



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des sciences exactes et sciences de la nature et de
la vie
Département des sciences de la nature et de la vie
Choisissez une filière

Référence 2023/2024

MÉMOIRE DE MASTER

Spécialité : Biochimie Appliquée

Présenté et soutenu par :

DRISSAT LAMIA & GUESMIA INSAF

Le : [Click here to enter a date.](#)

Synthèse : Les caractéristiques physico-chimiques de quelques miels algériens

Jury :

Titre	AmiroucheDeghima	MCA	Université de Biskra	de	Président
Dr.	ATHAMENA Ahmaed	MCB	Université de Biskra		Rapporteur
Titre	Yacine Derradji	MCB	Université de Biskra	de	Examineur

Année universitaire : 2023/2024

Remerciements

A l'issue de ce travail, nous tenons à remercier « dieu », le tout puissant, qui Nous a accordé le courage afin de nous permettre d'élaborer notre travail, pour tous Ces biens faits autour de nous et pour la direction de notre vie. au tout premier lieu, nous remercions monsieur **ATHAMENA AHMED** pour tous les efforts qu'il a fournis pour ce travail Nous adressons également nos sincères remerciements à tous les employés de l'administration et de la bibliothèque, en particulier **M. SEYOUUD OMAR**, et à chaque sœur ou frère qui nous a soutenus dans l'accomplissement de cet humble travail.

J'adresse également mes sincères remerciements et ma gratitude à l'honorable et honorable professeur Bojojo Lamia pour tous les efforts qu'elle a consacrés à notre travail et à l'aimable professeur **TRABSA HAYAT**.

Et à mon estimé professeur, qui a été une lueur d'espoir pour moi de continuer à étudier le domaine de la biochimie, **DAWOUD ISMAIL**.

Et à l'honorable professeur qui nous a aidé dans notre travail, voici le professeur **ZEROUAL SAMIR**.

Dédicace

Mon Dieu, la nuit n'est agréable qu'avec ta gratitude, le jour n'est agréable qu'avec ton obéissance, les moments ne sont agréables qu'avec ton souvenir, l'au-delà n'est agréable qu'avec ton pardon, et le ciel n'est agréable qu'avec ton souvenir.

Votre vision Je dédie le fruit de mes efforts à celle qui m'a porté pendant neuf mois, a veillé sur mon éducation et a comblé mes journées de prières et de vœux, a guéri mes blessures et a porté ma douleur à la femme la plus précieuse de l'univers entier. Ma mère, que Dieu la protège (**B. SALIHA**)

C'est l'homme qui m'a appris la patience, le défi et l'autonomie, et il ne m'a pas épargné son aide financièrement et moralement. Il a été le soutien de tous mes succès et de mes progrès vers le droit chemin, à mon père, que Dieu. Protégez-le (**DRISSAT SEBTI**)

Je dédie également mon succès à ma très chère, gentille et attentionnée tante Aisha.

Je dédie également mon succès et le fruit de mes efforts à mon frère que ma mère n'avait pas, **GWASMIYA MUHAMMAD**, et à son honorable épouse **FATIMA**, ainsi qu'à leurs beaux enfants, **NOUR, ASEEL ET FARAH**, et au nouveau poussin, **IDRIS**.

À ma compagne et partenaire dans ce travail **GUESMIA INSAF**.

Lamia

Dédicace

Je dédie ce modeste travail et ma profonde gratitude

A tous celui qui a sacrifié pour m'offrir les conditions propices à ma réussite:

A ma mère « **mariame** », à qui je dois la réussite, pour l'éducation qu'elle m'a prodigué; avec tous les moyens et au prix de toutes les sacrifices qu'elle a consentis à mon égard, pour le sens du devoir qu'elle m'a enseigné depuis mon enfance.

À mon père « **khaled** », L'homme le plus important de ma vie, celui qui a été mon soutien et mon aide dans les moments d'adversité tout au long de ma vie.

A ceux que Dieu a renforcé mon soutien, et ils ont été la meilleure aide

Mes sœurs Zineb , Anefal , Khdidja, Alaa et ma petite sœur watine.

A' mon grand père '*papa boutaiba*', ma grande mère '**mama khadra**' .

A mon cher mari pour son amour, pour sa grande patience, Je le remercie chaleureusement surtout pour son soutien moral ininterrompu et ses nombreux conseils.

Aucune dédicace, ne peut valoir pour exprimer toute ma tendresse et mon affection vis-à-vis de LUI, mon fils 'Aouab' car le fait de savoir qu'il est là me donner davantage le courage et la volonté de mener à bien mes travaux.

Puisse le bon DIEU daigne le faire grandir dans la sagesse, la bonne santé et l'intelligence nécessaire.

A mon oncle Masoud et à toute la famille **GUESMIA**. et Mes Tantes Malika,Noura ,fouzia, et samiha,Mes oncles Salah et khaled et toute la famille **RIHAN** .

À Derissat Lamia, mon collègue dans ce travail.

À Mes amis, Rayane ,Amira,yassmine, khouloud ,marwa,khawther,Hadil ,amel, chaima ,Lalia.

à tous ceux qui sont chers, et qu'ils trouvent leur place dans mon coeur.

Insaf

Sommaire

Remerciements	
Dédicace	
Sommaire	
Liste des tableaux	I
Liste des figures	II
Liste des abréviations.....	III
Introduction	1

Partie bibliographique

Chapitre 1 Généralité sur l'abeille *Apis mellifera*

1.1. Définition.....	3
1.2. Classification	3
1.3. Morphologie	4
1.3. tête.....	5
1.3.2 thorax	5
1.3.3 Abdomen.....	5
1.4. La colonie d'Abeille	6
1.4.1 reine.....	6
1.4.2. ouvrières.....	6
1.4.3 faux bourdons.....	6

Chapitre 2 Généralités sur le miel et les caractéristiques physico-chimiques

2.1. Définition du miel.....	8
2.2. Origine du miel.....	8
2.2.1. Nectar	8
2.2.2 Miellat	9
2.3. Types de miel.....	9
2.3.1. Miels monofloraux.....	9
2.3.2. Miels multifloraux	10
2.4. Les Propriétés physico-chimiques	10
2.4.1. Teneur en eau	10
2.4.2. Taux d'Hydroxy Méthyle Furfural (HMF)	10
2.4.3. Conductivité électrique (CE)	11

2.4.4. Teneur en sucres	11
2.4.5. pH et acidité	11

Partie expérimentale

Chapitre 3 Matérielles et Méthodes

3.1. La récolte du miel par l'apiculteur	13
3.2.Échantillons de miel	15
3.3. Méthodes d'analyses physico-chimiques des miels	15
3.3.1. Détermination de la teneur en eau	15
3.3.2. Détermination de la conductivité électrique	16
3.3.3. Détermination du potentiel d'hydrogène (pH).....	17
3.3.4. Détermination de l'acidité libre	17
3.3.5. Teneur en Hydroxy-Méthyl-Furfural (HMF).....	17

Chapitre 4 Résultats et Discussion

4.1. Analyses physicochimiques.....	19
4.1.1 Détermination de la teneur d'eau	19
4.1.2. La conductivité électrique (CE)	21
4.1.3. Le pouvoir d'hydrogène (pH)	21
4.1.4. L'HMF (Hydroxy-Méthyl-Furfural).....	22
4.1.5. Acidité libre	23
Conclusion.....	25
Références bibliographiques
Annexes
Résumés.....

Liste des tableaux

Tableau 1. Classification de l'abeille (<i>Apis mellifera</i>)	4
Tableau 2. Présentation des échantillons de miel étudiés	15
Tableau 3. Table de CHATAWAY (1935).	16
Tableau 4. Résultats des analyses physicochimiques des échantillons de miel	19

Liste des figures

Figure 1 .L'abeille européenne <i>Apis mellifera</i>	3
Figure 2 . Morphologie de l'abeille domestique	4
Figure 3 . Trois castes d'une colonie d'abeille.....	7
Figure 4 . Enfumage des abeilles (Homrani, 2020).....	13
Figure 5 . Désoperculation des cadres (Homrani, 2020).....	14
Figure 6 . Extraction du miel (Homrani, 2020).....	14
Figure 7 . Représentation graphique de teneur d'eau des échantillons de miel	20
Figure 8 . Variation du pH des échantillons de miels	22
Figure 9 . représentation graphique du taux d'HMF des différents échantillons de miel.....	23
Figure 10 . Représentation graphique d'Acidité liber des échantillons de miel.....	24

Liste des abréviations

TE : Teneur en eau

CE : Conductivité Electrique

HMF : Hydroxy-Méthyl-Furfural

PH : Potentiel d'Hydrogène

Ms : Milli Siemens

Introduction

Introduction

Le miel est un produit naturel qui a accompagné l'homme depuis les temps les plus reculés. Il est considéré comme l'une des denrées alimentaires les plus appréciées par l'homme en raison de ses saveurs, arômes et valeurs nutritives. Ce produit précieux est élaboré par les abeilles de l'espèce *Apis mellifera* à partir de nectar des fleurs aussi bien que du miellat (Denison, 2018). Selon la littérature, le miel contient jusqu'à 200 substances, dont le fructose et le glucose sont les composants importants (Lecerf, 2009). Il renferme aussi une large gamme de composés mineurs tels que les minéraux, les protéines, les acides aminés libres, les enzymes, les vitamines, des acides organiques, les flavonoïdes, les acides phénoliques et d'autres composés photochimiques (Lokossou, 2017). De la diversité des matières premières végétales et les transformations qu'elles subissent au sein de la colonie d'abeilles, il y a différents miels qui se distinguent par leur composition, directement dépendante de l'origine du nectar et du miellat, du climat, des conditions environnementales et de la compétence des apiculteurs (Achour, 2014).

Aujourd'hui, face à l'essor des médecines naturelles, le miel semble revenir sur le devant de la scène en raison de l'image qu'il véhicule comme produit sain, diététique et curatif (Miguel et *al.*, 2017). Grâce à ses nombreux principes actifs (peroxyde d'hydrogène, lysozyme, pH, acides phénoliques, flavonoïdes etc...), le miel possède diverses propriétés biologiques dont les plus importantes sont l'activité antibactérienne, antioxydante, anti-inflammatoire, antifongiques, gastro et hépato-protectrices (Anand et *al.*, 2018).

La connaissance des caractéristiques physico-chimiques des miels est essentielle pour l'évaluation de sa bonne qualité et de son authenticité. Ainsi, certains paramètres tels que la conductivité électrique, la couleur, le dosage des sucres, participent à l'identification et la confirmation de l'origine florale d'un miel, tandis que d'autres : l'HydroxyMéthyl-Furfural (HMF), l'humidité, le pH et l'acidité, les enzymes (invertase et amylase) et les sucres déterminent sa qualité (état de fraîcheur) et sa stabilité dans le temps (Da Silva et al., 2016).

L'évaluation de la qualité du miel passe essentiellement par la vérification de son authenticité ainsi que l'estimation de sa maturité et sa fraîcheur. Ainsi, afin d'offrir au consommateur un produit de qualité, le *Codex Alimentarius* (2001) et le Journal Officiel de la Communauté Européenne (2002) ont établi des limites pour certains paramètres physicochimiques du miel. Ces paramètres complètent également le processus de reconnaissance de l'origine botanique du miel. En Algérie, en raison du nombre réduit de

laboratoires d'analyses, agréés et de l'absence de législation nationale concernant la commercialisation du miel, les renseignements concernant la qualité et les origines botaniques, correspondent généralement à des observations empiriquement effectuées par des apiculteurs sur le terrain sans aucune authentification. En plus, le consommateur algérien est confronté à la cherté de ce produit, il n'arrive plus à faire la différence entre un produit authentique et un autre falsifié. Pour cela un contrôle de qualité du miel en évaluant ses propriétés physicochimiques est fondamental afin d'éviter toute tentative de fraude.

Dans ce contexte et vu la valeur nutritionnelle du miel, nous sommes intéressés à étudier les caractéristiques des miels Algériens du point de vue qualitatif, par l'évaluation des paramètres physico-chimiques (taux d'humidité, conductivité électrique, pH, et teneur en hydroxyméthylfurfural).

Le présent travail est organisé dans ce manuscrit de la manière suivante :

La première partie : est une synthèse bibliographique qui comporte deux chapitres et traite successivement la biologie générale de l'abeille *Apis mellifera* et des notions générales du miel en particulier ses propriétés physico-chimiques

La deuxième partie : subdivisé en deux chapitres : le premier est matériel et méthodes, qui présente les échantillons des miels étudiés, et les différentes méthodes utilisées pour déterminer les caractéristiques physico- chimiques du miel, le deuxième chapitre présente les résultats obtenus à partir de l'analyse de différents articles scientifiques et leur discussion en comparant aux travaux effectués précédemment.

Partie bibliographique

Chapitre 1

Généralité sur l'abeille

Apis mellifera

1.1. Définition

L'abeille est un insecte social vivant dans une ruche où la première description réalisée par Linné en 1758 sous le nom *d'Apis mellifera* qui vient du latin « mellis » miel et « ferre » porter (Boulaaba, 2019). Depuis les temps les plus reculés, exploitée par l'homme amateur de sa gelée royale, de son miel, de sa cire, voire de son pollen (Winston, 1993). Leur rôle est considérable dans l'assurance de la diversité végétale par la pollinisation de plus de 80% des espèces de plantes à fleurs (Arcaro, 2010) et aussi le maintien de l'équilibre écologique (Guedjal, 2017). Parmi les nombreuses espèces d'abeilles, l'abeille domestique ou abeille européenne (*Apis mellifera*) est la plus répandue et la plus étudiée.



Figure 1 .L'abeille européenne *Apis mellifera*

(https://www.jungledragon.com/specie/68/western_honey_bee.html)

1.2. Classification

L'abeille est un insecte de la famille des Apidae, appartenant à l'ordre des Hyménoptères. Voici la classification taxonomique détaillée de l'abeille domestique commune, *Apis mellifera*

Tableau 1. Classification de l'abeille (*Apis mellifera*)

Rang de classification	Dénomination
• Règne	Animalia
• Embranchement	Arthropoda
• Classe	Insecta
• Ordre	Hyménoptera
• Sous-Ordre	Aculeata
• Super-Famille	Apoidea
• Famille	Apidae
• Genre	<i>Apis</i>
• Espèce	<i>Apis mellifera</i> (Linnaeus, 1758)

1.3. Morphologie

Le corps d'un insecte est composé de 3 segments principaux qui sont de l'avant vers l'arrière : la tête, le thorax et l'abdomen. Les abeilles possèdent une paire d'antennes ainsi qu'une paire de mandibules, 6 pattes articulées réparties en 3 paires, toutes fixées sur le thorax. Enfin, elles possèdent aussi 2 paires d'ailes insérées sur les deuxièmes et troisièmes segments thoraciques. Le corps de l'abeille est rempli d'hémolymphe, sorte de milieu intérieur ouvert jouant à la fois le rôle du sang et de la lymphe, et contenant de l'eau, des sucres, des protéines, des minéraux, et des enzymes (Catays, 2016).

**Figure 2.** Morphologie de l'abeille domestique

(<https://www.abeillesentinelles.net/les-abeilles>)

1.3.1 La tête

C'est une capsule ovoïde qui, extérieurement, présente deux yeux composés de très grande taille, placés de chaque côté de la tête et trois ocelles (trois petits yeux) situés au centre de la tête, deux antennes et les pièces buccales (Gustin, 2008 ; Clément, 2010). Elle porte les principaux organes de sens et renferme un cerveau d'un volume important, ainsi que les glandes hypopharyngiennes, labiales et mandibulaires (Le conte, 2011)

1.3.2 Le thorax

Situé entre la tête et l'abdomen, c'est la partie la plus dure du corps (Riondet, 2013). Il assure la locomotion de l'Abeille car il porte trois paires de pattes et deux grandes ailes et deux petites (Clément, 2010), les ailes antérieures et postérieures s'accrochent grâce à des crochets (Pohl, 2008). Le thorax contient des muscles puissants et trois paires d'orifices respiratoires appelés stigmates (Le conte, 2011). Les pattes antérieures possèdent une petite brosse qui sert à nettoyer les antennes et, dans le cas des ouvrières, à travailler. Les pattes médianes sont dotées d'un petit éperon, atrophié aussi bien chez les faux bourdons que chez la reine, qui permet à l'ouvrière de détacher les pelotes de pollen venant d'être récoltées sur les fleurs et de les déposer à l'intérieur de la ruche. Les pattes postérieures sont les plus robustes et disposent, chez l'ouvrière, d'une « corbeille » destinée à recueillir le pollen. Il s'agit d'un sac extrêmement élastique, transparent et résistant dans lequel les abeilles peuvent transporter outre le pollen, la propolis (Ravazzi, 2007).

1.3.3 L'abdomen

L'abdomen comprend sept anneaux. Le premier, pédoncule, se greffe au thorax. Le dernier porte un aiguillon chez les ouvrières et la reine, mais pas chez les faux bourdons. (Ravazzi, 2007). L'abdomen porte sept paires de stigmates. Chez l'ouvrière, il comprend les plaques des glandes cirières sur les sternites 4 et 7 et la glande de Nazanov, productrice de phéromones, sur la membrane intersegmentaire des tergites 6 et 7. Le dernier segment s'ouvre vers l'appareil vulnérant, l'appareil reproducteur et le rectum. L'intérieur de l'abdomen contient une grande partie du système respiratoire trachéen, le système digestif et reproducteur, et l'organe vénéneux pour les reines et les ouvrières (Le conte, 2003).

1.4. La colonie d'Abeille

Une abeille domestique isolée ne peut survivre : la plus petite unité viable est la colonie. On parle de colonies eu sociales car elles sont caractérisées par trois principes fondamentaux (Von Frisch, 2011) :

- ✓ L'existence d'une coopération dans les soins aux formes immatures
- ✓ Le chevauchement d'au moins deux générations (ce qui permet aux descendants d'assister leurs parents pendant une partie de leur vie)
- ✓ La présence de femelles spécialisées dans la reproduction, les autres femelles s'investissant dans d'autres tâches.

1.4.1 La reine

Ses principales fonctions sont la ponte des œufs et la régulation des activités de la colonie par sécrétion de phéromones produites par les glandes mandibulaires (stimulation de la production de cire, inhibition de la construction d'alvéoles royales, inhibition du développement ovarien des ouvrières). Elle est facilement reconnaissable par son abdomen et son thorax plus développés que ceux des ouvrières (Le Conte, 2004). Elle mesure en moyenne 16 mm de long et son thorax atteint 4,5 mm de diamètre (Biri, 2010). Elle pèse entre 178 et 298 mg (Wendling, 2012).

1.4.2. Les ouvrières

Elles sont plusieurs dizaines de milliers dans la colonie. Plus petite que la reine, une ouvrière mesure en moyenne 10 à 12 mm de long pour 4 mm de diamètre de thorax. Elle pèse entre 81 et 151 mg (Wendling, 2012). Deux catégories se succèdent au cours de l'année : les abeilles d'été qui vivent environ quarante jours (entre trois et six semaines) et les abeilles d'hiver qui survivent jusqu'au printemps suivant, soit quatre à cinq mois.

1.4.3. Les faux bourdons

Individus mâles, leur seule fonction est la fécondation d'une reine, ce qui aboutit à leur mort. Ils se caractérisent par un corps massif (diamètre thorax de 5,5 mm) et peuvent atteindre 12 à 14 mm de long (Biri, 2010). Ils pèsent entre 196 et 225 mg (Wendling, 2012). Ils sont dépourvus de dard, de plaques cirières et du système collecteur de pollen de la troisième paire de pattes. En revanche, leurs yeux composés sont nettement plus développés : 7 500 facettes contre 4 500 chez l'ouvrière, ce qui est indispensable pour repérer une reine à grande distance.

Ils sont présents dans la colonie au printemps et à l'été. Ils participent à de grands rassemblements de faux-bourdon provenant de plusieurs colonies différentes pour tenter de féconder les jeunes reines. Ils se nourrissent des réserves de la ruche mais arrivé l'automne, quand les ressources alimentaires s'amenuisent, les ouvrières commencent à les chasser puis à les tuer (Le conte, 2004 ; Mallick, 2013)

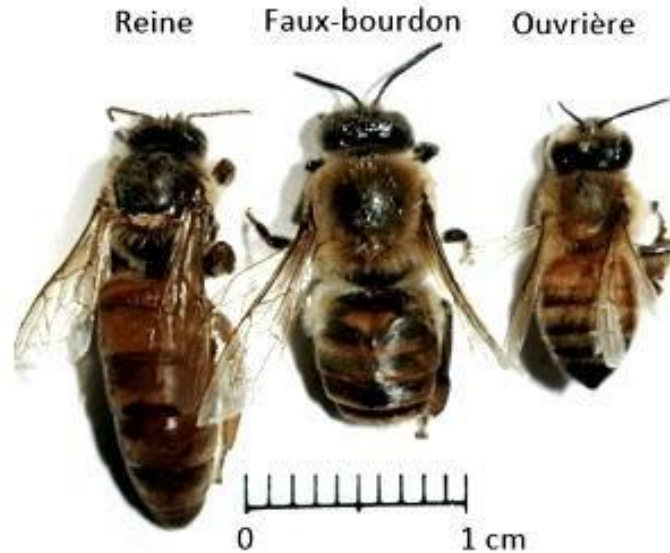


Figure 3. Trois castes d'une colonie d'abeille

<https://images.app:goo.gl/LCHoSPa16giMMdRaA>

Chapitre 2

Généralités sur le miel et les caractéristiques physico-chimiques

2.1. Définition du miel

Le miel est une substance naturelle sucrée produite par les abeilles mellifiques de l'espèce *Apis mellifera* à partir de nectar des fleurs ou de certaines sécrétions provenant de plantes qu'elles butinent, transforment, combinent avec des matières propres, emmagasinent et laissent mûrir dans les alvéoles de la ruche. Elle peut être fluide, épaisse ou cristallisée (Homrani, 2020). Cette définition est extraite du *Codex alimentarius* (2001). C'est l'un des denrées alimentaires les plus appréciées par l'homme en raison de ses saveurs, arômes et vertus énergétiques (Belhaj et al., 2015)

2.2. Origine du miel

Le miel provient des plantes par l'intermédiaire des abeilles, qui le fabriquent à partir du nectar recueilli dans la fleur et /ou du miellat récolté sur les plantes (Mehdi, 2016). Selon son origine, le miel peut être de nectar ou de miellat.

2.2.1. Le Nectar

Le nectar est produit par des organes propres aux végétaux supérieurs, qui portent le nom de nectaires. Ce sont des structures glandulaires de petite dimension dont la localisation est très variable, qui reçoivent un canal (faisceaux libéro-ligneux) acheminant la sève de la plante. On distingue les nectaires floraux (à la base des fleurs), des nectaires extra floraux (sur les feuilles, les tiges ou les autres parties de la plante) (Clémence hoyet, 1980)

Le nectar est le résultat de plusieurs transformations biochimiques complexes dues au métabolisme de la plante, ces transformations sont à l'origine des différents goûts retrouvés dans les miels. C'est une solution acide et sucrée destinée à attirer les insectes pollinisateurs tels que les abeilles, composé essentiellement d'eau (80%) et de sucres (20%) à des concentrations pouvant être variables, il peut de ce fait être plus ou moins visqueux. Les sucres principalement retrouvés sont le saccharose, le glucose et le fructose, dépendant de l'origine florale (Homrani, 2020). En plus, le nectar contient en quantité faible des acides organiques, des protéines (enzymes et acides aminés libres), des composés inorganiques, des vitamines et des pigments phénoliques issus des pollens et exprimant un arôme et une couleur propre à chaque espèce végétale (Homrani, 2020).

2.2.1.1 Récolte du nectar par les butineuses

Les nectaires sont généralement situés au fond de la corolle des fleurs. Pour y accéder, la butineuse doit pénétrer dans la fleur et allonger sa langue. Elle aspire le nectar, par

pompage et par capillarité, lorsque son jabot est rempli, elle rentre à la ruche où elle transfère le nectar "prédigéré" aux ouvrières manutentionnaires, cet échange de nourriture se nomme trophallaxie. Chaque fleur butinée laisse dans le miel sa carte d'identité, au travers de son nectar mais surtout de ses micro-éléments (pigments, arômes, grains de pollens...) (Clémence, 1980)

2.2.2 Le Miellat

Le miellat est un produit plus complexe que le nectar faisant intervenir un intermédiaire, généralement, des insectes de la famille des Homoptères tel que les pucerons, leur pièces buccales sont disposées pour piquer et absorber les aliments liquides telle que la sève des végétaux et rejettent l'excédent des matières sucrées sous forme des gouttelettes de miellat que les abeilles pourront venir sucer directement sur le corps du puceron ou bien sur les feuilles des plantes. Les plantes hôtes de ces producteurs de miellat sont le plus souvent des arbres forestiers ou d'ornementation comme le sapin, l'épicéa, le pin sylvestre, le chêne ou le mélèze (Jean-Prost et Le Conte, 2005).

Le miellat est un liquide épais, sombre et visqueux composé de sucres plus complexes que le nectar, comme le mélézitose ou l'érlose. Cependant, le mélézitose peut représenter un réel danger s'il est présent en grande quantité dans les ruches car il peut durcir comme de la pierre. On y retrouve également plus d'acides organiques, de minéraux et d'azote, sa composition se rapproche donc d'avantage de celle de la sève végétale que de celle du nectar (Homrani, 2020). Leur production est sous la dépendance de nombreux facteurs écologiques : sol, microclimat, insectes « éleveurs de puceron » comme les fourmis (Schweitzer, 2004).

2.3. Types de miel

Il existe une innombrable variétés de miels, correspondant aux fleurs et aux plantes visitées par les abeilles, ainsi qu'à la source récoltée (nectar ou miellat). Les miels sont séparés en deux catégories (Bogdanov et *al.*, 2004) :

2.3.1. Miels monofloraux

Ces miels sont issus du butinage prédominant d'une espèce florale particulière (Clement, 2003). Pratiquement, il n'existe pas de miel provenant d'une seule espèce de fleur. Lorsque la proportion des grains de pollen d'une seule plante représente plus de 50% de l'ensemble du pollen, on donne au miel le nom de cette plante (Philippe, 1999).

2.3.2. Miels multif floraux

La présence d'un « pollen dominant » dans un miel permet, dans la plupart des cas, de le considérer comme miel « uni floral ». S'il n'y a pas de pollen dominant, le miel est considéré comme miel « toutes fleurs » ; ce type de miel provenant du nectar de plusieurs espèces de fleurs sans dominance nette d'une plante particulière (Mehdi , 2016). Ils sont très variables d'une région à l'autre

2.4. Les Propriétés physico-chimiques

Les paramètres physico-chimiques des miels sont très importants, leur interprétation permet de déduire non seulement l'état de fraîcheur du miel mais également ses conditions optimales de conservation ainsi que sa qualité. Certaines d'entre eux participent aussi à l'identification de l'origine florale d'un miel.

2.4.1. Teneur en eau

La mesure du taux d'humidité permet l'estimation du degré de maturité des miels. Les teneurs en eau élevées sont l'indicateur d'une récolte trop précoce et d'un climat humide (Bogdanov et al., 2004a). Ce paramètre renseigne également sur sa stabilité contre la fermentation et la cristallisation au cours du stockage (De Rodriguez et al., 2004) (Küçük et al., 2007). (Homrani, 2020) La norme de Codex Alimentarius (2001) indique que la teneur en eau maximale est de 21 %, mais seuls les miels dont l'humidité est inférieure à 18% se conservent correctement. L'excès d'humidité favorise la fermentation du produit et provoque un goût désagréable d'alcool de prune Selon Bogdanov et *al.*, (1995), la méthode de réfractométrie s'est imposée pour déterminer ce paramètre de par sa commodité et son coût.

2.4.2. Taux d'Hydroxy Méthyle Furfural (HMF)

L'Hydroxy-Méthyl-Furfural une molécule dérivée de la déshydratation des hexoses monosaccharides principalement le fructose. L'HMF est un des facteurs de la qualité du miel. À la récolte, le miel n'en possède pas, mais le temps et la température favorisent sa formation. Cet important facteur relatif à la qualité du miel est lui aussi un indicateur pour la fraîcheur et le sur chauffage du miel. Le miel brut ne contient pratiquement pas d'hydroxy-méthyl-furfural, cependant sa teneur augmente au cours du stockage en fonction du pH du miel et de la température de stockage. La proposition du Codex prévoit un taux maximal de 60 mg/kg. Cette proposition d'un taux maximal plus élevé se base sur le fait que, dans les pays chauds, la teneur en HMF du miel augmente plus rapidement avec la durée de stockage. La

proposition la plus récente de l'UE exige un taux maximal de 40 mg/kg vu que cette norme s'est révélée acceptable pour les conditions européennes.

2.4.3. Conductivité électrique (CE)

Ce paramètre permet de distinguer aisément des miels de miellat de ceux des fleurs, les premiers ayant une conductibilité bien plus élevée que les seconds (Huchet et *al.*, 1996). Cette mesure dépend de la teneur en minéraux et de l'acidité du miel, plus elles sont élevées, plus la conductivité correspondante est élevée. Les miels de nectar à l'exception des Banksia, Erika, Eucalyptus, Eucryphia, Leptospermum, Melaleuca, Tilia et les mélanges du miel de nectar et de miellat ont une conductivité inférieure à 0,8 mS/cm. Les miels de miellat et le miel de châtaignier ont une conductivité supérieure à 0,8 mS/cm (Bogdanov et *al.*, 2001).

2.4.4. Teneur en sucres

Les sucres du miel influencent sa viscosité, son hygroscopie, sa vitesse de cristallisation et la stabilité de sa structure. Les miels contiennent au minimum six sucres (fructose, glucose, saccharose, maltose, iso maltose et turanose) (Avisse, 2014). Les laboratoires utilisent généralement des techniques chromatographiques (sur couche mince, chromatographie liquide à haute performance, chromatographie en phase gazeuse) ou des techniques spectroscopiques (UV-visible ou infrarouge) pour réaliser le dosage des sucres dans le miel. Les critères de qualité du miel en ce qui concerne les sucres sont d'une part la quantité totale de glucose et fructose, d'autre part, la teneur en saccharose. D'autres sucres tels que l'isomaltose, l'erlose, le mélézitose, le tréhalose, le raffinose, le palatinose, le mélibiose, le nigérose, le turanose, le kojibiose, etc. peuvent être détectés. Le dosage des sucres et les rapports glucose/eau et fructose/glucose sont nécessaires pour préciser le potentiel de cristallisation du miel (Deschamps, 1998).

2.4.5. pH et acidité

Ces paramètres influencent la stabilité du miel et ses conditions de conservation. Ils nous donnent également des informations sur son origine. L'acidité est un critère de qualité important. La fermentation du miel provoque une augmentation de l'acidité. L'ancienne norme prescrit une valeur maximale de 40 milliéquivalents/kg. Dans le projet du Codex Alimentaires, elle a été augmentée à 50 milliéquivalents/kg, étant donné qu'il existe quelques sortes de miels qui ont une teneur naturelle en acide plus élevée (Horn et Lullmann, 1992). Le pH caractérise l'acidité ou la basicité d'un produit (le miel est toujours acide). Il influence fortement la vitesse de dégradation des sucres et des enzymes ; elle est plus rapide pour un pH

faible (3,5-4,0) que pour un pH élevé (4,0-5,0). Le pH se situe entre 3,5 et 4,5 pour les miels de nectar et entre 4,5 et 5,5 pour un miel de miellat. Les miels acides se dégradent rapidement. (Homrani, 2020).

Partie expérimentale

Chapitre 3

Matérielles et Méthodes

3.1. La récolte du miel par l'apiculteur

L'apiculteur récolte le miel qui a été fabriqué par les abeilles. Les différentes étapes de la récolte sont l'enfumage des abeilles (Figure 04), le décollage et brossage des cadres et le transport dans un véhicule étanche jusqu'à la miellerie.

Une fois arrivé à la miellerie, l'apiculteur procède à la désoperculation (Figure 05), qui consiste à enlever la pellicule de cire à l'aide d'un couteau à désoperculer en tranchant la couche de cire de bas en haut (Biri, 1986).

Ensuite vient, l'extraction (Figure 06), en utilisant une machine appelée extracteur qui fait sortir le miel des cadres. Il s'agit d'une cuve où l'on dispose quelques cadres désoperculés. Par la suite, une manivelle fait tourner les cadres et par le biais de la force centrifuge les gouttes de miel sont projetées sur les parois (Jean-Prost et Le Conte, 2005).



Figure 4. Enfumage des abeilles (Homrani, 2020).



Figure 5. Désoperculation des cadres (Homrani, 2020).



Figure 6. Extraction du miel (Homrani, 2020).

A la sortie de l'extracteur, le miel contient des impuretés et est alors filtré. C'est une grille à double filtre qui va retirer diverses particules de propolis, de cire, d'opercules, de pattes d'abeilles ou de pollen. Une fois filtré, le miel doit encore reposer 4 à 5 jours à une température de 20 °C minimum pour faire remonter en écume l'ensemble des dernières impuretés. Cette écume est ensuite enlevée avant l'étape suivante. Enfin prêt, le miel peut être conditionné en pots avec des capsules qui assurent leur étanchéité et munis d'un étiquetage conforme avec toutes les mentions légales y afférentes (Homrani, 2020).

3.2. Échantillons de miel

Dans cette étude, des échantillons de miel provenant de différentes régions d'Algérie ont été récoltés entre 2006 et 2011. Le tableau ci-dessous présente les codes attribués à ces échantillons, leur provenance géographique ainsi que l'année de récolte.

Tableau 2. Présentation des échantillons de miel étudiés

Échantillons	Localisation	Année de récolte	Références
E1	Laghouat	2010	Yaiche Achour, Khali (2014)
E2	Httatba	2010	Yaiche Achour, Khali (2014)
E3	Mitidja	2010	Yaiche Achour, Khali (2014)
E4	Oued mazafran	2010	Yaiche Achour, Khali (2014)
E5	Médea	2011	Yaiche Achour, Khali (2014)
E6	Tipaza	2006	(Bouchema et al ., 2010)
E7	Tipaza	2006	(Bouchema et al ., 2010)
E8	Tipaza	2006	(Bouchema et al ., 2010)
E9	Tipaza	2006	(Bouchema et al ., 2010)
E10	Tipaza	2006	(Bouchema et al ., 2010)

3.3. Méthodes d'analyses physico-chimiques des miels

3.3.1. Détermination de la teneur en eau

L'indice de réfraction est une mesure optique qui varie en fonction de la concentration en eau du produit à analyser et de la température (Bogdanov et *al.*, 2009). Selon la méthode harmonisée par la commission internationale du miel (Bogdanov, 2002). À l'aide d'une spatule, une goutte de miel a été déposée sur la platine du prisme du réfractomètre de type (Abbe Refractometer AR4) et répartie en couche mince. La valeur de réfraction a été lue à 20 °C. Dans le cas où la mesure est effectuée à une autre température, la lecture doit être corrigée. La correction est additive si la mesure est faite au-dessus de 20°C, soustractive dans

le cas contraire, le facteur de correction est de 0,00023 par degré Celsius. Cet indice a été ensuite converti en teneur en eau, en pourcentage tout en se rapportant au tableau de Chataway et al. (1932),

Tableau 3. Table de CHATAWAY (1935).

Teneur en eau (%)	Indice de réfraction (20°C)	Teneur en eau (%)	Indice de réfraction(20°C)	Teneur en eau (%)
13.0	1.4935	17.2	1.4835	21.2
13.2	1.4930	17.4	1.4830	21.4
13.4	1.4925	17.6	1.4825	21.6
13.6	1.4920	17.8	1.4820	21.8
13.8	1.4915	18.0	1.4815	22.0
14.0	1.4910	18.2	1.4810	22.2
14.2	1.4905	18.4	1.4805	22.4
14.4	1.4900	18.6	1.4800	22.6
14.6	1.4895	18.8	1.4795	22.8
14.8	1.4890	19.0	1.4790	23.0
15.0	1.4885	19.2	1.4785	23.2
15.2	1.4880	19.4	1.4780	23.4
15.4	1.4875	19.6	1.4775	23.6
15.6	1.4870	19.8	1.4770	23.8
15.8	1.4865	20.0	1.4765	24.0
16.0	1.4860	20.2	1.4760	24.2
16.2	1.4855	20.4	1.4755	24.4
16.4	1.4850	20.6	1.4750	24.6
16.6	1.4845	20.8	1.4745	24.8
16.8	1.4840	21.0	1.4740	25.0
17.0				

3.3.2. Détermination de la conductivité électrique

La conductivité électrique du miel (CE) a été déterminée selon la méthode harmonisée par la Commission Internationale du miel (IHC, 2009). Les mesures ont été effectuées à 20°C dans une solution diluée à 20% par rapport à la matière sèche. Une masse de miel équivalente à $M = (5 \times 100)/(100 - M')$ (où M' est la teneur en eau du miel), a été dissoute dans quelques mL d'eau distillée fraîchement bouillie puis ajustée à un volume de 25 mL. La cellule du conductimètre a été introduite dans la solution de miel et la valeur de la conductivité électrique a été lue à $20 \pm 0,5$ °C en millisiemens par centimètre (mS/cm).

3.3.3. Détermination du potentiel d'hydrogène (pH)

La détermination de la valeur du pH des échantillons de miel s'effectue par un pH mètre pour une solution de miel à 10 % (m/v). Après avoir dissout 2,5 g de miel dans 25 mL d'eau distillée, la valeur du pH de la solution de miel à 20°C est déterminée après l'immersion de la cellule du pH-mètre dans celle-ci. Elle se varie entre 3,5 et 4,5 pour les miels de nectars et entre 4,5 et 5,5 pour les miels de miellats.

3.3.4. Détermination de l'acidité libre

L'acidité est un critère de qualité important. La fermentation du miel provoque une augmentation de l'acidité dans le miel. La détermination de l'acidité libre se fait grâce à la mesure du pH d'une solution de miel. On titre cette solution avec l'hydroxyde de sodium NaOH 0,1 M jusqu'à l'obtention de pH égal à 8,30 (Bogdanov et *al.*, 2009). Soit V le volume en mL de de solution d'hydroxyde de sodium à 0,1M utilisé lors du titrage. L'acidité libre du miel est exprimée en milliéquivalent par kilogramme de miel.

3.3.5. Teneur en Hydroxy-Méthyl-Furfural (HMF)

L'Hydroxy-Méthyl-Furfural est un composé de dégradation naturelle des sucres en milieu acide. Il se développe avec le vieillissement du miel et ce phénomène est considérablement augmenté avec l'élévation de la température. C'est un indice de fraîcheur et de sur chauffage du miel (Bogdanov et *al.*, 1997). La teneur en HMF a été mesurée selon la méthode de Bogdanov et *al.* (2002) dont le principe est basé sur la détermination des absorbances UV de ce composé à 284 nm puis à 336 nm, en utilisant un spectrophotomètre UV/Visible.

Une masse de 5 g de miel a été dissoute dans 25 mL d'eau distillée. Un volume de 0,5 mL de la solution carrez I a été ajouté à la solution suivie de 0,5 mL de la solution carrez II. Après homogénéisation, le mélange a été transféré dans une fiole de 50 mL, puis ajusté au trait de jauge avec de l'eau distillée. Après filtration sur papier filtre, les premiers 10 mL ont été écartés. Dans deux tubes à essai distincts, 5 mL du filtrat ont été introduits à l'aide d'une pipette, puis dans l'un des tubes 5 mL d'eau distillée (solution de l'échantillon) et dans l'autre 5 mL de bisulfite de sodium à 0,2% (solution de référence) ont été ajoutés. Après agitation, la lecture des absorbances a été faite à 284 et 336 nm par rapport à la solution de référence en utilisant un spectrophotomètre.

La teneur en HMF a été calculée en mg pour 100 g de miel en appliquant la formule suivante :

Avec :

$$\text{HMF g/100g} = (A1-A2) \cdot f \cdot 5 / P$$

A1 : Absorbance mesurée à 284nm.

A2 : Absorbance mesurée à 336nm.

P : poids de l'échantillon en g.

f : 14,97 à exprimer en mg/100 g.

Chapitre 4

Résultats et Discussion

4.1. Analyses physicochimiques

Tableau 4. Résultats des analyses physicochimiques des échantillons de miel .

Les paramètres Echantillons	TE(%)	Ph	Acidité libre (meq /kg)	HMF (mg/ kg)	Conductivité (mS /cm)
E01	14,5±0,24	3,76±0,04	40,6±2,01	12,5±0,6	0,28±0,02
E02	14,8±0,22	3,77±0,04	25,5±1,01	10,9±0,5	0,22±0,01
E03	14,8±0,24	3,75±0,01	34,4±1,08	7,3±0,5	0,61±0,04
E04	14,8±0,16	3,82±0,02	40,6±1,37	28,1±1,3	0,55±0,02
E05	14,4±0,22	3,82±0,05	25,1±0,76	10,9±1,2	0,23±0,01
E06	13 ± 0,51	6,33 ± 0,01	10 ± 0,31	1,64 ± 0,04	0,47 ± 0,01
E07	13,6 ± 0,25	4,03 ± 0,03	29 ± 0,22	12,72 ± 0,053	0,44 ± 0,5
E08	14,6 ± 0,00	3,74 ± 0,02	32 ± 0,38	19,76 ± 0,046	0,24 ± 0,01
E09	15 ± 0,44	3,66 ± 0,03	36± 0,22	76,34 ±0,01	0,56 ± 0,09
E10	13 ± 0,29	4,04 ± 0,03	40± 0,29	16,91 ±0,15	0,33 ± 0,03
Les normes Projet de Codex	≤ 21	les miles de -Nectar(3.5 à 4.5) -Millets dépassé 4,5	≤ 50 meq /kg	≤ 40 mg/kg	≤ 0,8 mS /cm

4.1.1 Détermination de la teneur d'eau

Ce paramètre est un facteur hautement important pour l'évaluation du degré de maturité des miels et peut renseigner sur sa stabilité contre la fermentation et la cristallisation au cours du stockage, donc il conditionne la conservation du produit. Le risque de fermentation est très faible pour les miels qui contiennent moins de 18% (Carvalho et al., 2009)

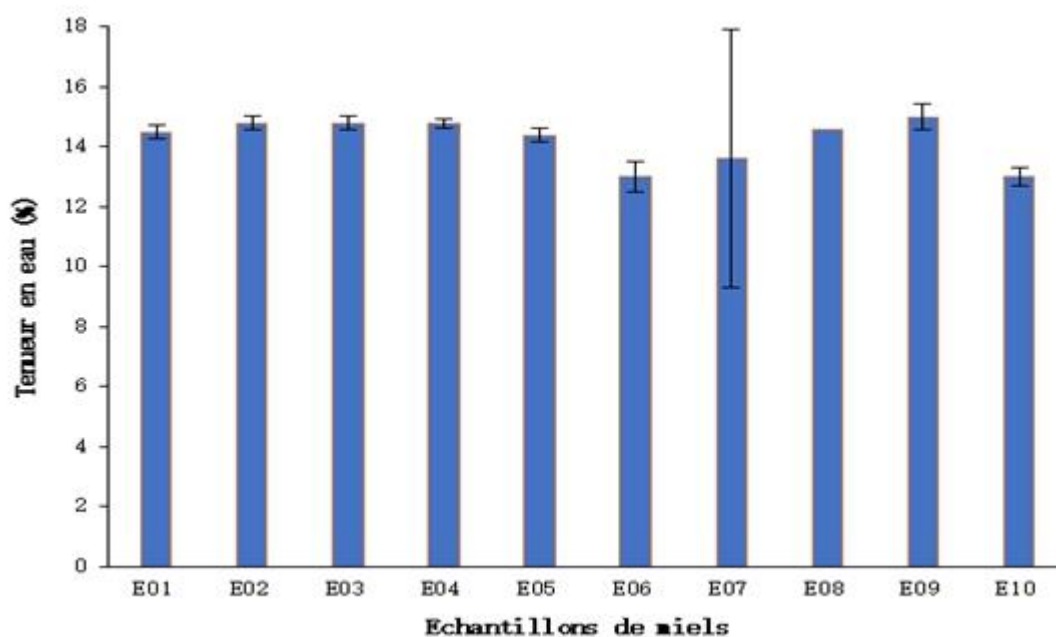


Figure 7. Représentation graphique de teneur d'eau des échantillons de miel

La figure 12 montre que les valeurs sont comprises entre 13% et 15% pour tous les échantillons de miel. Du point de vue réglementaire, tous les miels analysés ont présenté une teneur en eau inférieures à la limite maximale fixée par le Codex Alimentarius 21% (Achour, 2014).

Ces résultats sont révélateurs d'un bon stockage des miels étudiés. La teneur en eau du miel dépend des conditions environnementales et de la période de récolte, et il peut varier d'une année à une autre. La variation de la teneur en eau est due à différentes conditions environnementales telles que le climat, l'origine florale des échantillons du miel, à la teneur en eau des nectars et les techniques de traitement et les conditions de stockage (Bogdanov, 2004). La teneur en humidité est un élément important d'évaluation du degré de maturité du miel et de sa durée de vie. Généralement, une quantité d'eau élevée provoque la fermentation de miel, la perte de saveur et la perte de sa qualité (Crevantes et al., 2000).

La qualité du miel se conserve mieux lorsque celui-ci est entreposé dans un endroit frais et sec, si le miel est contenu dans les récipients non étanchée entreposé dans un endroit humide, il va absorber de l'eau ce qui peut mener à une fermentation (Cervantes et al. 2000).

Les risques de fermentation d'un miel sont très élevés dans le cas où sa teneur en eau est supérieure à 19%, la fermentation devient rare dans les miels ayant une teneur en eau inférieure à 19%, c'est le cas de tous nos échantillons. Au-dessous de 17% la fermentation n'intervient pas à cette faible valeur d'humidité. Selon (Manikis et Thrasyvoulou, 2001), l'a

cristallisation des miels est directement liée à quelques paramètres sensibles tels que la teneur en eau.

4.1.2. La conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique apporte une indication précieuse sur l'origine botanique des miels et elle est désignée aujourd'hui comme un paramètre de qualité fiable lors des contrôles de routine, qui remplace la teneur en cendres (Bettar et al., 2019). Elle est étroitement liée à la concentration des sels minéraux, des acides organiques et des protéines.

Les miels étudiés présentent des conductivités électriques variant entre $0,22 \pm 0,61$ mS/cm avec une valeur moyenne de $0,33$ mS /cm. Toutes les valeurs sont en accord avec les normes établies par le Codex Alimentarius qui préconise une valeur seuil fixée à $<0,8$ mS /cm pour le miel de nectar et $>0,8$ mS /cm en ce qui concerne le miellat.

teneurs la variabilité de l'origine botanique de ces miels ainsi que les conditions climatiques de la région de récolte sont à l'origine de la variabilité de la conductivité électrique des miels analysés.

4.1.3. Le pouvoir d'hydrogène (pH)

Le pouvoir d'hydrogène (pH) est la mesure du coefficient caractérisant l'acidité d'un milieu. Les miels sont généralement acides, en raison de la présence d'acides organiques, tels que les acides gluconiques provenant des sécrétions digestives des abeilles pendant l'élaboration du miel : l'acide pyruviques, l'acide maliques et l'acide citriques (Achouri et al. , 2015)

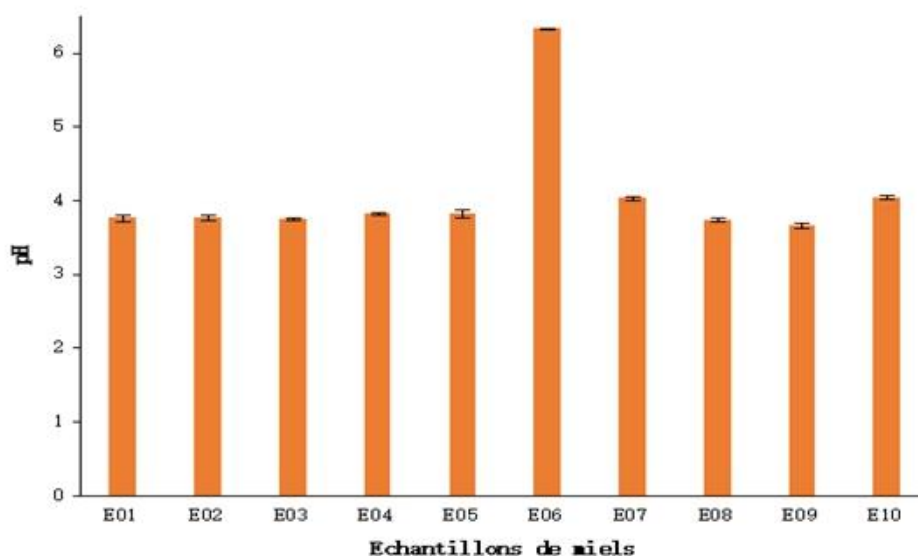


Figure 8. Variation du pH des échantillons de miels

La figure 14 montre quelles valeurs de pH tendent vers l'acidité, ils sont compris entre 3,66 et 4,04. Ces valeurs sont en accord avec les recommandations du *Codex Alimentarius* ; le pH varie de 3,5 à 4,5 et 4,5 à 5,5, respectivement pour les miels de nectar et de miellat .

Les résultats obtenus sont conformes avec ceux rapportés par Bogdanov et al. (1999) , tous les miels Algériens étaient de nature acide avec un pH qui varie entre 3,66 et 4,04 en revanche le pH de E06 il tend vers la neutralité .

Aucun des échantillons étudiés ne dépassait la limite permise, ce qui peut être considéré comme un indice de fraîcheur. La variation du pH serait due à la flore butinée, à la sécrétion salivaire de l'abeille, aux processus enzymatiques et fermentatifs pendant la transformation de la matière première et la teneur en minéraux (Louveaux, 1968).

Du point de vue thérapeutique, les miels à pH bas inhibent mieux la croissance et la prolifération des micro-organismes et donc présentent un meilleur pouvoir antibactérien (Julika et al., 2019). Selon Rebiai, et al, (2015), le pH d'un miel est important au cours du processus d'extraction, car il affecte la texture du miel, sa stabilité et sa durée de vie.

4.1.4. L'HMF (Hydroxy-Méthyl-Furfural)

L'HMF est un produit de dégradation des glucides, il se présente sous forme de trace dans les miels frais mais il augmente avec la température de stockage, le sur chauffage et le vieillissement naturel de miels (Bogdanov et al., 2004). Les recommandations de l'Union Européenne (2002) fixent un maximum de 40 mg d'HMF/kg de miel, des valeurs supérieures sont révélatrices de la perte de qualité du miel.

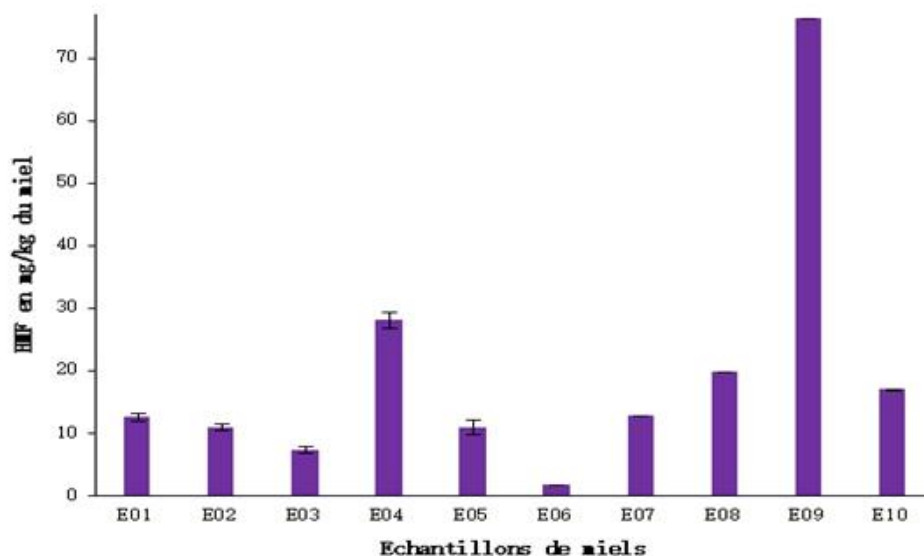


Figure 9. représentation graphique du taux d'HMF des différents échantillons de miel

La teneur en HMF n'est pas une propriété intrinsèque de miel donc on ne peut pas l'utiliser pour la détermination de l'origine botanique. Par contre, l'HMF est une excellente méthode pour apprécier la qualité. Sa teneur est donc un très bon indice de dégradation (Schweitzer et al, 2004). Les teneurs en HMF des échantillons du miel sont rapportées dans la figure 15

Les valeurs observées pour l'hydroxyméthylefurfural se situent entre $28,1 \pm 1,64$ (E1-E7+E9 E10) $76,34 \pm 0,01$ mg/kg (E8) cet intervalle est proche de celui rapporté par Bettar et al. (2015).

D'après ces analyses, il existe un seul miel qui ne répond pas à la limite maximale du taux d'HMF, il s'agit du miel Eucalyptus ($76,34 \pm 0,01$ mg/kg) provenant de la région d'Oued mazafran, il diffère significativement des autres échantillons dont le taux ne dépasse pas 19,76 mg/kg. Permettant ainsi de suggérer que la teneur en HMF est influencée soit par la température de stockage qui peut être élevée, soit par la nature et la concentration des sucres qui se présentent en sein de ce miel ou par leur sur chauffage. Néanmoins, les autres miels sont de bonne qualité et conformes à la législation.

4.1.5. Acidité libre

L'acidité libre est un critère important durant l'extraction et le stockage, en raison de son influence sur la texture et la stabilité du miel. Cette acidité provient d'acides organiques dont certains sont libre et d'autres combinés sous forme de lactones (Bakchiche, 2017).

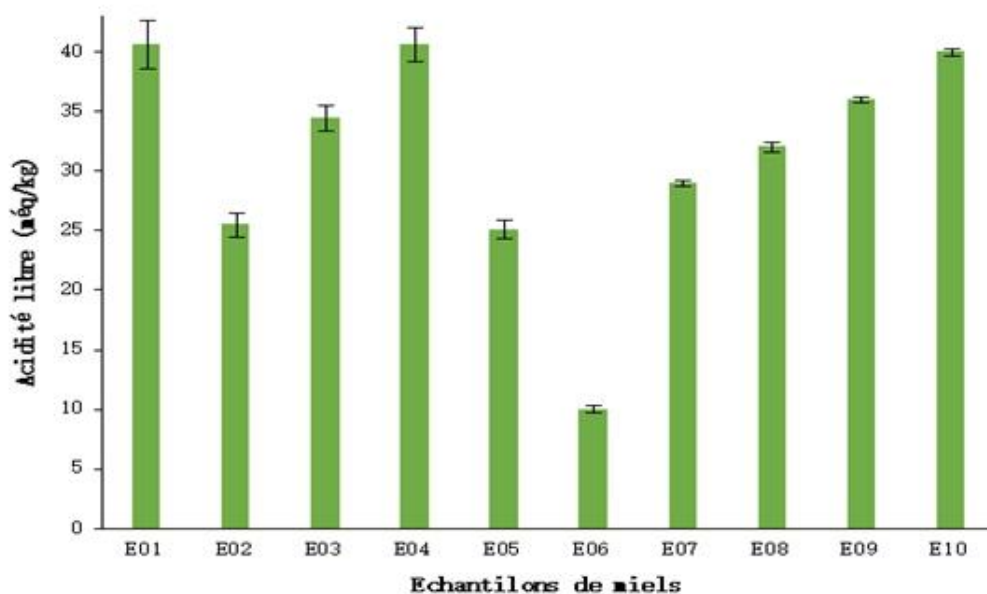


Figure 10. Représentation graphique d'Acidité liber des échantillons de miel

Les valeurs de l'acidité libre des miels observés varient de 10 et 40,6 meq/Kg. Le miel de Tipaza (E01) présentant la valeur la plus élevée ($40,6 \pm 0,29$ meq/kg), par contre le miel de Laghouat (E06) présentant la plus faible teneur ($10 \pm 0,31$ meq/kg). On remarque que les valeurs d'acidité libre ont été en dessous de la normale fixée par le Codex Alimentarius qui est de 50 meq/kg, cela indique l'absence de fermentation indésirables des échantillons de miel

La fermentation du miel provoque une augmentation de l'acidité dans le miel, c'est pourquoi une valeur maximale est très utile, bien qu'il existe une fluctuation naturelle considérable. L'ancienne norme prescrit une valeur maximale de 40 milliéquivalents/kg. Dans le projet du Codex Alimentarius, elle a été augmentée à 50 milliéquivalents/kg, étant donné qu'il existe quelques sortes de miels qui ont une teneur naturelle en acide plus élevée.

La variation de l'acidité dans les différents miels peut être attribuée à l'origine florale ou à des variations en raison de la saison de la récolte. D'après Schweitzer (2004), l'acidité naturelle du miel s'accroît lorsque le miel vieillit, lorsqu'il est extrait des rayons avec de la propolis et notamment lorsqu'il s'altère par fermentation.

Conclusion

Conclusion

La présente étude est menée dans le cadre de l'évaluation de la qualité de 10 échantillons de miel, récoltés dans différentes régions en Algérie (Laghouat, Tipaza, Mitidja, Oued mazafran et Media) en se basant sur l'analyse de quelques paramètres physico-chimiques. L'étude physico-chimique a montré que:

La détermination de la teneur en eau dans les échantillons de miel étudiés est importante pour la qualité du miel. Les résultats observés montrent que tous les échantillons de miel analysés contiennent un taux d'humidité inférieur à 15%

La détermination de la conductivité électrique dans les échantillons de miel nous a permis sachant que les valeurs de la conductivité électrique varient entre $0,22 \pm 0,61$ mS/cm. Ce paramètre aussi est conforme au Codex Alimentarius qui recommande une valeur inférieure à 0,8 mS/cm.

La mesure du pH et l'acidité pour tous les échantillons de miel étudiés sont aussi importants pour connaître le type de miel. Les résultats du pH révèlent que les échantillons présentent un pH inférieur à 4,5, ce qui tend vers la neutralité qui s'accorde ainsi avec la limite fixée par les normes du Codex Alimentarius.

Les critères de qualité tels que l'hydroxyméthylfurfural (HMF) est utilisé pour apprécier les détériorations dues au stockage et à la chaleur. Les résultats observés de ce paramètre montrent que la plupart des échantillons présentent des taux en HMF très bas qui ne dépassent pas 19,76 mg/kg, sauf un seul miel qui ne répond pas à la limite maximale du taux d'HMF, il s'agit du miel Eucalyptus ($76,34 \pm 0,01$ mg/kg) provenant de la région d'Oued mazafran.

D'autre part, l'acidité libre varie largement en fonction de la zone géographique et oscille de ($40,6 \text{ meq/Kg} \pm 2,01$) et ($10 \text{ meq/Kg} \pm 0,31$), qui s'accorde ainsi avec la limite fixée par les normes du Codex Alimentarius ($<50 \text{ meq/Kg}$).

En perspective, il convient de poursuivre ce travail sur tout le territoire national afin de créer une réglementation (législation) propre aux miels de notre pays pour faire face à l'importation frauduleuse sur certains miels de mauvaise qualité.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Achour H. et Khali, M.(2014).Composition physicochimique des miels algériens: Détermination des éléments traces et des éléments potentiellement toxiques. *Afrique Science*.10(2) : 127-136.
- Achouri I., Aboussaleh Y., Sbaibi R., Chemissi H., Bengueddour R. (2015).Comparaison de la qualité physico-chimique du miel de *Zizyphus* sp. (Sider) et d'Acacia sp (Samar) sp consommés aux Emirats Arabes Unis (UAE) Comparaison of the physicochemical.Internationnal Journal of Innovation and AppliedStudies 10(1), 184-191.
- Avisse, I. 2014. Grand traité des miels, Editions Le Sureau, 344p.Azeredo, L.D.C., Azeredo, M.A.A., De Souza, S.R., Dutra, V.M.L. 2003. Protein content and physicochemicalproperties in honeysamples of *Apis Mellifera* of different floral origins. *Food Chem.* 80 : 249–254.
- B. Bakchiche, M. habati, A. Benmebarek, A. Gherib (2017). Caractéristiques physicochimiques, concentrations en composés phénoliques et pouvoir antioxydant de quatre variétés de miels locales (Algérie).p118-p119.
- Belhaj, O., Oumato, J., Zrira, S. 2015. Etude physico-chimiques de quelques types de miels marocains. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc. 3(3): 71-75
- Bettar I., Lourdes G., Dolores H. (2019).Caracterisation of Moroccan Spurge (*Euphorbia*) honeys.
- Bettar, S., Gonzalez-Miret L.M., Hernanz, D., Marconi, A, Heredia F.G., Terrab, A. 2015. Characterisation of maroccan Spurge (*Euphorbia*) honeys by their physico-chemicalcharacterics, mineral contents and colour.*Arabian Journal of Chemistry*. <https://doi:10.1016/j.arabjc.2015.01.003>.
- BIRI M., 1986 – L'élevage moderne des abeilles – Manuel pratique de Vecchi .315p.

- Biri M., 2010. Tout savoir sur les abeilles et l'apiculture. Paris : De Vecchi. 302 p.
- Bogdanov S., Bieri K., Figar M., Figueirgo V., Iff D., Kanzig A., Stockli H. et Zürcher K. (1995) : « Miel définition et directives pour l'analyse et l'appréciation ». Centre suisse de recherches apicoles. PP 01-26.
- Bogdanov S., Lullman C., et Martin P. (1999). Qualité du miel et norme internationale relative au miel. Rapport de la Commission International du miel. Bee world 80:64-69.
- Bogdanov, S. 2002. Harmonised methods of the International Honey Commission: Introduction and general comments on the methods. International Honey Commission. Switzerland. 62pp.
- Bogdanov, S., Bieri, K., Gremaud G., Iff, D., Känzig, A., Seiler, K., Stöckli, H., Zürcher, K. 2004b. Produits apicoles. 23A Miel. Revue par le groupe d'experts "produits apicoles". MSDA. 1– 37.
- Bogdanov, S., Lulmann, C., Martin P. 2001. Qualité du miel et norme international relative au miel. Rapport de la commission international du miel. Abeille Cie N°71-4.1 2p.
- Bogdanov, S., Ruoff, K., Persno-Oddo, L. 2004a. Physicochemical methods for the caracterisation of unifloral honeys : a review. Apidologie. 35 : 4-17.
- Bogdanov, S., Ruoff, K., Persno-Oddo, L. 2004a. Physicochemical methods for the caracterisation of unifloral honeys : a review. Apidologie. 35 : 4-17.
- Bogdanov. S., Bieri K. et Gallmann P. (2005) : « Miels monofloraux suisses », Centre de recherches apicoles, Station de recherches en production animale et laitière. 55p.
- Carvalho C., Geni S., Antonio A.(2009).Physicochemical characteristics and sensory

profile of honey samples from stingless bees (Apidae: Meliponinae) submitted to a dehumidification process. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 81,143-149.

- Cervante R., Gonzal SA., Sauri D.(2000).Les effets du traitements thermique sur la qualité du miel pendant l'enterposage.*Apicta* 35(4),162-170.
- Clémence hoyet. (2005), le miel : de la source a la thérapeutique. Thèse pour obtenir : le diplôme d'état de docteur en pharmacie, université Henri Poincaré - Nancy, France.
- Clement H. (2003): « Les cahiers de l'élevage : créez son rucher ».Ed. Rustica Paris. Pp 90-91.
- Clement M.C., Marmion V. et Lobreau-Callen D. (2000): « Les miels ». Ed. Techniques de l'ingénieur. PP 35.
- Codex Alimentarius (2001) : Programme Mixte FAO/OMS Sur Les Normes Alimentaires. Commission du Codex Alimentarius. ALINORM 01/25, 1-31.
- CODEX ALIMENTARIUS. 1998. Standard of Honey, Ref. Nr. CL 1998/12-287 S.FAO and WHO. Rome
- Codex Alimentarius. 2001. Commission Standards, Codex Standards for Honey, (1981/ revised 1987/revised 2001), FAO– Rome. p 1–7.
- Communautés Européennes. 2002. Journal officiel des Communautés européennes (2002). Directive 2001/110/CE relative au miel : 47-52.
- Da Silva, P.M., Gauche, C., Gonzaga, L.V., Oliveira-Costa, A.C., Fett R. 2016. Honey : Chemical Composition, Stability and Authenticity. *Food Chemistry*. 196 : 309–323
- Dailly, H., 2008. Cristallisation du miel, le savoir et le faire. *Abeilles & Cie*. 124 : 24-28. Editeur responsable Etienne Bruneau, Louvain-la-Neuve.
- De Rodriguez, G.O., Sulbaran, De Ferrer, B., Ferrer, A., Rodriguez, B. 2004.

Characterisation of honey produced in Venezuela. Food Chemistry. 84 : 499-502.

- Deschamps, V. 1998. Production et commercialisation du miel. Thèse Med. Vét., Université Paul-Sabatier, Toulouse III, 118p.
- Doukani, K., Tabak, S., Derriche, A., Hacini, Z. 2014. Étude physico-chimique et phytochimique de quelques types de miels Algériens. Revue Ecologie-Environnement 10: 37-49.
- Homrani Mounia (2020). Caractérisation physico-chimique, spectre pollinique et propriétés biologiques de miels algériens crus de différentes origines florales. Thèse de Doctorat en Production et Biotechnologie Animales. Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem.
- Horn, H., Lüllmann, C. 1992. Das große Honigbuch. Ehrenwirth, München.
- Huchet E., Coustel J. et Guinot L. (1996): Les constituants chimiques du miel. Méthode d'analyse chimique. Département de science et l'aliment. Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaire. France. 16p.
- Huchet, E., Coustel, J., Guinot, L. 1996. Les constituants chimiques du Miel- Méthodes d'analyses chimiques - Département Science de l'Aliment - Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaires.1, Avenue des Olympiades, 91744 Massy CEDEX – France.
- Jean-Prost P. (2005) : « Apiculture : connaître l'abeille, conduire le rucher ». 7ème édition, Tec et Doc Lavoisier .Paris. p 380.
- Khenfer A. et Fettal. M. (2001): « Le miel ». Ministère de l'agriculture. Direction de la formation de la recherche et de la vulgarisation. 23 p.
- Küçük, M., Kolay, H. Karaoğlu, S., Ulusoy, E., Baltacı, C., Candan, F. 2007. Biological activities and chemical composition of three honeys of different types from Anatolia. Food Chem. 100 : 526-530.
- Laudine L. (2010): « Du nectar a un miel de qualité : contrôles analytiques du miel et

conseils pratiques a l'intention de l'apiculteur amateur ». Ed. Ecole Nationale Veterinaire de Lyon. Thèse de Docteur Vétérinaire n°085, Univ. Lyon.175PP.

- Lecerf J.(2009).Metabolic effets of fructose and Honey. (7), 83-86
- Louveaux J. (1968). Composition, propriétés et technologie du miel. In: CHAUVIN R. Traité de biologie de l'abeille. Editions Masson et Cie, Paris, Tome 3, 277-324.
- Louveaux, J. 1985. Les miels d'Afrique du nord et leur spectre pollinique. Apidologie., PP: 160-170.
- Manikis I., et Thrasivoulou A. (2001).la relation entre les caractéristiques physico-chimiques du miel et les paramètres sensibles à la cristallisation. Apiacta. 36, 106-112.
- Mehdi Yamina (2016). Caractérisation physicochimique, palynologique et effets antibactérien, antioxydant et immunomodulateur des miels de la région ouest d'Algérie. Thèse de doctorat en Biochimie et santé, Universite Djillali Liabes, Sidi Bel Abbes.
- Schweitzer P. (2004). Le monde des miellats. Revue l'abeille de France n°908. Laboratoire d'analyse et d'Ecologie Apicole, 02p.
- Phillippe J.M. (1999): « Le guide de l'apiculture ». 3ème édition. Edisud. La Calade. Pp 203- 216.
- Prost J. P., 2005. Apiculture : Connaître l'abeille. Conduire le rucher. Ed. J.B. Baillièrre.7eme édition revue et complétée par Le conte Y. pp. 698.
- Rebiai A., Touhami L., Atef C.(2015). Physicochemical and biochemical properties of honey bee products in south Algéria.Food Industry 16 (2),133.
- Schade, J.E., Marsh, G.L., Eckert, J.E. 1958. Diastase activity and hydroxy-methyl-furfural in honey and their use fulness in detecting heat alteration. Food Res. 23(5) : 446-463.
- Schweitzer, P. 2005. Encore des miels hors normes. Revue l'abeille de France N°917.

laboratoire d'analyse et d'écologie apicole. 03p.

Annexes

Annexes

Cycle de vie de l'Abeille domestique

Les Abeilles sont des insectes holométaboles, c'est-à-dire à métamorphose complète. En effet, elles sont complètement différentes à l'état larvaire et à l'état adulte. Au cours de son développement, l'Abeille passe par une série de phases : l'œuf, la larve et la nymphe (Biri, 2010)

Après l'accouplement, qui se produit au cours du vol nuptial, la reine fécondée retourne dans la ruche, s'installe au centre d'un rayon et commence à déposer un œuf dans chaque alvéole en suivant un mouvement circulaire du centre vers la périphérie.

1 Le stade œuf :

Facile à reconnaître du fait de sa couleur blanche, sa forme ovale et légèrement incurvée, sans pattes ni yeux. Il est déposé verticalement dans l'alvéole lorsqu'il est pondu. Au bout de 3 jours suivant la ponte, l'œuf s'incline peu à peu au fond, dissout sa membrane et se transforme en larve. Pendant ces trois premiers jours, les larves sont nourries avec de la bouillie ou gelée royale par les ouvrières nourrices (Jean-Prost & Le conte, 2005). Un œuf mesure entre 1,3 et 1,8 mm de long, environ 0,5 mm de large et pèse entre 0,12 et 0,22 mg. Les temps de développement, la taille et le poids sont en fonction de la race, de la lignée et même des conditions climatiques.

2 Le stade larvaire :

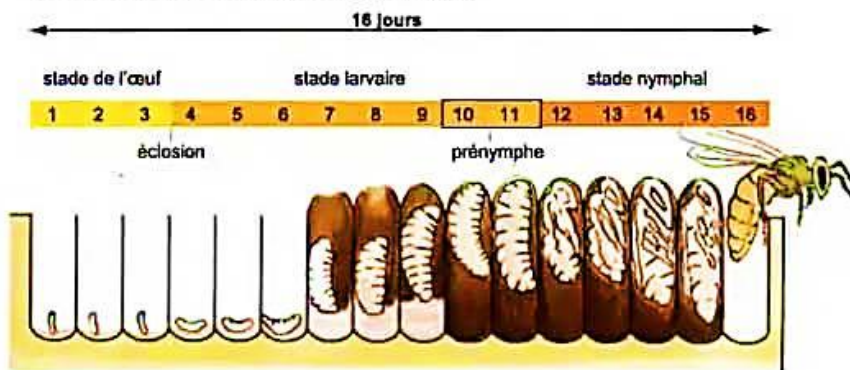
A la forme d'un petit ver, ne comporte qu'un tube digestif et ainsi, son rôle se limite à se nourrir. La larve passe presque tout son temps à manger la nourriture déposée dans l'alvéole par les Abeilles nourrices. Elle est même capable de se retourner si la nourriture n'est pas directement à côté de sa bouche. Au fur et à mesure que la larve grandit, elle mue à 5 reprises. Elle gagne énormément de poids. Par exemple, une ouvrière gagnera 900 fois son poids initial tandis que la reine gagnera 1700 fois son poids, Le faux-bourdon gagne jusqu'à 2300 fois son poids. Au 9ème jour, l'alvéole est operculée par un petit bouchon de cire. Les derniers jours du stade larvaire sont consacrés à la construction d'un cocon. La durée du stade larvaire varie selon la caste: reine, ouvrière ou faux-bourdon.

3 Le stade nymphal et imago :

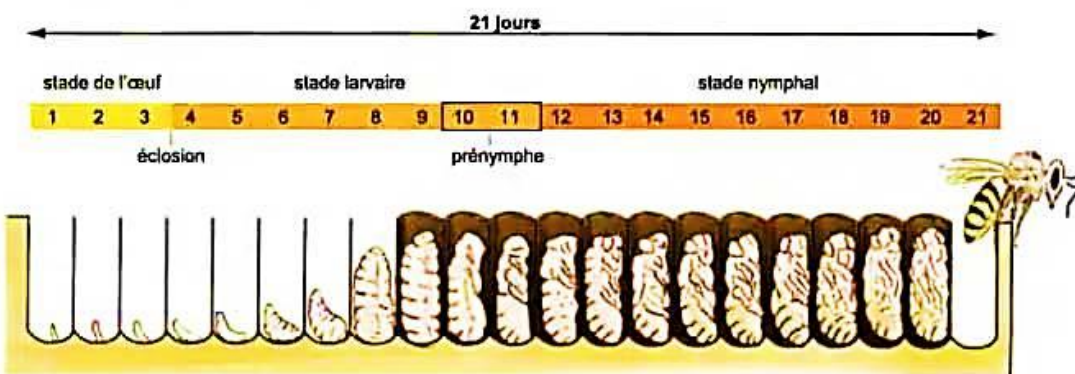
A ces deux derniers stades ; la tête, les yeux, les antennes, les pièces buccales, le thorax, les pattes et l'abdomen possèdent les caractéristiques de l'adulte. Les mandibules se forment, permettant à l'imago de percer l'opercule de cire. Une fois adulte, il sort de l'alvéole et bat des ailes. La cuticule formée à l'extérieur sèche progressivement durant 12 à 24 heures, et l'Abeille commence son travail. Il pèse alors entre 80 et 292 mg en fonction de sa caste, la reine étant la plus lourde.

On observe toutefois quelques variations de ce cycle de développement en fonction de la caste. Ces variations se font sur la durée de chaque étape (Prost, 2005 ; Von Frisch, 2011)

Développement de la Reine



Développement de l'ouvrière



Développement du Faux Bourdon

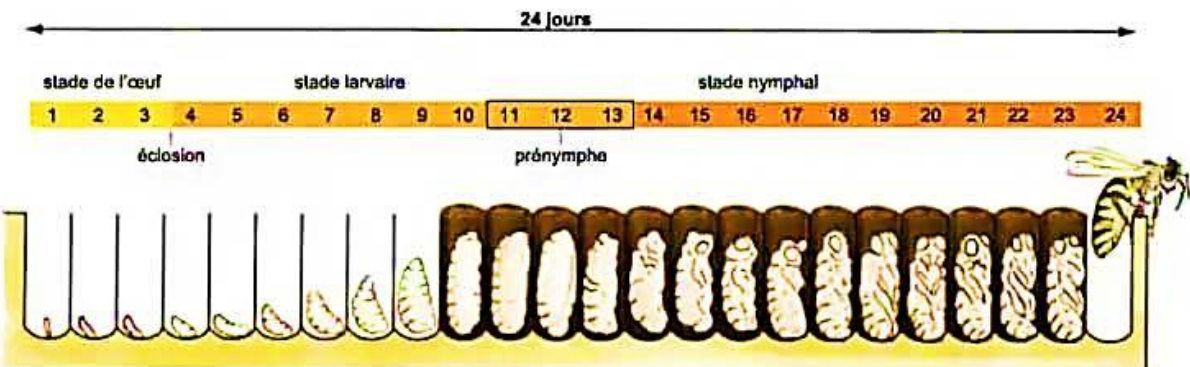


Figure11 . Cycle évolutif des trois castes de l'Abeille domestique *A.mellifera* (Le Conte, 2002).

Tableau 05: Normes relatives à la qualité du miel (Codex alimentarius, 1998).

Critères de qualité	Projet du codex
Teneur en eau	≤ 21 g/100g
Teneur en sucres réducteurs (Glucose + fructose)	≥ 65 g/100g
Le taux de glucose	$> 65\%$ Valeur moyenne admise
La teneur en matière minérales (cendres)	$\leq 0,6$ g/100g
Teneur en Hydroxyméthylfurfural	≤ 60 mg/kg
La conductivité électrique	≤ 0.8 ms/cm
Activité diastasique	
•Général	≥ 8
• Miel avec teneur enzymatique naturellement faible	≥ 3
La teneur en acide libre	≤ 50 mg/kg
Le pH potentiel hydrogène	3,5 à 4

ملخص

العسل مادة حلوة يصنعها النحل من رحيق الزهور او المن ولها تركيبة كيميائية مختلفة وخصائص متنوعة الهدف من هذا العمل هو دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية (محتوى الماء , درجة الحموضة الحرة , الرقم الهيدروجيني , التوصيل الكهربائي , هيدروكسي ميثيل فورفورال ,) لعشر عينات من العسل الجزائري والتي تم جمعها ودراستها سابقا في مناطق مختلفة (تيبازة , لغواط , منيعة , واد مزفران , المدية) بحيث اشارة التحاليل المختلفة الى ان جميع العينات تتوافق مع المعايير التي وضعتها هيئة الدستور الغذائي وان معضمها من العسل الطازج .

Résumés

Le miel est une substance sucrée fabriquée par les abeilles à partir du nectar des fleurs ou du miellat et possède une composition chimique différente et des propriétés diverses. L'objectif de ce travail est d'étudier les propriétés physicochimiques (teneur en eau, Acidité libre, pH, conductivité électrique, hydroxyméthylfurfural) de dix échantillons de miel algérien préalablement collectés et étudiés dans différentes régions : Tipaza, Laghouat, Mitidja, Oued Mezfarne et Médée. » De sorte que les différentes analyses indiquent que tous les échantillons sont conformes aux normes fixées par la Commission du Codex Alimentarius et que la plupart d'entre eux sont du miel frais.

Mots clés : miel, analyses physicochimiques, nectar de fleurs, miellat.

Abstract

Honey is a sweet substance made by bees from the nectar of flowers or honeydew and has a different chemical composition and various properties. The aim of this work is to study the physicochemical properties (water content, free acidity ,pH, electrical conductivity, hydroxymethylfurfural) of ten samples of Algerian honey that were previously collected and studied in different regions: Tipaza, Laghouat, Mitidja, Oued Mezfarne and Medea. » So that the various analyzes indicate that all samples comply with the standards set by the Codex Alimentarius Commission and that most of them are fresh honey.

Keywords: honey, physicochemical analyses, flower nectar, honeydew.