



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE
ET POPULAIRE



MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLAB - BLIDA 1

FACULTE DESSCIENCES DE LA NATURE ET DE LAVIE

DEPARTEMENT DES BIOTECHNOLOGIES ET AGRO-ECOLOGIE

Projet de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master

Spécialité : Production et Nutrition Animale

THEME

LA CARACTÉRISATION DES MIELS DU SUD ALGÉRIEN

Présenté par :

LASNAMI OUSSAMA
MESSADI ILYES

Devantles jurys:

Mme OUAKLI.	K	MCA	USDB1	Presidente du jury
Mme BOUBEKEUR.	S	MCB	USDB1	Promotrice
Mme SID.	S	MAA	USDB1	Examinatrice

ANNEEUNIVERSITAIRE : 2024/2025

Remerciements

Nous remercions d'abord, ALLAH le tout-puissant, de nous avoir donné le courage et la volonté pour terminer ce travail.

Nous remercions notre promotrice : Mme BOUBEKEUR qui a accepté de diriger ce sujet avec beaucoup de patience, aussi bien pour ses conseils précieux, ses encouragements et pour les corrections et les ce manuscrit.

Nous remercions Mme OUAKLI et nous lui exprimons notre profonde gratitude pour avoir accepté de présider ce jury, qu'elle trouve ici l'expression de notre profond respect.

Nous remercions Mme SID pour avoir accepté d'examiner et juger notre travail, nous lui exprimons nos sincères remerciements

Nous remercions ma famille pour leur soutien et pour l'attention qu'ils m'ont apporté tout au long de ces études. Merci d'avoir toujours été là pour moi.

Nous tenons à remercier Mme Raber al Maizi pour son aide, Mme Ouazri pour ces conseils et son aide et la responsable du laboratoire de GP, qui nous a aidés à faire nos analyses.

En fin nous tenons à remercions toutes les personnes, qui de près ou de loin on contribué à la réalisation de ce mémoire.

Dédicaces

Je dédie ce travail à toute la de famille lasnami vous devrais
être fiers de moi.

En particulier à mes parents, qui m'ont soutenu jusqu'au
dernier moment.

Mes frères et ma sœur : yasser, aboubaker, hamza et aroua

Mes amis : ayoub ,mounir, riad, karim, imad, rabeh et fetah

Toute la promotion de Nutrition et production animal 2024-
2025 de l'université de Blida.

Lasnami

Dédicaces

Je dédie ce travail, avec tout mon amour et ma reconnaissance :

À mon cher père said et ma chère mère bb, pour leurs sacrifices, leurs prières, leur soutien constant et leurs précieux conseils. Que Dieu vous protège et vous accorde une longue vie pleine de santé et de sérénité.

À mon frère bien-aimé Ahmed, pour sa présence rassurante, ses encouragements et sa fierté silencieuse.

À mes chères sœurs : pour leur tendresse, leurs sourires et leur amour inconditionnel.

À mes amis fidèles : Oussama , karime, Tarek , Hichame Abdel Rahmane

À *Mon binôme*, pour leur collaboration, leur aide, et les moments de partage qui ont enrichi cette expérience.

À vous tous, merci du fond du cœur. Ce travail est aussi le vôtre.

Messaadi

Résumé

Ce travail a contribué à l'évaluation de la qualité physico-chimique de quelques miels sahariens récoltés dans le Sud de l'Algérie selon les normes internationales de qualité (codex alimentaire).

Les sept échantillons de miels ont été récoltés au niveau de sept régions du Sud Algérien (Béchar, Illizi, Tamanrasset, Djanet, Timimoune et Ghardaïa). Les échantillons de miels récoltés ont fait l'Object d'analyse physico-chimique. Les paramètres analysés sont : la teneur en eau, la densité, la teneur en hydroxyméthylfurfural (HMF), la teneur en cendres, la conductibilité électrique l'acidité libre et le pH.

Les résultats obtenus montrent que la majorité des miels sahariens analysés présentent une faible teneur en eau, souvent inférieure à 18 %, ce qui reflète une bonne maturité.

Les résultats de la conductibilité électrique obtenus confirment l'origine nectarifère de tous les miels analysés sauf le miel d'Acacia de Djanet qui présente une valeur dépassant les 0,8mS/cm cela indique une origine de miellat

Les valeurs de l'acidité libre montrent que tous les miels analysés sont dans les normes autorisés par le codex, sauf pour le miel d'acacia de Djanet (MAD), qui atteint 52 meq/kg, légèrement au-dessus de la limite recommandée (50 meq/kg). Le pH des échantillons se situe entre 3,7 et 5,2, et l'acidité libre ne dépasse pas les 40 meq/kg, répondant ainsi aux critères de qualité du Codex.

La teneur en HMF est dans les normes de codex (<40 mg/kg), ce qui témoigne d'un bon état de fraîcheur.

Les résultats obtenus montrent que la majorité des échantillons de miels analysés répondent aux normes internationales de codex Alimentarius

Mots-clés : Miel saharien, Qualité, Analyse physico-chimique, Algérie

Characterization of honeys from southern Algeria

Abstract

This work contributed to the evaluation of the physicochemical quality of selected Saharan honeys harvested in southern Algeria according to international quality standards (Food Codex).

The seven honey samples were harvested from seven regions of southern Algeria (Béchar, Illizi, Tamanrasset, Djanet, Timimoune, and Ghardaïa). The harvested honey samples were subjected to physicochemical analysis. The parameters analyzed were: water content, density, hydroxymethylfurfural (HMF) content, ash content, electrical conductivity, free acidity, and pH.

The results obtained show that the majority of the Saharan honeys analyzed have a low water content, often less than 18%, which reflects good ripeness. The electrical conductivity results obtained confirm the nectar origin of all the honeys analyzed except for the Djanet Acacia honey, which has a value exceeding 0.8 mS/cm, indicating a honeydew origin.

The free acidity values show that all the honeys analyzed are within the standards authorized by the Codex, except for the Djanet Acacia honey (MAD), which reaches 52 meq/kg, slightly above the recommended limit (50 meq/kg). The pH of the samples is between 3.7 and 5.2, and the free acidity does not exceed 40 meq/kg, thus meeting the Codex quality criteria.

The HMF content is within the Codex standards (<40 mg/kg), which indicates good freshness. The results obtained show that the majority of the honey samples analyzed meet the international standards of the Codex Alimentarius.

Keywords: Saharan honey, Quality, Physicochemical analysis, Algeria

توصيف العسل من جنوب الجزائر

ملخص

ساهم هذا العمل في تقييم الجودة الفيزيائية والكيميائية لأنواع مختارة من العسل الصحراوي المحصول (في جنوب الجزائر وفقاً لمعايير الجودة الدولية (هيئة الدستور الغذائي

جُمعت عينات العسل السبع من سبع مناطق في جنوب الجزائر (بشار، إيزي، تمنراست، جانت، تيميمون، وغرداية). خضعت عينات العسل المحصودة لتحليل فيزيائي وكيميائي. وشملت المعايير التي ، ومحتوى الرماد، (HMF) خللت: محتوى الماء، والكثافة، ومحتوى هيدروكسي ميثيل فورفورال والتوصيل الكهربائي، والحموضة الحرة، ودرجة الحموضة

أظهرت النتائج أن غالبية أنواع العسل الصحراوي التي خضعت للتحليل تحتوي على نسبة منخفضة من الماء، غالباً أقل من 18%، مما يعكس نضجاً جيداً. وتؤكد نتائج التوصيل الكهربائي مصدر الرحيق لجميع أنواع العسل التي خضعت للتحليل، باستثناء عسل أكاسيا جانت، الذي تجاوزت قيمته 0.8 مللي سيمنز/سم، مما يشير إلى مصدره العسلي

تُظهر قيم الحموضة الحرة أن جميع أنواع العسل المُحللة تتوافق مع المعايير المُعتمدة من قبل هيئة ، الذي يصل إلى 52 ملي (MAD) ، باستثناء عسل أكاسيا جانت (Codex) الدستور الغذائي مكافئ/كجم، وهو أعلى بقليل من الحد المُوصى به (50 ملي مكافئ/كجم). يتراوح الرقم الهيدروجيني للعينات بين 3.7 و 5.2، ولا تتجاوز الحموضة الحرة 40 ملي مكافئ/كجم، مما يلبي معايير جودة هيئة الدستور الغذائي

مع معايير هيئة الدستور الغذائي (أقل من 40 ملي مكافئ/كجم)، مما يُشير إلى HMF يتوافق محتوى نضارة جيدة. تُظهر النتائج المُحصل عليها أن غالبية عينات العسل المُحللة تتوافق مع المعايير الدولية (Codex Alimentarius) لهيئة الدستور الغذائي

الكلمات المفتاحية: عسل صحراوي، جودة، تحليل فيزيائي كيميائي، الجزائر

SOMMAIRE

Introduction.....	01
--------------------------	-----------

Partie bibliographie

Chapitre 1 : Le miel	04
-----------------------------------	-----------

Chapitre 2 : Qualité du miel.....	16
--	-----------

Partie expérimentale

Chapitre 1 : Matériels et méthodes.....	26
--	-----------

Chapitre 2 : résultats et discussions.....	40
---	-----------

Conclusion	54
-------------------------	-----------

Liste des tableaux

Tableau 1 : Les différences entre miel de nectar et miel de miellat.....	5
Tableau 2 : Les sucres.....	9
Tableau 3 : Teneur du miel en minéraux.....	10
Tableau 4 : Les vitamines dans le miel.....	12
Tableau 5 : Données climatiques moyennes par zone du Sud algérien.....	22
Tableau 6 : Principales espèces mellifères du Sud algérien.....	24
Tableau 7 : Présentation des différents échantillons de miel.....	27
Tableau 8 : Teneur en eau des échantillons de miel.....	34
Tableau 9 : Conductibilité électrique des échantillons.....	36
Tableau 10 : Valeurs de pH des différents échantillons.....	37
Tableau 11 : Acidité libre des échantillons de miel.....	39
Tableau 12 : Valeurs de densité du miel.....	40
Tableau 13 : Teneur en HMF des échantillons.....	42
Tableau 14 : Valeur moyenne de l'humidité, densité et HMF.....	43
Tableau 15 : Taux de la teneur en cendres dans les échantillons de miel.....	45

Liste des figures

Figure 1 : Composition générale du miel (Bruneau, 2002).....	9
Figure 2 : Processus de la formation de l'HMF (Moussaoui, 2011).....	11
Figure 3 : Les échantillons de miel récoltés (Original, 2025).....	27
Figure 4 : Le réfractomètre.....	28
Figure 5 : Le conductimètre.....	29
Figure 6 : Le pH-mètre.....	30
Figure 7 : La balance analytique.....	32
Figure 8 : Le spectrophotomètre.....	33
Figure 9 : La teneur en eau des échantillons de miel.....	34
Figure 10 : La mesure de degré de Brix	35
Figure 11 : La conductibilité électrique des échantillons de miel	37
Figure 12 : Le pH des échantillons de miel	39
Figure 13 : La teneur en HMF des échantillons de miel.....	41
Figure 14 : Les valeurs de la densité.....	42
Figure 15 : Les valeurs de l'acidité libre.....	44
Figure 16 : La teneur en cendres des échantillons de miel	45

Liste des abréviations

AL : Acidité Libre.

HMF : Hydroxyméthylfurfural

PH : Potentiel Hydrogène

mS/cm : Millisiemens par centimètre (unité de conductivité)

meq/kg : Milléquivalents par kilogramme

NA : Norme Algérienne

Codex Alimentarius : Normes internationales pour les denrées alimentaires

ONS : Office National des Statistiques

ONM : Office National de la Météorologie

INTRODUCTION

Introduction

Dans le Coran, le miel a eu une valeur religieuse importante, blond ou de couleurs ambrées, solides, liquides ou pâteux, la nature nous offre une variété infinie de miels. Produit par les abeilles, le miel est un assemblage complexe, fruit de l'interaction entre les fleurs butinées, le sol et les systèmes métaboliques liés à la singularité génétique des abeilles **(Bonté et Desmoulière, 2013)**.

Il existe différents miels qui se distinguent par leur composition, directement dépendante de l'origine du nectar et du miellat, le climat, les conditions environnementales et la compétence des apiculteurs **(Küçük et al., 2007)**

Cet aliment naturel est composé d'un mélange complexe en sucres, dont les principaux sont le fructose, le glucose et l'eau. Il renferme aussi une large gamme de composés mineurs tels que les protéines, les enzymes, les acides aminés, les acides organiques, les lipides, les vitamines, les minéraux, les flavonoïdes et les composés phénoliques **(Azeredo et al., 2003)**.

Les miels du Sud algérien, issues des régions sahariennes et présahariennes telles que Béchar, Tamanrasset, Ghardaïa et Djanet, se caractérisent par des propriétés physiques, chimiques et biologiques remarquables. Malgré les contraintes climatiques de ces régions cela n'empêchent pourtant pas l'existence d'une flore spécifique, parfaitement adaptée à l'aridité, qui constitue une ressource mellifère précieuse donnant naissance à des miels aux caractéristiques uniques.

La caractérisation chimique des miels est un outil précieux pour valoriser les productions locales et identifier les spécificités régionales qui en font la richesse. Elle constitue ainsi un pont entre la qualité organoleptique perçue par le consommateur et les critères scientifiques mesurables **(Hamidat et Mekaddem, 2022)**.

Dans le but d'éviter la falsification et de conserver la qualité des miels, la commission internationale du miel, créée en 1990 a standardisé certaines méthodes d'analyses du miel (humidité, taux des sucres réducteurs, pH, acidité, conductivité électrique et HMF), ces paramètres sont utilisés comme critères de qualité du miel **(Bogdanov, 2002)**.

C'est dans cette optique que nous nous sommes intéressés dans ce présent travail à étudier la qualité du miel à travers la détermination des caractéristiques physico chimiques de sept échantillons de miels dans la région de Sud Algérien.

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 1 : LE MIEL

1.1 Historique

Le miel est un aliment connu depuis longtemps et a toujours eu une place privilégiée dans beaucoup de civilisations et de croyances (**Lefief-Delcourt, 2010**).

Des peintures préhistoriques montrent d'environ 10 000 ans que l'homme pratiquait la cueillette d'essaims. Les Egyptiens utilisaient le miel comme offrande aux dieux, pour la production des médicaments, pour des soins de beauté, pour panser les blessures, et comme agent sucrant dans la préparation de pains et gâteaux, ils utilisaient ainsi le miel, la cire et la propolis, pour embaumer leurs morts. Les Grecs et les Romains appliquaient le miel sur la peau pour ses propriétés adoucissantes, régénératrices, nourrissantes et hydratantes. (**Domerego, 2002**).

Le miel rentre dans la composition de nombreuses préparations pharmaceutiques, joue essentiellement un rôle d'excipient (**Rossant, 2011**).

1.1.1 Définition du miel

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

1.1.2. Elaboration du miel

Le miel est produit par les abeilles selon le processus suivant : le nectar est prélevé par les abeilles butineuses, qu'elles emmagasinent dans leur jabot avec la salive, elles transforment le saccharose en sucre simple (fructose, glucose) selon la réaction chimique suivante sous l'action de Gluco-invertase :



Dans le même temps, les abeilles réduisent la teneur en eau de la solution sucrée à un taux avoisinant 50% de retour à la ruche, les butineuses transfèrent leur récolte à des ouvrières d'intérieur, ces dernières par régurgitation successives complètent et terminent la transformation commencée. Puis, vont dégorger ce liquide sur des grandes surfaces dans des alvéoles disponibles. (**Décret, 2003**).

1.2. Présentation de l'abeille *Apis mellifera sahariensis*

1.2.1 Présentation des deux races d'abeilles

En Algérie nous rencontrons deux races d'abeilles : *Apis mellifera intermissa* ou abeille commune : C'est une petite abeille noire qui a la réputation d'être agressive et très essaimeuse. Elle élève plus de 100 reines à chaque période printanière et parfois automnale. Pendant les sécheresses plus de 80% des colonies meurent, mais grâce à l'essaimage intensif, le nombre de colonies se rétablit lorsque les conditions redeviennent favorables (**Ruttner ,1975 cité par Benjedid et Achou, 2014**).

L'abeille saharienne est très douce, et est manipulée sans l'utilisation de fumée. Sa robe est d'un jaune rouge ; ses premiers anneaux sont jaune-rouge, très larges et bordés d'un trait noir ; le troisième est plus étroit et les deux derniers sont noirs et garnis de poils jaunes. La reine, très longue et grosse, est de couleur jaune-rouge allant au -chaudron, avec la pointe de l'abdomen rouge souvent foncée, parfois même noire. Cette reine, très prolifique, règle sa ponte avec beaucoup d'économie ; au printemps elle arrive, grâce à la douceur du temps, à pondre au-delà des possibilités des couveuses. Les abeilles sahariennes vont butiner très loin à plus de 8 km de leur ruche (**Haccour ,1960 cité par Benjedid et Achou, 2014**).

1.2.1.1. Berceau de l'abeille saharienne en Algérie

L'abeille saharienne vit dans le sud-ouest algérien, plus particulièrement dans les Monts des Ksour à Ain Sefra, Mecheria, Bechar et Beni Ounif. Ce territoire, situé au sud du haut Atlas, en bordure de la frontière marocaine. (**AEC, 2017**)

1.2.2. Systématique et classification de l'abeille *A. mellifera Sahariensis*

Apis mellifera Sahariensis, appelé aussi abeille domestique est l'espèce d'abeille la plus répandue dans le monde. Grâce à la biométrie les chercheurs sont arrivés à classer les abeilles en espèces, en races géographiques et en sous-espèces (**Larbi., 2020**).

Selon **Nedji (2015)**, l'abeille appartient à la classification suivante :

- **Embranchement** : Arthropode
- **Sous embranchement** : Mandibulates
- **Classe** : Insecta
- **Sous-classe** : Pterygota
- **Ordre** : Hymenoptera
- **Sous-ordre** : Apocrita
- **Section**: Aculeata S
- **famille** : Apoidea

- **Famille** : Apidae
- **Genre** : Apis
- **Espèce** : Apis mellifera
- **Sous-espèce** : Apis mellifera Sahariensis.

1.2.3. Classification du miel

L'appétence naturelle des abeilles pour tout ce qui est sucré les amène à butiner différentes sources. Le miel est élaboré par ces insectes à partir de substances sucrées végétales ou animales provenant soit de nectar ou de miellat respectivement (Hoyet, 2005).

1.2.3.1. Miel de nectar

Le miel est issu directement du nectar des fleurs. C'est un suc sécrété à certaines périodes par les nectaires. Le miel de nectar provient des fines gouttelettes sucrées exsudées par les nectaires des fleurs, butinées et travaillées par les abeilles ; elles se transforment en miel. (Clément et al., 2015)

1.2.3.2. Miel de miellat

Le miellat est un liquide épais, visqueux et sucré. Plus complexe que le nectar, cette substance s'obtient par l'intermédiaire des homoptères (psylles, cochenilles et surtout pucerons). Ces insectes piqueurs perforent les tissus végétaux avec leurs pièces buccales pour prélever les éléments azotés de la sève et rejettent par leurs anus des gouttelettes sucrées et riches en acides aminés, qui se fixent sur les feuilles (Clément, 2002).

Le miel de miellat provient de l'exsudation déposée en pellicule gluante sur les végétaux par certains pucerons qui se sont nourris des éléments azotés de la sève récoltés par les abeilles, ces sucres seront transformés en miel. (Clément, 2002).

Tableau 1 : Les différences entre miel de nectar et miel de miellat

	Miel de miellat	Miel de nectar
Acidité	33 méq/kg	22.4 méq/kg
PH	4.5	3.9
Minéraux (cendres)	0.58 %	0.26%
Fructose + glucose	61.6%	74%
Autres sucres (en % des sucres totaux)		
Mélézitose	8.6	0.2
Raffinose	0.84	0.03
Maltose + isomaltose	9.6	7.8

Source : (Boulaaba, 2019)

1.2.4. Différents types de miel

L'origine florale d'un miel est importante car elle détermine les propriétés organoleptiques de celui-ci (couleur, goût, texture). Il existe deux catégories de miels : les miels monos floraux et les miels poly floraux. (Élodie, 2013).

1.2.4.1. Le miel mono floraux

Les miels dits « mono floraux » sont élaborés à partir d'une seule espèce végétale, Qu'il s'agisse de miel de nectar ou de miellat. Ils sont relativement difficiles à obtenir car pour que les abeilles s'intéressent à une variété en particulier, il faut que sa floraison soit abondante et localisée sur une étendue suffisante. Pour qu'un miel soit considéré comme Mono floral, il doit être composé à 80 % d'une même espèce végétale. Afin d'obtenir ce Résultat, les ruches doivent être placées près de l'espèce végétale considérée, au cours de sa floraison, et la récolte doit avoir lieu dès la fin de la miellée. (Élodie, 2013).

Selon Nair (2014), un miel uni florale est un miel récolté par les abeilles sur une espèce végétale unique, de tels miels sont exceptionnels, car il est rare que l'abeille ne butine qu'une seule espèce mellifère. On peut donc considérer que ces miels unis floraux naturels, sont des miels provenant d'une plante déterminée mais non à 100%.

1.2.4.2. Les miels multi floraux (poly floraux)

Les miels poly floraux sont élaborés par les abeilles à partir du nectar ou du miellat provenant de plusieurs espèces végétales. Ils représentent les miels les plus courants et les plus commercialisés.

Les apiculteurs les désignent souvent selon leur origine géographique, mais aussi en fonction de la saison ou du type de paysage où la flore est bien caractérisée (comme le maquis, la forêt, etc.), ou encore sous une appellation générique telle que « miel toutes fleurs ». Dans ces miels, aucune plante ou espèce florale ne

domine, ce qui leur confère une diversité florale équilibrée. Leur couleur varie du jaune clair au brun, et leur texture est généralement crémeuse. **(Laurent, 2005)**.

1.3. Technologie de récolte du miel

1.3.1 La récolte

La récolte du miel s'effectue généralement entre avril et novembre, après une miellée, lorsque les alvéoles sont operculées à environ 75 %. La première récolte débute habituellement à la fin du mois de Mai **(Guerzou et Nadji, 2010)**.

1.3.1.1 Enlèvement des cadres

L'apiculteur installe le chasse-abeilles la veille de la récolte pour 12 à 18 heures, c'est un accessoire unidirectionnel placé entre la hausse et le corps de la ruche. Il permet aux abeilles de descendre vers le couvain sans pouvoir remonter, vidant naturellement la hausse sans fumée, sans stress ni piquûres, et facilitant la manipulation en miellerie le lendemain matin. Les hausses, désormais peuplées de quelques abeilles restantes facilement brossées, sont transportées à la miellerie. **(Legout, 2015 ; Boulahbel, 2020)**

1.3.1.2. Extraction du miel

a. Désoperculation

L'apiculteur retire les cadres de miel, après avoir chassé les abeilles par l'enfumoir, il transporte les hausses dans la miellerie et enlève les opercules à l'aide d'un couteau à désoperculer **(Clément, 2006)**.

b. Extraction

L'extraction du miel s'effectue à l'aide d'un extracteur, généralement un récipient cylindrique en acier inoxydable. Cet appareil utilise la force centrifuge pour extraire le miel des rayons sans les endommager, préservant ainsi les cadres pour une réutilisation future. Les cadres désoperculés sont placés dans l'extracteur — manuel ou motorisé puis tournés à haute vitesse : le miel est projeté contre les parois avant de couler au fond, où il est récupéré **(Lequet, 2010)**.

c. Filtration

Après l'extraction, le miel est d'abord versé sur un filtre, typiquement un tamis en

acier inoxydable à maille de 0,1 mm, qui retient les débris de cire et autres impuretés. Le miel filtré s'écoule ensuite dans un bac, avant une seconde filtration dans un maturateur, permettant de clarifier le produit. **(Hemmerlé, 2022).**

1.3.2. Maturation du miel

La maturation du miel est une étape importante qui consiste en une simple décantation dans un récipient où le miel abandonne ses impuretés et les bulles d'air incorporées pendant l'extraction. Cette étape dure généralement entre 3 et 8 jours, en fonction de la température ambiante et de la viscosité du miel. **(Accili, 2022).**

1.3.3. Conditionnement du miel

Le miel est mis à l'abri de l'air et de l'humidité pour éviter toute dénaturation et fermentation. Les récipients doivent être bien remplis et hermétiquement fermés. Il est conseillé de conserver le miel dans des locaux frais où la température ne dépasse pas 20°C, afin de préserver sa qualité et ses propriétés organoleptiques. **(Rezzag, 2012)**

1.3.4. Pasteurisation du miel

Consiste à chauffer le miel à environ 78°C pendant 6 à 7 minutes, puis à le refroidir rapidement. Cette opération détruit les levures responsables de la fermentation et prolonge la durée de conservation du miel. Cependant, elle peut altérer certaines propriétés organoleptiques du miel, notamment sa couleur et son taux d'HMF (hydroxyméthylfurfural). **(Hédène, 2022).**

1.3.5. Emballage et étiquetage

L'emballage doit être propre, en bon état, doit être séparé facilement du miel et doit être approprié pour rentrer en contact avec le miel. On peut le vérifier comme suit : soit par la mention « compatible pour les denrées alimentaires » ou « compatible pour les denrées et boissons » ou le symbole du verre avec la fourche. Si des doutes subsistent, une déclaration doit être demandée au producteur d'emballage **(Abersi et al., 2016).**

L'étiquette doit fournir les informations suivantes :

- 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
- Une date de garantie, à consommer de préférence avant fin mois/année

Il est également recommandé de mentionner les résultats d'une analyse de laboratoire (espèces butinées, consistance, etc.) et la région de production pour

valoriser le produit (Schweitzer, 2004).

1.4. La composition chimique du miel

Elle varie selon le genre et l'espèce botanique dont il provient. La composition générale de miel selon les données de Bruneau (2002). (Figure 1)

1.4.1. L'eau

Les valeurs de la teneur en eau des miels analysés sont comprises entre 15 et 18%. Elles sont largement en dessous de la limite maximale préconisée de 20% maximum Par (Codex Alimentaire ,2001).

La teneur en eau est un critère de qualité utilisé essentiellement pour estimer le degré de maturité du miel et elle conditionne sa conservation (Silvano et al., 2014).

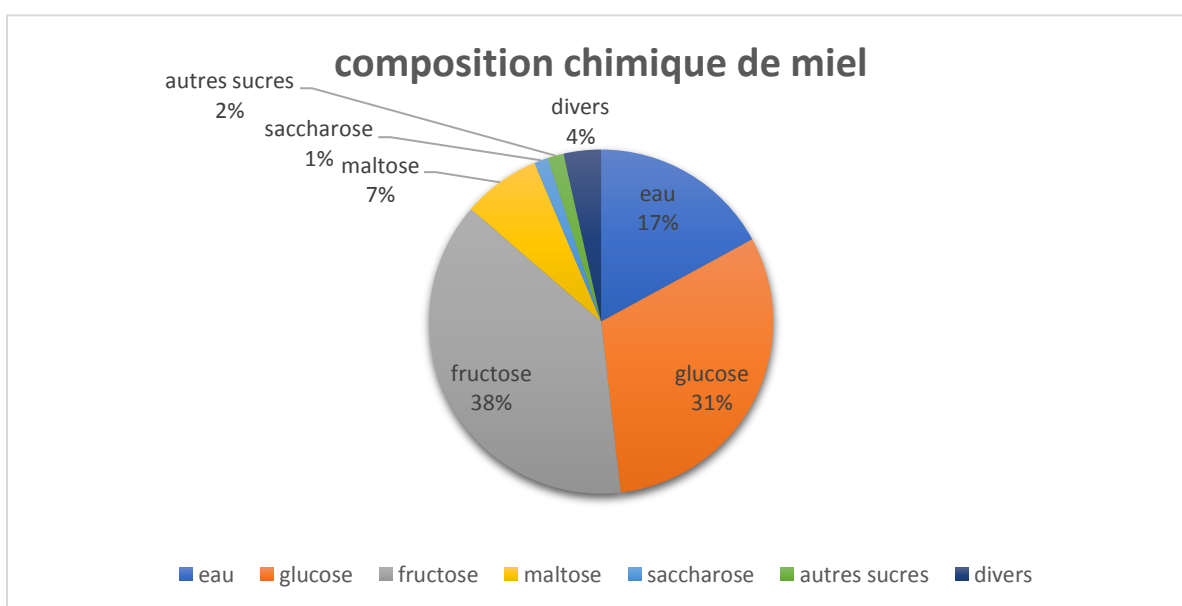


Figure 1 : Composition moyenne du miel (Bruneau, 2002).

1.4.2. Sucres (Glucides)

Les sucres sont les constituants principaux du miel, comportant environ 95 % du poids sec de miel. Les monosaccharides représentent 85% à 95% des sucres du miel, le fructose (38%), le glucose (31%), le saccharose (1,5%) et le maltose (7,5%) ainsi que d'autres sucres présents à l'état de traces comme l'isomaltose, l'erlose, 1kekérase, le dextrantriose, la raffinose et le centose (Bogdanov, 2011).

Les sucres représentent de 95 à 99 % de la matière sèche des miels (Tableau 2)

Tableau 2 : Les sucres

Type de sucre	Teneur moyenne
Monosaccharides (glucose et fructose)	31 % et 38 % en moyenne pour le glucose et fructose
Disaccharides (maltose)	7,3 %
Saccharose	1,3 %
Tri saccharides et polysaccharides(mélézitose)	1,5 % à 8 %

Source : (Pham-Délegue, 2000)

1.4.3 Les sels minéraux

La teneur en sels minéraux du miel varie de 0,05 à 1,5 %. Cette teneur est soumise à des variations très importantes en fonction des plantes visitées et du type de sol sur lequel elles poussent ce qui permet parfois de déterminer l'origine géographique du miel. D'une façon générale, les miels clairs sont nettement moins riches en matières minérales que les miels foncés. Le potassium est l'élément le plus abondant (80 % de matière minérale totale), suivi du calcium, du magnésium, du sodium, du phosphore, ainsi que d'éléments à l'état de traces incluant le fer, le cuivre, le zinc et le manganèse (Lachman et al., 2007).

Tableau 3 : Teneur du miel en minéraux.

Minéraux	Teneur(mg/100gdemiel)
Calcium	4à30
Chlore	0.002à0.02
Cuivre	0.01à0.1
Iode	-
Fer	0.1à3.4
Magnésium	0.7à13
Manganèse	0.02à10
Phosphore	2à60
Potassium	10à470
Sodium	0.6à40
Zinc	0.2à0.5

Source : (Philippe, 2007).

1.4.4. Les acides organiques

L'origine de l'acide gluconique est due à une bactérie appelée gluconobacter, qui, lors de la maturation du miel, transformerait le glucose en acide gluconique. Il existe aussi une vingtaine d'acides organiques tels que les acides acétique, benzoïque, citrique, lactique, malique, oxalique et butyrique. Les lactones assurent

parallèlement une fonction acide (**Manyi-Loh, 2011 cité par Ghlamallah et Hadjab, 2020**).

1.4.4.1 Matière azotée

a. Protéines et enzymes

Le miel contient une faible quantité de protéines, environ 1,7 g/kg (soit 0,26 %), avec une teneur en azote négligeable (environ 0,041 %).

Ces protides, composés principalement de protéines et d'acides aminés, proviennent du nectar, des sécrétions des abeilles ou du pollen. La proline, acide aminé caractéristique, est toujours présente dans le miel (**CRAAQ, 2012**).

La teneur en proline donne des informations sur le degré de maturité du miel et peut servir à détecter des falsifications ; un miel est arrivé à maturité lorsque sa teneur en proline est supérieure à 183 mg/kg. Des valeurs plus basses indiquent un manque de maturité ou une falsification (**Bogdanov et al., 2004**).

Plusieurs enzymes sont également présentes, notamment l'invertase, la diastase (α -amylase), l' α -glucosidase, la glucose-oxydase, la catalase et la phosphatase. L'invertase et l'amylase jouent un rôle essentiel dans l'évaluation de la qualité et de la fraîcheur du miel (**Bogdanov et al., 2004**).

1.4.4.2 Hydroxyméthylfurfural (HMF)

L'hydroxyméthylfurfural (HMF) est un sucre de dégradation du fructose naturellement présent dans tous les miels à la récolte à l'état de trace (1 à 3mg/kg) (**Makhloufi et al., 2010**).

L'analyse de la quantité d'HMF est donc une excellente méthode pour apprécier la qualité d'un miel. Le taux maximum est 40 mg d'HMF/kg de miel (**codex Alimentarius ,2001**).

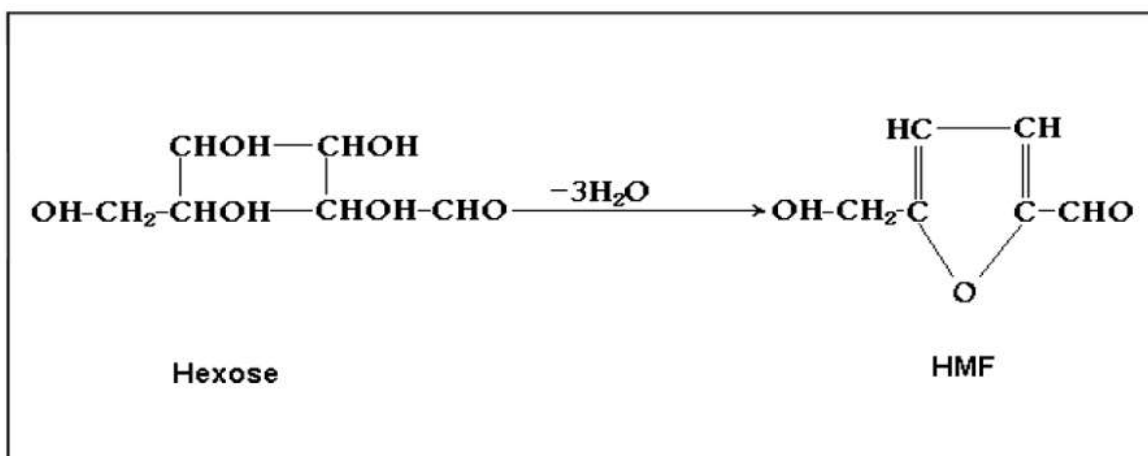


Figure 2 : Processus de la formation de l'HMF (Moussaoui, 2011).

C'est un très bon indice de dégradation, car des valeurs d'HMF supérieures à 40 mg/kg sont révélatrices d'une perte de qualité ; en effet, plus la teneur en HMF est faible, plus la qualité de miel s'affirme. Dans les miels à pH bas (le miel de nectar), l'augmentation de la valeur HMF est plus rapide que dans les autres miels (miel de miellat) (Oudjet, 2012).

1.4.5. Composés phénoliques

Ce sont des produits du métabolisme secondaire des plantes dont les principales sources sont les sécrétions végétales (Ouchemoukh, 2016).

Parmi les structures identifiées dans le miel : les acides phénoliques (acide benzoïque et cinnamique) et les flavonoïdes (flavones et flavonones) en proportions très variables qui constituent les classes les plus importantes des polyphénols (Jaganathan et Mandal, 2009).

Les composés phénoliques contribuent aux propriétés organoleptiques, telles que la couleur, le goût ou la saveur des miels. Ils ont également des activités antioxydantes, conjointement avec d'autres substances du miel (Ouchemoukh, 2016).

1.4.6. Vitamines

Le miel est pauvre en vitamines ; on y trouve des vitamines des groupes B et C et quelquefois A, D et K.

Les vitamines proviennent surtout des grains de pollen en suspension par une filtration poussée, on les élimine en grande partie et par conséquent il représente une quantité pratiquement négligeable dans les miels filtrés. (Ciulu et al ; 2011).

Tableau 4 : Les vitamines dans le miel

Les vitamines	Mg/100g
Thiamine (B1)	0.00-0.01
Riboflavine (B2)	0.02-0.01
Pyridoxine (B6)	0.01-0.23
Niacine	0.10-0.20
Acide pantothénique	0.02-0.11
Acide ascorbique (vitamine C)	2.2-2.5
Phyloquinone (vitamine K)	0.25

Source : (Bogdanov et Matzke ,2003)

1.4.7. Colloïdes

Ils sont constitués principalement par des protéines, des substances cireuses, des pigments, des pentosanes et diverses autres substances **(Lequet, 2010)**.

1.4.8. Lipides

Ils sont présents en faibles quantités, on y retrouve majoritairement des stérols, des triglycérides et des acides gras. **(Hamouten, 2018)**.

1.4.9. Les substances aromatiques

L'arôme est un facteur de qualité important dans les produits alimentaires. L'arôme de miel d'abeille dépend de la composition de fraction volatile, qui est sous l'influence de la composition de nectar et d'origine florale. Le miel mono floral est de haute valeur nutritionnelle. **(Cuevas.Gloire et al ; 2007)**

1.5. Les pollens

Le pollen présent dans le miel provient majoritairement des grains transportés passivement par les abeilles lors de la récolte du nectar. En effet, au cours du butinage, les grains de pollen adhèrent aux poils du corps des abeilles et se retrouvent incorporés au nectar ramené à la ruche. Une fois stocké dans les alvéoles, ce nectar subit divers processus enzymatiques et physiques pour devenir du miel, tout en conservant une fraction non négligeable de ces grains de pollen **(Oddo &Piro, 2004)**.

L'analyse pollinique ou méliissopalynologie permet d'identifier les types de fleurs butinées ainsi que leur fréquence relative, ce qui facilite la classification des miels en miels monofloraux ou polyfloraux. Cette méthode est particulièrement précieuse pour vérifier la conformité avec les normes de commercialisation nationales et internationales, notamment en ce qui concerne la teneur minimale en pollen spécifique exigée pour certains labels **(Von der Ohe et al., 2004)**.

La teneur naturelle en pollen dans le miel est également considérée comme un critère d'authenticité. L'élimination excessive du pollen par filtration fine est parfois utilisée pour masquer l'origine réelle du produit ou faciliter son mélange avec d'autres miels. Le Codex Alimentarius recommande que le miel conserve ses composants naturels, y compris le pollen, afin de garantir sa qualité et sa traçabilité **(Codex Alimentarius, 2001)**.

CHAPITRE 2 : QUALITE DU MIEL

2.1 Qualité du miel

L'évaluation de la qualité du miel est déterminée essentiellement par la vérification de son authenticité, l'estimation de sa maturité, sa fraîcheur et l'identification de son origine botanique. Afin d'offrir au consommateur un produit de qualité, des critères physicochimiques du miel sont fixés par le Codex Alimentaires et le Journal Officiel des communautés européennes, il s'agit de la teneur en eau, la conductivité électrique, les sucres réducteurs et non réducteurs, l'acidité, l'activité de diastase et la quantité d'HMF (**Sana, 2017**).

2.2 Propriétés physico-chimique du miel

2.2.1 Densité

Le miel a une densité relativement élevée qui varie entre 1,40 et 1,45 g/cm³ à 20°C. Elle est en fonction de la teneur en eau et à moindre degré de la composition chimique du miel (**Bogdanov, 2011**).

2.2.2 Fluidité et viscosité

Le miel est un liquide visqueux et sa viscosité dépend de sa teneur en eau, sa composition chimique et de sa température, la viscosité est très élevée à basse température et décroît rapidement lorsque la température augmente. Pour 30°C à 35°C, la viscosité est minimale (<100 poises) (**Bogdanov et al., 2004**).

2.2.3. PH et acidité

La plupart des miels sont acides. Les miels de nectar, très acides, ont un pH compris entre 3,5 et 4,5. Les miels de miellats, moins acides, ont un pH supérieur à 4,5. L'acidité des miels est essentiellement due à l'acide gluconique. C'est un critère de qualité important durant l'extraction et le stockage, en raison de son influence sur la texture et la stabilité du miel ; de plus, le miel falsifié avec un sirop de sucre ordinaire a un indice d'acidité très bas (inférieur à 1) alors que celui falsifié avec du sucre industriel interverti a une acidité nettement accrue (**Schweizer, 2005**).

2.2.4. Indice de réfraction

L'indice de réfraction du miel est en quelque sorte le résultat de chacun de ses constituants. La plupart des miels ont un indice de réfraction compris entre 1,47 et 1,50 pour une teneur en eau de 13 à 18% (**Dailly, 2010**).

2.2.5. Conductivité électrique

La conductivité électrique représente la capacité d'un corps à permettre le passage du courant électrique. Elle dépend de la teneur en minéraux et de l'acidité du miel ; plus elles sont élevées, plus la conductivité correspondante est élevée (**Bogdanov, 2011**).

Le miel de nectar, les mélanges de miel de nectar et de miel de miellat ont une conductivité inférieure à 0,8 mS/cm par contre le miel de miellat est supérieure à 0,8 mS/cm (**Codex stan-12, 2001**).

2.2.6. Humidité

L'humidité de miel est le critère de quantité qui détermine les possibilités du miel pour rester stable et pour résister à la détérioration par la fermentation (par les levures) : plus elle est élevée, plus le miel risque de fermenter rapidement ou de mal cristalliser. Le miel ne doit pas dépasser 20% d'humidité (**Décret ,2003**).

2.2.7. Couleur

Le miel peut présenter une coloration d'une très grande variabilité qui peut aller d'une teinte presque incolore (miel de faux acacia) ou blanche (miels de romarin et d'agrumes) au brun sombre. Plus le miel est clair, moins il est riche en minéraux et inversement (**Oudjet, 2012**).

2.2.8 Degré de Brix

Le degré de Brix du miel indique la quantité de la matière sèche, exprimé en (g) pour 100g de miel (**Dailly, 2008**).

2.2.9. L'hygroscopie du miel

Le miel est très hygroscopique, c'est-à-dire qu'il se comporte un peu comme une éponge. S'il est mis en contact à l'air avec une humidité relative dépasse 55%, il va se charger d'humidité (**Bruneau, 2008**).

2.3 Propriétés organoleptique

2.3.1 Consistance

En fonction de sa composition et de ses conditions de conservation, le miel peut avoir une consistance fluide, épaisse ou cristallisée (**Lequet, 2010**)

2.3.2 Saveur

La saveur du miel dépend principalement de la plante dont provient le nectar, influençant aussi son arôme, sa densité et sa couleur. Certains miels sont issus d'une seule plante, tandis que d'autres proviennent d'un mélange de fleurs sauvages. En milieu urbain, les arbres présents dans les espaces publics fournissent le nectar, donnant au miel une saveur particulière. La couleur du miel ne détermine pas directement son goût, mais les miels plus clairs tendent à avoir une saveur plus douce que les plus foncés. **(Benjamin et McCallum, 2009)**

2.3.3 Le goût

Le goût naît et dépend de l'origine végétale, mais le miel ne doit pas présenter de goût étranger ou d'odeur étrangère (fumée, etc.) ni avoir commencé à fermenter **(Blanc, 2010)**

2.4 La méliissopalynologie

La méliissopalynologie est une discipline qui permet d'identifier l'origine botanique du miel en analysant l'empreinte pollinique qu'il contient **(Sawyer, 1988)**. Elle repose sur l'identification et la quantification des grains de pollen et autres éléments microscopiques figurés présents dans le culot obtenu après centrifugation, à l'aide d'un microscope photonique (Cette approche permet de déterminer si un miel est monofloral ou polyfloral, et d'établir un lien entre la composition pollinique et l'origine géographique ou florale du produit. **(Ouchemoukh, 2012)**

2.5 Propriétés biologiques

2.5.1 Propriétés antioxydantes

Cette propriété est variable d'un miel à un autre, selon la source botanique et la présence de différents composés antioxydants tels que : Les composants phénoliques, les flavonoïdes, les acides organiques (acide ascorbique) et des acides aminés.

Toutefois, les composés phénoliques et les mélanoïdines (produits de Maillard) sont les plus importants dans cette activité. Plus le miel est foncé le plus son activité antioxydante est élevée **(Bogdanov, 2011)**.

2.5.2 Propriétés antimicrobiennes

La concentration en sucres rend le miel inattaquable aux levures, le miel a une action antiseptique, due à une substance végétale antimicrobienne appelée l'inhibine et au peroxyde d'hydrogène, et peut être à ces traces d'acide formique (venant de l'abeille) et aux facteurs physiques (pression osmotique élevée et acidité). En fonction de sa concentration et de son origine botanique, un miel peut être bactéricide ou être bactériostatique **(Bogdanov, 2011)**.

2.5.3. Propriétés thérapeutiques

Le miel est régulièrement utilisé dans le traitement des plaies en raison de sa viscosité qui empêche la contamination par les bactéries et sa pression osmotique élevée qui crée un milieu humide autour de la plaie **(Lequet, 2010)**.

2.5.4 Propriétés nutritive

Le miel, composé de sucres simples (fructose et glucose), est rapidement assimilé par l'organisme : il passe dans le sang très vite, puis sa glycémie diminue progressivement. Avec une valeur énergétique d'environ 310 kcal/100 g, il est moins calorique que le sucre (≈ 405 kcal/100 g), ce qui en fait un choix prisé par les diététiciens. Des études confirment également que le miel peut améliorer l'absorption du calcium et favoriser la rétention du magnésium, ce qui renforce son intérêt comme substitut au sucre, tant pour ses bienfaits nutritionnels que thérapeutiques. Il contribue à un meilleur équilibre en éléments essentiels au bon fonctionnement de l'organisme et couvre efficacement les besoins énergétiques. Le miel est donc recommandé dans l'alimentation des nourrissons, des enfants en croissance, des sportifs et des personnes âgées. **(Rossant, 2011)**.

2.6. Principales transformations physiques et chimiques du miel

2.6.1. La cristallisation

La cristallisation du miel, phénomène naturel, doit être considérée comme une première étape du vieillissement. Tel que les abeilles le stockent dans le rayon, le miel est un produit liquide ; tous les sucres qu'il contient sont en solution dans l'eau, mais cette solution est sursaturée, ce qui signifie qu'elle n'est pas stable. Le miel est rapidement le siège de cristallisations fractionnées qui intéressent surtout le glucose, moins soluble que le fructose. **(Bogdanov, 2004)**.

Sous l'influence de différents facteurs, une cristallisation des sucres va s'amorcer et gagnera progressivement la totalité de la masse du miel. Tant que le miel est sous l'opercule de cire, à l'abri de l'air et à la température constante, la probabilité de cristalliser est faible. Après l'extraction, au contact de l'air et des poussières et soumis à d'importantes variations de températures, le miel se trouve dans des conditions favorables pour cristalliser **(Lequet, 2010)**.

2.6.2 La fermentation

Tous les miels naturels contiennent des levures, responsables des fermentations alcooliques. Une teneur en eau trop importante (à partir de 18%) et une température excessive leur permettent de se développer, ce qui provoque la fermentation du miel. D'autres micro-organismes présents dans le miel peuvent engendrer différentes fermentations (lactique, butyrique, acétique, etc.). Toutes ces fermentations altèrent fortement les miels qui possèdent alors une acidité supérieure à la normale. Un miel fermenté présente généralement des bulles d'air qui s'accumulent et devient impropre à la consommation **(Dupont, 2018)**.

2.7. Facteurs influençant la composition du miel

2.7.1. Origine florale

La composition botanique du miel dépend directement des espèces végétales butinées par les abeilles. Dans les zones sahariennes, la flore mellifère est limitée mais spécifique, comprenant des plantes telles que l'acacia, le jujubier (*Ziziphus lotus*) et l'euphorbe. Ces espèces influencent non seulement le profil sensoriel du miel (goût, arôme, couleur), mais aussi sa teneur en composés bioactifs comme les flavonoïdes et les phénols, qui renforcent ses propriétés antioxydantes. La diversité florale locale est donc un facteur déterminant de la qualité du miel **(Benyahia et al., 2015)**.

2.7.2. Conditions climatiques extrêmes

Le climat saharien, caractérisé par des températures élevées et une faible humidité, impacte la production et la qualité du miel. Ces conditions peuvent réduire la disponibilité des ressources florales et affecter la concentration en eau du miel, influençant ainsi sa densité et sa viscosité. Des études ont montré que les miels provenant de zones arides présentent des variations significatives dans leur composition physico-chimique, notamment en termes de teneur en eau et de densité **(Benalia et al., 2021)**.

2.7.3 Les Conditions de conservation

La température idéale pour une bonne conservation du miel doit être comprise entre 12 et 16°C, elle est ralentie à plus basse température comme à plus haute température. Mais dans ce dernier cas, la dégradation du miel se caractérise par une augmentation du niveau de HMF avec le temps. **(Guerzou et Nadji, 2008)**

La qualité et la composition du miel, peut également être touchée par différents facteurs :

- La récolte avant sa maturation ;
- L'adultération avec des sirops de sucre ;
- La race des abeilles ;
- Les conditions de récolte, le miel ne doit pas être chauffé ou transformé à un point tel que sa composition essentielle soit changée et aucun traitement chimique ou biochimique ne doit être utilisé. **(Codex, 2001).**

2.8 Paramètres de contrôle qualité et normes internationales

2.8.1 Qualité d'un miel

Un miel de qualité doit être un produit sain, extrait dans de bonnes conditions d'hygiène, conditionné correctement, qui a conservé toutes ses propriétés d'origine et qui les conservera le plus longtemps possible. **(Younes-Chaouch et Bounsiar ,2018).**

2.8.2 Normes internationales

Les normes internationales sont bien spécifiées suivent la loi européenne relative au miel, Codex Alimentarius. **(Annexe 1).**

2.8.3 Législation algérienne (NA 15304)

En Algérie, la production de miel est une pratique immémoriale tributaire et subordonnée aux facteurs pédoclimatiques et à la diversité floristique, tous deux propices à l'élevage des abeilles. En effet, le territoire national possède un potentiel apicole important.

En 2016, la communauté scientifique algérienne a donné une définition officielle au miel et complète permettant de le différencier des autres produits trouvés dans la nature. C'est ce "miel", tel qu'il a été élaboré par l'abeille qu'est sensé arrivé au consommateur final ; sans subir aucune modification liée à sa technologie et à sa commercialisation. **(Reguig, 2019)**

2.8.3.1 Objectif et domaine d'application de la NA 15304

La NA 15304 spécifie les critères de qualité principaux des miels algériens, Elle appliquée à tous les miels produits par les abeilles *Apis mellifera*, elle a ciblé tous les modes de présentation des miels, vise aussi le miel conditionné, et elle n'est pas applicable aux produits sucrés élaborés avec du miel. **(Reguig, 2019)**

2.8.4 Les paramètres qualitatifs du miel

Les limites de certains paramètres physico-chimiques du miel selon la **NA15304** de l'année 2016, sont présentées dans l'annexe 2, elles touchent aux critères dits de qualité et non de composition, à savoir l'humidité, l'acidité libre, la conductivité électrique, le taux de matière insoluble dans l'eau, le taux du glucose, fructose et saccharose, l'activité de la diastase et l'HMF. **(Reguig, 2019)**

Cette norme a été confortée en 2018 par la Norme Algérienne **NA 19410** qui touche aux méthodes d'échantillonnage et d'analyse. **(Reguig, 2019)**

2.9 Adultération des miels

On appellera « fraude » toute action destinée à tromper le consommateur. Le miel ressort comme un des produits alimentaires les plus susceptibles de faire l'objet de fraudes économiques. La principale fraude du miel consiste en l'ajout de sucre exogène. Mais il existe également d'autres types de fraudes, comme la tromperie sur l'origine botanique ou géographique du produit **(ITSAP, 2017)**.

2.9.1 Les grands types de fraudes sur le miel

Falsification, adultération, altération, faux-miel, miel artificiel, faux étiquetage ou étiquetage non-conforme, ou encore blanchiment du miel. On distingue deux types de fraudes pratiquées sur le miel :**(ITSAP, 2017)**.

- Les fraudes concernant la qualité du produit
- Les fraudes concernant la description du produit commercialisé

2.9.1.1 Les fraudes sur la qualité de miel

Dans ce cas, la matrice miel est altérée de sorte qu'elle ne répond plus à la définition légale du miel, ces fraudes consistent :

- soit à ajouter de manière délibérée au miel des substances ;
- soit à pratiquer des conditions de récolte et de traitement aboutissant à un produit qui ne correspond plus à la définition légale du miel **(ITSAP, 2017)**.

2.9.1.2 Les fraudes par adultération

Les pratiques consistant à altérer délibérément la qualité du miel par l'ajout de substances de moindre valeur, et faisant de lui un produit ne correspondant plus à la définition légale du miel définie dans On peut considérer que toutes les formes d'adultération s'accompagnent naturellement d'une fraude à l'étiquetage, puisque l'objectif de la fraude est de faire passer un produit pour un autre **la Directive Miel, (2001)**.

Il peut s'agir aussi d'une adultération délibérée par l'alimentation des abeilles en période de production, ou d'une mauvaise pratique apicole lors d'une alimentation des abeilles. Dans les deux cas, ces pratiques peuvent entraîner des modifications du profil des sucres du miel récolté. **(ITSAP, 2017)**.

2.9.2 Pratiques non conformes de récolte et de traitement du miel

Certaines pratiques de récolte et de traitement du miel sont réalisées de façon délibérée, pour gagner en volume ou pour masquer une non-conformité du miel. Il s'agit donc là encore de pratiques frauduleuses :

- Les miels récoltés avant maturité : ces miels qui présentent un excès d'humidité risquent de fermenter (multiplication des levures)
- Les miels mal stockés ou chauffés de façon excessive : ces miels peuvent présenter une teneur en HMF, ainsi qu'un indice diastasique, non conformes aux critères de la Directive Miel. La teneur en HMF est un « indice de vieillissement » qui augmente avec la durée du stockage ou le chauffage du miel. L'indice diastasique est un indicateur complémentaire pour vérifier s'il y a eu stockage ou chauffage du miel

- Les miels micro filtrés sans mention sur l'étiquetage, voire ultra-filtrés : les miels qui ont été micro-filtrés ou ultra-filtrés ne répondent plus à la définition légale du miel **(ITSAP, 2017)**

2.9.3 Fraudes sur les non-conformités d'étiquetage

Les fraudes à l'étiquetage consistent à mentionner sur l'étiquette des indications qui ne correspondent pas au produit commercialisé et/ou qui ne sont pas conformes aux dispositions de la réglementation, en vigueur ou au code de la consommation. **(ITSAP, 2017).**

PARTIE EXPERMENTALE

CHAPITRE 1 :

MATERIELS ET METHODES

Objectif

L'objectif du présent travail consiste en une caractérisation physico-chimiques de quelques échantillons de miels récoltés dans la région du Sud Algérien afin d'évaluer et comparer leurs qualités selon les normes internationales du codex Alimentarius 2001 et les normes algériennes (NA15304 de 2016).

1.1 Présentation générale de la région du Sud algérien

1.1.1. Situation géographique

La région du Sud algérien s'étend sur la majeure partie du territoire national, couvrant environ 2 millions de km², soit près de 85% de la superficie totale de l'Algérie. Cette vaste région saharienne s'étend depuis l'Atlas saharien au nord jusqu'aux frontières avec le Niger, le Mali et la Libye au-delà du tropique du Cancer **(Bensaid, 2006 ; ONS, 2019)**.

Elle comprend plusieurs wilayas représentatives de la diversité saharienne : Biskra située à la porte du désert, Béchar dans le sud-ouest, Ghardaïa au cœur de la vallée du M'Zab, Ouargla et ses palmeraies, Illizi dans le Tassili, Tamanrasset dominée par le massif du Hoggar, et Djanet aux portes du Tibesti **(MADR, 2020)**.

La région est délimitée géographiquement par l'Atlas saharien au nord, la frontière Tunisienne et libyenne à l'est, les frontières avec le Niger, le Mali et la Mauritanie au sud, et la frontière marocaine à l'ouest **(Côte, 2005 ; Bensaâd, 2009)**.

1.1.2. Caractéristiques géographiques de la région du Sud algérien

1.1.2.1. Les reliefs

Le territoire du Sud algérien présente une diversité topographique remarquable qui se répartit en une variété de formations topographiques emblématiques. Les bassins peu profonds, temporairement inondés (chotts et dayas) et de grandes cuvettes formant des oasis constituent des espaces vitaux pour l'agriculture oasisienne. De vastes plaines rocailleuses (serirs ou regs), des plateaux rocheux (hamadas) et des montagnes **(Amrani etOmeiri, 2019)**.

1.1.2.2. Hydrographie

Le réseau hydrographique du Sud algérien est constitué principalement d'oueds fossiles et de nappes aquifères souterraines. Les principales ressources en eau proviennent de la nappe albiennne et des nappes phréatiques locales qui alimentent les oasis.

Les oueds temporaires comme l'oued Righ, l'oued Souf et l'oued M'Zab ne coulent qu'occasionnellement lors d'épisodes pluvieux exceptionnels (**Abdellaoui et al., 2016**).

L'eau constitue la ressource la plus précieuse de la région, conditionnant l'implantation des oasis et le développement de l'agriculture, notamment la phoeniculture et l'apiculture dans ces écosystèmes particuliers (**Hadjeb et al., 2018**).

1.1.3. Caractéristiques climatiques

1.1.3.1. Type de climat

Le Sahara connaît un climat désertique aride avec des précipitations moyennes inférieures à 100 mm par an. Les températures varient avec l'altitude. Dans les parties basses, elles peuvent être véritablement torrides pendant l'été (**Meddi et al., 2010**).

La région du Sud algérien se caractérise par un climat désertique hyperaride avec de très grandes amplitudes thermiques diurnes et saisonnières. Ce climat se traduit par des étés extrêmement chauds et des hivers relativement frais, particulièrement en altitude (**Boudjemaa et al., 2015**).

Tableau 5 : Données climatiques moyennes par zone du Sud algérien

Zone	Précipitations (mm/an)	T° max été (°C)	T° min hiver (°C)	Amplitude diurne (°C)	Humidité relative (%)
Biskra	155	45,5	4	17	33
Ghardaïa	60	44,8	2	21	27
Ouargla	18	47,2	3	24	23
Tamanrasset	30	37,5	-1	19	31
In Salah	6	49,3	5	27	19

Source : (ONM, 2025)

1.1.3.2. Pluviométrie

Les précipitations sont extrêmement faibles et irrégulières, oscillant entre 5 et 50 mm par an selon les zones. Les précipitations, quand elles surviennent, prennent souvent la forme d'averses courtes mais intenses pouvant causer des crues subites dans les oueds (**Taibi et al., 2017**).

La saison la plus arrosée correspond généralement à l'automne et au printemps, tandis que l'été reste absolument sec sur l'ensemble de la région **(Khaldi et al., 2016)**.

1.1.3.3. Les températures

Les températures présentent des caractéristiques extrêmes avec des maximales dépassant régulièrement 45°C en été et pouvant atteindre 50°C dans les zones les plus basses. Les minimales hivernales peuvent descendre en dessous de 0°C, particulièrement dans les zones d'altitude comme le Hoggar et le Tassili **(ONM, 2018)**.

L'amplitude thermique diurne peut dépasser 20°C, témoignant de la sécheresse atmosphérique et de l'absence de couverture nuageuse **(Meddi et Hubert, 2003)**

1.1.3.4. Les vents

Les vents dominants sont de secteur nord-Est (Harmattan). Le sirocco, vent chaud et sec du sud, peut souffler violemment et transporter d'importantes quantités de sable, créant des tempêtes de sable qui peuvent durer plusieurs jours **(Callot et al., 2000)**.

La vitesse du vent varie selon les saisons et les reliefs, mais reste généralement modérée sauf lors des épisodes de sirocco **(Beltrando, 2004)**.

1.1.3.5. L'humidité relative

L'humidité relative est extrêmement faible, oscillant entre 20% et 40% selon les saisons. Cette faible hygrométrie contribue à l'évaporation intense et conditionne la physiologie des plantes et des abeilles présentes dans la région. **(Arifi, 2020)**.

Dans les oasis, l'humidité relative peut être légèrement plus élevée grâce à la présence de végétation et de points d'eau. **(Idder et al, 2014)**.

1.1.4. La végétation de la région du Sud algérien

La végétation saharienne est adaptée aux conditions extrêmes du climat désertique. Elle se concentre principalement dans les oasis où l'eau est disponible. Les principales espèces mellifères de la région comprennent **(Benslama et al., 2015)**.

Les oasis, qui sont des îlots de végétation plus riche en raison de la proximité de nappes phréatiques ou de sources, constituent une exception dans ce paysage désertique et concentrent l'essentiel de l'activité apicole. **(Benslama et al., 2015)**.

Tableau 6 : Principales espèces mellifères du Sud algérien

Espèce	Nom scientifique	Période de floraison	Potentiel mellifère	Qualité du miel	Distribution
Jujubier	<i>Ziziphus lotus</i>	Septembre-Novembre	Très élevé	Exceptionnelle	Toutes oasis
Palmier dattier	<i>Phoenix dactylifera</i>	Mars-Avril	Élevé	Bonne	Toutes oasis
Acacia du désert	<i>Acacia tortilis</i>	Février-Mai	Élevé	Très bonne	Sahara central
Lavande du désert	<i>Lavandula antineae</i>	Avril-Juin	Moyen	Bonne	Montagnes
Thym sauvage	<i>Thymus algeriensis</i>	Mars-Mai	Moyen	Excellente	Altitude
Genêt du désert	<i>Retama raetam</i>	Février-Avril	Faible	Moyenne	Zones arides
Kalkha (khalla)	<i>Ammi visnaga</i>	Juillet-septembre	Moyen à élevé	Bonne	Zones steppiques et arides
Harmel	<i>Peganum harmala</i>	Mars-Avril	Moyen	Bonne	Zones steppiques
Euphorbe	<i>Euphorbia guyoniana</i>	Avril-Mai	Élevé	Très bonne	Régions sablonneuses
Chardon-Marie	<i>Silybum marianum</i>	Mars-Juin	Moyen	Bonne	Oasis et bordures agricoles
Tamaris	<i>Tamarix gallica</i>	Avril-Juin	Faible à moyen	Moyenne	Oueds et zones salines
Atriplex	<i>Atriplex halimus</i>	Mars-Avril	Faible	Moyenne	Zones semi-désertiques

Source : (Hadjeb et al., 2018, Souissi et al., 2020)

- **Le jujubier (*Ziziphus lotus*)** : Le miel de jujubier de l'Algérie, autrement appelé en arabe "Sidr" est réputé pour ses nombreuses propriétés et pour sa qualité. Il fait partie des meilleurs miels du monde. Cette espèce constitue la ressource mellifère la plus précieuse du Sahara.
- **Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera*)** : Pilier de l'écosystème oasien, il fournit un nectar apprécié des abeilles et crée un microclimat favorable à d'autres espèces mellifères.
- **L'acacia du désert (*Acacia tortilis*)** : Arbre épineux résistant à la sécheresse, il produit une floraison mellifère appréciée.
- **La lavande du désert** et diverses espèces de **thyms sauvages** complètent la flore mellifère adaptée aux conditions sahariennes.
- **Le Thym saharien (*Thymus spp*)**, Plante basse et très aromatique, le thym pousse souvent en touffes denses sur les plateaux et les pentes rocheuses. Il est mellifère, médicinal et capable de résister aux longues périodes de sécheresse. C'est une espèce très appréciée en apiculture saharienne.
- **L'alfa (*Stipa tenacissima*)**, Graminée typique des hauts plateaux et des zones steppiques du Sud, l'alfa forme de vastes tapis végétaux. Bien qu'elle ne soit pas mellifère elle-même, elle joue un rôle important en abritant une flore secondaire qui peut l'être.
- **Le Tamaris (*Tamarix spp*)**, Arbustes des oueds et sols salins, les tamaris offrent une floraison fine au printemps. Ils résistent à la salinité et à l'érosion, et attirent les abeilles avec leur nectar doux et leur floraison colorée.
- **L'armoise blanche (*Artemisia herba-alba*)**, très résistante à la sécheresse. L'armoise offre une floraison discrète mais très prisée par les pollinisateurs. C'est aussi une plante médicinale largement utilisée dans la pharmacopée locale.

1.1.5. Situation de l'apiculture dans la région du Sud algérien

L'apiculture saharienne présente des caractéristiques particulières liées aux conditions climatiques extrêmes et à la rareté des ressources mellifères. Cette activité se concentre essentiellement dans les oasis où les apiculteurs ont développé des techniques d'élevage adaptées au climat désertique.

L'apiculture du Sud se distingue par la production de miels monofloraux de grande qualité, notamment le miel de jujubier, considéré parmi les meilleurs au monde. Les apiculteurs font face à des défis spécifiques comme la protection des ruches contre les vents de sable, la gestion de l'eau pour les abeilles et l'adaptation aux amplitudes thermiques extrêmes. **(Umnagri, 2022)**

Les principales zones apicoles se situent dans les oasis de Biskra, les palmeraies de Ghardaïa, les oasis du Souf, et les zones montagneuses du Hoggar et du Tassili où la diversité florale est plus importante grâce à l'altitude et aux microclimats particuliers. La production mellifère, bien que quantitativement plus faible qu'au nord du pays, se caractérise par une qualité exceptionnelle et des propriétés thérapeutiques reconnues, particulièrement pour les miels de jujubier et d'acacia du désert. **(Fedapimed, 2016)**

1.2. Matériels

1.2.1 Matériel biologique

Le matériel biologique est composé d'échantillons de miels récoltés par des apiculteurs dans quelques régions du sud Algérien.

1.3. Méthodes

1.3.1 Echantillonnage

Le nombre d'échantillon de miel ayant fait l'objet de notre étude est de sept. Ces dernières ont été collectées dans plusieurs régions, réparties sur les sept wilayas par des apiculteurs fournisseurs de miels du Sud Algérien. Le tableau 07 présente les informations des différents miels recueillis, un code a été attribué à chaque échantillon afin de faciliter les manipulations durant les analyses au niveau du laboratoire : Le code désigne l'origine géographique et l'appellation initiale.

Les miels sont identifiés et conservés dans des pots en verre à l'abri de la lumière, l'humidité et la chaleur **(Figure 3)**.

Tableau 07 : Présentation des différents échantillons de miel

Echantillons	Origine géographique	Appellation initiale	Code	Date de récolte	Mode d'extraction	poids
1	Biskra	Jujubier	MJB	2024/12	Mécanique	250 g
2	Bechar	Cresson	MCB	2024/10	Mécanique	200g
3	Illizi	Cresson	MCI	2024/11	Manuel	250 g
4	Timimoun	Jujubier	MJT	2025/01	Manuel	250 g
5	Tamanrasset	Multi fleurs	MMT	2024/11	Manuel	150g
6	Ghardaïa	Jujubier	MJG	2025/03	Manuel	250 g
7	Djanet	Acasia	MAD	2024/11	Mécanique	250 g

**Figure 03** : Les échantillons de miel récoltés. (Original, 2025)

1.3.2 Les analyses du miel

Les analyses sont réalisées au laboratoire de zootechnie et au laboratoire de chimie du département de Biotechnologie ainsi que le laboratoire des génies des procédés au niveau de l'université Sâad dahleb Blida1.

Les paramètres d'analyse réalisés dans cette étude sont :

- La teneur en eau
- La conductibilité électrique
- Le pH
- L'acidité libre
- La densité
- Les cendres
- L'HMF

1.3.3 Les analyses physico-chimiques du miel

1.3.3.1 Détermination de la teneur en eau et degré de Brix

a. Principe

La méthode utilisée pour la détermination de la teneur en eau est basée sur la mesure d'IR qui varie en fonction de la concentration en matière sèche du produit à analyser (Bogdanov, 2011).

b. Mode opératoire

La détermination de la teneur en eau s'effectue directement par la mesure optique de cette valeur par un réfractomètre à main de type **HONEY TESTER 68-92%**.

La goutte de miel est déposée sur la platine du prisme d'un réfractomètre en couche mince, dans le cas où l'échantillon est cristallisé, on le met dans un flacon fermé hermétiquement et on le place à l'étuve à 40°C ou dans un bain marie à 50°C jusqu'à ce que tous les cristaux de sucre soient dissous puis on laisse refroidir à température ambiante.

La lecture est faite à travers l'oculaire au niveau de la ligne horizontale de partage entre une zone claire et une zone obscure. Lire la valeur de la teneur en eau sur l'échelle supérieure.



Figure 04 : Le réfractomètre

1.3.3.2 La conductibilité électrique

a. Principe

La conductibilité électrique a été déterminée à 20°C en utilisant un conductimètre. Les déterminations ont été effectuées sur une solution aqueuse de miel à 20% (Sancho et *al.*, 1991).

b. Mode opératoire

Pour la mesure de la conductibilité électrique il faut préparer une solution de miel à 20% et cela par dissolution de 10g de miel dans 50 ml d'eau distillée, en suite plonger l'électrode de conductimètre électrique dans la solution préparée.



Figure 05 : Le conductimètre.

1.3.3.3. La mesure de pH

a. Principe

Selon **Lequet(2010)**, l'étude de l'acidité d'un miel permet d'identifier son origine botanique. Les miels issus de nectar ont un pH faible (de 3,3 à 4,0) tandis que ceux de miellat ont un pH un peu plus élevé (de 4,5 à 5,5)

b. Mode opératoire

La détermination de pH du miel est faite par l'utilisation d'un pH-mètre.

- Préparer une solution de miel de 10% (10g de miel dans 100ml d'eau distillée). Il est à rappeler que le pH mètre a été étalonné par solution tampon de pH 4 et 7.
- Introduire l'électrode dans la solution de miel à mesurer.
- Attendre la stabilisation de pH mètre et la valeur du pH est directement affichée sur l'écran de l'appareil.



Figure 06 : Le pH mètre

1.3.3.4 L'acidité

a. Principe

L'acidité libre est déterminée par titration d'un mélange de miel eau avec une solution d'hydroxyde de sodium à 0,1 mole, jusqu'à un pH de 8,30 (**Bogdanov, 2011**).

b. Mode opératoire

- Titrer la solution du miel de 10% (10g de miel dans 100ml d'eau distillée) avec une solution d'hydroxyde de sodium (0,1 N), jusqu'à l'obtention d'un pH de 8,30.
- Enregistrer le volume de NaOH.

L'acidité est exprimée en milliéquivalent/Kg du miel, elle est calculée comme suit :

$$AL = (\text{volume de } 0,1\text{mole de NaOH en ml}) \times 10$$

1.3.3.5 La densité

a. Principe

D'après **Hanifi (2013)**, la densité relative d'un corps est le rapport de sa masse volumique à la masse volumique d'un corps pris comme référence à une température de 20°C. Le corps de référence est l'eau distillée pour les liquides et les solides

b. Mode opératoire

La mesure de la densité consiste à:

- Peser à l'aide d'une éprouvette 5ml de miel et noter le poids

- Également pour l'eau distillée noter le poids aussi.
- La densité est déterminée par le rapport suivant :

$$d = m/m_1$$

m: la masse de 5ml de miel ;

m₁ : la masse de 5 ml d'eau distillée

1.3.3.2 Détermination de la teneur en cendres

a. Principe

La teneur en cendres est basée sur l'incinération du miel dans un four. 5 à 10 g de miel sont additionnées de quelques gouttes d'huile d'olive et l'ensemble est chauffé dans un four à moufle à 600 °C pendant une heure (**Bogdanov, 1999**).

b. Mode opératoire

- Mode opératoire Préparation du creuset : Chauffer le creuset vide à 600 °C pendant 1 h. Refroidir dans un dessiccateur. Peser (M_0).
- Pesée de l'échantillon : Peser environ 5 g de miel dans le creuset (masse totale = M_1). Noter la masse exacte de miel ($M_1 - M_0$).
- Carbonisation : Chauffer doucement sur plaque ou bec Bunsen pour carboniser sans projections.
- Incinération : Placer dans le four à moufle à 550–600 °C pendant 4–6 h jusqu'à obtention d'une cendre blanche ou gris clair.
- Refroidissement et pesée : Refroidir dans le dessiccateur et peser le creuset avec les cendres (M_2).
- Calcul de la teneur en cendres : % cendres = $[(M_2 - M_0) / (M_1 - M_0)] \times 100$

Ou :

- **W** : Teneur en matière minérale en g/100 g ou en %.
- **m₁** : Poids de la capsule avec les cendres.
- **m₂** : Poids de la capsule vide.
- **m₀** : Prise d'essai.



Figure 7 : Un four à moufle.

1.3.3.7. Détermination de la teneur en hydroxymethylfulfural (HMF)

a. Principe

La mesure de l'HMF est le critère le plus fiable pour évaluer la conformité du miel à la législation, dont les concentrations élevées de HMF en miel fournissent une indication du sur chauffage, du stockage en conditions défavorables ou de l'âge du miel **(Zappala, 2005 cités par Bara et Slimani, 2015)**.

Le taux d'hydroxymethylfulfural a été mesuré à l'aide d'un spectrophotomètre selon la méthode de **(White ,1979)**.

Le principe de la méthode est basé sur la détermination de l'absorbance UV par le HMF $\lambda = 284 \text{ nm}$. Dans le but d'éviter les interférences des autres composés à cette longueur d'onde, on détermine la différence entre les absorbances d'une solution aqueuse claire de millet de la même solution près d'addition de bisulfite. La teneur en HMF est calculée après soustraction de l'absorbance de base à $\lambda = 336 \text{ nm}$ **(Bogdanov, 2001)**.

a. Mode opératoire

- Peser 5g de chaque miel dans des béchers de 50 ml ;
- Dissoudre chacun de ces miels dans 25 ml d'eau distillée et agiter à l'aide d'une baguette en verre ;
- Verser dans chaque bécher 0,5 ml d'une solution de carrez I et agiter ;
- Verser dans chaque bécher 0,5 ml d'une solution de carrez II ;

- Transférer les solutions dans des fioles de 50 ml et compléter avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge (une goutte d'éthanol peut être ajoutée pour éliminer la mousse).
- Filtrer la solution à l'aide d'un papier filtre après rejeter les 10 premiers ml du filtrat.
- Pipeter 5ml de chaque filtrat et déverser dans deux tubes à essai ;
- Dans le premier tube, ajouter 5ml d'eau distillée et mélanger (solution échantillon) ;
- Dans le second tube, ajouter 5 ml de la solution de bisulfite (0,2%) et mélanger (solution de référence).
- L'absorbance est mesurée à deux longueurs d'onde 284 nm puis 336 nm.



Figure 8 : Le spectrophotomètre

L'HMF est calculée selon la formule suivant : **$HMF_{mg/Kg} = (A_{284} - A_{336}) \times 149,7$**

Où :

A₂₈₄=Absorbance à 284nm.

A₃₃₆=Absorbance à 336nm.

Facteur 149,7 (mg/kg) = $(126 \times 1000 \times 1000) / 16830 \times 10 \times 5$ = Constante
Soit : 126 : Poids moléculaire de l'HMF

1000 : Conversion du g au mg.

1000 : Conversion du g au Kg.

16830 : Absorbance molaire de l'HMF à $\lambda=284$ nm.

10 : Conversion du 5 à 50 ml.

5 : Prised'essai.

CHAPITRE 2 : RESULTATS ET DISCUSSION

2.1 Résultats des analyses physico-chimiques

2.1.1. La teneur en eau (l'humidité)

Les résultats obtenus de la teneur en eau des échantillons de miel analysés sont présentés dans le tableau 8

Tableau 8 : Les teneurs en eau des miels.

Echantillons	Teneur en eau (%)
MJB	14,8 ±0
MCB	18,4 ±0
MCI	18,1 ±0
MJT	16,2 ±0,25
MMT	17,2 ±0,2
MJG	17,1 ±0
MAD	14 ±0
Normede codex	≤20%

MJB : miel de jujubier Biskra, **MCB** : miel de cresson Béchar, **MCI**: miel de cresson Illizi, **MJT** : miel jujubier Timimoune, **MMT**: miel de multi fleur Tamanrasset, **MJG**: miel jujubier Ghardaïa, **MAD** : miel d'acacia Djanet

Les teneurs en eau des échantillons analysés varient de 14,0 % pour le miel d'Acacia de Djanet à 18,4 % pour le miel de cresson Bechar. **(Tableau 8)**

Toutes les valeurs de la teneur en eau des miels analysés sont inférieures à la limite maximale de 20 % préconisée par **Codex Alimentarius**. **(Figure 9)**

Le miel récolté trop tôt ou extrait dans un endroit humide contient trop d'eau, et par conséquent est moins dense **(Prost, 1987)**.

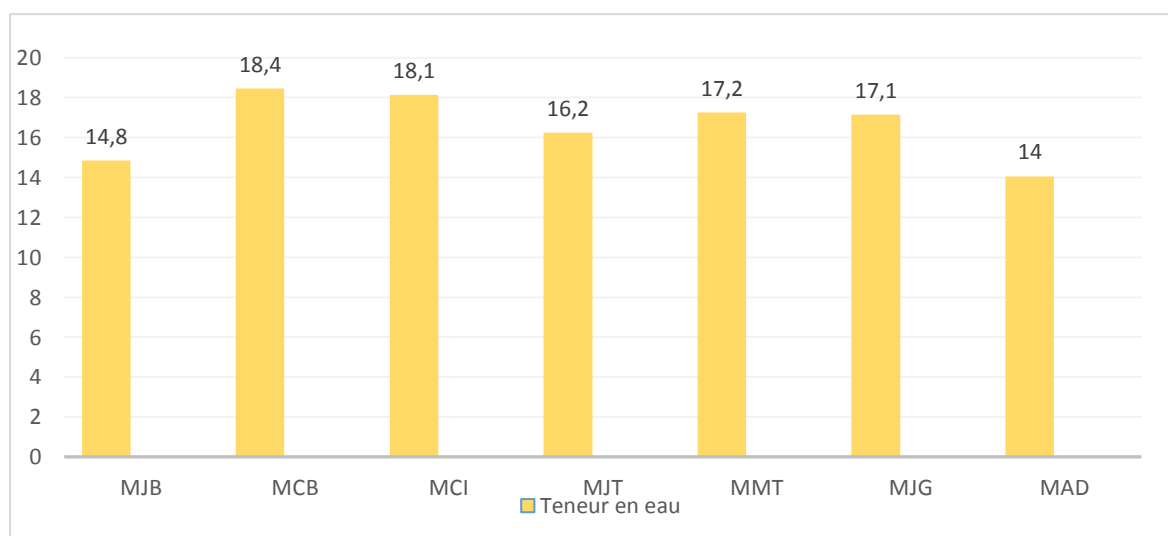


Figure 9 : La teneur en eau des échantillons récoltés

D'après **Gonnet (1982)**, les miels dont la teneur en eau est inférieure à 17% peuvent être conservés sans risque d'altération de leurs propriétés physico-chimiques et organoleptiques.

Les valeurs de la teneur en eau des miels analysés sont inférieures à la limite maximale de la norme algérienne (**NA15304, 2016**) (<18%) sauf les échantillons de miel de cresson de Béchar et d'Illizi dont la teneur en humidité est de 18,4% et 18,1% respectivement.

Bessas (2008), a rapporté une humidité de 13,5 % pour un miel récolté à Tamanrasset, soulignant l'effet du climat hyperaride sur la concentration en matière sèche, cette valeur est nettement inférieure à nos résultats.

L'étude de **Bensefia et Bali (2019)**, a montré des teneurs en eau de 14 à 16 % pour des miels sahariens, ces résultats sont proches des échantillons de miel de jujubier Timimoune (16,2 %), miel multi fleur Tamanrasset (17,2 %) et miel Jujubier Ghardaïa (17,1 %)

La teneur en eau d'un miel provient essentiellement de l'humidité de nectar mais peut être influencé par de nombreux facteurs : la teneur en eau de plantes butinées par les abeilles ouvrières, l'origine florale, le climat et aux compétences de l'apiculteur (**Ouchemoukhe, 2012**)

2.1.2 La mesure de degré de Brix

Les résultats de la teneur en matières sèche des échantillons de miels sont présentés dans le tableau 9.

Tableau 9 : La teneur en matière sèche des miels

Echantillons	Degré de brix (%)
MJB	85,2
MCB	81,6
MCI	81,9
MJT	83,8
MMT	82,8
MJG	82,9
MAD	86
Norme de codex	≥ 80%

MJB : miel de jujubier Biskra, **MCB** : miel de cresson Béchar, **MCI** : miel de cresson Illizi, **MJT** : miel jujubier Timimoune, **MMT** : miel de multi fleur Tamanrasset, **MJG** : miel jujubier Ghardaïa, **MAD** : miel d'acacia Djanet

La matière sèche de miel est en relation inversée avec la teneur en eau. Il existe une légère différence entre le degré Brix (le pourcentage de sucre) qui est de 80% du pourcentage de matière sèche (**Daily, 2008**).

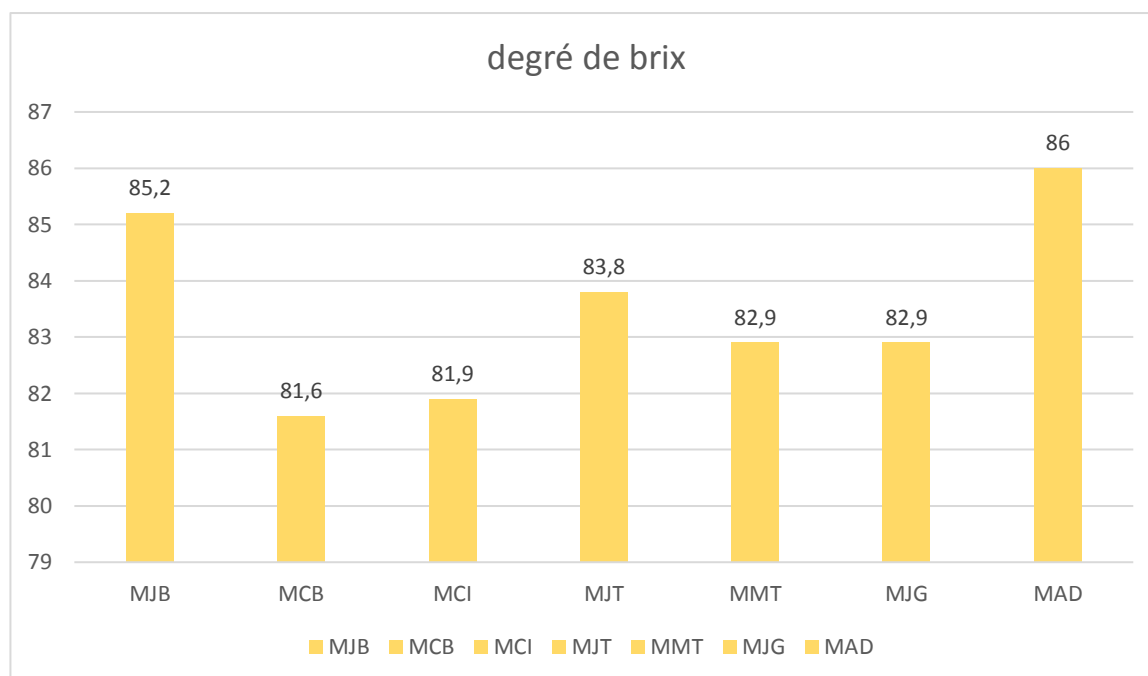


Figure 10 : Le taux de matière sèche des échantillons de miels (%).

L'étude d'**Amessis et al., (2015)** sur des miels sahariens a trouvé des taux de Brix supérieurs à 83 %, notamment ceux issus de l'euphorbe et du jujubier, plantes typiques des zones désertiques.

Chkounda (2022), a obtenue lors d'une étude sur les miels de l'Aurès méridional, des taux de Brix variant entre **79,2 % et 84,5 %**, avec les plus fortes concentrations observées dans les zones arides proches de Biskra et El-Oued. Ces valeurs sont proches

Hamidat et Mekaddem (2022), ont rapporté des degrés de Brix allant de 78,5 % à 83,9 %, avec les valeurs les plus élevées observées dans les miels de Ghardaïa et Laghouat, ces valeurs sont proches des nôtres

Les miels européens présentent généralement des taux de Brix entre 78 % et 82 %, avec des exceptions pour les miels tropicaux ou très concentrés (**Bogdanov et al, 1999**)

Les valeurs élevées observées dans les échantillons de miels sahariens, notamment le miel d'Acacia de Djanet (86 %) et miel de Jujubier de Biskra (85,2 %), peut s'expliquer par la faible humidité dans les régions sahariennes. **(Figure 10)**

3. La conductivité électrique

Le tableau 10 présente les résultats obtenus de la conductibilité électrique des échantillons de miel analysés.

Tableau 10 : Les valeurs de la conductibilité électrique des échantillons de miel.

Echantillons	La conductivité électrique (mS/cm)
MJB	0,38 ±0,01
MCB	0,33 ±0
MCI	0,17 ±0
MJT	0,43 ±0
MMT	0,45 ±0
MJG	0,68 ±0,03
MAD	1,77 ±0
Norme de codex	$\leq 0,8 \text{ mS/cm}$ pour les miels de nectar. $\geq 0,8 \text{ mS/cm}$ pour les miels de miellat.

MJB : miel de jujubier Biskra, **MCB** : miel de cresson Béchar, **MCI**: miel de cresson Illizi, **MJT** : miel jujubier Timimoune, **MMT**: miel de multi fleur Tamanrasset, **MJG**: miel jujubier Ghardaïa, **MAD** : miel d'acacia Djanet

Les valeurs de conductivité électrique des échantillons analysés varient de 0,17 à 1,77 mS/cm. **(Tableau 10)**

La valeur de conductibilité électrique du miel de Djanet est de (1,77 mS/cm), elle est supérieure à 0,8mS/cm, donc ce miel peut être un miel de miellat. Ce miel présente une couleur plus foncée par rapport aux autres échantillons.

Les autres échantillons, notamment ceux de Tamanrasset (0,45mS/cm), Ghardaïa (0,68mS/cm) et Timimoune (0,43mS/cm), sont inférieurs à 0,8 mS/cm. Ces miels se trouvent dans les normes de miels de nectar.

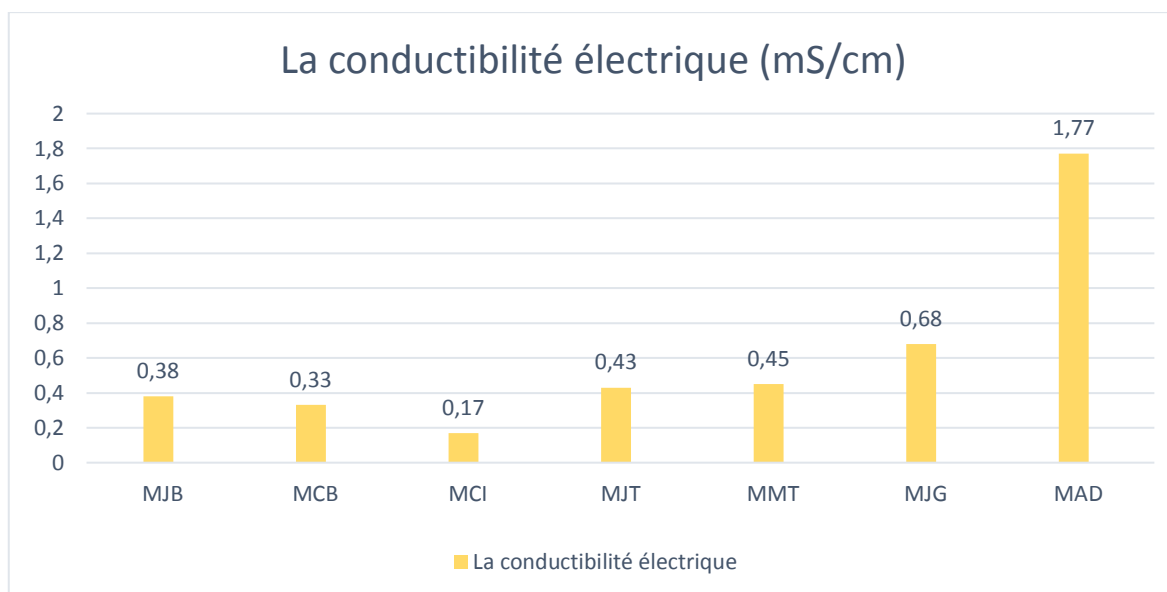


Figure 11 : La conductibilité électrique des échantillons de miel

Une étude menée à Laghouat et El-Bayadh par **Fritel et Hadani (2023)**, a rapporté des conductivités allant jusqu'à 1,9 mS/cm pour des miels d'euphorbe, confirmant la tendance des miels sahariens à présenter des valeurs élevées dues à leur richesse en minéraux.

L'étude de **Yaïche Achour & Khali (2014)**, a montré que les miels de Laghouat et Adrar présentaient des conductivités moyennes de 1,2 à 1,8 mS/cm, attribuées à une forte concentration en éléments minéraux (Zn, Fe, Mn), typiques des sols sahariens. Ces valeurs CE sont proches de nos résultats trouvés pour le miel d'Acacia de Djanet (1,7 mS/cm). (**Figure 11**)

2.1.4. Le PH

Les Résultats du pH obtenus des échantillons de miel analysés sont indiqués dans le tableau 11.

Tableau 11 : Les valeurs de pH des échantillons de miel.

Echantillons	PH
MJB	5,05 ±0
MCB	3,97 ±0,01
MCI	3,98 ±0
MJT	5,33 ±0,01
MMT	5,25 ±0
MJG	5,79 ±0,01
MAD	5,11 ±0
Norme de codex	3,5 à 4,5 pour les miels de nectar 5 à 5,5 pour les miels de miellat

MJB : miel de jujubier Biskra, **MCB** : miel de cresson Béchar, **MCI** : miel de cresson Illizi, **MJT** : miel jujubier, Timimoune, **MMT** : miel de multi fleur Tamanrasset, **MJG** : miel jujubier Ghardaïa, **MAD** : miel d'acacia Djanet

Les échantillons de miel de cresson Béchar (3,97) et miel cresson d'illizi (3,98) se situent dans les normes des miels de nectar (3,5 à 4,5), tandis que les autres échantillons MJB (5,05), MJT (5,33), MMT (5,25), MJG (5,79) et MAD (5,11) présentent des valeurs supérieures à 5, donc ils se trouvent dans les normes des miels de miellats. **(Tableau 11)**

Selon **Gonnet (1986)**, précise que le pH est une mesure qui permet la détermination de l'origine botanique du miel. Ainsi les miels issus de nectar, plus acides, présentent un pH inférieur à 4,5, tandis que les miels de miellat, plus riches en composés minéraux, ont un pH plus élevé.

Chkounda (2022), à Biskra a trouvé des pH allant de 4,1 à 5,7 pour des miels de Jujubier et d'Acacia du Sud Algérien, ces valeurs sont proches de nos résultats. **(Figure 4)**

Ait adi et Rami (2019), ont obtenue des valeurs de pH atteignant 5,6 lors d'une étude sur des miels sahariens monofloraux issues de Bechar et Tamanrasset, cette valeur est supérieure au pH obtenu pour le miel de cresson de Béchar et Illizi (3,97) et (3,98) respectivement ; par contre pour les autres échantillons de miels analysés leurs pH est proche de la valeur 5,6.

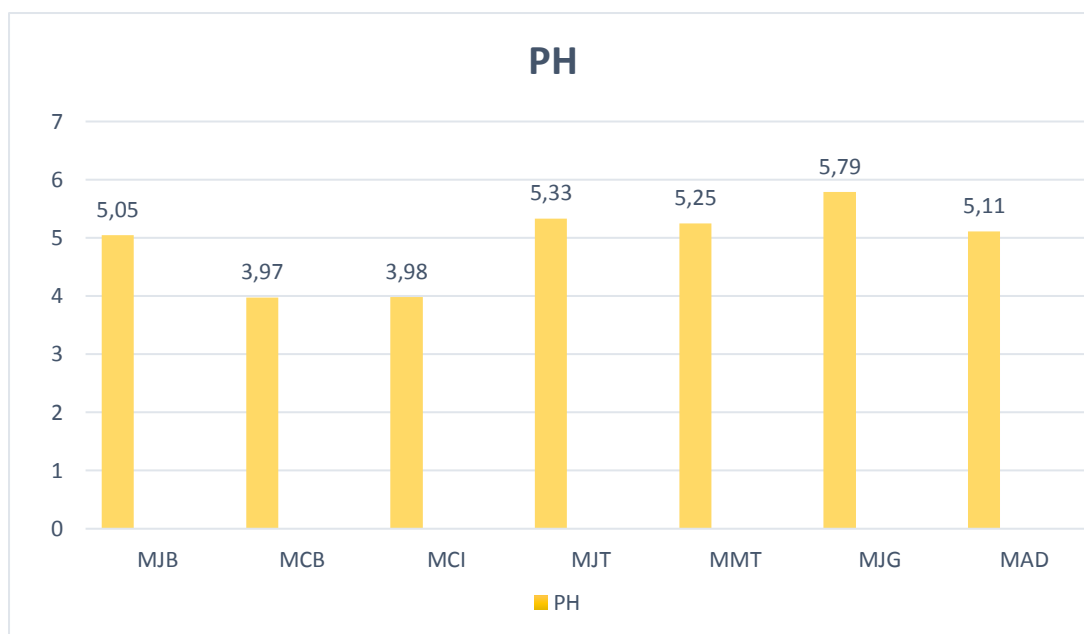


Figure 12 : Le pH des échantillons de miel.

2.1.5. Le HMF

Les résultats d'analyse de l'HMF des échantillons de miel sont représentés dans le tableau 12

Tableau 12 : Le HMF des échantillons de miels

Echantillon	Le taux de HMF(mg/kg)
MJB	25,13 ±0,89
MCB	23,94 ±1,49
MCI	22,2 ±1,20
MJT	25,44 ±0
MMT	7,55 ±0,07
MJG	14,2 ±0,73
MAD	22,7 ±0,25
Norme Codex	≤ 40mg/kg

MJB : miel de jujubier Biskra, **MCB** : miel de cresson Béchar, **MCI** : miel de cresson Illizi, **MJT** : miel jujubier Timimoune, **MMT** : miel de multi fleur Tamanrasset, **MJG**: miel jujubier Ghardaïa, **MAD** : miel d'acacia Djanet

Les résultats d'analyse montrent que les teneurs en HMF des échantillons varient de 7,55 mg/kg pour le miel multi fleur Tamanrasset à 25,44 mg/kg pour le miel Jujubier Timimoune. **(Tableau 12)**

Le HMF apparaît au cours du processus de vieillissement naturel du miel ; ce processus est accéléré si les miels sont chauffés ou s'ils sont très acides. L'analyse de la quantité d'HMF est donc une excellente méthode pour apprécier la qualité d'un miel. La concentration de l'HMF est reconnue comme indicateur du niveau de fraîcheur du miel (**Corbella et Cozzolino, 2006** cités par **Bara et Slimani, 2015**).

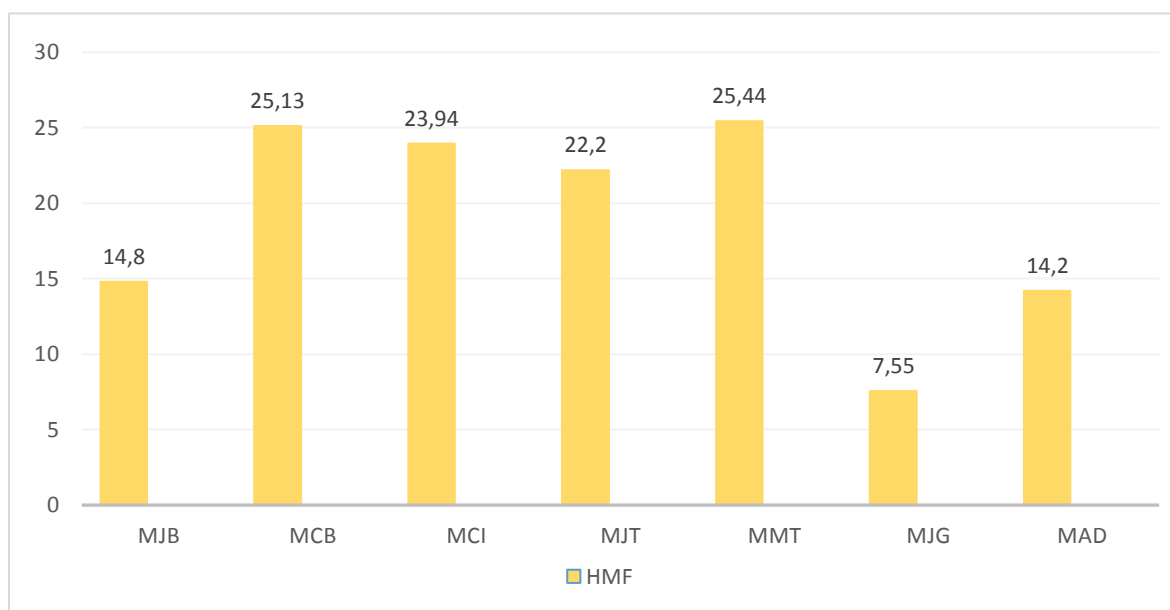


Figure 13 : Le taux de HMF des échantillons récoltés

Chkounda (2022), a obtenu des teneurs en HMF allant de 6,2 à 28,5 mg/kg dans les miels de l'Aurès méridional, avec des valeurs plus élevées dans les zones à forte chaleur estivale comme Biskra et El-Oued.

Belaïdi et Kadri (2020), ont étudié 15 miels du Sud-Ouest (Adrar, Béchar, Tindouf) et ont rapporté des HMF allant de 6,8 à 29,1 mg/kg, avec les valeurs les plus élevées dans les miels de jujubier de Béni Abbès. Nos échantillons de miels de Jujubier de Béchar et Timimoune ne dépassent pas la valeur de 25mg/kg.

Bazizen et al., (2022), ont trouvés des valeurs de HMF pour des miels sahariens (Laghouat, El-Bayadh, Ghardaïa) variant entre 8,2 et 26,7 mg/kg. Ces valeurs sont proches à nos résultats

Tous les échantillons de miels analysés sont dans les normes du Codex Alimentarius (≤ 40 mg/kg), ce qui indique une bonne fraîcheur des miels.

Selon les normes Algériennes (**NA15304, 2016**), les miels de consommation directe mis dans le circuit commercial doivent avoir un $HMF < 40$ mg/kg

2.1.6. La densité

Les résultats de la densité des miels étudiés sont présentés dans le tableau1.

Tableau 13 : Les valeurs de la densité.

Echantillons	La Densité
MMT	1,45 ±0,01
MJG	1,45 ± 0
MAD	1,59 ± 0,04
MJT	1,49 ± 0
MCI	1,42 ± 0,06
MCB	1,38 ± 0,06
MJB	1,78 ± 0,02
Normecodex	1,52 à 1,93

MJB : miel de jujubier Biskra, **MCB** : miel de cresson Béchar, **MCI** : miel de cresson Illizi, **MJT** : miel jujubier Timimoune, **MMT** : miel de multi fleur Tamanrasset, **MJG** : miel jujubier Ghardaïa, **MAD** : miel d'acacia Djanet

La valeur de densité la plus faible est enregistrée pour le miel de cresson de Béchar avec une valeur de 1,38 par contre les valeurs les plus élevées sont enregistrées pour le miel de jujubier de Biskra (1,78) et le miel d'acacia de Djanet (1,59). (**Tableau 13**)

Louveaux (1985), indique que les variations de la densité des miels proviennent surtout des variations de la teneur en eau, plus un miel est riche en eau moins il est dense.

Le miel de jujubier de Biskra et miel d'acacia de Djanet présentent des densités élevées (1,78) et (1,59) respectivement, et ils enregistrent les valeurs les plus faibles en eau (14%)

Selon **Ouchemoukh et al., (2007)**, la densité est influencée par la maturité, la viscosité et la température du miel. Cela reflète également une bonne conservation.

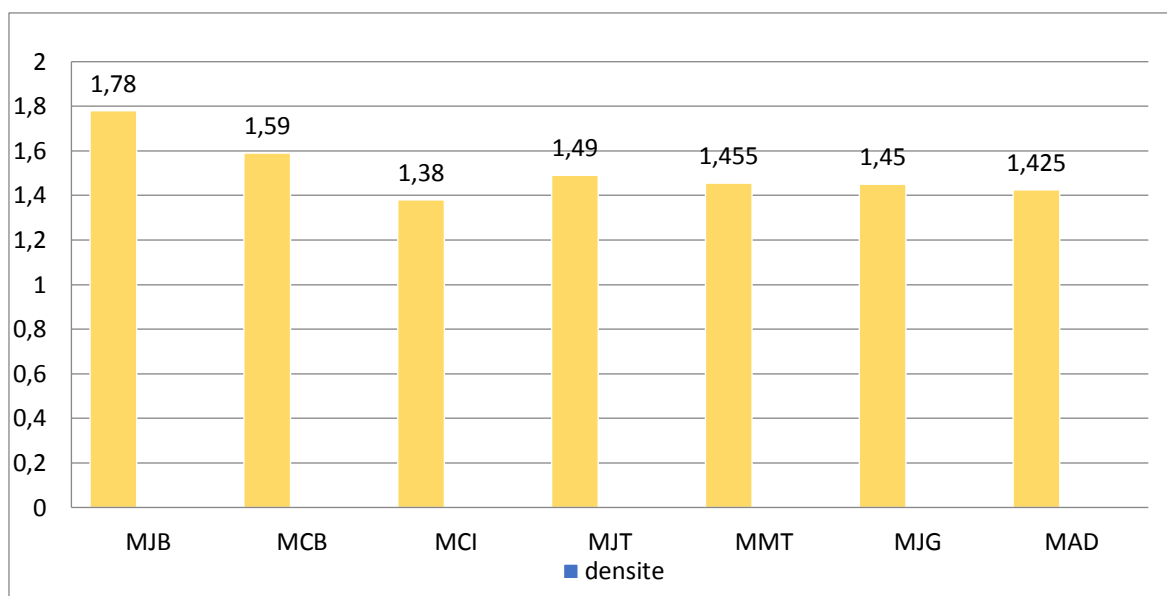


Figure 14 : La densité des échantillons de miel.

2.1.7. L'acidité libre

L'acidité libre est exprimée en milliéquivalent par kg de miel, elle est illustrée sur le tableau 14 et la figure 15.

Tableau 14 : Les valeurs de l'acidité libre

Echantillons	L'acidité libre (méq/kg)
MMT	17.5 ± 0.5
MJG	16 ± 2
MAD	52 ± 1
MJT	14.5 ± 1.5
MCI	20.5 ± 0,50
MCB	14,5 ± 1,5
MJB	19.5 ± 0.5
Norme codex	50 meq/kg

MJB : miel de jujubier Biskra, **MCB** : miel de cresson Béchar, **MCI** : miel de cresson Illizi, **MJT** : miel jujubier Timimoune, **MMT** : miel de multi fleur Tamanrasset, **MJG** : miel jujubier Ghardaïa, **MAD** : miel d'acacia Djanet

Les valeurs de l'acidité libre des sept échantillons de miel analysés sont comprises entre 14, 5 et 52 méq/kg, le miel d'acacia de Djanet a dépassé la limite d'acidité libre autorisée par le codex.

L'acidité libre de miel doit être supérieure à 10 méq/kg et inférieure à 50 méq/kg, toute acidité dépassant 40 méq/kg est considérée comme facteur favorisant la dégradation du fructose en HMF (**Gonnet, 1982**)

L'ensemble de nos échantillons montrent des teneurs en acidité libre ne dépassant pas la limite d'acidité libre autorisée par le Codex

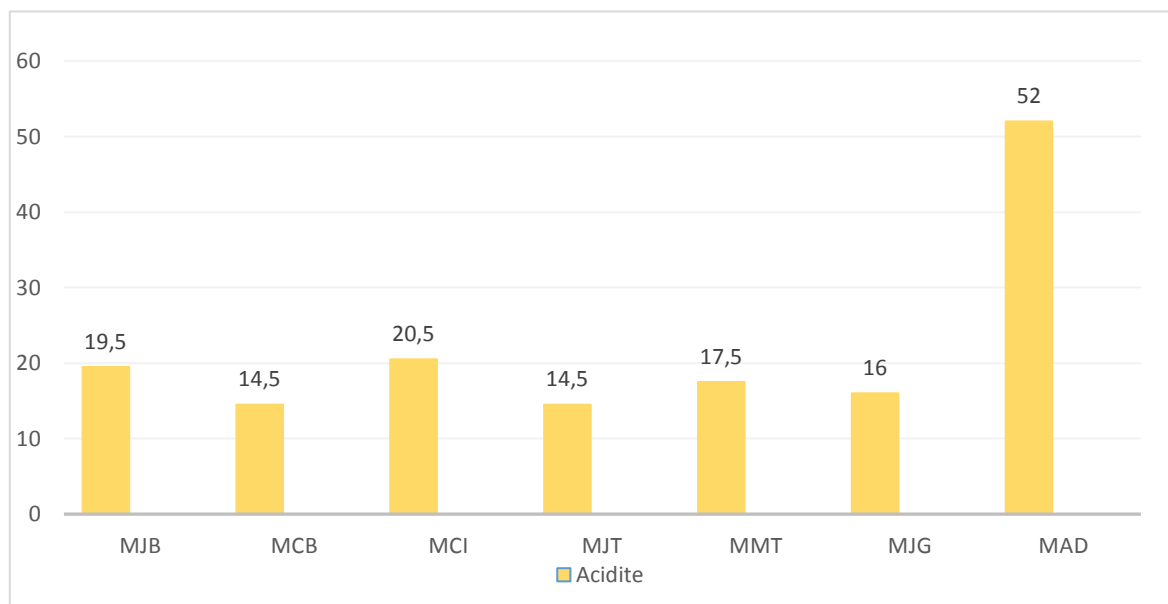


Figure 15 : L'acidité libre des échantillons de miel.

Selon les normes Algériennes (**NA15304, 2016**), les miels de nectar doivent avoir une acidité ne dépassant pas 40 méq/kg (< 40 méq/kg), tous les miels analysés présentent des valeurs d'acidité libre inférieure à 40 méq/kg sauf le miel d'Acacia de Djanet.

Bensalem et al., (2021) ont obtenus des valeurs d'acidité libres de 18,5 méq/kg pour les miels de jujubier et 45,3 méq/kg pour les miels d'acacia du désert. Ces valeurs sont proches à nos résultats avec le même type de miel.

L'étude comparative de **Meddahi et al., (2019)** sur les miels du Sud algérien a montré que les miels de jujubier présentent généralement une acidité faible (12-25 méq/kg), les miels d'acacia du désert ont une acidité plus élevée (40-55 méq/kg). Cette différence est liée à l'origine botanique et aux conditions de maturation du miel. **Boutabia et al., (2018)** expliquent que l'acidité élevée des miels d'acacia du désert est due à la présence d'acides organiques spécifiques (acide gluconique, acide citrique) produits par l'activité enzymatique intense dans ces miels particuliers.

2.1.8. La teneur en cendres

Les résultats de la teneur en cendres obtenus sont portés dans le tableau 15

Tableau 15 : Taux de la teneur en cendres dans les échantillons de miel.

Echantillons	Le taux de cendres (méq/kg)
MMT	0.29 ± 0.1
MJG	0.39± 0
MAD	1.33 ± 0.04
MJT	0.29±0.1
MCI	0.19± 0
MCB	0.39±0.08
MJB	0.29 ± 0.1
Norm codex	<0,6%

MJB : miel de jujubier Biskra, **MCB** : miel de cresson Béchar, **MCI** : miel de cresson Illizi, **MJT** : miel jujubier Timimoune, **MMT** : miel de multi fleur Tamanrasset, **MJG** : miel jujubier Ghardaïa, **MAD** : miel d'acacia Djanet

Les résultats de la teneur en cendres des échantillons analysés varient de 0.19 % à 1.33 %. Le miel d'Acacia de Djanet a dépassé les normes de codex qui est de 0,6%. (Tableau 15)

Zerrouki et al., (2020) ont fait une étude sur les miels du Sud Algérien et ils ont obtenu des teneurs en cendres variables selon l'origine géographique :

- Miels des oasis : 0,15-0,45%
- Miels des zones montagneuses (Hoggar, Tassili) : 0,8-1,3%
- Miels d'acacia du désert : 1,0-1,5%

Le miel d'Acacia du désert et miel des zones montagneuses du Tassili présentent des teneurs en cendres proche de notre résultat du même type de miel (miel d'Acacia Djanet) 1,33 %

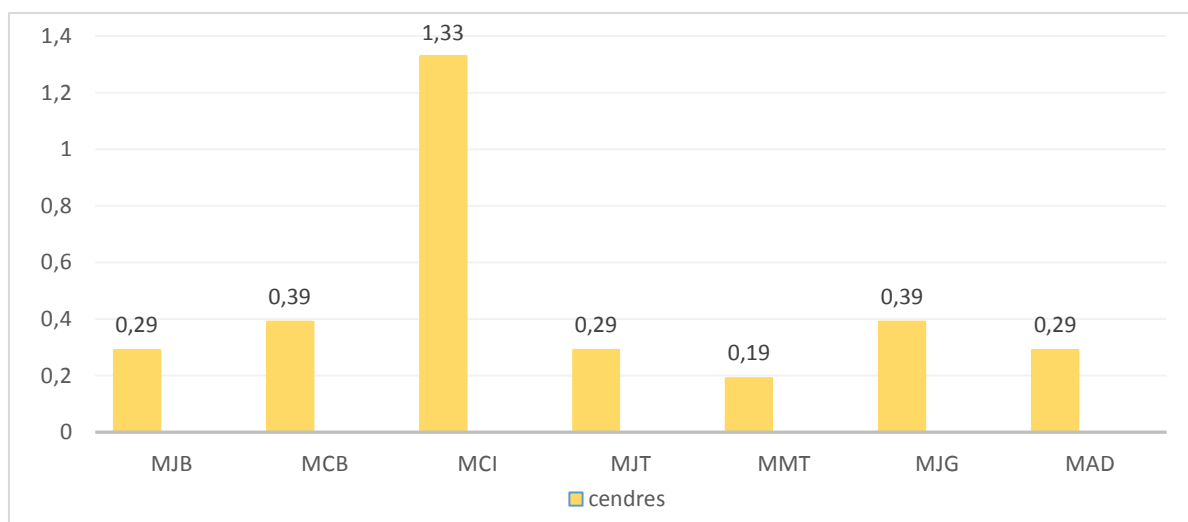


Figure 16 : Le taux de cendres dans les échantillons de miel

Boudiaf et al., (2019) ont démontré que la richesse minérale des miels sahariens est directement corrélée à la géologie locale (sols riches en minéraux dans les massifs montagneux) et la diversité florale des zones d'altitude.

L'étude de **Benchikh et al., (2022)** sur les miels du Sud algérien confirme que les miels d'acacia du Tassili présentent naturellement des teneurs en cendres élevées, (1,33%) attribuées à la richesse minérale exceptionnelle de cette région géologique.

CONCLUSION

CONCLUSION

Le présent travail a porté sur l'étude de la qualité de sept échantillons de miels récoltés dans différentes régions du Sud algérien, notamment Biskra, Ghardaïa, Béchar, Illizi, Timimoun, Tamanrasset et Djanet.

Les principaux paramètres analysés sont la teneur en eau, la teneur en matières sèches, le pH, l'acidité libre, la conductibilité électrique, la densité, la teneur en cendres, et le taux d'HMF.

Chacun de ces paramètres analysés contribue à une indication précise sur la qualité du miel : la maturité de miel est déterminée par la teneur en eau, l'origine botanique est déterminée par le pH, l'acidité libre, la conductibilité électrique et la teneur en cendres, la fraîcheur et l'authenticité du miel est déterminée par le HMF.

Pour la teneur en eau tous les miels analysés présentent des valeurs ne dépassant pas la limite autorisée de 20 % ce qui traduit une bonne maturité.

Les résultats de la conductibilité électrique obtenus confirment l'origine nectarifère de tous les miels analysés sauf le miel d'Acacia de Djanet qui présente une valeur dépassant les 0,8mS/cm cela indique une origine de miellat

Le miel de jujubier de Biskra (MJB) enregistre une valeur maximale de densité reflétant ainsi une teneur en sucres élevée et un bon état de conservation.

Les valeurs de l'acidité libre montrent que tous les miels analysés sont dans les normes autorisés par le codex, sauf pour le miel d'acacia de Djanet (MAD), qui atteint 52 meq/kg, légèrement au-dessus de la limite recommandée (50 meq/kg), probablement en raison de conditions de conservation ou d'un manque de maturité.

Quant à la teneur en cendres, tous les échantillons de miels étudiés présentent des valeurs inférieures à la limite maximale de 0,6 % préconisé par le codex sauf le miel d'Acacia de Djanet (MAD) qui enregistre une valeur élevée en cendres (1,33 %)

La présence de faibles taux de HMF dans tous les échantillons indique une bonne fraîcheur et l'absence de surchauffe du miel.

Les miels du sud algériens analysés sont caractérisés par une faible teneur en eau, une teneur en matière sèche élevée, ils sont plus riches en composés minéraux, donc un pH plus élevé, cela indique qu'ils sont issues de miellat. La concentration faible de l'HMF dans tous les échantillons indique la fraîcheur des miels.

Notre étude nous a conduites à conclure que tous les miels analysés répondent aux normes internationales car ils sont naturels et n'ayant pas subi aucun traitement technologique qui pourrait nuire à leurs qualités.

L'absence des moyens nous a empêchés de faire d'autres analyses très importantes telles que les analyses de sucres, les analyses polliniques, les analyses des composés phénoliques et les activités biologiques (antioxydant, antimicrobienne). Ces paramètres sont essentiels pour la détermination plus fine de l'origine florale, la vérification d'éventuelles falsifications, et la valorisation thérapeutique des miels.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Les référencés bibliographiques

- **Abdellaoui, A., Bensouiah, A., & Bouzid, A., 2016.** *Étude hydrogéologique des nappes du Sahara algérien.* Revue des Sciences de la Terre, 12(1), 45–58.
- **Abersi, D., Hennak, K., & Rahem, A., 2016.** *Étude comparative de la caractéristique physico-chimique et organoleptique de certains miels locaux et importés,* pp. 35–37.
- **Accili, N., 2022.** *La cristallisation du miel.* Miels et Saveurs. <https://www.miels-et-saveurs.fr/la-cristallisation-du-miel/>
- **Ait Adi, H., & Rami, M., 2019.** *Caractérisation physico-chimique des miels sahariens monofloraux.* Revue BioAgro, 4(2), 70–81.
- **Amessis, H., Touazi, S., & Boudjerda, F., 2015.** *Qualité des miels d'euphorbe et de jujubier dans le désert algérien.* Revue Saharienne des Sciences Apicoles, 7(2), 99–112.
- **Amrani, M., & Omeiri, A., 2019.** *Géomorphologie et potentialités agricoles du Sahara central.* Revue Algérienne de Géographie, 8(2), 77–89.
- **André-Claude Deblock., 2008.** *Facteurs variation du nectar.* Au Bon Miel. <https://www.aubonmiel.com/facteurs-variation-du-nectar/>
- **Arifi, M., 2020.** *Effets de l'aridité sur la végétation saharienne.* Revue Écologie et Environnement, 15(1), 33–42.
- **Azeredo, L. C., Azeredo, M. A. A., Souza, S. R., & Dutra, V. M. L., 2003.** Protein contents and physicochemical properties in honeysamples of *Apis mellifera* of different floral origins. *Food Chemistry*, 80(2), 249–254.
- **Bara, F., & Slimani, H., 2015.** *Étude des caractères physico-chimiques et palynologiques des miels algériens.* Mémoire Master. ENSA, El-Harrach, Alger. 99p.
- **Bara, N., & Slimani, M., 2015.** *Qualité physico-chimique du miel saharien : indicateur de fraîcheur par l'HMF.* Revue des Sciences de l'Aliment, 5(2), 122–130.

- **Bazizen, H., Bouzid, T., & Sennour, L., 2022.** *Évaluation de la qualité du miel saharien par les teneurs en HMF et minéraux.* Revue Nord-Africaine des Sciences, 3(1), 66–74.
- **Beltrando, G., 2004.** *Les vents du Sahara : dynamique et impacts.* Climatologie, 1, 55–66.
- **Belaïdi, M., & Kadri, D., 2020.** *Analyse physico-chimique de miels du Sud-Ouest algérien.* Revue des Sciences Apicoles Sahariennes, 12(1), 55–67.
- **Benjamin, A., & McCallum, B., 2009.** *Élever des abeilles et faire du miel.* Terres éditions (Blue Earth Publishers Limited), 80p.
- **Benalia, A., & Derbal, K., 2015.** *Comparative Study between Aluminum Sulfate and Ferric Chloride in Water Treatment: Turbidity Removal.* <https://stars.library.ucf.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=3434&context=etd>
- **Benjedid, H., & Achou, M., 2014.** *Étude de la diversité morphométrique de deux populations d'abeilles domestiques (Apis mellifera intermissa et Apis mellifera sahariensis) du sud Algérien.* Revue des Sciences et de la Technologie – Synthèse, 28, 84–95.
- **Bensaâd, A., 2009.** *Les dynamiques territoriales dans le Sahara algérien.* Revue Maghrébine des Sciences Sociales, 3(1), 101–118.
- **Bensaid, A., 2006.** *Le Sahara algérien : espace et enjeux.* Éditions du Centre National de Documentation.
- **Bensasfia, R., & Bali, M., 2019.** *Étude comparative des caractéristiques des miels sahariens.* Revue Algérienne des Sciences Naturelles, 6(2), 90–102.
- **Bensalem, A., Cherfaoui, M., & Tabet, M., 2021.** *Étude comparative des caractéristiques physico-chimiques des miels sahariens d'Algérie.* Revue des Sciences Apicoles du Maghreb, 9(2), 45–52.
- **Benslama, M., Khelifi, A., & Toumi, A., 2015.** *Flore mellifère et apiculture dans les oasis du Sud algérien.* Revue Saharienne d'Agronomie, 6(2), 88–97.
- **Benchikh, L., Benaïssa, N., & Djemai, A., 2022.** *Teneur en cendres élevée dans les miels d'acacia du Tassili : influence du sol et du climat.* Bulletin des Sciences Apicoles du Sud, 7(1), 18–25.
- **Bessah, A., 2008.** *Apiculture saharienne et qualité du miel.* Mémoire d'ingénieur, Université de Tamanrasset.

- **Blanc, M., 2010.** *Propriétés et usage médical des produits de la ruche*. Thèse de doctorat, Université de Limoges, 142p.
- **Bogdanov, S., 2001.** *Qualité du miel et norme internationale relative au miel*. Abeille & Cie, N° 71-4.1, 2p.
- **Bogdanov, S., 2011.** *The bee pollen book*. Bulgaria: Bee Product Science.
- **Bogdanov, S., 2011.** *Honeys Types*, Chapter 6. *The Honey Book*, May, p.1.
- **Bogdanov, S., 1999.** *Stockage, cristallisation et liquéfaction du miel*. Centre suisse de recherche apicoles, 5p.
- **Bogdanov, S., 2002.** *Harmonised Methods of the International Honey Commission*. Swiss Bee Research Centre, FAM, Liebefeld.
- **Bogdanov, S., Bieri, K., Gremaud, G., Känzig, A., Seiler, K., Stöckli, H., & Zürcher, K., 2004.** *Produits apicoles : Miel*. Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, Berne, pp. 9–11.
- **Bogdanov, S., Ruoff, K., & Oddo, L. P., 1999.** *Physico-chemical methods for the characterisation of unifloral honeys: a review*. *Apidologie*, 30, 1–15.
- **Bonté, F., & Desmoulière, A., 2013.** Le miel : origine et composition. *Actualités Pharmaceutiques*, 52(531), 18–21.
- **BOULAHBEL, B., 2020.** *Cours de Production du Miel – Chapitre II : Récolte du miel*. Université Mentouri Constantine.
- **Boutabia, R., Djeddi, S., & Yahiaoui, M., 2018.** *Étude de la composition organique des miels d'acacia du désert*. Mémoire de Master, Université de Béchar.
- **BRUNEAU, E., 2008.** *Humidité du miel, attention*. Abeille & Cie, vol.35, n°124, pp. 28–29.
- **Callot, Y., Mainguet, M., & Chemin, M. C., 2000.** *Le sirocco et les tempêtes de sable au Sahara*. *Géomorphologie : Relief, Processus, Environnement*, 6(1), 23–34.
- **Centre de références en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ), 2012.** *Caractéristique de miel*. Ed. Delta 1, Québec, pp. 11–12.
- **Chataway H.D., 1935.** Honey tables showing the relationship between various hydrometer scales and refractive index to moisture content and weight per gallon of honey *Can. bee J.*, n°43, pp 215.

- **Chkounda, M., 2022.** *Caractérisation des miels dans la région de l'Aurès méridional : étude de qualité.* Thèse de doctorat, Université de Biskra.
- **Ciulu, M., 2011.** *RP-HPLC determination of water-soluble vitamins in honey.* *Talanta*, 83(3), 924–929.
- **Clement, M., 2002.** *Mélistopalynologie en Nouvelle-Calédonie.* Diplôme de l'École Pratique des Hautes Études, 77p.
- **Codex Alimentarius., 2001.** *Norme pour le miel (CODEX STAN 12-1981, Rév. 1).* FAO/OMS.
- **Codex Alimentarius., 2001.** *Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires.* ALINORM 01/25, 1–31. <http://www.codexalimentarius.org/>
- **Codex-alimentarius-comission., 2001.** *Revised codex standard for honey Codex Stan, Rev.2.*
- **Corbella, E., & Cozzolino, R., 2006.** *Determination of honey freshness by HMF content: analytical validation.* *Journal of Food Chemistry*, 98, 157–162.
- **CORBELLA, E., & COZZOLINO, D., 2006.** *Classification of the floral origin of Uruguayan honeys by chemical and physical characteristics combined with chemometrics.* *Lebensm. Technol.*, 39, 534–539.
- **Côte, M., 2005.** *Le Sahara algérien : géographie d'un espace en mutation.* CNRS Éditions.
- **Cuevas-Glory, P., 2007.** *Review of volatile analytical methods for determining the botanical origin of honey.* *Food Chemistry*, 103, 1032–1043.
- **Dailly, H., 2008.** *Le réfractomètre, un outil essentiel.* Abeilles & Cie, vol.35, n°122, pp. 30–32.
- **Dailly, H., 2010.** *Le réfractomètre, un outil essentiel.* Technique, 3.
- **Dailly, M., 2008.** *Brix et humidité : comment interpréter les mesures de qualité du miel.* *Bulletin Technique d'Apiculture*, 34(2), 45–50.
- **Décret. (2003).** Site : www.legifrance.gouv.fr
- **Dupont, D., 2018.** *The role of foodomics to understand the digestion/bioactivity relationship of food.* *Current Opinion in Food Science*, 22, 67–73.
- **Fedapimed., 2016.** *Rapport sur l'apiculture saharienne en Algérie.* Fédération Algérienne des Producteurs de Miel et Dérivés.

- **Fritel, Y., & Hadani, T., 2023.** *Conductibilité électrique des miels sahariens : indicateur minéral et floral.* *Journal Maghrébin d'Apidologie*, 5(1), 21–30.
- **Ghlmallah, F. Z., & Hadjab, N., 2020.** *Évaluation de quelques paramètres physico-chimiques de miels algériens.* Mémoire de master, Université Salah Boubnider – Constantine 3.
- **Gonnet, M., 1982.** *Qualité du miel et conservation.* INRA – *Bulletin Technique Apicole*, 4(3), 120–130.
- **Gonnet, M., 1986.** *Le pH du miel et son importance botanique.* *Apidologie*, 17(4), 329–336.
- **Guerzoui, M. N., & Nadji, N., 2008.** *Étude comparative entre quelques miels locaux et autres importés.* Mémoire d'ingénieur en Agronomie, Université de Djelfa.
- **Guerzoui, M. N., & Nadji, N., 2010.** *Étude comparative entre quelques miels locaux et autres importés.* Université de Béjaïa.
- **Haccour, A., 1960.** *L'abeille saharienne et ses particularités biologiques.* Publication scientifique.
- **Hadjeb, A., Bensouiah, A., & Touahria, M., 2018.** *Évaluation des ressources mellifères dans les oasis du Sud algérien.* *Revue Nord-Africaine d'Apidologie*, 4(1), 59–70.
- **Hamidat, A., & Mekaddem, A., 2022.** *Étude de la composition des miels de Ghardaïa et Laghouat.* *Revue Algérienne des Sciences Apicoles*, 8(1), 33–41.
- **Hamoutene, H., 2018.** *Analyses physico-chimiques et activité antibactérienne de quelques échantillons du miel Algérien.* Mémoire de master, Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana.
- **Hanifi, S., 2013.** *Contrôle de la qualité des miels locaux : isolement des bifidobactéries à partir de tube digestif de l'abeille et étude de leurs aptitudes technologiques (pH et croissance) dans le lait écrémé seul ou enrichi par le miel.* Mémoire de master, Sciences alimentaires, Université Salah Boubnider.
- **Hédène., 2022.** *Cristallisation du miel : conseils et astuces indispensables.* <https://hedene.fr/fr/actualites/actus-ruche/tout-savoir-sur-la-cristallisation-du-miel>
- **Hemmerlé, J., 2022.** *Le miel – Résurgence d'un remède millénaire.* Éditions de Terran.

- **Hoyet, C., 2005.***Le miel : de la source à la thérapeutique*. Thèse de pharmacie, Université Henri Poincaré - Nancy.
- **Idder, N., & Boudiaf, A., 2014.***Microclimats oasiens et humidité relative dans le Sahara algérien*. *Revue des Écosystèmes Arides*, 9(2), 44–53.
- **ITSAP., 2017.** ITSAP-Institut de l'Abeille..*Compte rendu d'activité 2016/2017*. ITSAP. Disponible sur le site de l'ITSAP – Institut de l'Abeille.
- **Jaganathan, S., & Mandal, M., 2009.***Involvement of non-protein thiols, mitochondrial dysfunction, reactive oxygen species and p53 in honey-induced apoptosis*. *Investigational New Drugs*.
- **Khalidi, M., Touati, A., & Benyahia, M., 2016.***Variabilité pluviométrique dans le Sud algérien*. *Revue Algérienne de Climatologie*, 7(1), 71–83.
- **Küçük, M., Kolayli, S., Karaoğlu, Ş., Ulusoy, E., Baltacı, C., & Candan, F., 2007.** Biological activities and chemical composition of three honeys of different type's from Anatolia. *Food Chemistry*, 100(2), 526–534.
- **Lachman, J., 2007.***Analysis of minority honey components: possible use for the evaluation of honey quality*. *Food Chemistry*, 101, 973–979.
- **Laurent, O., 2005.***Les bienfaits du miel*. Paris. In : Eon N. (2011). *De la fleur à l'abeille...*. Université de Nantes, 86p.
- **Legout, C., 2015.** *Guide pratique de l'apiculteur*. Éditions Rustica.
- **Lequet, L., 2010.***Du nectar à un miel de qualité*. Université Claude-Bernard Lyon 1, 101p.
- **Lequet, L., 2010.***Du nectar au miel de qualité : Contrôle analytique du miel et conseils pratiques à l'intention de l'apiculteur*. Thèse de doctorat vétérinaire, Université Claude-Bernard Lyon 1, 194p.
- **MADR., 2020.***Rapport annuel sur l'agriculture saharienne*. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, Algérie.
- **Makhloufi, C., et al., 2010.***Characterization of Algerian honeys by palynological and physico-chemical methods*. *Apidologie*, 41, 509–521.
- **Manyi-Loh, C. E., et al., 2011.***Identification of volatile compounds in solvent extracts of honeys produced in South Africa*. *African Journal of Agricultural Research*, 6(18), 4327–4334.
- **Meddi, M., & Hubert, P., 2003.***Régimes pluviométriques et sécheresse en Algérie*. *Hydrological Sciences Journal*, 48(3), 377–387.

- **Meddi, M., Toumi, S., & Mahé, G., 2010.** *Analyse des précipitations extrêmes dans le Sahara algérien. Revue Sécheresse*, 21(4), 273–281.
- **Meddahi, A., Benabdallah, F., & Bouterfas, K., 2019.** *Caractérisation des miels sahariens : influence de l'origine botanique sur l'acidité et l'humidité.* Mémoire de Master, Université KasdiMerbah – Ouargla.
- **NA 15304. 2008.** Institut Algérien de Normalisation (IANOR). *Norme algérienne NA 15304 : Miel – Spécifications.* Équivalente à la norme Codex Stan 12:1981. ICS : 67.180.10.
- **Nedji, M., 2015.** *Étude de quelques paramètres physico-chimiques et microbiologiques du miel dans la région de Biskra*
- **Oddo, L. P., & Piro, R., 2004.** *Main European unifloral honeys: descriptive sheets. Apidologie*, 35(Suppl. 1), S38–S81.
- **ONS., 2019.** *Statistiques territoriales du Sud algérien.* Office National des Statistiques, Algérie.
- **ONM., 2018, 2025.** *Bulletins climatiques annuels.* Office National de la Météorologie, Algérie.
- **Ouchemoukh, S., 2012.** *Caractérisations physico-chimiques des miels algériens.* Thèse de doctorat, Université Abderrahmane Mira Bejaïa, 164p.
- **Ouchemoukh, R., 2012.** *Facteurs influençant la composition du miel en Algérie. Revue Agroalimentaire et Santé*, 9(2), 105–112.
- **Ouchemoukh, S., Louaileche, H., & Schweitzer, P., 2007.** *Caractéristiques physico-chimiques et spectre pollinique de quelques miels algériens. Food Control*, 18(1), 52–58.
- **Oudjet, K., 2012.** *Le miel, une denrée à promouvoir. Infos-CACQE*, N°00, 1–3.
- **Pham-Delegue, M. H. (2000).** *Les abeilles.* Genève : Minerva, 206p.
- **Phillipe, J. M., 2007.** *Le guide de l'apiculture.* Éditions Edi Sud, Aix-en-Provence, 290p.
- **Pillai, A. K., Mishra, M., & Jain, D. C., 2013.** *Physico-chemical characteristics of jujube honey. Journal of Apicultural Research*, 52(2), 112–120.
- **Prost, P., 1987.** *Les secrets de l'apiculture réussie.* Paris : Éditions de l'Abeille.
- **Reguig, A., 2019.** *Caractérisation pollinique et physicochimique de deux catégories de miel : Miel d'importation et Miel*

- **Rezzag, M., 2012.***Extraction de certains composés du miel naturel ayant effet antimicrobien.* <https://www.memoireonline.com/03/12/5496/Extraction-de-certains-composes-du-miel-naturel-ayant-effet-antimicrobien.html>
- **Rossant, A., 2011.***Le miel, un composé complexe aux propriétés surprenantes.* Thèse de pharmacie, Université de Limoges, 132p..
- **Ruttner, F., 1975.***Rassenkunde der Honigbiene* [La classification des races d'abeilles]. Ehrenwirth Verlag, München, Allemagne.
- **Sancho, M. T., Muniategu, S., Huidorbo, F., & Simal, J., 1991.***Correlation between electrical conductivity of honey in humid and in dry matter.* *Apidologie*, pp. 221–227.
- **Sana, H., 2017.***Étude des propriétés physico-chimiques et antioxydantes du miel soumis au vieillissement accéléré.* Mémoire de master, Université Abderrahmane Mira – Béjaïa.
- **Sawyer, L. B., 1988.***Sawyer's Internal Auditing: The Practice of Modern Internal Auditing* (3e éd., revue et augmentée). Altamonte Springs, FL : The Institute of Internal Auditors. ISBN 978-0894131783.
- **Schweitzer, P., 2004.***La cristallisation des miels.* *L'Abeille de France*, n°901, pp. 149–157.
- **Schweitzer, P., 2005.** *Un miel étrange....* *L'Abeille de France*, n°920, décembre.
- **Silvano, F., 2014.***Physicochemical parameters and sensory properties of honeys from Buenos Aires region.*
- **Souissi, A., & Bensalem, A., 2020.***Inventaire des espèces mellifères sahariennes.* *Revue de Botanique Apicole*, 5(2), 101–115.
- **Taibi, A., & Khelifi, M., 2017.***Hydrologie des oueds sahariens : risques et gestion.* *Revue Algérienne de l'Eau*, 11(1), 39–50.
- **Tourniaire, A., & Montagné, P., 2010.** *Miel et produits de la ruche : Propriétés nutritionnelles et thérapeutiques.* Éditions Ouest-France.
- **Umnagri., 2022.***État des lieux de l'apiculture dans le Sud algérien.* Union Maghrébine des Apiculteurs.
- **Von der Ohe, W., Persano Oddo, L., Piana, M. L., Morlot, M., & Martin, P., 2004.** *Harmonized methods of melissopalynology.* *Apidologie*, 35(Suppl. 1), S18–S25.

- **Yaïche Achour, L., &Khali, R., 2014.** *Richesse minérale et qualité des miels du Sud Algérien. Revue des Sciences Biologiques*, 26(3), 188–195.
- **Ying Yang., 2014.** *Qualification des miels de Corse par une approche multifactorielle.* Thèse de Chimie Organique, Université de Corse – Pascal PAOLI.
- **Younes-Chaouch, M., &Bounsiar, Z., 2018.** *Les facteurs de l'échec entrepreneurial des PME marocaines : une étude exploratoire. Revue Marché et Organisations*, (33), 105–144.
- **Zerrouki, N., Aissani, F., & Taleb, H., 2020.***Caractérisation des miels du Sahara algérien selon l'origine géographique. Journal Algérien de Biotechnologie*, 4(1), 30–38.

Tables des matières

Remerciements

Dédicaces

Résumé

Abstract

ملخص

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

INTRODUCTION01

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 1 : LE MIEL.....03

1.1 Historique.....04

1.1.1 Définition du miel.....04

1.1.2. Elaboration du miel.....04

1.2. Présentation de l'abeille *mellifera sahariensis*05

1.2.1 Présentation des deux races.....05

1.2.1.1. Berceau de l'abeille saharienne en Algérie.....05

1.2.2. Systématique et classification de l'abeille *A. mellifera Sahariensis*.....05

1.2.3. Classification du miel.....06

1.2.3.1. Miel de nectar.....06

1.2.3.2. Miel de miellat.....06

1.2.4. Différents types de miel.....07

1.2.4.1. Le miel mono floraux.....07

1.2.4.2. Les miels multi floraux (poly floraux).....	07
1.3. Technologie de récolte du miel.....	07
1.3.1 La récolte.....	07
1.3.1.1 Enlèvement des cadres.....	08
1.3.1.2. Extraction du miel.....	08
1.3.2. Maturation du miel.....	08
1.3.3. Conditionnement du miel.....	08
1.3.4. Pasteurisation du miel.....	09
1.3.5. Emballage et étiquetage.....	09
1.4. La composition chimique du miel.....	09
1.4.1. L'eau.....	09
1.4.2. Sucres (Glucides).....	10
1.4.3 Les sels minéraux.....	11
1.4.4. Les acides organiques.....	11
1.4.4.1 Matière azotée.....	12
a. Protéines et enzymes.....	12
1.4.4.2Hydroxymethyfurural (HMF).....	12
1.4.5. Composés phénoliques.....	13
1.4.6. Vitamines.....	13
1.4.7. Colloïdes.....	13
1.4.8. Lipides.....	14
1.4.9. Les substances aromatiques.....	14
1.5. Les pollens.....	14

CHAPITRE 2 : QUALITE DU MIEL

2.1 Qualité du miel.....	16
2.2 Propriétés physico-chimique du miel.....	16
2.2.1 Densité.....	16
2.2.2 Fluidité et viscosité.....	16
2.2.3. PH et acidité.....	16
2.2.4. Indice de réfraction.....	16
2.2.5. Conductivité électrique.....	16
2.2.6. Humidité.....	17
2.2.7. Couleur.....	17
2.2.8 Degré de Brix.....	17
2.2.9. L'hygroscopie du miel.....	17
2.3 Propriétés organoleptique.....	17
2.3.1Consistance.....	17
2.3.2Saveur.....	17
2.3.3 Le goût.....	18
2.4 La méliissopalynologie.....	18
2.5 Propriétés biologiques.....	18
2.5.1 Propriétés antioxydantes.....	18
2.5.2 Propriétés antimicrobiennes.....	18
2.5.3. Propriétés thérapeutiques.....	18
2.5.4 Propriétés nutritive.....	19
2.6. Principales transformations physiques et chimiques du miel.....	19
2.6.1. La cristallisation.....	19
2.6.2 La fermentation.....	19

2.7. Facteurs influençant la composition du miel.....	20
2.7.1. Origine florale.....	20
2.7.2. Conditions climatiques extrêmes.....	20
2.7.3 Les Conditions de conservation.....	20
2.8 Paramètres de contrôle qualité et normes internationales.....	21
2.8.1 Qualité d'un miel.....	21
2.8.2 Normes internationales.....	21
2.8.3 Législation algérienne (NA 15304).....	21
2.8.3.1 Objectif et domaine d'application de la NA 15304.....	21
2.6.4 Les paramètres qualitatifs du miel.....	21
2.9 Adultération des miels.....	22
2.9.1 Les grands types de fraudes sur le miel.....	22
2.9.1.1 Les fraudes sur la qualité de miel.....	22
2.9.1.2 Les fraudes par adultération.....	22
2.9.2 Pratiques non conformes de récolte et de traitement du miel.....	22
2.9.3 Fraudes sur les non-conformités d'étiquetage.....	22

PARTIE EXPERMENTALE

CHAPITRE 1 : MATERIELS ET METHODES

Objectif	26
1.1 Présentation générale de la région du Sud algérien.....	26
1.1.1. Situation géographique.....	26
1.1.2. Caractéristiques géographiques de la région du Sud algérien.....	26
1.1.2.1. Les reliefs.....	26
1.1.2.2. Hydrographie.....	26

1.1.3. Caractéristiques climatiques	27
1.1.3.1. Type de climat.....	27
1.1.3.2. Pluviométrie.....	27
1.1.3.3. Les températures.....	28
1.1.3.4. Les vents.....	28
1.1.3.5. L'humidité relative.....	28
1.1.4. La végétation de la région du Sud algérien.....	28
1.1.5. Situation de l'apiculture dans la région du Sud algérien.....	30
1.2. Matériels.....	31
1.2.1 Matériel biologique.....	31
1.3. Méthodes.....	31
1.3.1 Echantillonnage.....	31
1.3.2 Les analyses du miel.....	32
1.3.3 Les analyses physico-chimiques du miel.....	32
1.3.3.1 Détermination de la teneur en eau et degré de Brix.....	32
1.3.3.2 La conductibilité électrique.....	33
1.3.3.2 La mesure de pH.....	34
1.3.3.3 L'acidité.....	35
1.3.3.5 La densité.....	35
1.3.3.4 Détermination de la teneur en cendres.....	36
1.3.3.7. Détermination de la teneur en hydroxymethylfulfural (HMF).....	37
CHAPITRE 2 : RESULTATS ET DISCUSSION	
2.1 Les résultats des analyses physico-chimiques.....	40
2.1.1. La teneur en eau (l'humidité).....	40
2.1.2 La mesure de degré de Brix.....	41
2.1.3. La conductivité électrique.....	43

2.1.4. Le PH.....	44
2.1.5. Le HMF.....	46
2.1.6. La densité.....	48
2.1.7. L'acidité libre.....	49
2.1.8. La teneur en cendres.....	51
CONCLUSION.....	54

LES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANNEXES

ANNEXES

Annexe 1

Table de CHATWAY

Indice de réfraction (20°C)	Teneur en eau (%)	Indice de réfraction (20°C)	Teneur en eau (%)	Indice de réfraction (20°C)	Teneur en eau (%)
1.5044	13.0	1.4935	17.2	1.4835	21.2
1.5038	13.2	1.4930	17.4	1.4830	21.4
1.5033	13.4	1.4925	17.6	1.4825	21.6
1.5028	13.6	1.4920	17.8	1.4820	21.8
1.5023	13.8	1.4915	18.0	1.4815	22.0
1.5018	14.0	1.4910	18.2	1.4810	22.2
1.5012	14.2	1.4905	18,4	1.4805	22.4
1.5007	14.4	1.4900	18.6	1.4800	22.6
1.5002	14.6	1.4895	18.8	1,4795	22.8
1.4997	14.8	1.4890	19.0	1.4790	23.0
1.4992	15.0	1.4885	19.2	1.4785	23.2
1.4987	15,2	1.4880	19.4	1.4780	23.4
1.4982	15.4	1.4875	19.6	1.4775	23.6
1.4976	15.6	1.4870	19.8	1.4770	23.8
1.4971	15.8	1.4865	20.0	1.4765	24.0
1.4966	16.0	1.4860	20.2	1.4760	24.2
1.4961	16.2	1.4855	20.4	1.4755	24.4
1.4956	16.4	1.4850	20.6	1.4750	24.6
1.4951	16.6	1.4845	20.8	1.4745	24.8
1.4946	16.8	1.4840	21.0	1.4740	25.0
1.4940	17.0				

Annexe 2

Table des normes concernant la qualité du miel selon le projet du Codex Alimentaire (2001) et selon le projet de l'UE (2002)

Critères de qualité	Codex Alimentarius stan12-1981 (rév.2001)	Union Européenne Directive 2001/110/CE
Humidité	$\leq 20\%$ Dérogação possible pour les régions tropicales	$\leq 20\%$ $\leq 23\%$ pour miel industriel
Sucres réducteurs	$\geq 60\text{g} / 100\text{g}$ $\geq 45\text{g} / 100\text{g}$ pour miel de miellat	$\geq 60\text{g} / 100\text{g}$ $\geq 45\text{g} / 100\text{g}$ pour miel de miellat
Saccharose	$\leq 5\%$	$\leq 5\%$
HMF	$\leq 40 \text{ mg} / \text{kg}$ après Traitement et/ou mélange $\leq 80\text{mg} / \text{kg}$ pour miel ou mélange de miel de région tropicale	$\leq 40 \text{ mg} / \text{kg}$ après traitement et/ou mélange $\leq 80\text{mg} / \text{kg}$ pour miel ou mélange de miel de région tropicale
Conductibilité électrique	$\leq 0,8 \mu\text{S} / \text{cm}$ $\geq 0,8\mu\text{S} / \text{cm}$ pour miel de miellat	$\leq 0,8 \mu\text{S} / \text{cm}$ $\geq 0,8\mu\text{S} / \text{cm}$ pour miel de miellat
Acidité libre	$\leq 50 \text{ méq} / \text{kg}$	$\leq 50 \text{ méq} / \text{kg}$ $\leq 80 \text{ méq} / \text{kg}$ miel pour industrie
Indice de diastase	≥ 8 unités Schade après traitement ou mélange du miel ≥ 3 unités Schade si faible teneur naturelle en enzymes	≥ 8 unités Schade après traitement ou mélange du miel ≥ 3 unités Schade si faible teneur naturelle en enzymes

Annexe 3

Table des normes Codex pour le miel algérien (Codex Stan 12-1981, révisé)

Paramètre	Valeurs limites selon le Codex	Remarques
Teneur en eau (% eau)	$\leq 20 \%$ ($\leq 23 \%$ pour les miels de climat tropical)	Critère de maturité et conservation
HMF (mg/kg)	≤ 40 mg/kg (jusqu'à 80 mg/kg pour les zones chaudes)	Indicateur de vieillissement ou de chauffage
Acidité libre (meq/kg)	≤ 50 meq/kg	Indique une fermentation ou une altération
Indice de diastase (DN)	≥ 8 (ou ≥ 3 si $HMF \leq 15$ mg/kg)	Activité enzymatique du miel frais
Sucres réducteurs (fructose + glucose)	≥ 60 g/100g (≥ 45 g/100g pour le miel de bruyère)	Critère de pureté
Saccharose (% poids)	$\leq 5 \%$ ($\leq 10 \%$ pour certains types de miel ex. luzerne)	Taux élevé = adultération ou récolte précoce
Conductivité électrique (mS/cm)	$\leq 0,8$ mS/cm ($\geq 0,8$ pour miel de miellat ou miel de châtaignier)	Indique la composition florale
Cendres totales	$\leq 0,6 \%$	Associé à la conductivité
Substances insolubles dans l'eau	$\leq 0,1$ g/100g ($\leq 0,5$ g/100g pour miel pressé)	Résidus solides = mauvaise filtration
pH	Généralement entre 3,2 et 4,5	Non normé officiellement mais souvent mesuré



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE
ET POPULAIRE



MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLAB - BLIDA 1

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LAVIE

DEPARTEMENT DES BIOTECHNOLOGIES ET AGRO-ECOLOGIE

Projet de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master

Spécialité : Production et Nutrition Animale

THEME

LA CARACTÉRISATION DES MIELS DU SUD ALGÉRIEN

Présenté par :

LASNAMI OUSSAMA
MESSADI ILYES

Devantles jurys:

Mme OUAKLI.	K	MCA	USDB1
Mme BOUBEKEUR.	S	MCB	USDB1
Mme SID.	S	MAA	USDB1

Presidente du jury

Promotrice

Examinatrice

Mme Sid. S.

ANNEE UNIVERSITAIRE : 2024/2025