



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique
جامعة زيان عاشور-الجلفة
Université Ziane Achour –Djelfa
كلية علوم الطبيعة و الحياة
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
قسم العلوم الفلاحية و البيطرية
Département des Sciences Agronomiques et Vétérinaires
Projet de fin d'étude

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Filière : Sciences alimentaire

Spécialité : Agroalimentaire et contrôle de qualité

Analyses physico chimiques de quelques miels.

Présenté par: Hamidat Maroua

Mekaddem Chaima

Soutenu le :

Devant le jury composé de :

Président	: LAHRECH M.B.	M.C.A	Université de Djelfa
Promotrice	: NAAS O.	M.C.B.	Université de Djelfa
Examineurs	: BENMOUEFEKI F.Z.	M.C.A	Université de Djelfa

Année universitaire : 2021/2022

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

(وَأَوْحَىٰ رَبُّكَ إِلَى النَّحْلِ أَنِ اتَّخِذِي مِنَ الْجِبَالِ بُيُوتًا وَمِنَ الشَّجَرِ وَمِمَّا يَعْرِشُونَ ثُمَّ كُلِي مِن كُلِّ الثَّمَرَاتِ فَاسْلُكِي سُبُلَ رَبِّكِ ذُلًّا يَخْرُجُ مِنْ بُطُونِهَا شَرَابٌ مُّخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ فِيهِ شِفَاءٌ لِلنَّاسِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ)

الآيتان 68-69 من سورة النحل

قال الرسول صلى الله عليه وسلم: " عليكم بأخذ الشفانين القرآن الكريم والعسل "

حديث شريف

Remerciements

Nous tenons en premier à remercier dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté, l'amour du savoir et surtout la patience pour pouvoir produire ce modeste travail.

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au plusieurs personnes à qui nous voudrions témoigner toute notre gratitude.

Nous tenons remercier notre promotrice **Mme. NAAS O.** pour son aide, ses orientations judicieuses, ses qualités d'ordre et d'efficacité et pour l'élaboration de ce travail.

Nous remercions chaleureusement **Mme. Mékious S.** qui nous a été d'une grande aide et pour sa grande collaboration lors de la réalisation de ce travail.

Nos profonds remerciements vont aux membres du jury Mr LAHRECH M.B. et Mme BENMOUEFEKI F.Z.

Au personnel du laboratoire de PFE et physico-chimique de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université Ziane Achour -Djelfa et à tous les gens qui nous ont donnée l'aide de prés et de loin.

Dédicaces

Avant tous je remercie mon Dieu qui m'a donnée la volonté de continuer mes études et faire ce modeste travail.

Je le dédie :

A mon père l'aide qu'il m'a accordé durant mes études et ses encouragements , merci pour ta patience . A mon bouclier dans lequel je me suis réfugié , Que Dieu lui accorde le bien-être et bénisse son âge.

à Ma tres chère maman la plus gentille des femmes , qui m'a encouragée, et qui m'a entourée d'amour, aucun mot ne peut exprimer ta valeur pour moi , Que Dieu lui accorde le bien-être et me bénisse à son âge .

A mes chers frères : Imad , Chihab ,Segheir Mosleh eddin .

A mes grands-mères , rahimahom Allah .

A mes amis : Chaima , Soumaia , Achoura .

Maroua

Dédicaces

Tout d'abord, louange à Dieu qui m'a permis d'apprécier cette étape de ma vie universitaire

A mon soutien et à mon honneur, mon père, grâce à qui j'ai trouvé ma voie, et à ma chère mère, pour qui j'ai des sentiments d'appréciation et de respect, que Dieu me les garde.

A mes amis en particulier : Marwa ,Sarah ,Somaia ,Hamida

À l'honorable famille, en particulier : Saad , Hanan ,chaima ,Rehab, Aya ,Wissam

A tous ceux qui me connaissent et à tous les étudiants spécialisés en alimentation et
contrôle qualité 2022/2021

Chaima

Liste des abréviations

% : Pourcentage

ml : Millilitre

C° : Degré Celsius

CE : Conductivité électrique

d : Densité

HMF : Hydroxyméthylfurfural

PH : Potentiel d'hydrogène

AL : Acidite libre

g : Gramme

mg : Milligramme

Abs : Absorbance

kg : Kilogramme

meq : Milliequivalent

mS : Milli siemens

μS : Microsiemens

cm : Centimetre

T° : Temperature

E : Echantillon

N° : Numero

UE : Union Europeene

IR : Indice de refraction

Max : Maximum

Min : Minimum

Mn : Minute

Liste des tableaux

Tableau 1: Normes relatives à la qualité du miel.	9
Tableau 2: Présentation des miels étudiés.	22

Liste des figures

Figure 1: Composition moyenne du miel.	5
Figure 2: Extracteur centrifuge à moteur électrique.	16
Figure 3: Miel semence en réserve,	18
Figure 4: Echantillons des miels étudiés.	22
Figure 5: Protocole expérimental.	23
Figure 6: pH-metre type HANNA	25
Figure 7: Mesure de l'acidité libre.	26
Figure 8: conductimètre type ADWA	27
Figure 9 : Réfractomètre.....	28
Figure 10 : balance	29
Figure 11: Spectrophotomètre type BECKMAN	29
Figure 12: teneur en eau des miels analysés.....	31
Figure 13: pH des miels analysés.	32
Figure 14: l'acidité libre des miels analysés	34
Figure 15: La conductivité électrique des miels analysés (mS/cm-1).....	35
Figure 16: valeurs de Degré de Brix.....	36
Figure 17: la densité (g / ml)	37
Figure 18 : valeurs de L'absorbance à 575 nm	38

Table des matières

Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures.....	
Introduction générale:.....	1

Chapitre I

Recherche bibliographiques

I.1. Définition de miel	3
I.2. Origine du miel	3
I.2.1. Nectar	3
I.2.2. Pollen.....	3
I.2.3. Miellat.....	3
I.2.4. Autres origines du miel	4
I.3. Les types des miels.....	4
I.3-1-Les miels mono floraux (uni floraux).....	4
I.3-2-Les miels multi floraux (multi-floraux).....	4
I.4. Composition du miel	5
I.4.1. Composants majeurs.....	5
I.4.1.1. Eau	5
I.4.1.2. Glucides	6
I.4.2. Composants mineurs	6
I.4.2.1. Acides aminés et protéines.....	6
I.4.2.2. Sels minéraux.....	6
I.4.2.3. Composés phénoliques.....	7
I.4.2.4. Acides organiques.....	7
I.4.2.5. Enzymes	7
I.4.2.6. Pollen	7
I.4.3. Autres éléments présents	8

I.5.Caractéristiques physico-chimiques	8
I.5.1- Densité.....	8
I.5. 2- Viscosité.....	8
I.5. 3- Activité de l'eau	9
I.5.4- pH.....	10
I.5. 6- Conductivité électrique	10
I.5.8- hydroxyméthylfurfural (HMF).....	10
I.6. Les propriétés organoleptiques :	10
I.6.1.Couleur	10
I.6.2.Odeur	11
I.6.3.Texture.....	11
I.6.4.Gout et Arôme	11
I.7. Les propriétés biologiques.	12
I.7.1. La valeur alimentaire et diététique	12
I.7.2. Propriétés thérapeutiques.....	12
I.7.3. Propriétés antioxydantes.....	13
I.7. 4. Propriétés antimicrobiennes	13
I.8. Technologie du miel.....	14
I.8.1. Récolte du miel.....	14
I.8.1.1.Enlèvement des cadres	15
I.8.1.2. Extraction de miel :.....	15
I.8.1.3. Maturation du miel	16
I.8.2. Conditionnement du miel :	17
I.8.3. Pasteurisation du miel :	17
I.8.4. Contrôle de la cristallisation :.....	17
I.8.5. Emballage et étiquetage :.....	18
I.8.6. Principales transformations physiques et chimiques du miel :.....	19

I.8.6.1. Cristallisation	19
--------------------------------	----

Chapitre II

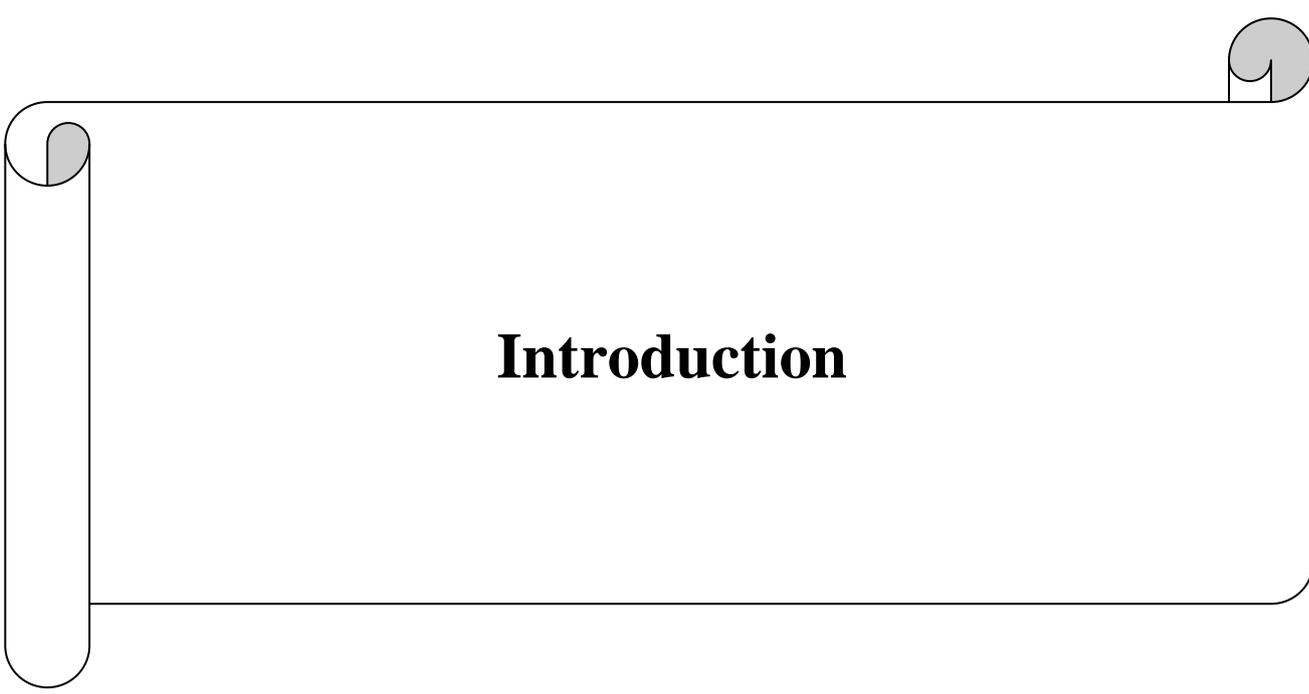
Matériel et Méthodes

II.1 . Objectif expérimental :	21
II.2. Présentation des échantillons du miel :.....	21
II.3. Protocole expérimental :.....	23
II.4. Analyse physico-chimiques:	24
II.4.1. Teneur en eau des miels :.....	24
II.4.2. pH et l'acidité libre :.....	24
II.4.3 . Mesure de la conductivité électrique :	27
II.4.4. Degré de Brix :.....	27
II.4.5 . Densité :	28
II.4.6 . L'absorbance :.....	29

Chapitre III

Résultats et discussions

III.1. Résultat et discussions :.....	31
III.1.1 La teneur en eau :.....	31
III.1.2. pH et l'acidité libre :.....	32
III.1.3. L'acidité libre:	33
III.1.4. La conductivité électrique :.....	35
III.1.5. Degré de Brix :.....	36
III.1.6. La densité :.....	37
III.1.7. L'absorbance :	37
Conclusion.....	40
Référence bibliographique :.....	43
Annexes	53



Introduction

Introduction générale:

Le miel, un produit naturel, est préparé par les abeilles, généralement à partir des fleurs. Sa composition et sa saveur varient principalement en fonction de la source du nectar dont il provient et dans une moindre mesure étendue à certains facteurs externes (**Adebiyi et al., 2004**). Il a toujours été reconnu comme une source d'énergie précieuse.

Ce produit est consommé depuis longtemps en raison de sa valeur nutritionnelle et de ses avantages pour la santé.

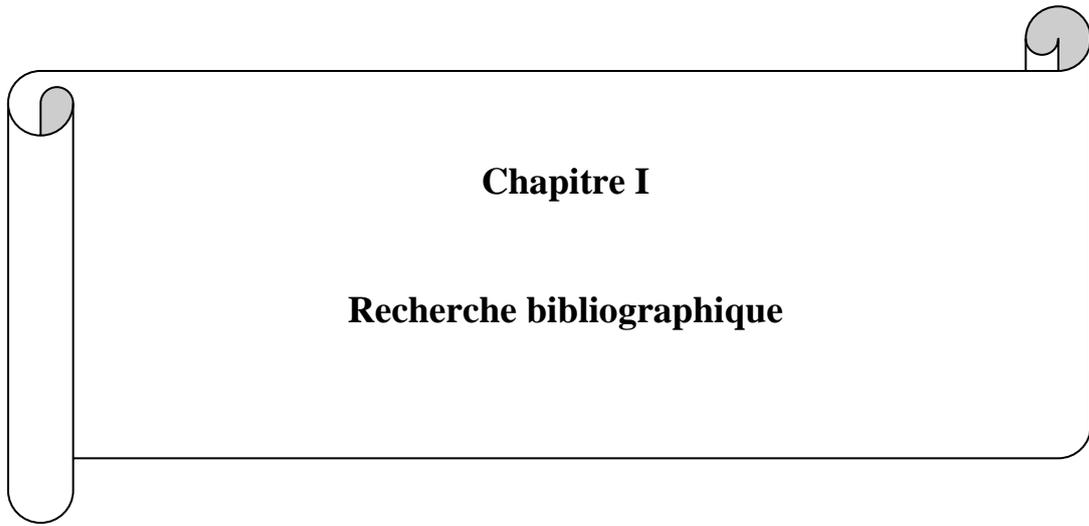
C'est une source riche en sucres facilement disponibles (fructose, glucose, maltose, saccharose) ainsi que de nombreuses autres substances telles que des antioxydants, des minéraux, des protéines et des vitamines (**Boussaid et al., 2018**).

Des analyses sont réalisées afin d'évaluer la qualité des miels, cette dernière est définie par la mise en dégradations du produit, liées au processus de récolte et de conditionnement (réchauffement trop important ; fermentation ; présence de résidus, etc...). Par conséquent, afin de garantir l'authenticité, il est nécessaire d'analyser le miel en détail.

De nombreuses études ont été réalisées sur l'analyse des miels à travers le monde (**Terrab et al., 2002**).

L'origine botanique des miels détermine les plantes mellifères butinées par les abeilles (source d'alimentation). Ces plantes sont identifiées par leurs grains de pollen retrouvés dans le miel. Ainsi, la présence des grains de pollen dans le miel est considérée comme un outil biologique précieux, permettant d'identifier la source végétale (**Braun et al., 2012**).

Dans l'objectif d'une caractérisation qualitative du miel provenant de nos régions ; des analyses physico-chimiques tels que : pH ; teneur en eau ; acidité ; conductivité électrique ; degré de Brix et densité, ont été réalisés sur des types de miel durant cette étude présentée dans ce manuscrit.



I.1. Définition de miel

Selon **Koudegnan et al. (2021)** le miel est un produit naturel par excellence, très abondant en sucres assimilables de différentes sortes, qui contient de l'eau, des minéraux et des enzymes, et dont la composition chimique varie beaucoup en fonction de son origine florale.

I.2. Origine du miel

La fabrication du miel est le fruit du travail des abeilles ; les composantes de base de la nourriture des abeilles sont le nectar, le pollen et le miellat (**Bonté et Desmoulière, 2013**)

I.2.1. Nectar

Le nectar est une exsudation sucrée plus ou moins visqueuse, destinée à attirer les insectes pollinisateurs tels que les abeilles, contient environ 90 % de sucres, les plus courants étant le saccharose, le glucose et le fructose, le nectar contient également des acides organique (acide fumarique, succinique, oxalique, malique...etc.), des protéines, notamment des enzymes, des acides aminés libre, et des composés inorganiques (**Bonté et Desmoulière, 2013**).

I.2.2. Pollen

Les grains de pollen représentent les gamètes mâles chez les plantes supérieures. En moyenne, on trouve dans un grain de pollen : 20 % de protides dont 50 % sont des acides aminés indispensables, 36 % de glucides, 11 % d'eau, 5 % de lipides, et 3 % de sels minéraux (K, Mg, Ca, Fe, Cb...). On trouve également de nombreux pigments (caroténoïdes, rutine) et des vitamines des groupes A, B, C, D, et E. Le pollen constitue la principale source de protéines pour l'abeille (**Lezine, 2011**).

I.2.3. Miellat

Le miellat provient des excréta de différentes espèces de pucerons et autres insectes. Pour se nourrir, ils puisent à l'aide de leur appareil buccal adapté pour perforer, la

sève des tubes criblés, élaborée par les végétaux, riche en matières nutritives, surtout en sucres.

Ce miellat, visqueux ou cristallisé, est léché par les butineuses sur les feuilles. Sa composition diffère de celle du nectar ; il contient par exemple un sucre appelé mélézitose. Le miellat, substance d'origine à la fois végétale et animale, subit de ce fait un double traitement : après avoir transité par l'appareil digestif du puceron, il passe par celui de l'abeille. Autant dire que les transformations biochimiques sont nombreuses et complexes (Marchenay, 1988).

I.2.4. Autres origines du miel

Il existe aussi du « miel de sucre » miel produit par des abeilles nourries à l'aide de sucres et quelquefois de fruits, de cannes à sucre, etc... (Schweitzer, 2004).

I.3. Les types des miels

Il existe nombreuses variétés de miel qui peuvent être classées de façon diverses :

- Le miel varie selon l'origine florale ;
- En fonction de l'origine sécrétoire : miel de nectar et le miel de miellat ;
- Les miels monofloraux et les miels multifloraux.

I.3-1-Les miels mono floraux (uni floraux)

Un miel dit mono floral est issu d'un nectar, ou d'un miellat, collecté par les abeilles sur un végétal unique et particulièrement attractif pour ces insectes. Cette définition stricte n'est vraiment avérée qu'en certains cas particuliers, notamment sur les grandes cultures (Gonnet, 1982). Les miels mono floraux possèdent des caractéristiques palynologiques, physico-chimiques et organoleptiques spécifiques. (Bogdanov et al., 2003).

I.3-2-Les miels multi floraux (multi-floraux)

Les miels multi floraux, ou miel toutes fleurs, souvent classés suivant les lieux de récolte (miel de montagne, de forêt, etc.), ou encore suivant les saisons (miel de printemps ou d'été) (Donadieu, 1984).

I.4. Composition du miel

Le miel renferme plus de 200 substances participant à l'équilibre de notre organisme. La composition du miel varie en fonction de la source florale, de la nature du sol, des conditions météorologiques, de l'abeille elle-même, libre de choisir son bouquet floral, de la présence ou non d'autres insectes (pucerons, cochenilles), de l'environnement et des méthodes de traitement utilisées par l'apiculteur (Figure 1) (Ballot-Flurin, 2010).

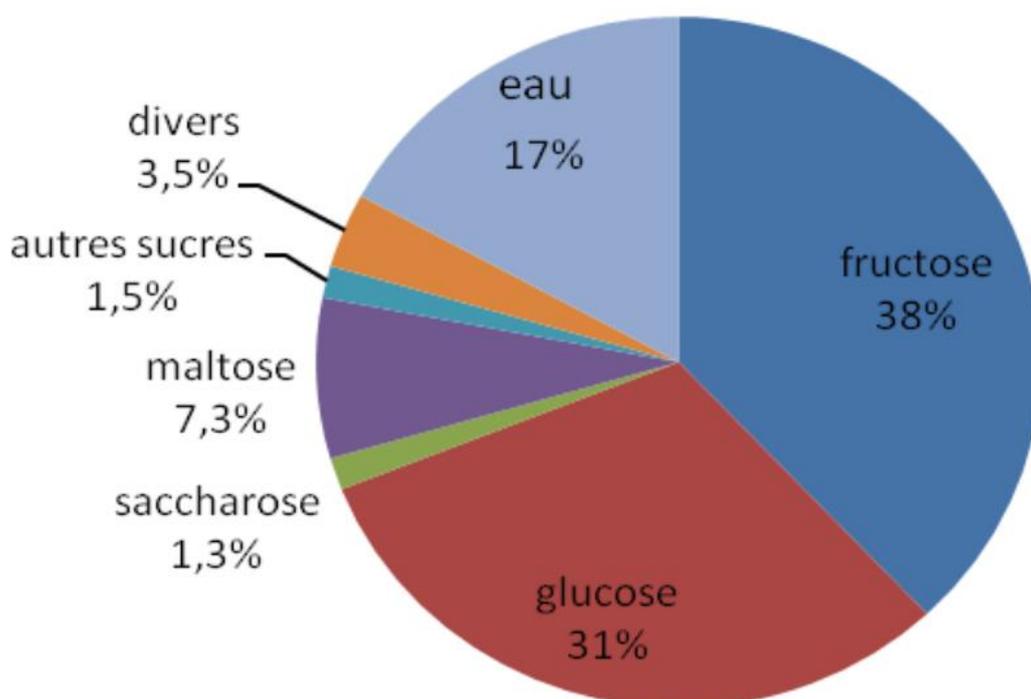


Figure 1: Composition moyenne du miel (Bruneau, 2002).

I.4.1. Composants majeurs

I.4.1.1. Eau

La teneur en eau a un pourcentage optimum de 17 à 18% qui garantira une bonne conservation du miel, plus cette teneur est élevée plus y a risque de fermentation. Elle conditionne son poids spécifique et sa cristallisation. Elle dépend de plusieurs facteurs tels que : les conditions météorologiques lors de la production, de l'humidité dans la ruche, ainsi que des conditions de récolte (BALAS, 2015).

I.4.1.2. Glucides

- ✓ Les glucides constituent les composants les plus importants du miel et ils varient en moyenne de 78 à 80 %. Une vingtaine de glucides différents ont été identifiés dans les miels par chromatographie liquide à haute pression, mais ils ne sont jamais tous présents simultanément. Parmi eux, il existe (**Pham- Délègue, 1999**) :
- ✓ Des monosaccharides : 31 et 38 % en moyenne pour le glucose et fructose respectivement. Ce sont les deux principaux sucres du miel. Ils proviennent en grande partie de l'hydrolyse du saccharose (présent dans le nectar ou le miellat) par l'invertase ;
- ✓ Des disaccharides comme le maltose (7,3 %) et le saccharose (1,3 %) ;
- ✓ Des tris et polysaccharides qui représentent 1,5 à 8 %, parmi eux : l'erlose, le raffinose, le mélézitoze, le kojibiose et le dextrantriose.

I.4.2. Composants mineurs

I.4.2.1. Acides aminés et protéines

Les acides aminés et les protéines sont présents en faible quantité dans le miel (0,26 %) et la teneur en azote est négligeable, de l'ordre de 0,041 %. Il s'agit essentiellement de peptones, d'albumines, de globulines et de nucléoprotéines qui proviennent soit de la plante (nectars, grains de pollen), soit des sécrétions de l'abeille. Il y a également des traces d'acides aminés comme la proline, l'histidine, l'alanine, la glycine et la méthionine (**Rossant, 2011**). La proline est le plus abondant des acides aminés du miel. Sa quantité donne une indication sur la qualité du miel et elle ne doit pas être inférieure à 180 mg/kg (**Meda et al., 2005**).

I.4.2.2. Sels minéraux

Les matières minérales ne sont présentes qu'à un taux d'environ 0,05 % dans les miels, mais sont plus abondantes dans les miels foncés (0,17 %). Les sels de potassium représentent près de la moitié des matières minérales mais le miel contient aussi du calcium, du sodium, du magnésium, du cuivre, du manganèse, du chlore, du soufre, du silicium et du fer (**Clément, 2015**).

I.4.2.3. Composés phénoliques

Les composés phénoliques (flavonoïdes, flavonols,...) proviennent de la propolis, du nectar ou du pollen et sont responsables de la coloration du miel. Les flavonoïdes possèdent des propriétés antioxydantes très intéressantes car ils participent à la neutralisation des radicaux libres de l'organisme.

La quantité et le type de flavonoïdes varient selon la source florale. En règle générale, plus les miels sont foncés, plus ils sont riches en flavonoïdes. Parmi les flavonoïdes retrouvés dans le miel, il y a la pinocembrine, la pinobanskine, la chryisine, la galangine, la quercétine, la lutéoline et le kaempférol (**Lachman *et al.*, 2010**).

I.4.2.4. Acides organiques

La plupart des acides organiques du miel proviennent des nectars des fleurs ou des transformations opérées par l'abeille (0,57 à 1,5 %). C'est l'acide gluconique, dérivé du glucose, qui prédomine (70 à 80 %) (**Rossant, 2011**). Il existe également une vingtaine d'acides organiques comme l'acide : acétique ; citrique ; lactique ; malique ; oxalique ; butyrique ; pyroglutamique et succinique (**Hoyet, 2005**).

I.4.2.5. Enzymes

Les principales enzymes du miel sont : les α et β amylases et la saccharase. Elles facilitent la digestion des aliments. Elles sont de deux origines : végétale et animale, le nectar contient des enzymes produites par les nectaires de la plante, les abeilles y ajoutent des enzymes de leurs glandes salivaires. Ces enzymes sont détruites par la chaleur, et leur présence ou leur absence peut servir d'indication de surchauffage du miel (**Rossant, 2011**).

I.4.2.6. Pollen

L'abeille récolte le pollen pour ses propres besoins tels que l'alimentation des larves, leur permettant la prolongation de leur durée de vie et favorise le développement du couvain. Il est introduit involontairement dans le miel par les abeilles qui le porte sur leurs fourrures, leurs pièces buccales et sur leurs pattes. L'origine botanique du miel peut être identifiée par une observation microscopique des grains de pollen (**Nair, 2014**).

I.4.3. Autres éléments présents

- Les vitamines sont peu nombreuses et en très faible quantité. Elles appartiennent au groupe C, très rarement aux groupes A, D et K lorsque les nectars en contiennent et, plus souvent, au groupe B que renferme le pollen (thiamine, biotine, acide folique,...) (Clément, 2015).
- De très faible quantité de lipides ont été isolés à partir du miel, principalement l'acide palmitique et oléique et très peu d'acide laurique, myristoléique, stéarique et linoléique (Nair, 2014).
- Le miel renferme des substances aromatiques qui sont à l'origine de l'arôme. Ce sont des mélanges de plusieurs dizaines de composés, alcools, cétones, acides et aldéhydes (Lachman *et al.*, 2010).

I.5. Caractéristiques physico-chimiques

I.5.1- Densité

Selon Bogdanov *et al.* (2003), le miel a une densité plutôt importante qui varie entre 1,40 et 1,45 g/cm³. C'est une information très utile qui peut être employée pour évaluer la teneur en eau des miels. On peut ainsi admettre une valeur moyenne de 1,4225 à 20°C (Emmanuelle *et al.*, 1996).

I.5. 2- Viscosité

Selon Donadieu (2014) la viscosité du miel est essentiellement déterminée par sa teneur en eau, sa structure chimique et la température à laquelle il est préservé.

Les sucres du miel sont susceptibles de cristalliser partiellement sous l'influence de certains facteurs (température (température, agitation, composition chimique), entraînant alors une modification totale de son aspect son apparence mais sans rien modifier à sa composition.

I.5. 3- Activité de l'eau

L'activité de l'eau (et non la teneur en eau) est le principal élément qui permet de déterminer la durée de validité d'une denrée alimentaires (*Ruegg et al., 1981*). Les indices aw des miels oscillent entre 0,55 et 0,75.

Les miels dont l'aw est $< 0,60$ peuvent être considérés microbiologiquement comme étant stables. Bien que le taux d'activité de l'eau soit un facteur de qualité important, il est rarement déterminé (*Bogdanov et al., 2003*).

Tableau 1: 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	3,5 à 4

I.5.4- pH

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

I.5. 6- Conductivité électrique

La conductivité électrique s'exprime en micro siemens/cm. La mise en évidence de la conductivité permet d'avoir très vite une idée sur la concentration de sels fondus dans l'eau. Une conductivité élevée indique soit un pH anormal, soit, plus souvent, une salinité élevée (**Rodier, 1996**).

5. 7- Indice de réfraction

Elle est également inversement liée à la teneur en eau du miel. Cette caractéristique est employée pour mesurer la teneur en eau d'un miel. (**Bogdanov, 2002 et Rossant, 2011**).

I.5.8- hydroxyméthylfurfural (HMF)

Ce facteur est employé pour contrôler la fraîcheur du miel parce qu'il reflète son âge et indique si le miel est en bon état ; reflète son âge et indique si le miel a subi un traitement thermique ou non. S'il est ≤ 60 mg/kg, alors il a subi ce traitement (**Oddo et al., 1999**).

I.6. Les propriétés organoleptiques :

Le terme organoleptique représente toutes les descriptions des caractéristiques physiques en général du miel, telles qu'elles sont perçues par nos sens : gout, texture, odeur et couleur (**Xavier, 2018**).

I.6.1.Couleur

La couleur du miel est l'un des facteurs qui détermine son prix sur le marché mondial et son acceptabilité par le consommateur (**Lynn et al., 1936**). Le miel foncé a

généralement un goût plus prononcé et sa teneur en sels minéraux est élevée ; le miel clair a une saveur plus délicate (**Bradbear, 2005**).

Les pigments responsables de la coloration des miels sont principalement les caroténoïdes et les flavonoïdes (**Irina et al., 2010**). La quantité et le type de flavonoïdes varient selon la source florale et la couleur des miels dépend de son origine botanique (**Moniruzzaman et al., 2013**).

I.6.2.Odeur

L'odeur du miel est variable et dépend des fleurs (**Blanc, 2010**). En général, le miel a une odeur très appréciée par les consommateurs à l'exception de quelques-uns qui dégagent une odeur peu appréciable (miel amer ou naturellement acide). La plante mellifère dominante confère au miel une odeur qui lui est spécifique. En principe, cette odeur permettrait de reconnaître l'origine botanique du miel (**Mahouachi, 2008**).

I.6.3.Texture

La texture est largement tributaire de la provenance du nectar, elle influence l'expérience gustative qui suivra et représente un trait caractéristique du miel. Celui-ci peut-être liquide, crémeux, visqueux ou même granuleux (**François, 2017**).

I.6.4.Gout et Arôme

Le goût et l'arôme varient et dépendent de l'origine végétale (**Lequet, 2010**). En général le miel mono floral a une valeur plus que le miel mélangé car il offre un choix de caractéristique de goût et de qualité distinctes (**Mehryar, 2011 et Zhoo, 2014**).

Chaque miel uni floral à un arôme distinct en raison de composés volatils spécifiques pouvant être dérivés du nectar floral, sa qualité organoleptique dépend principalement de la source florale d'origine (**Kaskoniene et al., 2010**).

Les différences de propriétés sensorielles du miel uni floral permettent d'établir une relation entre les principales espèces présentes dans les miels et un ou plusieurs composés responsables de l'arôme du miel et d'autres composés volatils identifiés par analyse chimique (**Piasenzotto et al., 2003 ; Bogdanov et al., 2004, 2005 et Manyi-Loh et al., 2011**).

Les miels monofloraux développent des propriétés organoleptiques, microscopiques et physico-chimiques typiques, découlant des caractéristiques spécifiques des fleurs ou plantes Correspondantes (**Bogdanov et al., 2008**).

I.7. Les propriétés biologiques.

I.7.1. La valeur alimentaire et diététique

Le miel est un aliment glucidique à haute valeur énergétique (320 calories par 100 g ou 13400 joules / kg) il est composé essentiellement d'un couple d'hexoses :

- ✓ le glucose, qui est assimilé directement ;
- ✓ le fructose, qui est assimilé après une légère transformation.

Il présente aussi l'avantage de contenir des sels minéraux ainsi que des substances aromatiques qui rendent sa consommation plus agréable. Le miel est un aliment très favorable à la croissance des jeunes enfants (**Prost, 2005**), et il est adapté aux personnes âgées ainsi qu'aux sportifs.

De par sa richesse en éléments biologiques, le miel peut être introduit dans certains régimes alimentaires mais il n'est pas considéré comme un aliment complet car il est pauvre en protides, en lipides, et en vitamines (**Blasa et al, 2006**)

I.7.2. Propriétés thérapeutiques

Le miel est considéré comme étant l'un des éléments les plus importants de la médecine traditionnelle. Les constituants mineurs du miel lui confèrent des propriétés médicinales indéniables (Par exemple, les flavonoïdes améliorent la circulation veineuse).

➤ Administré par la voie buccale :

- ✓ Le miel peut guérir ou soulager les troubles intestinaux, les ulcères d'estomac, l'insomnie, les maux de gorge, certaines affections cardiaques, etc. ;
- ✓ Il augmente la teneur du sang en hémoglobine et la vigueur musculaire ;

- ✓ Le miel facilite la rétention du calcium, il active l'ossification et la sortie des dents et il est légèrement laxatif.

➤ **En usage externe :**

Il active la guérison des brûleurs, des plaies et des affections rhinopharyngées (en instillation) grâce à une inhibine et à des substances provenant des plantes butinées qui lui communiquent des propriétés antibactériennes.

L'élément essentiel de cette activité antibiotique du miel, une enzyme, la glucoxydase, provoque un dégagement d'eau oxygénée. Il est prouvé qu'il favorise la cicatrisation des plaies. Certains hôpitaux l'utilisent dans ce domaine en France et dans d'autres pays (**Prost, 2005**).

I.7.3. Propriétés antioxydantes

Les antioxydants sont des substances présentes à faible concentration dans le miel, qui sont capables de supprimer, retarder ou empêcher les processus d'oxydations et ses conséquences (**Viuda-Maros et al., 2008 et Ferreira et al., 2009**). Vu son caractère antioxydant le miel est utilisé en agroalimentaire (**Bogdanov et al., 2006**).

Le mécanisme protecteur antioxydant du miel utilise à la fois les enzymes telles que la catalase et la peroxydase, les acides phénoliques, les flavonoïdes et la proline (**Meda et al., 2005**). Toutefois, les composés phénoliques sont les plus importants dans cette activité.

En règle générale, les miels foncés et les miels ayant une forte teneur en eau ont une capacité antioxydante plus grande que celle des autres miels. De plus, l'activité antioxydante des miels est très variable d'un miel à un autre, et elle dépend essentiellement de son origine botanique (**Rossant, 2011**).

I.7.4. Propriétés antimicrobiennes

L'activité antibactérienne du miel est principalement due à sa forte teneur en sucres et une très faible teneur en eau. Ce facteur empêche la prolifération bactérienne ; l'hyperosmolarité du miel contribue à extraire l'eau contenue dans les œdèmes mais également dans les bactéries ce qui a pour conséquence leur déshydratation et leur élimination (**Irlande, 2010**).

Le miel peut également contenir des substances antimicrobiennes telles que la défensine-1 et le méthylglyoxal (**Bonté et Desmoulière, 2013**).

La variation de cette activité antibactérienne dépend de (**Fanny, 2012**) :

- La concentration en miel ;
- Son origine florale et son acidité ;
- La quantité de peroxyde d'hydrogène produite ;
- L'action de la catalase ;
- La chaleur qui détruit l'activité du miel (même s'il paraît stable pour des températures inférieures à 40°) ;
- La durée de conservation (qui peut aller jusqu'à 2 ans) ;
- La lumière, et surtout la lumière directe du soleil.

I.8. Technologie du miel

Les problèmes de technologie commencent à se poser dès la récolte du miel. Viennent ensuite la maturation, l'ajustement de la teneur en eau, la refonte, la pasteurisation, la cristallisation dirigée, le conditionnement et la conservation (**Louveaux, 1968**).

I.8.1. Récolte du miel

D'après **Donadieu (1984)**, la récolte de miel par l'apiculteur a lieu en général après une miellée (qui correspond à la période de production de nectar par la flore susceptible d'en fournir) et lorsque les 3/4 des alvéoles des rayons de cire sont operculés.

C'est ainsi que, le miel est récolté entre les mois d'avril et de novembre, en une ou plusieurs fois, La première récolte ne débute habituellement qu'à la fin du mois de mai.

I.8.1.1. Enlèvement des cadres

L'apiculteur retire les cadres de miel, après avoir chassé les abeilles par enfumage, il transporte les hausses dans la miellerie et enlève les opercules à l'aide d'un couteau à désoperculer (**Huchet et al., 1996**).

I.8.1.2. Extraction de miel :

a. Désoperculation :

C'est l'enlèvement des opercules. Avec ou sans passage à l'étuve, la désoperculation se pratique dans une pièce tiède et bien fermer (**Jean-prost et al., 2005**).

Selon **Donadieu (1984)**, il y a deux procédés de désoperculassions :

- soit à la main avec un couteau, un rabot ou une herse à désoperculer ;
- soit mécaniquement grâce à des machines spéciales conçues pour cette opération.

b. Extraction :

Biri (1999), signale que l'extraction doit être exécutée avec un extracteur, c'est à dire un récipient en général cylindrique revêtu d'acier inoxydable, qui permet d'extraire le miel des rayons par la force centrifuge sans que ceux-ci soient endommagés. (figure 02)



Figure 2: Extracteur centrifuge à moteur électrique (Jean-prost et al., 2005).

c. Filtration :

Selon **Louveaux (1985)**, Les filtres couramment utilisés en apiculture sont de simples tamis à maille de 0,1 mm. Leur efficacité est suffisante pour éliminer du miel les déchets de cire et les grosses impuretés. L'installation des filtres ne se justifie que sur des circuits de conditionnement industriels.

I.8.1.3. Maturation du miel

L'extraction centrifuge ne fournit pas directement un miel prêt à la mise en pots. Pour obtenir un miel commercialisable il est indispensable de l'épurer (**Louveaux, 1985**).

Selon **Jean-prost et al., (2005)**, la maturation signifie épuration, quand il s'agit du miel. Elle est une simple décantation dans un récipient où le miel abandonne ces impuretés (débris de cire, amas de pollen), ainsi que les bulles d'air incorporées pendant l'extraction.

D'après **Louveaux (1985)**, la meilleure façon d'épurer le miel est encore de le laisser reposer pendant quelques jours dans un récipient appelé maturateur. **Donadieu (1984)** signale que la maturation dure 2 à 8 jours.

I.8.2. Conditionnement du miel :

Du maturateur, le miel est coulé directement dans les récipients de vente. Le miel doit être mis à l'abri de l'air et de l'humidité ceci afin d'éviter certaine dénaturation et surtout des fermentations, d'où la nécessité de récipients bien remplis et hermétiquement fermés (**Donadieu, 1985**).

D'après **Huchet (1996)**, le miel est gardé dans des locaux frais où la température ne dépasse pas 20°C. Si le miel à stocker présente un risque de fermentation, il faudra impérativement le pasteuriser ou le conserver à une température de 4 à 5°C.

I.8.3. Pasteurisation du miel :

La pasteurisation consiste à porter le miel à l'abri de l'air, à une température de l'ordre de 78°C pendant 6 à 7 minutes, puis le refroidir rapidement. L'appareillage comporte principalement des plaques chauffantes parallèles entre lesquelles le miel va circuler en lames minces (**Jean-prost et al., 2005**).

Le miel pasteurisé est à l'abri des fermentations puisque les levures ont été détruites, et il se conservera à l'état liquide pendant au moins six mois, le temps nécessaire pour qu'il ait été consommé (**Louveaux, 1985**).

Jean-prost et al. (2005) mentionne que la pasteurisation peut augmenter très sensiblement la couleur et le taux de l'HMF, qu'il caractérise les miels chauffés et vieux.

I.8.4. Contrôle de la cristallisation :

Pour obtenir une cristallisation fine et homogène, on procède à un ensemencement du miel après pasteurisation et refroidissement complet. On mélange intimement au moyen d'appareils spéciaux un miel à cristallisation très fine avec le miel à faire cristalliser. On utilise environ 10 % de semence. Les cristaux ajoutés au miel servent d'amorce et, en quelques jours, à la température de 14 °C, la plus favorable à la croissance des cristaux, tout le miel est cristallisé dans le système souhaité (**Louveaux, 1985 et Bogdanov, 1999**) voir figure ci-dessous.



Figure 3: Miel semence en réserve, (Maurice, 2006)

I.8.5. Emballage et étiquetage :

Les récipients doivent être étanches à l'eau et à l'air pour éviter toute pénétration d'humidité dans le miel. Pour les emballages de consommation, les pots en verre, mais aussi ceux en plastique (qualité alimentaire) et en fer blanc conviennent. Quant aux boîtes en paraffine, elles ne sont étanches ni à l'eau ni à l'air et sont en conséquence inutilisables pour le stockage du miel. Selon la loi sur les denrées alimentaires, elles sont même interdites (car la paraffine contient des substances toxiques qui peuvent migrer dans le miel) et ne pourront plus être utilisées une fois la période de transition est écoulée **(Bogdanov, 1999)**.

Légalement, l'étiquette doit fournir les indications suivantes **(Guerriat, 1996)**:

- Le nom et l'adresse de l'apiculteur ;
- L'appellation du miel ou une autre appellation légale ;
- Le poids du miel contenu dans le récipient.

En outre, l'apiculteur valorise d'autant mieux son produit qu'il mentionne aussi le résultat d'une analyse de laboratoire (espèces butinées, consistance...) et une région de production **(Bogdanov, 1999)**.

I.8.6. Principales transformations physiques et chimiques du miel :

I.8.6.1. Cristallisation

Selon **Huchet et al. (1996)** la cristallisation des miels est un phénomène très important car c'est de lui que dépend en partie la qualité du miel . La cristallisation dépend des facteurs suivants:

a. Teneur en sucres :

Plus la teneur en glucose est élevée, plus rapide sera la cristallisation du miel, les miels avec plus de 28% de glucose se cristallisent très rapidement, mais aussi, plus la concentration en fructose par rapport à celle du glucose (rapport fructose/glucose) est élevée, plus la cristallisation est lente. En principe, le miel reste liquide au-dessus d'un rapport fructose/glucose proche de 1,3 (**Bogdanov, 1999**).

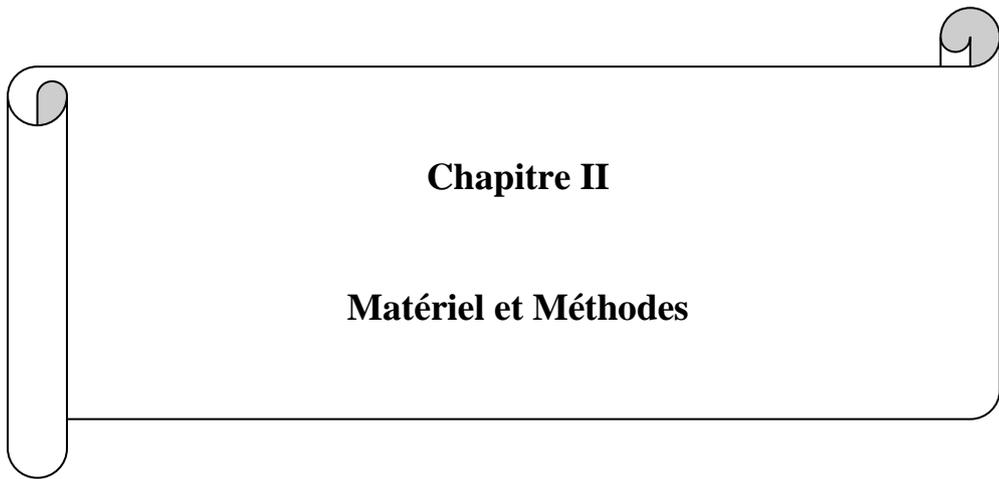
b. Température :

La température optimale pour la cristallisation du miel se situe entre 10 et 18°C. Une température constante de 14°C est idéale pour un miel à teneur en eau moyenne. Les basses températures retardent la croissance des cristaux. Les hautes températures entraînent la dissolution des cristaux qui disparaissent totalement à 78°C (**Huchet et al., 1996 et Bogdanov, 1999b**).

La température idéale pour une bonne conservation du miel doit être comprise entre 12 et 16°C, elle est ralentie à plus basse comme à plus haute température. Mais dans ce dernier cas, la dégradation du miel se caractérise par un taux d'HMF croissant dans le temps (**Djerd, 2008**).

c. Teneur en eau :

Les miels avec une teneur en eau de 15 à 18% ont une bonne cristallisation. Ceux dont la teneur est inférieure ou supérieure se cristallisent plus lentement, ceux au contenu hydrique faible deviennent durs, alors que ceux avec plus de 18% d'eau restent mous (**Bogdanov, 1999**).



Chapitre II

Matériel et Méthodes

II.1 . Objectif expérimental :

Le travail réalisé porte sur l'analyse comparatif des miels ; ces analyse sont des analyses physicochimiques qui sont (La teneur en eau ; le degré brix ; l'absorbance ; la densité ; la conductivité électrique ; le pH et l'acidité libre).

Les analyses ont été réalisés sur une période allant du 22 au 24 mai au niveau du laboratoire de PFE et physico-chimique de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université Ziane Achour -Djelfa.

II.2. Présentation des échantillons du miel :

Les trois échantillons étudiés ont été collecté dans la wilaya de Djelfa (région de Charef), recueillis par des apiculteurs ; le quatrième miel commercial AL-BARAKA (Un produit algérien fabriqué à Oran composé de miel naturel et de glucose) recueillis au niveau des points de vente.

Ces échantillons de miel ont été identifiés par des codes portant les informations suivantes (voir le tableau ci-dessous):

- le numéro de l'échantillon ;
- la date de récolte ;
- type de miel signalé par l'apiculteur ou sur l'étiquette ;
- Région ou lieu de récolte.



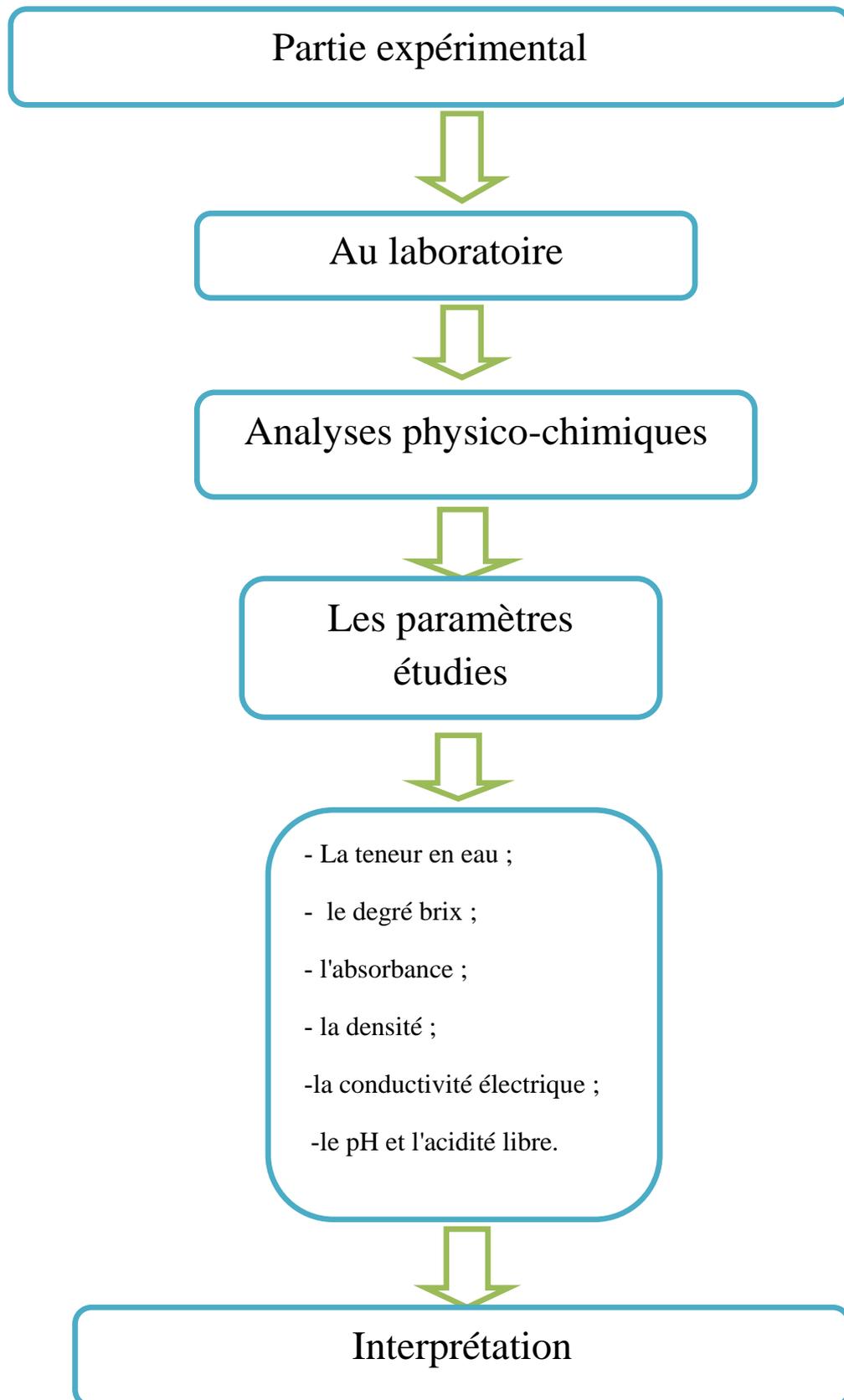
Figure 4: Echantillons des miels étudiés (collecte 2022).

Tableau 2: Présentation des miels étudiés.

	Code	Origine présumée	Provenance géographique	Date de récolte	Poids
Sedra	M1	Sedra	Boulolo charef	06/2021	250g
Harmel	M2	Harmel	Hamam Charef	06 /2021	250g
multi fleurs	M3	cresson ,Tamarix , Retama , camomille	Guorene Charef	05/2022	250g
Commercial	M4	miel naturel et glucose	Oran	10/2021	250g

Nos miels ont été collecté durant la période (2021 /2022).

Les échantillons ont été conservé dans des récipients en verre stériles, dans des conditions de conservation favorables : 4°C ; l'obscurité ; pas d'humidité. Ceci afin d'éviter une éventuelle altération chimique et biologique.

II.3. Protocole expérimental :**Figure 5: Protocole expérimental.**

II.4. Analyses physico-chimiques:

Lors de l'analyse, chaque échantillon est traitée à part, après chaque prélèvement un nettoyage de la spatule avec l'eau distillée est nécessaire pour que chaque miel garde ses propriétés.

II.4.1. Teneur en eau des miels :

La détermination de la teneur en eau s'effectue par réfractomètre à 20°C.

a- Mode opératoire :

Le miel à analyser doit être homogénéisé et parfaitement liquide ; si l'échantillon est cristallisé, on le met dans un flacon fermé hermétiquement et on le place dans l'étuve à 40°C ou dans un bain marie à 50°C, jusqu'à ce que tous les cristaux de sucres soient dissous. Ensuite un refroidissement nécessaire à température ambiante.

On dépose une goutte de miel sur la platine du prisme d'un réfractomètre préalablement étalonné à l'eau distillée, puis on lit les résultats à travers l'oculaire.

b- Expression des résultats :

L'humidité est exprimée en pourcentage massique, avec une précision d'un chiffre après la virgule.

En se rapportant à la table de CHATAWAY, nous obtenons le pourcentage d'eau correspondant à l'indice de réfraction à 20°C.

• Remarque :

Dans un milieu matériel, la vitesse de la lumière ne peut être supérieure à celle possédée dans le vide donc un indice de réfraction est toujours supérieur ou égal à 1.

II.4.2. pH et l'acidité libre :

a- pH :

Le pH est un indice permettant de mesurer l'activité de l'ion d'hydrogène dans une solution de miel. Selon **Gonnet (1982)**, la mesure de pH dans ce cas permet de déterminer l'origine florale.

C'est un facteur qui va contribuer à renforcer ou à ralentir la dégradation naturelle du miel.

Cette mesure se fait à l'aide d'un pH mètre.

c- Procédure :

- Peser dans un petit bécher 5g de miel et le dissoudre dans 10ml d'eau distillée ;
- Rincer l'électrode à l'eau distillée puis sécher la avec du papier joseph ;
- Placer la solution de miel à analyser sous l'agitation magnétique ;
- Plonger l'électrode propre et sèche dans la solution à analyser ;
- Attendre la stabilisation de la valeur du pH ;
- La valeur du pH est directement lue sur l'écran de l'appareil (voir figure 6).



Figure 6: pH-metre type HANNA (originale, 2022)

d- L'acidité libre :**d-1- Procédure :**

- Dissoudre 5g de miel dans 10 ml d'eau distillée dans un bécher ;
- Agiter à l'aide d'un agitateur magnétique ;
- Les électrodes du pH mètre sont immergés dans la solution de miel ;
- Après la lecture du pH, la solution est titrée avec la solution de soude à 0,05 N jusqu'à pH=8,50 ;
- Après la titration de l'échantillon avec NaOH jusqu'à pH=8,5 (voir figure 7);
- Enregistrer le volume de NaOH utilisé ;
- Calculer l'acidité libre en milléquivalents.

L'acidité libre du miel est exprimée en milliéquivalent par kilogramme de miel et déterminée par la formule suivante :

$$AL = (1000 \times NaOH \times V NaOH) / M \text{ miel}$$

1000: le facteur de conversion pour exprimer l'AL par kg de miel

NaOH : concentration de soude déterminée.

V NaOH: Volume de soude en (ml) nécessaire à la neutralisation de la solution de miel

M miel: la masse (g) de miel pesée

- **Préparation de la solution de soude 0.05N:**

Ajouter 2g de NaOH pour 1l d'eau distillée puis fermer et dissoudre par agitation.

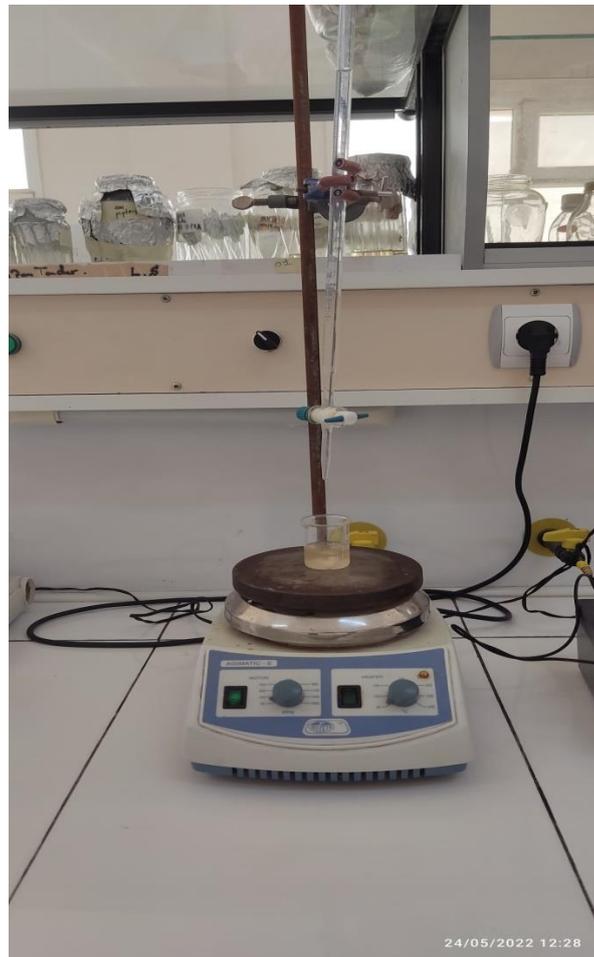


Figure 7: Mesure de l'acidité libre (originale, 2022).

II.4.3 . Mesure de la conductivité électrique :

La conductivité électrique est un bon indicateur de l'origine botanique du miel .

Selon **Gonnet (1982)** , la mesure de la conductivité électrique est utilisée en laboratoire pour caractériser les miel de miellat (riche en matière minérale ionisable) et les miels de nectar.

Cette mesure nécessite une instrumentation peu coûteuse ; elle est très facile et rapide et se détermine par une conductivité mètre à 20°C.

a- Procédure :

- Peser dans un petit bécher 5g de miel, le dissoudre dans un 10ml d'eau distillé ;
- Bien mélanger jusqu'à homogénéisation ;
- Plonger l'électrode du conductimètre dans la solution ;
- Effectuer la lecture de la valeur qui s'affiche à l'écran (voir figure 8).



Figure 8: conductimètre type ADWA (originale ,2022)

II.4.4. Degré de Brix :

La méthode de réfractométrie permet d'évaluer le taux de matière sèche.

La lecture se fait sur une échelle indiquant la teneur en matière sèche ou « brix » qui est parallèle à l'échelle de l'indice d'humidité.

a- Procédure :

- Le brix déterminé grâce à la méthode de la réfractométrie par le Réfractomètre ;

- On règle le réfractomètre à zéro avec l'eau distillé (Le miel à analyser doit être homogénéisé et parfaitement liquide) ;
- On prend une goutte de miel à l'aide d'une spatule, puis la déposer en couche mince sur la platine du prisme (voir figure 9) ;
- Nous lisons le résultat sur l'appareil.

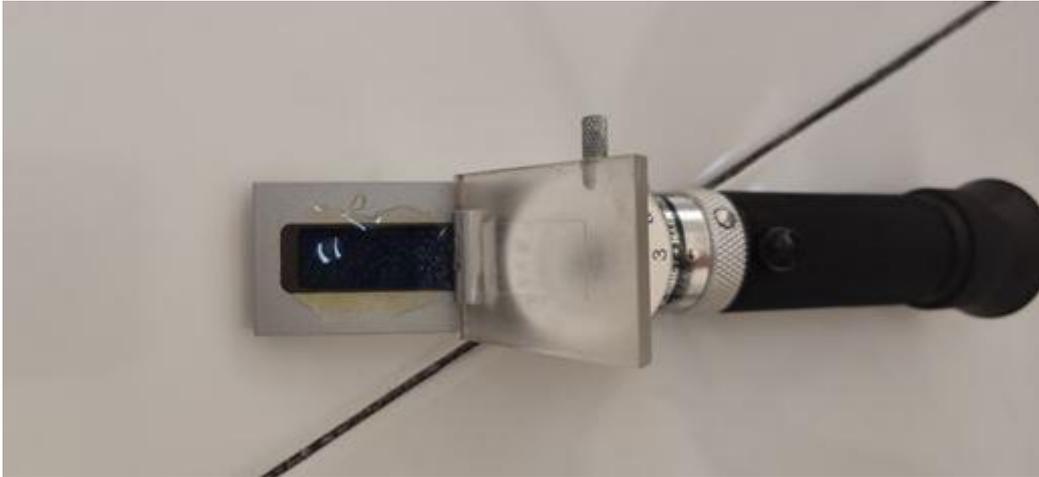


Figure 9 : Réfractomètre

II.4.5 . Densité :

a- Procédure :

Selon la méthode **d'Ouchemoukh et al. (2007)**, la densité est obtenue en calculant le quotient de la masse volumique d'un échantillon de miel (10 ml) et de la même masse volumique d'eau distillée.

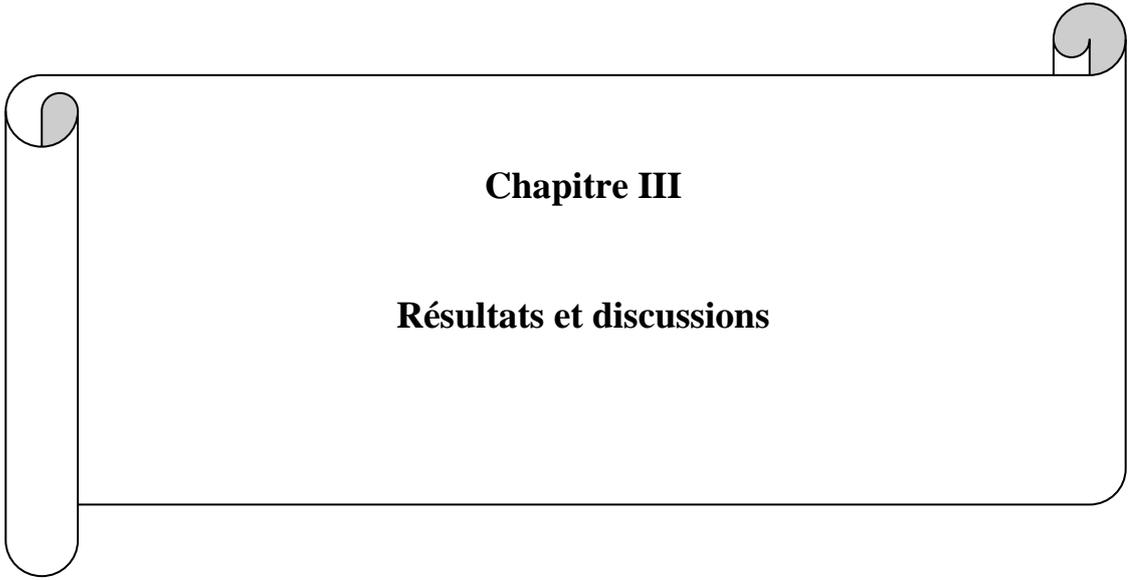
La densité est exprimée par la relation:

$$D=M/M'$$

Où:

M: Masse du volume du miel (g).

M' : Masse de même volume d'eau distillée (g).



Chapitre III

Résultats et discussions

III.1. Résultat et discussions :

III.1.1 La teneur en eau :

C'est une mesure qui nous permet de connaître les conditions de stockage, la fermentation, le climat et les conditions d'extraction du miel.

Aussi, elle est un paramètre important pour l'évaluation du degré de maturité du miel, sa durée de vie et les conditions de sa stabilité dans le temps.

Le graphe ci-après présente les valeurs de la teneur en eau obtenues pour tous les échantillons de miel analysés.

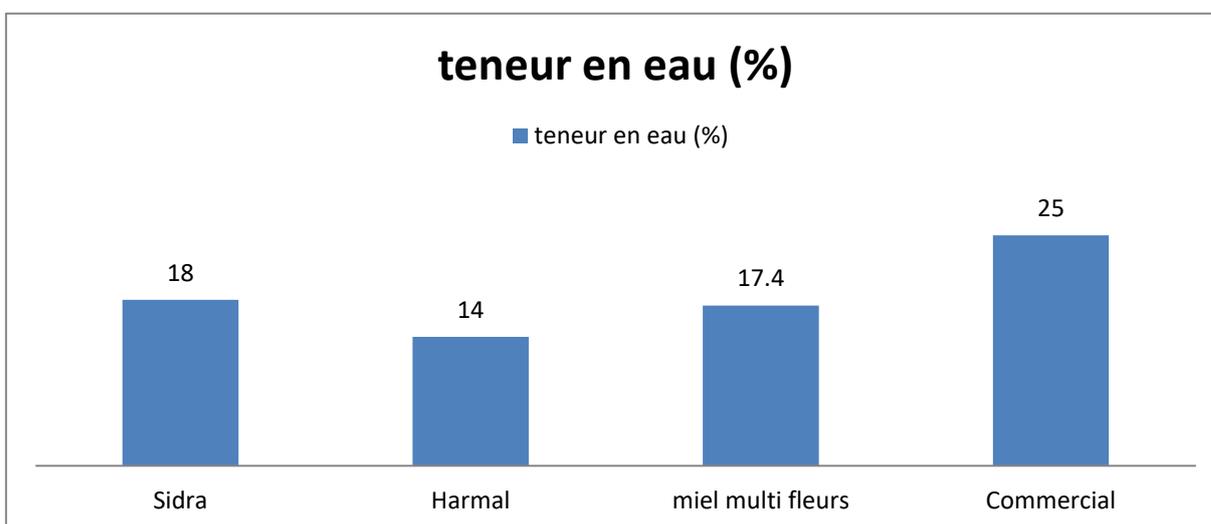


Figure 12: teneur en eau des miels analysés

La figure montre clairement que la teneur en eau oscille entre 14,2 et 25% pour tous les échantillons étudiés, locaux et commercial,

Selon **Chauvin (1968)** les miels commercialisés ont une teneur en eau très variable allant de 14 à 25%.

Selon **Achour et Khali (2014)** la variation de la teneur en eau du miel dépend de plusieurs facteurs : l'origine florale, le climat de la région et de la saison de production du miel.

Selon **Gonnet (1982)** la teneur en eau est une donnée très importante à connaître, car elle conditionne la qualité du miel, en effet seuls les miels dont la teneur en eau est inférieure à 18% sont bons à conserver.

Les miels de notre étude : de Sidra , Harmel et multi fleurs présentent une faible teneur en eau qui leur offre une très bonne conservation .

Les normes de la qualité préconisées par le codex alimentaire et celle de la UE indiquent que la teneur en eau doit être inférieur à 20 % ; Ceci nous laisse dire que tous les échantillons de miel sauf le miel commercial sont conformes aux normes de qualité préconisées relatifs à la teneur en eau.

III.1.2. pH et l'acidité libre :

A- pH :

Les résultats issus de cette analyse nous donnent des indications sur la réaction acide des miel analyses .

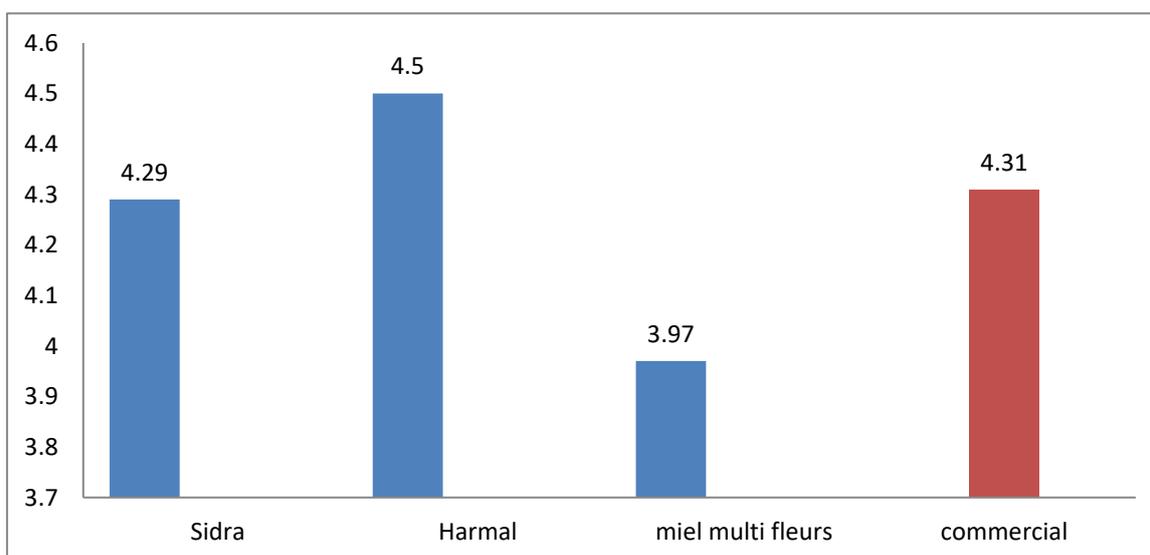


Figure 13: pH des miels analysés.

Le pH des échantillons est compris entre 3,97 et 4,50.

Schweiter (2005) signale que l'origine florale joue un rôle pour la classification des miels ; ainsi un miel de nectar présente un pH acide de 3.50 à 4.50, les miels de meillat ont un pH moins acide avec un pH supérieur à 4.50.

Le pH des miels étudiés est inférieur à 4,5, cela confirme qu'ils sont de nectar.

Mekious et al. (2015) signale que les miels de *Ziziphus lotus* dominante présentent une moyenne de pH plus élevé jusqu'à 5,17.

Gonnet (1986), ajoute qu'un pH faible de l'ordre de 3,50 pour un miel, prédétermine un produit fragile pour la conservation par contre un miel de pH 5 à 5,50 se conservera mieux et plus longtemps.

Le pH des échantillons du miel est important au cours du processus d'extraction, car elle affecte la texture, la stabilité et la durée de vie.

Le pH du miel est suffisamment bas pour ralentir ou empêcher la croissance de nombreuses espèces de bactéries (**Malika et al., 2005**).

Les normes de la qualité préconisées par le **codex Alimentarius** et celle de la **UE** indiquent que le pH doit être de 3,5 à 4,5 pour le miel de nectar et de 5 à 5,50 pour le miel miellat.

Nous pouvons dire à priori que tous les miels étudiés sont acides et sont en conformité avec les normes du **codex alimentarius (2001)**.

III.1.3. L'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.

Les résultats des analyses d'acidité libre sont récapitulés dans la figure suivante :

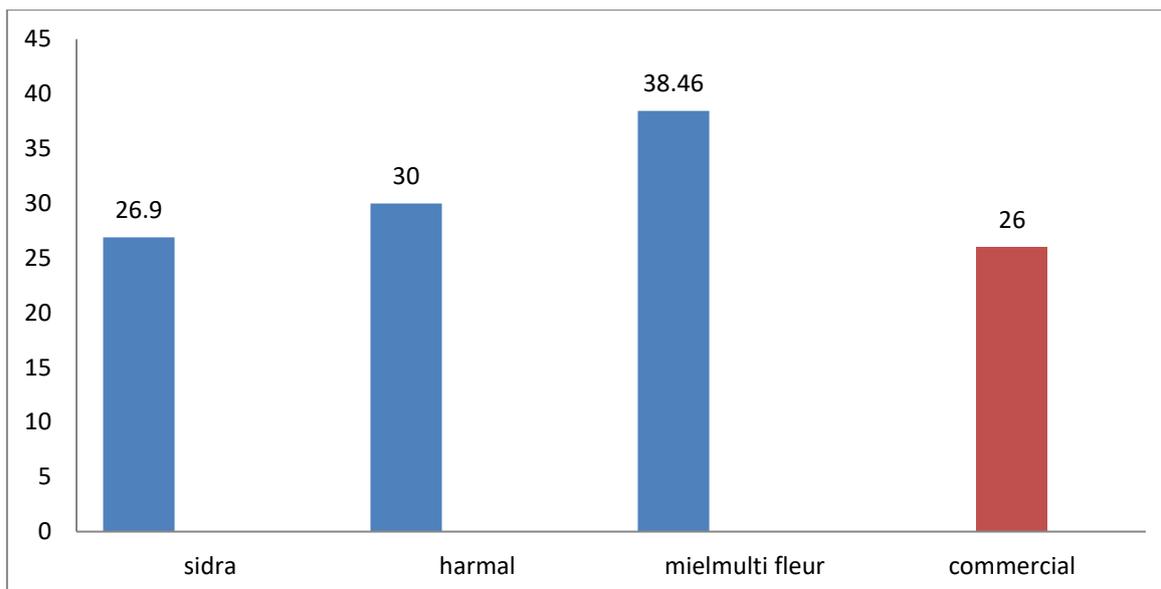


Figure 14: l'acidité libre des miels analysés

Les valeurs de l'acidité des miels analysés varient de 26 à 38,46 meq /kg.

Ces valeurs sont dans l'intervalle trouvé par Mendes et *al.* (1998) où l'acidité libre est entre 12 et 38,7meq/kg)

Le Codex Alimentarius et la directive européenne 2001/110/CE citent une valeur de référence pour l'acidité libre et prescrivent une limite maximale de 50 meq·kg⁻¹ pour les miels de qualité.

Donc nous pouvons dire que pour ce paramètre, tous nos échantillons de miel sont conformes aux normes de qualité préconisées. Cela indique l'absence de fermentations indésirables (**Ajlouni et Sujirapinyokul, 2010 et Fallico et al., 2004**).

Cette acidité provient d'acides organiques dont certains sont libres et d'autres combinés sous forme de lactones (**Bogdanov et al., 2004 et Gomes et al., 2010**).

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 (**Bakchiche et al., 2018**).

III.1.4. La conductivité électrique :

La conductivité électrique représente un bon critère pour la détermination de l'origine botanique de miel. Ce paramètre est très utilisé pour la classification des miels mono floraux (**Bogdanove et al., 2004**).

Les résultats de l'analyse de la conductivité électrique sont récapitulés dans la figure suivante :

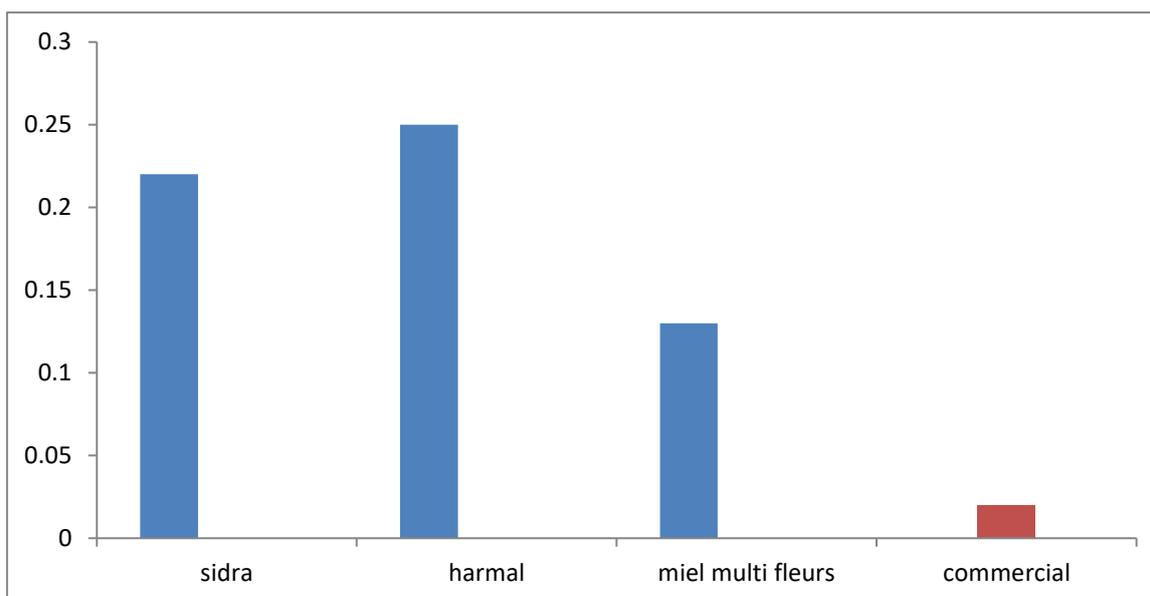


Figure 15: La conductivité électrique des miels analysés (mS/cm-1)

Les valeurs de la conductivité électrique varient de 0,02 mS/cm-1 et de 0,25ms/cm-1.

Mekious et al. (2015) signalent que le miel de *Ziziphus* présente une conductivité électrique qui varie de 0,27 à 0,58 ms/cm-1 .

La directive européenne 2001/110/CE, indique que la conductivité électrique présente des valeurs extrêmement variables suivant le type du miel. En générale, les miels de nectar présentent des valeurs inférieures à 0,80 ms/cm-1 ; les valeurs plus élevées sont généralement associées aux miels de miellat ou aux mélange de nectar et de miellat.

Le miel commercial présent une conductivité de 0,02ms/cm-1 et les miels locaux enregistrent une valeur entre 0,13 à 0,25ms/cm-1. Les échantillons dont la conductivité électrique ne dépassant pas 0,80 ms/cm-1 peuvent être classés comme miels issus de nectar.

Les normes de la qualité préconisées par le codex alimentarius et celle de l'UE indiquent que la conductivité électrique doit être inférieure à 0,80 ms/cm-1 pour les miels de nectar ; pour les miellats ou les mélanges (de miel de nectar et de miel de miellat), elle doit être supérieure à 0,8 ms/cm-1.

Enfin nous pouvons dire que tous les échantillons du miel sont conformes aux normes de qualité.

III.1.5. Degré de Brix :

Le miel est principalement constitué de glucides qui sont exprimés par le degré de brix (Conti *et al.*, 2014).

Les résultats de degré de brix sont récapitulés dans la figure suivante:

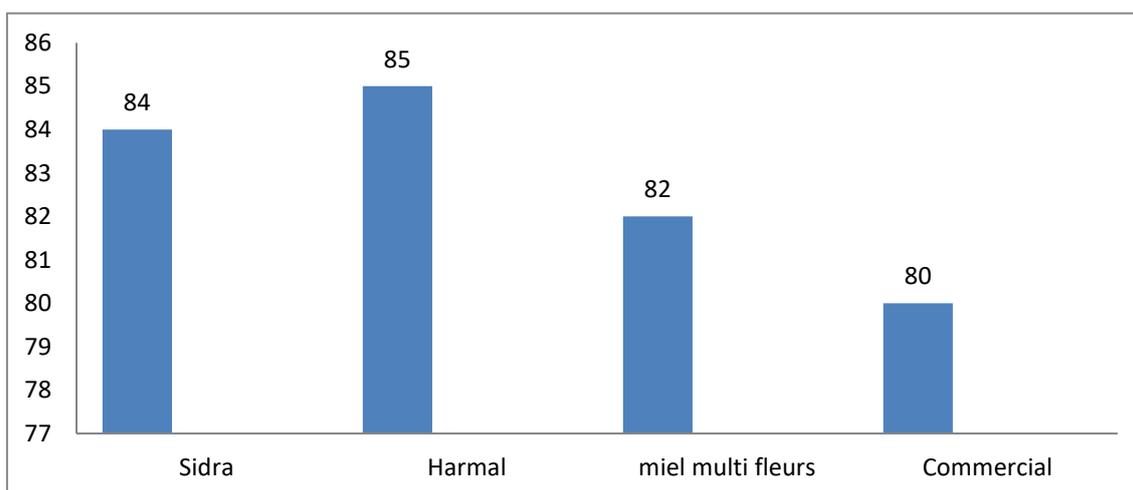


Figure 16: valeurs de Degré de Brix

Les valeurs obtenues pour le degré de Brix sont entre 80% et 85%.

La composition en glucides dans le miel dépend de l'origine botanique des plantes à partir desquelles le miellat ou le nectar a été récolté, de l'environnement, du climat et des conditions de stockage (Ouchemoukh *et al.*, 2012).

Selon les normes recommandées par le **Codex Alimentarius (2001)**, Les valeurs de degré de Brix est supérieur à 65%. Donc nous pouvons dire que tous nos échantillons de miel sont conformes aux normes de qualité préconisées.

III.1.6. La densité :

Selon **Louveaux (1985)**, les variations de la densité des miels proviennent surtout des variations de la teneur en eau ; Plus un miel est riche en eau et moins il est dense.

Les résultats de densité sont récapitulés dans la figure suivante:

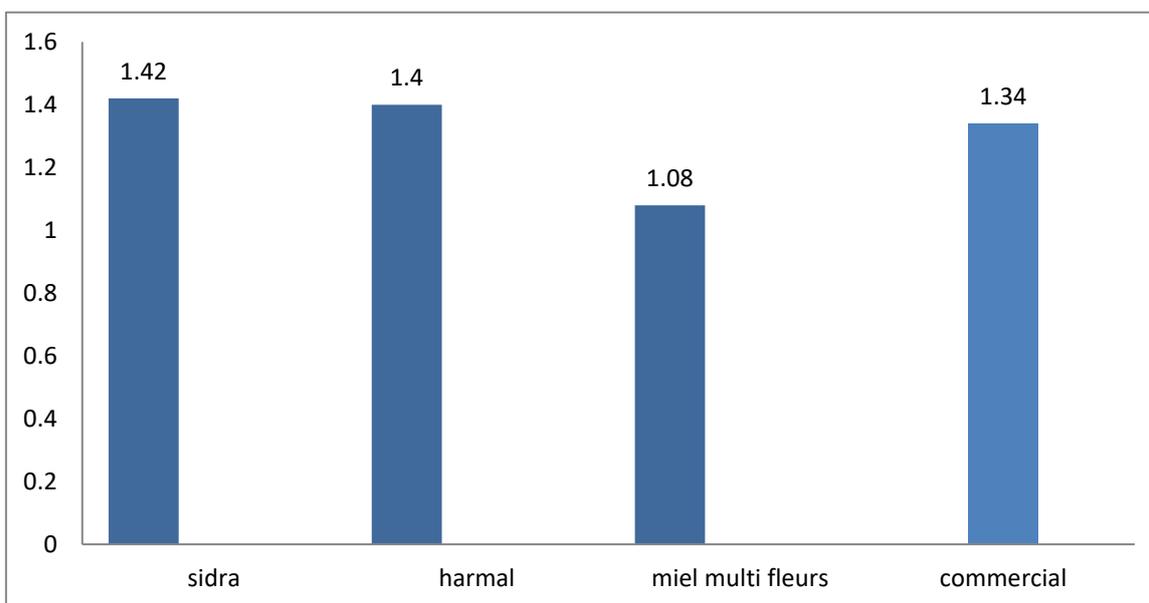


Figure 17: la densité (g / ml)

Les valeurs obtenues pour la densité varient entre 1,08 et 1,42.

D'après **Henni (1997)** cité par **Benrahal (1997)**, la densité des miels algériens varie entre 1,422 1 et 1,4328.

On peut dire que le miel de sedra et de harmal analysés ont un taux de densité conforme aux normes fixées par l'association française de normalisation et qui se trouve entre 1,39 à 1,52.

III.1.7. L'absorbance :

Selon **Aubert et Gonnet (1983)** la couleur des miels dépend aussi de l'origine florale.

Les résultats de l'absorbance sont récapitulés dans la figure suivante:

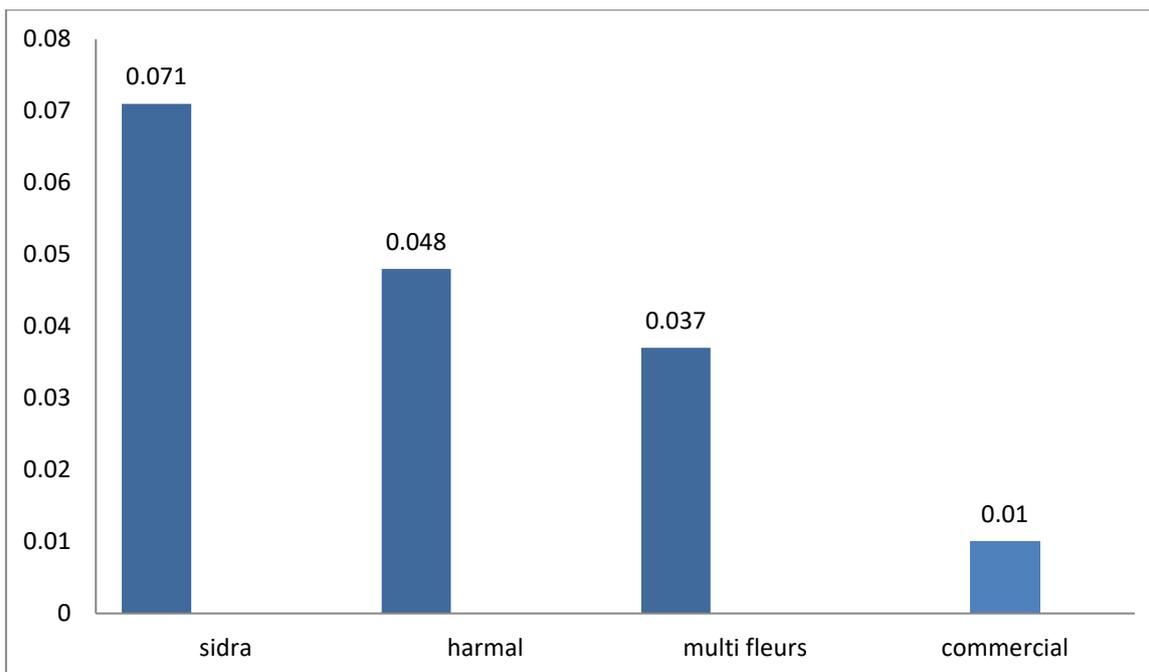
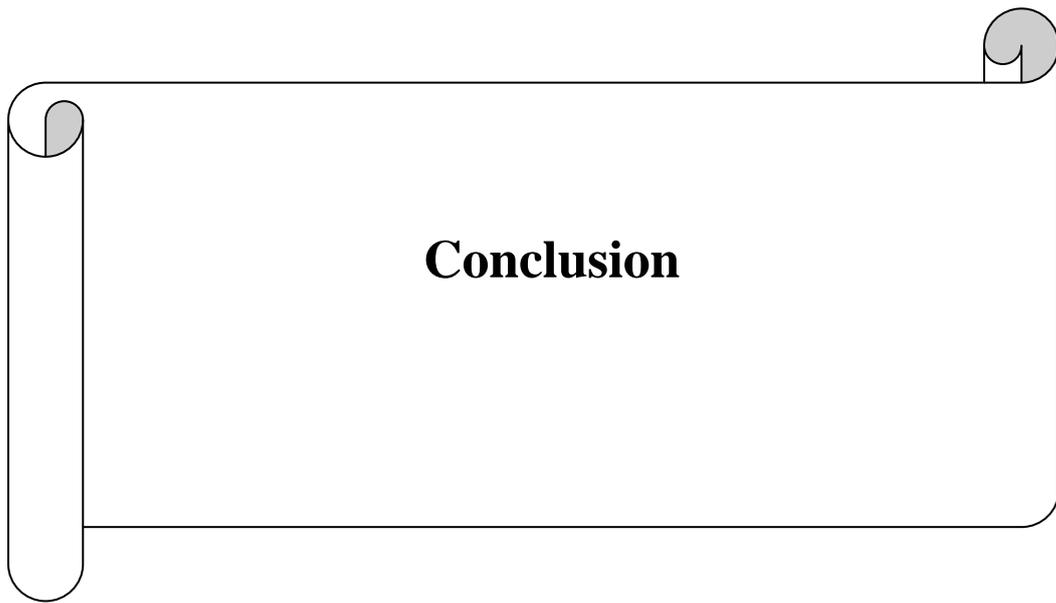


Figure 18 : valeurs de L'absorbance à 575 nm

Les valeurs obtenues pour l'absorbance se trouvent entre 0,01 et 0,071.

Louveaux (1968), indique que la couleur du miel est liée à la teneur en matière minérale et en protéines. Ainsi les miels foncés sont plus riches en cendres, en protéines, et en colloïdes.

Les miels de Sidra et Harmal présentent respectivement une absorbance de 0,071 et 0,048 due à leur couleur très foncée.



Conclusion

Conclusion :

L'analyse des paramètres physico-chimiques est un bon critère pour qualifier un miel, souvent utilisé dans la routine de contrôle. Elles dépendent de divers facteurs tels que la saison de récolte, le degré de maturité atteint dans la ruche, les facteurs climatiques, l'origine botanique et l'espèce d'abeille.

Les principaux paramètres physico chimiques étudiés dans notre recherche sont (La teneur en eau ; le degré brix ; l'absorbance ; la densité ; la conductivité électrique ; le pH et l'acidité libre).

Pour la teneur en eau des échantillons des miels locaux, montre clairement que sa valeur oscille entre 14,2 et 18%, et le miel commercial est de 25%. Ceci indique que tous nos échantillons de miel locaux sont conformes aux normes de qualité préconisées.

Pour le pH, les valeurs obtenues des différents types de miel oscillent entre 3,97 et 4,50 ; les normes de la qualité préconisée par le Codex Alimentarius et celle de l'UE exige que le pH doit être 3.50 à 4.50 pour le miel de nectar et 5 à 5.50 pour le miel de miellat ; ce qui signifie que nos échantillons sont d'origine Nectar.

Pour l'acidité libre les valeurs varient de 26 à 38,46 méq /kg ; tous nos échantillons de miel sont conformes aux normes de qualité préconisés par le Codex Alimentarius et l'UE (< 50 mg/kg) .

La conductivité électrique enregistre des valeurs variant de 0,02 mS/cm-1 et 0,25ms/cm-1 ; Les normes de qualité préconisées par le Codes Alimentarius et l'UE montre que la conductivité électrique doit être inférieure à 0,80 mS/cm pour les miels de nectar. Les miels de miellats ou les mélanges de miel de nectar et miellat est supérieure à 0,80mS/cm. nous pouvons conclure que tous les échantillons sont des miels de nectar.

Pour le degré de Brix, les valeurs sont variées de 80% a 85% , tous nos échantillons de miel sont conformes aux normes de qualité préconisés par le Codex Alimentarius (> 65%).

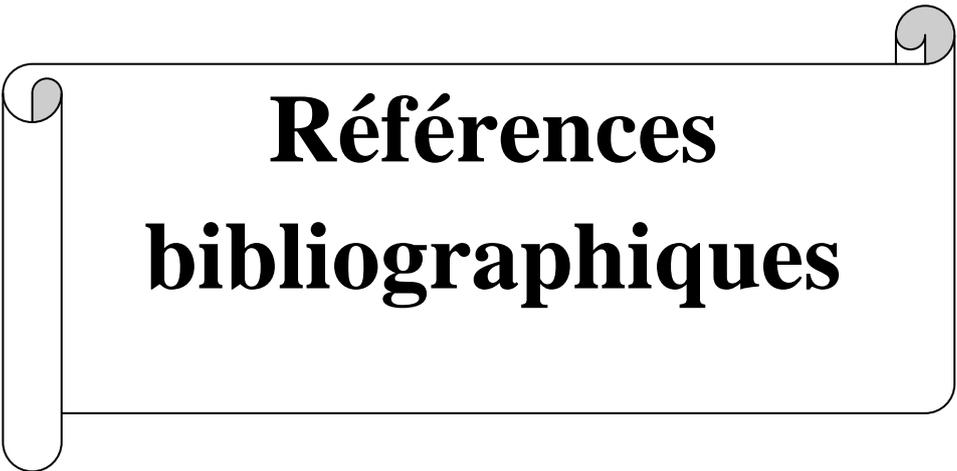
Les valeurs de la densité sont variées entre 1,08 et 1,42, le miel de sidra et harmal sont conforme aux normes fixées par l'association française de normalisation (entre 1,39 à 1,52).

Conclusion

Pour l'absorbance les valeurs sont entre 0,01 et 0,071 ; les miels de Sidra et Harmal présentent respectivement une absorbance de 0,071 et 0,048 due à leur couleur très foncée. Nous pouvons dire que sont plus riches en cendres, en protéines, et en colloïdes.

Les différents paramètres étudiés ont démontré que tous les échantillons de miels locaux sont conformes aux normes qualité préconisés et n'ont pas subi une falsification.

En clôture de cette recherche ; et en perspectives ; d'autres analyses physico-chimiques approfondies ainsi que des analyses de palynologie sont nécessaires pour une bonne qualification et détermination du miel produit dans les ruches de la région steppique.



**Références
bibliographiques**

Références bibliographiques :

1. Achour H. Y. et Khali M. (2014). Composition physicochimique des miels algériens. Détermination des éléments traces et des éléments potentiellement toxiques. *Afrique Science*,10(2):Pp.127 - 136.
2. Adebisi F. M.; Akpan, I.; Obiajunwa E. I. and Olaniyi H. B. (2004). Chemical/physical characterization of Nigerian honey. *Pakistan journal of Nutrition*, 3(5), Pp.278-281.
3. Ajlouni, S. et Sujirapinyokul, P. (2010). Hydroxymethylfurfuraldehyde and amylase contents in Australian honey. *Food Chemistry*, 119(3), Pp.1000-1005.
4. Aubert S. et Gonnet M. (1983). Mesure de la couleur des miels. *Apidologie* 14, Pp.105-118 8
5. Bakchiche, B. ; Habati M. ; Benmebarek A. et Gherib A. (2018). Caractéristiques physicochimiques, concentrations des composés phénoliques et pouvoir antioxydant de quatre variétés de miels locales (Algérie). *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 6(1), Pp.118- 123.
6. BALAS F. (2015). LES PROPRIETES THERAPEUTIQUES DU MIEL ET LEURS DOMAINES D'APPLICATION EN MEDECINE GENERALE REVUE DE LA LITTERATURE. Thèse du doctorat, UNIVERSITE DE NICE SOPHIA-ANTIPOLIS, 86 p.
7. Ballot Flurin C. 2010. Les bienfaits de l'apithérapie. 162 p. Edition Eyrolles, diffusion Geodif. Paris (2010). ISBN : 978-2-212-54522-7. ISSN : 2103-5830.
8. Ben daali Y. ; Radjeh G. et Rechrech A. (2019). Intérêt de la méliissopalynologie dans le repérage de miel, Mémoire, Université Mohammed Seddik Benyahia-Jijel, 32p .
9. Benrahal F. (1997). caractérisation des miels purs et essais de détection de leur falsification courante. Mémoire. Agro. ISA. Tiaret. 41p.

10. Biri. M. (1999). Le grand livre des abeilles. L'apiculture moderne. Edition vecchi S.A paris. 260p
11. Blanc M. (2010). Propriétés et usage médical des produits de la ruche. Thèse de doctorat, Univ. Limoges, 142 p.
12. Blasa M. ; Candiracci M. ; Accorsi A. ; Piacentini M.P. ; Albertini M.C. and Piatti, E. (2006). Raw Milleriori honey is packed full of antioxidants. *Food Chemistry*, 97, Pp.217- 222.
13. Bogdanov S, (1999). Stockage, cristallisation et liquéfaction du miel. Centre suisse de recherche apicoles .05p.
14. Bogdanov S, Jurendic T., Sieber R., Gallmann P. 2008. Honey for Nutrition and Health: a Review. *American Journal of the College of Nutrition* (2008), 27(6), 677-689.
15. Bogdanov S. ; Bieri K. ; Gremaud G. ; Iff D. ; Kanzig A. ; Seiler K. ; Stockli H. et Zurcher K., 2003 - Produits Apicoles. 23 A Miel, Pp.1-37.
16. Bogdanov S. ; Gallmann, P. ; Stangaciu, S. C. et Herbuliez, T. (2006). Produits apicoles et santé. *Station de recherche, Agroscope Liebefeld-Posieux, ALP, N41f. ISSN, 1661-0660. 4 p.*
17. Bogdanov S. ; Imdrof A. ; Charrière J-D. ; Fluri P. et Kilchenmann V. (2003). Qualité des produits apicoles et sources de contamination. Centre Suisse de recherche apicole. Station fédérale de recherché laitières, liebefeld, CH-3003 Berne P:1-2-3.traduction Evelyne Fasnacht (Partie 1) et Michel dubois (Partie 2).
18. Bogdanov S. ; Ruoff k. and Oddo L.P. (2004). Physico-chemical methods for the characterization of unifloral honey. *Apidol*, 35: Pp.4-17.
19. Bogdanov S.; Martin P. and Lullmann C. (2002). Harmonised methods of the international honey commission. Swiss Bee Research Centre, FAM, Liebefeld Switzerland.59p.
20. Bogdanov, S., Ruoff, K., et Oddo, L. P. (2004). Physico-chemical methods for the characterisation of unifloral honeys: a review. *Apidologie*, 35(1), S4-S17.

21. Bogdanov. S, Bieri. K, Gremaud. G, 2004 . Produits apicoles, Pollen, Agroscope Liebefeld-Posieux, Station fédérale de recherches en production animale et laitière (ALP), Centre de recherches apicoles, Liebefeld-Berne, 6p.
22. Bonté, F., et Desmoulière, A. (2013). Le miel: origine et composition. *Actualités pharmaceutiques*, 52(531), Pp.18-21.
23. Boussaid, A., Chouaibi, M., Rezig, L., Hellal, R., Donsi, F., Ferrari, G., et Hamdi, S. (2018). Physicochemical and bioactive properties of six honey samples from various floral origins from Tunisia. *Arabian journal of chemistry*, 11(2), Pp.265-274.
24. Bradbear N. (2005). Apiculture et moyens d'existence durables. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. ISSN 1813-6001, Rome, 64 p.
25. Braun, M., Dotterl, S., Schindwein, C., et Gottsberger, G. (2012). Can nectar be a disadvantage? Contrasting pollination natural histories of two woody *Violaceae* from the Neotropics. *International Journal of Plant Sciences*, 173(2): Pp.161-171.
26. Chauvin R. (1968). Actions physiologiques et thérapeutiques des produits de la ruche, in *Traité biologique de l'abeille*, Tome 3. Edition Masson de Cie, Paris. Pp : 116-155.
27. Clément H. (2015). *Le traité Rustica de l'apiculture* (Editions Rustica). Paris, France.P41-59.
28. Codex alimentarius, (2001). Programme Mixte FAO/OMS Sur Les Normes Alimentaires. Commission du Codex Alimentarius. ALINORM 01/25, Pp. 1-31.
29. Codex alimentarius. (1998). Standard of Honey, Ref. Nr. CL 1998/12-287 S.FAO and WHO. Rome.
30. Conti, M. E., Finoia, M. G., Fontana, L., Mele, G., Botrè, F., & Iavicoli, I. (2014). Characterization of Argentine honeys on the basis of their mineral content and some typical quality parameters. *Chemistry Central Journal*, 8(1), p 44.

31. DJERD. A, (2008). Contrôle de qualité des miels de la région de Djelfa, comparaison avec des miels nationaux et des miels importés. Thèse d'Ingénieur en biologie, Université de Djelfa. 96 p.
32. -Donadieu Y (1984), et Gonnet (1982) :pollen thérapeutique naturelles. 5ème Ed Maloine S.A .Paris.3 1p.
33. Donadieu Y. (1984). Pollen : thérapeutique naturelles. 5 ème Ed Maloine S.A Paris. 31p.
34. Donadieu Y. (2014). Introduction À l'apithérapie. Apisite [enligne]. [Consulté le 15/07/2022]. Disponible l'adresse <http://apisite.online.fr/donadieu1.htm>.
35. Emmanuelle H., Julie C. et Laurent G. (1996). Les Constituants Chimiques du Miel. Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaire. APISERVICES, Galerie Virtuelle apicole, https://fr.linkedin.com/in/emmanuelle-h-95b8501a5?trk=public_profile_browsemap_profile-result-card_result-card_full-click, (page consulté le 24/07/2022).
36. Fallico, B., Zappala, M., Arena, E., et Verzera, A. (2004). Effects of conditioning on HMF content in unifloral honeys. *Food Chemistry*, 85(2), Pp.305-313.
37. Fanny B. (2012). Les propriétés thérapeutiques du miel et leur domaine d'application en médecine générale : revue de la littérature. *Medicine humaine et pathologie*. Pp.22-24.
38. Ferreira I. C. F. R., Aires., Barreira J. C. M. & Estevinho L. M. (2009). Antioxydant activity of Portuguese honey simple: different contributions of the entire honey and phenolic extract. *Food Chemistry*, 114: Pp.1438-1443.
39. François L. (2017). La texture du miel. *J. alim. natur bio*. <https://www.guide-du-miel.com/Lemiel/Couleur-saveur-texture.html>, (page consulté le 1/07/2022).
40. Gomes, S., Dias, L. G., Moreira, L. L., Rodrigues, P., et Estevinho, L. (2010). Physicochemical, microbiological and antimicrobial properties of commercial honeys from Portugal. *Food and Chemical Toxicology*, 48(2), Pp.544-548.

41. Gonnet M. (1986). L'analyse des miels. Description de quelques méthodes de contrôle de qualité. *Bul. Tech. Apic.*, 54: Pp.17-36.
42. Gonnet M. and Vache G. (1985) . Le goût du miel. Edit, U.N.A.F, Paris, 146 p.
43. Gonnet M., (1982). Le miel, composition, propriétés et conservation. Echauffour (France): Ed. OPIDA. INRA station expérimentale d'apiculture. Pp: 1-18.
44. Gonnet M., (1982). Le miel, composition, propriétés et conservation. Echauffour (France), Ed. OPIDA. INRA station expérimentale d'apiculture. Pp. 1-18.
45. Guerriat H. (1996). être performant en apiculture, Éditeur: Rucher du Tilleul , 416 p.
46. Hoyet C., (2005). Le miel : De la source à la thérapeutique. Thèse d'Etat en pharmacie. Faculté de Pharmacie de Nancy 1, <https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01733105>, (page consulté le 02/07/2022).
47. 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.
48. Irina D., Georgiana G., Livia P., Alina M. E. and Rodica S. (2010). The antioxidant activity of selected Romanian honeys. *J. Food Tech*, 34(2): Pp.77-83
49. Irlande D., (2010). Le miel et ses propriétés thérapeutiques. Mémoire en pharmacie. Université de Paris France. <https://www.compagnie-des-sens.fr/miel-proprietes>, (page consulté le 03/07/2022).
50. Jean-prost P., Médori P. et Le conte Y. (2005). Apiculture : Connaître l'abeille, conduire le rucher. 7 e édition revue et complétée, Paris: Éditions Tec & Doc, 698 p.
51. Kaoudji Y, Nehlil M, et Sadadou A, (2020). Etude physico-chimique et pharmaco-toxicologique des effets du miel et du pollen, Mémoire , Université Mouloud Mammeri Faculté de Médecine -Tizi Ouzou ,106p.

52. Kašonienė V., Venskutonis P.R. and Čeksterytė V. (2010). Carbohydrate. Carbohydrate composition and electrical conductivity of different origin honeys from Lithuania LWT. *J. Food Sci Technol*, 43(5): Pp.801-807.
53. Koudegnan C, Etse K, Coulibaly S, Quashie M-L, Radji P. et Kokou K. (2021). Caractérisations physico-chimiques des miels de la zone Guinéenne du Togo. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires* • p-ISSN: 2028-991X.
54. Lachman, J., Orsak, M., Hejtmankova, A. et Kovarova E. (2010). Evolution of antioxidant activity and total phenolics of selected Czech Honeys. *Food Science and Technology*, 1(43), Pp.52-58.
55. Lequet L. (2010). Du Nectar au Miel de Qualité: Contrôle Analytique du Miel et Conseils Pratiques à l'Intention de l'Apiculteur Amateur. Thèse de Doctorat Vétérinaire. Université Claude-Bernard Lyon I, France, Pp.46-121.
56. Lezine, A.M. (2011). Introduction à la Palynologie. Edit, Société Géologie Nancy, France. <https://studylibfr.com/doc/8140072/introduction-%C3%A0-la-palynologie-anne-marie-1%C3%A9zine-cnrs-%E2%80%93-ec...>(page consulté le 28/06/2022).
57. Louveaux J, (1968). L'analyse pollinique des miels, in *Traité biologique de l'abeille*, Tome 3. Edition Masson de Cie, Paris. Pp. 324-361.
58. Louveaux J, (1985). *Les abeilles et leur élevage*. Edition Opida. Pp. 165-181.
59. louveaux. J, (1968). L'analyse pollinique des miels, in *Traité biologique de l'abeille*, Tome 3. Édition Masson de Cie, Paris. Pp. 324-361.
60. Louveaux. J, (1985). *Les abeilles et leur élevage*. Édition Opida. Pp. 165-181.
61. Lynn E.G., Englis D.T. and Milum V.G. (1936). Effect of processing and storage on composition and color of honey. *J. Food Res*, 1: Pp.23-27.
62. Mahouachi M. (2008). Etude de faisabilité de la mise en place de signes distinctifs de la qualité et/ou d'origine pour le miel tunisien, Ministère de l'agriculture et des ressources hydrauliques Tunisie, Pp.49-50.

63. Malika N., Faid M. and El adlouni C. (2005). Microbiological and Physico-Chemical Properties of Moroccan Honey. *International Journal Of Agriculture & Biology*, Vol. 7, No .5, Pp. 773–776.
64. Manyi-Loh C.E., Ndip R.N. and Clarke A.M. (2011). Volatile compounds in honey: a review on their involvement in aroma, botanical origin determination and potential biomedical activities. *Int. J. Mol Sci*, 12: Pp.9514-9532.
65. Marchenay, P. (1988). Miels, miellats, miellées. *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée*, 35(1), Pp.121-146.
66. Maurice Madelon M, Armando van der Horst, Alida M.M. de Vries-Smits, Arjan B. Brenkman, Miranda H. van Triest, Niels van den Broek, Frédéric Colland, et Boudewijn M.T. Burgering (2006) : Conditionnement du miel pour sa vente en pots, *Galerie Apicole Virtuelle, Nature Cell Biology* volume 8, pages1064–1073 .
67. Meda, A., Lamien, C. E., Romito, M., Millogo, J. and Nacoulma, O. G. (2005). Determination of total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. *Food Chemistry*, 91, Pp. 571-577.
68. Mehryar L. and Esmaili M. (2011). Honey and Honey Adulteration Detection: A Review, in: proceeding of: 11th International Congress on Engineering and Food, Athens, Greece. Pp 1713-1714.
69. Mekious S, Houmani Z, Bruneau E, Masseaux C, Guillet A et Hance T. (2015) .Caractérisation des miels produits dans la région steppique de Djelfa en Algérie. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 19 (3), Pp.221-231.
70. Mendes E, Proença EB, Ferreira I and Ferreira M. (1998). Quality evaluation of Portuguese honey. *Carbohydrate polymers.* ;37(3): Pp.219-23.
71. Moniruzzaman M., Sulaiman S.A., Khalil M.I. and Gan S.H. (2013). Evaluation of physicochemical and antioxidant properties of sourwood and other Malaysian honeys: a comparison with Manuka honey. *Cent. J. Chem*, 7:P. 138

72. Nair S. (2014). Identification des plantes mellifères et analyses physicochimiques des miels Algériens. Thèse de Doctorat en Biologie. Université d'Oran. p 202.
73. Oddo L.P., Piazza M.G. and Pulcini P. (1999). Invertase activity in honey. *Apidology*,30: Pp.57-65
74. Ouchemoukh S. (2012). Caractérisation physicochimique, profils polliniques, glucidiques et phénoliques et activités antioxydantes de miel algériens. Thèse doctorat, Biochimie. Université Abderrahmane Mira de Bejaia, pp 162.
75. Ouchemoukh S., Louaileche H. and Schweizer P. (2007). Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Algerian honeys. *Food Control*, 18, Pp.52-58.
76. Pham-Delegue, M. H. (1999). Les abeilles. Minerva. Genève, Volume 118, Issue 6 ,Pages 471-476
77. Piasenzotto L., Gracco L. and Conte L. (2003). Solid phase micro extraction (SPME) applied to honey quality control. *J. Sci. Food Agric*, 83: Pp.1037-1044.
78. Prost, P. J., et Le Conte, Y. (2005). Apiculture : connaître l'abeille, conduire le rucher. *Lavoisier, Paris*, P.382.
79. Rodier J. (1996). L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 8ème édition, Paris, 1383 p.
80. Rossant A.,(2011). Le miel, un compose complexe aux propriétés surprenantes. Thèse pour le diplôme d'état de docteur en pharmacie. Université de limoges. 132 p.
81. Ruegg M. and Blanc B. (1981). The water activity of honey and related solutions, *Lebensmitt. Wiss. Technol.* 14, Pp. 1-6.
82. Schweitzer P. (2005). miel étranger. *Revue l'abeille de France N°920* .laboratoire d'analyse et d'écologie apicole. 04p.
83. Schweitzer, P. (2004). Le monde des miellats. *Revue l'abeille de France*, (908), 4p.

84. Terrab, A., Diez, M. J., et Heredia, F. J. (2002). Characterisation of Moroccan unifloral honeys by their physicochemical characteristics. *Food Chemistry* ; 79 : Pp.337-73.
85. Viuda-Martos M., Ruiz-Navaias Y., Fernandez-Lopez. & Perez-Alvarezb J.A. (2008). Functional properties of honey, propolis and royal jelly. *Journal of Food Science*, 73(9), Pp.117-122.
86. Xavier. (2018). Les qualités organoleptiques et physico-chimiques des miels. Abeille de compagnie, <https://www.labeilledecompanie.fr/les-qualites-organoleptiques-et-physico-chimiques-des-miels/#>, (page consulté le 07/07/2022).
87. Zhou J., Yao, L. Li Y., Chen L., Wu L. and Zhao J. (2014). Floral classification of honey using liquid chromatography–diode array detection–tandem mass spectrometry and chemometric analysis. *J. Food chem*, 145: Pp.941-949.



Annexes

Annexe 1 :

Table de correspondance IR - teneur en eau .Table de CHATAWAY

Pourcentage réel d'eau (g/100g)	Indice de réfraction à 20°C	Pourcentage réel d'eau (g/100g)	Indice de réfraction à 20°C	Pourcentage réel d'eau (g/100g)	Indice de réfraction à 20°C
13,0	1,5044	17,0	1,4940	21,0	1,4840
13,2	1,5038	17,2	1,4935	21,2	1,4835
13,4	1,5033	17,4	1,4930	21,4	1,4830
13,6	1,5028	17,6	1,4925	21,6	1,4825
13,8	1,5023	17,8	1,4920	21,8	1,4820
14,0	1,5018	18,0	1,4915	22,0	1,4815
14,2	1,5012	18,2	1,4910	22,2	1,4810
14,4	1,5007	18,4	1,4905	22,4	1,4805
14,6	1,5002	18,6	1,4900	22,6	1,4800
14,8	1,4997	18,8	1,4895	22,8	1,4795
15,0	1,4992	19,0	1,4890	23,0	1,4790
15,2	1,4987	19,2	1,4885	23,2	1,4785
15,4	1,4982	19,4	1,4880	23,4	1,4780
15,6	1,4976	19,6	1,4875	23,6	1,4775
15,8	1,4971	19,8	1,4870	23,8	1,4770
16,0	1,4966	20,0	1,4865	24,0	1,4765
16,2	1,4961	20,2	1,4860	24,2	1,4760
16,4	1,4956	20,4	1,4855	24,4	1,4755
16,6	1,4951	20,6	1,4850	24,6	1,4750
16,8	1,4946	20,8	1,4845	24,8	1,4745
				25,0	1,4740

Annexe 2: Normes relatives à la qualité du miel

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	3,5 à 4

ملخص

من أجل تحديد الخصائص الفيزيائية والكيميائية للعسل المنتج في خلايا النحل في السهوب ؛ أجريت دراسة بلدية شارف بولاية الجلفة على عينات عسل ثم تحليلها (3 عسل محلي و 1 عسل مستورد). المعلمات الفيزيائية والكيميائية الرئيسية التي تمت دراستها هي: محتوى الماء. درجة بريكس امتصاص. الكثافة ؛ التوصيل الكهربائي؛ درجة الحموضة والحموضة الحرة). تم إجراء هذه التحليلات وفقاً للتقنيات التي أوصت بها هيئة العسل الدولية. تظهر النتائج أن جميع أنواع العسل المحلي تفي بالمعايير المطلوبة من قبل (2001) Codex Alimentarius والاتحاد الأوروبي ، فهي طبيعية ولم تخضع لأي معالجة تكنولوجية يمكن أن تضر بجودتها. الكلمات المفتاحية: عسل؛ التحليلات الفيزيائية والكيميائية معايير الجودة؛ السهوب.

Abstract :

In order to determine the physico-chemical characteristics of the honey produced in the hives of the steppe; a study was conducted in the commune of Charef in the wilaya of Djelfa on honey samples then analyzed (3 are locally produced honeys and 1 is imported honey). The main physico-chemical parameters studied are: Water content; the brix degree; absorbance; the density ; electrical conductivity; pH and free acidity). These analyzes were carried out according to the techniques recommended by the International Honey Commission. The results show that all the local honeys meet the standards required by the Codex Alimentarius (2001) and the EU, they are natural and have not undergone any technological treatment that could harm their quality.

Keywords: honey; physico-chemical analyses; quality standards; steppe.

Résumé :

En vue de déterminer les caractéristiques physico-chimiques du miel produit dans les ruches de la steppe ; une étude a été menée dans la commune de Charef de la wilaya de Djelfa sur des échantillons du miel puis analysés (3 sont des miels produits localement et 1 est de miel importé). Les principaux paramètres physico chimiques étudiés sont : La teneur en eau ; le degré brix ; l'absorbance ; la densité ; la conductivité électrique ; le pH et l'acidité libre). Ces analyses ont été réalisées selon les techniques recommandées par la Commission Internationale du miel. Les résultats montrent que tous les miels locaux répondent aux normes requises du Codex alimentarius (2001) et l'UE, ils sont naturels n'ayant subis aucun traitement technologique qui pourra nuire à leurs qualité.

Mots clés: miel ; analyses physico-chimiques ; normes de qualité ; steppe.