-tlemcen.dz/bitstream/112/6483/1/LAHOUEL-Noureddine.pdf

Laos, K., Kirs, E., Pall, R., & Martverk, K. (2011). The crystallization behaviour of Estonian honeys. *Agronomy Research*, 9(SPPL. ISS. 2), 427–432.

Laouar, H., & Tahar, A. (2017). *Physicochemical analysis of some honeys from humid regions in.* 10(1), 50–54.

LES MÉTHODES LA MÉLISSO-PALYNOLOGIE J LOUVEAUX Anna MAURIZIO G VORWOHL, U. DE. (n.d.). *COMMISSION INTERNATIONALE DE BOTANIQUE APICOLE.*

Lacube, jean. (2015). *L'ABC de l'apiculture, Rustica éditions, p. 219-48-52.* 2015.

Louveaux. (1970). *Atlas photographique d'analyse pollinique des miels. Tome III. Des annexes microphotographiques aux méthodes officielles d'analyse. Service de la répression des fraudes et du contrôle de la qualité, 24 pp.* 1970.

Louveaux, Jean. (1980). *Les abeilles et leurs élevages. Ed. Opida.215p.* 1980.

M

Makhloufi, C. (2011). *Melissopalynologie et etude des elements bioactifs des miels algeriens.*

Meda, A., Lamien, C. E., Romito, M., Millogo, J., & 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(3), 571–577. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.10.006>

Mekious, S., Houmani, Z., Bruneau, É., Masseaux, C., Guillet, A., & Hance, T. (2015).

Caractérisation des miels produits dans la région steppique de Djelfa en Algérie. *Biotechnology, Agronomy and Society and Environment*, 19(3), 221–231.

Mendes, E., Brojo Proença, E., Ferreira, I. M. P. L. V. O., & Ferreira, M. A. (1998). Quality evaluation of Portuguese honey. *Carbohydrate Polymers*, 37(3), 219–223. [https://doi.org/10.1016/S0144-8617\(98\)00063-0](https://doi.org/10.1016/S0144-8617(98)00063-0)

Molan, P. C. (1992). THE ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF HONEY 2 . Variation in the potency of the antibacterial activity Variation in antibacterial activity. *Bee World*, 73(2), 59–76.

Mossel, B., Bhandari, B., D’Arcy, B., & Caffin, N. (2003). Determination of viscosity of some Australian honeys based on composition. *International Journal of Food Properties*, 6(1), 87–97. <https://doi.org/10.1081/JFP-120016626>

Moujanni, A., Partida, L., Essamadi, A. K., Hernanz, D., Heredia, F. J., & Terrab, A. (2018). Physicochemical characterization of unique unifloral honey: *Euphorbia resinifera* . *CyTA - Journal of Food*, 16(1), 27–35. <https://doi.org/10.1080/19476337.2017.1333529>

Mazrou.K. 2008. « *L’effet de la température sur l’évolution de l’HMF dans les miels Algériens*». *Mémoire d’obtention de diplôme d’étude supérieure en biologie. Université Ibn Khaldoune, Tiaret, Algérie.* 2008.

N

Nabas, Z., Haddadin, M. S. Y., Haddadin, J., & Nazer, I. K. (2014). Chemical composition of royal jelly and effects of synbiotic with two different locally isolated probiotic strains on antioxidant activities. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 64(3), 171–180. <https://doi.org/10.2478/pjfn-2013-0015>

Nicolaÿ, J. (2015). *Perspectives d ’ avenir en Apithérapie à l ’ officine.*

Nadir, S. (2014). *Identification des plantes mellifères et analyses physicochimiques des miels Algériens*». *Thèse d’obtention du diplôme de doctorat en biologie. Université d’Oran, Algérie.* 2014.

O

Obaseiki-ebor e.e. et T.C.A., Afonya. (1984). *In vitro evaluation of the anticandidiasis activity of honey distillate (IYY-1) compared to that of some antimycotic agents.* *J. Pharm. Pharmacol.*, 36,283-4. 1984.

Oh, J.-W. (2018). Pollen Allergy in a Changing World. *Pollen Allergy in a Changing World*, 43–52. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-5499-0>

Olaitan, P. B., Adeleke, O. E., & Ola, I. O. (2007). Honey: a reservoir for microorganisms

Sekkal, F. Z, Hadjadj Aoul S., Mostari A. (2018). Identification et inventaire des plantes mellifères dans les pelouses seches des monts des Traras (Tlemcen). *The First International Conference on Apiculture, Hive Products and Sustainable Development(ICAHPSD)*, 25-27 novembre 2018 Mostaganem, Algeria.

Sekkal, F. Z. (2019). Communication orale.

Salvatori, Olivier. 2005 *Botanica encyclopédie de botanique & d'horticulture: plus de 10000 plantes du monde entier*. Königswinter (Allemagne): H.F. Ullmann., CloseDeleteEdit

Samira, N. (2014). *C ' est avec un très grand honneur que je dédie ce modeste travail à : À mes très chers biens aimés Mon père et ma mère ; À mon marie ; À mon fils Abderrahmane ; À ma sœur et mes frères ; À toute la famille NAIR ; À la famille MEHALI en particulier mes be.*

Sanguine, T., Le, C., Chat, C., Actualisees, B. P., & De, A. L. E. S. R. (2009). Ecole nationale veterinaire de lyon. *Free Radical Biology & Medicine*, 52(69), 1–124.

Sanz, M. L., Gonzalez, M., De Lorenzo, C., Sanz, J., & Martínez-Castro, I. (2005). A contribution to the differentiation between nectar honey and honeydew honey. *Food Chemistry*, 91(2), 313–317. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.06.013>

Shobham, K. K. C. and J. N. (2017). *Physico-Chemical Analysis of Some Commercial Honey Samples from Telangana*. 4(1), 1–4.

Shokri, H., & Sharifzadeh, A. (2017). Effet fongicide de miels différents contre les espèces de *Candida fluconazole-résistants* isolées de patients VIH+ avec une candidose. *Journal de Mycologie Medicale*, 27(2), 159–165. <https://doi.org/10.1016/j.mycmed.2017.01.004>

Suhubllammlh. K. (1997) *Recherche des «signatures paléoclimatiques dans les remplissages lacustres fini- et postwürmiens du locle (neuchâtel, suisse) et dtlay (jura, france) à partir des analyses palynologiques, minéralogiques et géochimiques.*

T

Tarek, H., & Boulemtafes, A. (2017). *Plantes butinées par les abeilles à la péninsule de l ' Edough (Nord-Est algérien) Plants foraged by bees in the Edough peninsula (Northeast Algeria)*. (September).

Telailia, S., & Boutabia, L. (2015). *Les plantes mellifères des massifs forestiers littoraux de l ' extrême Est algérien : inventaire et étude melissopalynologique*. (October).

Terrab, A., Recamales, A. F., Hernanz, D., & Heredia, F. J. (2004). Characterisation of Spanish thyme honeys by their physicochemical characteristics and mineral contents. *Food Chemistry*, 88(4), 537–542. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.01.068>.

W

Widmann, S. (2008). Ecole Nationale Veterinaire De Lyon. *Free Radical Biology & Medicine*, 52(69), 1–124.

Y

Yaiche Achour, H. (2014). Composition physicochimique des miels algériens. Détermination des éléments traces et des éléments potentiellement toxiques. *Afrique SCIENCE*, 10(2), 127–136. Retrieved from <http://www.afriquescience.info>

Yanniotis, S., Skaltsi, S., & Karaburnioti, S. (2006). Effect of moisture content on the viscosity of honey at different temperatures. *Journal of Food Engineering*, 72(4), 372–377. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.12.017>.

Yssaad, H. R., Belkhodja, M., Biologie, L. De, & Physiologie, L. De. (2008). *Effet de la bentonite sur l'azote assimilable d'un sol sableux cultivate en cereale et en legumineuse*. 53–58.

Yang, Yin, et al. (2012). *Melissopalynological origin determination and volatile composition analysis of Coriccan "Erica arborea spring maquis" honeys*. *Food Chemistry*, Volume 1. 2012.

Z

Zappalà, M., Fallico, B., Arena, E., & Verzera, A. (2005). Methods for the determination of HMF in honey: A comparison. *Food Control*, 16(3), 273–277. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2004.03.006>

Zerrouk, S., Seijo, M. C., Boughediri, L., Escuredo, O., & Shantal, M. (2014). *Palynological characterisation of Algerian honeys according to their geographical and botanical origin*. (October). <https://doi.org/10.1080/00173134.2014.897751>.

Source anonyme 1: <https://www.historique-meteo.net/afrique/algerie/mostaganem/2018/>

Source anonyme 2 : <https://pollenatlas.net/>

| Annexes

Annexe 1 :

Tab.1: Précipitations moyennes mensuelles de Mostaganem durant la période (2018 /2019).

Source anonyme 1

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P (mm)	21	24	59	27	11	3	1	0	9	109	65	19

Tab. 2: Températures mensuelles de Mostaganem durant la période (2018/2019).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T moyennes °C	15	14	17	19	20	24	27	29	27	23	19	18
T max °C	14°	18	20	21	25	28	30	28	25	21	21	19
T min °C	17°	13	15	17	20	23	26	28	26	22	18	17

Tab. 3: Humidité mensuelles à Mostaganem (2018/2019).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	s	O	N	D
H %	70	70	73	71	68	67	66	67	70	46	66	67

Annexe 2

Réactifs et solution utilisés dans les analyses du miel.

Réactifs	Preparation des solution
Délutions d'acide sulfurique	5g de H ₂ SO ₅ dissout dans un 1l d'eau Distillé
Solution carrez I	Dissoudre 15g d'hexacyanoferrate de potassium K ₄ Fe (CN) 6.3H ₂ O dans 100 ml d'eau distillée.
Solution carrez II	diluer 30g d'acétate de zinc, Zn(CH ₃ COOH) 2.H ₂ O et compléter à 100ml par eau distillée.
sulfite de sodium 10%	Solution de bisulfite de sodium 0.2g 100ml : dissoudre 0.2g de sulfate de sodium NaHSO ₃ .Préparer une solution fraiche quotidiennement
Glycérine gélatinée	pesé 79g de gélatine, ajouté 42 ml d'eau distillée, laissée 2heurs à fin de permettre son gonflement, après agiter constamment en ajoutant 50g de glycérine (D=1,26) et 0.5 g d'acide phénique cristallisé.

Liste des figures

Fig. 1 : Répartition des couleurs des fleurs en fonction des familles de plantes.....	5
Fig. 2 : Distribution des plantes mellifères par familles	6
Fig.3: Localisation de la zone d'étude	8
Fig.4: Diagramme des précipitations moyennes mensuelles de Mostaganem	8
Fig.5: Diagramme des températures moyennes mensuelles Mostaganem.	9
Fig.6: Diagramme ombrothermique de la wilaya de Mostaganem période	9
Fig.7 : Fleur butinée par une Abeille.....	15
Fig.8 : Puceron avec la goutte de miellat	15
Fig. 9 : abeille couverte de pollen	21
Fig. 10: Structure du grain de pollen.....	22
Fig. 11: Les trois classes de formes des grains de pollen.....	23
Fig.12 : Creusets après séchage du miel.	30
Fig. 13 : mesure de la conductivité électrique.....	30
Fig. 14 : mesure du pH	31
Fig. 15 : dosage par NaoH.....	31
Fig. 16 : Creusets avons incération du miel	32
Fig. 17 : a) poids de fiole rempli en eau ; b) poids de fiole rempli par miel.	32
Fig.18 : Les solutions de miel après formation	34
Fig. 19 : Etape de filtration.....	34
Fig. 22 : Les calibres de la Centrifugeuse.	35
Fig. 23 : solution de miel après centrifugation.....	35
Fig. 24: Représentation des valeurs de la teneur en eau.....	37
Fig. 25 : Conductivité électrique des échantillons des miels.	38
Fig. 26 : Représentation des valeurs du pH.....	39
Fig. 27: Représentation des valeurs de l'acidité libre.	40
Fig. 28 : Représentation des valeurs de la densité.....	41
Fig. 29 : Représentation des valeurs de teneur en cendres.....	42
Fig. 30 : Représentation des valeurs de l'HMF.....	43

Liste des tableaux

Tab. 1: Origine des échantillons de miel.....	28
Tab. 2 : Les valeurs de la teneur en eau des échantillons de miel.....	37
Tab. 3 : Les valeurs de la conductivité électrique	38
Tab. 5 : Les valeurs du pH des échantillons du miel.....	39
Tab. 6 : Les valeurs de l'acidité libre des échantillons de miel.	40
Tab.7 : Les valeurs de la densité des échantillons.....	41
Tab. 8 : Les valeurs de la teneur en cendre.	42
Tab. 9 : Les valeurs de HMF.....	43

Table des matières
Partie I: bibliographique

Introduction	3
Chapitre I les plantes mellifères	4
1.Définition	4
1.1Les plantes nectarifères	4
1.2Les plantes pollinifères.....	4
1.3Les plantes mixtes	4
2.Relation entre l'abeille et les plantes	4
Chapitre II présentation de la région de Mostaganem	7
1.La situation géographique	7
2.Le relief.....	7
3.Bioclimat	7
4.Les précipitations.....	7
4.1Les températures	8
4.2Les vents.....	9
4.3L'humidité relative	10
5.Les sols	10
6.La végétation.....	10
Chapitre III Généralité sur le miel.....	11
1.Définition.....	11
1.1Les types des miels.....	11
1.2Miel de nectar de fleurs	11
1.2.1Les composants du Nectar.....	11
1.3Miel du miellat	12
1.3.1Les composants du miellat	12
2.L'origine du miel.....	12
2.1L'origine florale	12
2.2Miels mono floraux	12
2.3Miels polyfloraux	12
3.Composants chimiques du miel.....	13

4. Formation du miel	14
4.1 La récolte et les multiples transformations	15
4.2 La déshydratation du miel	15
5. Caractéristiques physico-chimiques du miel	16
5.1 Le taux d'humidité	16
5.2 La viscosité.....	16
5.3 La densité	16
5.4 Le taux d'hydroxyméthylfurfural.....	17
5.5 Le pH.....	17
5.6 L'acidité	17
5.7 La teneur en substances minérales cendres	18
5.8 L'indice de réfraction	18
5.9 La couleur.....	18
5.10 Conductivité électrique	18
5.11 La cristallisation	18
6. Propriétés biologiques du miel	19
6.1 Valeur nutritionnelle	19
6.2 Propriétés générales.....	19
6.3 Propriétés spécifiques à chaque miel	19
6.4 Activités antimicrobiennes	20
6.4.1 L'activité antibactérienne	20
6.4.2 L'activité antifongique	20
6.4.3 Les mycoses cutanées.....	20
6.4.4 Mycoses vaginales.....	20
Chapitre IV palynologie et la méllisopalynologie.....	21
1.1 Source du pollen dans les miels	21
1.2 Les composants du pollen	22
1.3 La structure des grains de pollen.....	22
1.3.1 L'exine	22
1.3.2 Intine.....	23
1.3.3 Monteux pollinique	23
2. Forme des grains de pollen.....	23
3. Taille	24

4.La Méliissopalynologie.....	24
4.1Détermination de l'origine botanique	24
4.2Identification des grains de pollen	25
4.3L'ornementation de l'exine	25
Conclusion	26

Partie II: expérimentale

Introduction	27
Chapitre I Les expermentations	28
1. Matériels et méthodes	28
1.1 Les matières premières « miels ».....	28
5.Matériels de laboratoire	28
5.1Appareillages.....	28
5.2Les produits chimiques.....	29
2. Analyses physico-chimiques et pollinique.....	30
1.Analyses physico-chimiques.....	30
1.1Teneurs en eau.....	30
1.2Mesure de la conductibilité électrique (CE).....	30
1.3Mesure du pH.....	31
1.4Mesure de l'acidité libre.....	31
1.5Mesure de la teneur en cendres	31
1.6Mesure de la densité	32
1.7Teneur en hydroxyméthylfurfural « HMF »	33
2.Méliissopalynologie	34
2.1Principe de l'analyse pollinique	34
2.2Mode opératoire	34
Chapitre II Résultats et Discussion	37
1.Analyses physico-chimiques.....	37
1.1Teneur en eau	37
1.2Conductivité électrique	38
1.3Le pH.....	39
1.4L'Acidité	40

1.5La densité	41
1.6Teneur en cendre	42
1.7Hydroxyméthylfurfural	43
2.Analyse pollinique.....	44
Conclusion.....	48
Conclusion générale	49