

République Algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou
Faculté des sciences Biologiques et des sciences Agronomiques
Département des Sciences Alimentaires



Mémoire

En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Filière : Sciences Alimentaires

Option : Sécurité Agroalimentaire et Assurance Qualité

Thème

**Contribution à la recherche de résidus d'antibiotiques,
dans des échantillons de miel récoltés dans la région de
Tizi-Ouzou**

Réalisé par :

M^{lle} OULD AMAR Tassedra

M^r AKROUN Mohand

Soutenu le : 13/07/2023

Devant le jury :

Président : M^r Si Tayeb H.

MCA

UMMTO

Promotrice : M^{me} Djouber-Toudert F.

MAA

UMMTO

Co-Promotrice : M^{elle} Guendouzi S.

Ingénieur

UMMTO

Examinatrice : M^{me} Taleb-Toudert K.

MCA

UMMTO

Promotion 2022-2023

Remerciements

Nous remercions notre Dieu miséricordieux de nous avoir amené à réaliser ce mémoire et de nous avoir donné la possibilité de poursuivre nos études supérieures et de les réussir.

Ce mémoire a pu voir le jour grâce au soutien de plusieurs personnes que nous tenons à remercier.

Nous tenons à adresser nos sincères remerciements à notre chère promotrice «**DJOUBER-TOUDERT FATIMA**» d'avoir accepté de nous encadrer et de nous avoir guidés et supervisés durant ces mois, pour ses précieux conseils et orientations et surtout sa grande disponibilité tout au long de la réalisation de ce travail.

Qu'elle trouve ici le témoignage de notre grand respect.

Nos remerciements s'adressent également à notre Co-promotrice Mlle «**GUENDOUZI SONIA**» de nous avoir consacré son temps durant ces mois de pratique, pour les efforts qu'elle avait consentis avec beaucoup de sympathie et de patience, pour sa gentillesse, son expérience et sa disponibilité. Qu'elle trouve ici l'expression de notre plus profonde reconnaissance.

Nous tenons également à remercier le président du jury M. «**SI TAYEB H.**» qui nous a fait l'honneur de présider le jury.

Et à l'examinatrice Mme «**TALEB-TOUDERT K.**» de l'université de Fizi-Ouzou pour avoir accepté de juger ce travail. Recevez ici notre immense gratitude.

Nous remercions également les apiculteurs qui nous ont fourni gratuitement du miel pour l'analyse et un remerciement spécial à l'apiculteur M. «**IDER**» de nous avoir accueilli dans son rucher. Enfin, nous remercions sincèrement toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

La mémoire de mon cher papa « OULD AMAR ABD ALHAMID » et ma chère maman « MOUHAMMED YEHIAOUI SALIHA » et mon cher oncle « OULDAMARLEHCEN » qui m'ont quitté très tôt, mais qui resteront toujours vivants dans mon cœur, que dieu leur ouvre les portes du paradis.

À mes chers frères bien aimés, ceux qui m'ont tout donné sans rien au retour, ceux qui m'ont toujours soutenue « TAREK OULD AMAR » « MASSINISSA OULD AMAR » que dieu les protège et les préserve pour moi.

À ma moitié à ma vie ma chère sœur « OULD AMAR OURDIA » que j'aime trop.

À tous mes oncles et leurs femmes et mes chères tantes.

À mon cher neveu « OULD AMAR RAYAN ».

À mes chers cousins « BAIDI LOUNES » « SALMI DJAMEL »

À mes chères cousines « OULD AMAR SONIA » « SALMI DYHIA »

À mes chères amies « OULD ALI THANINA » « S'IL HOUCINEDIANA » « SADCHAOUCECELIA »
« ARBAOUI MANEL »

À toute ma famille que j'aime beaucoup que dieu les garde



TASSEDA

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

Mes chers parents

Mes frères et sœur

Toute ma famille

Tous mes amis (es)

Et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.



Mohand

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction.....1

Synthèse bibliographique

Chapitre I : Les produits de la ruche

I.1	Généralités sur l'apiculture.....	2
I.2	Les produits de la ruche.....	2
I.2.1	Les produits synthétisés	3
I.2.1.1	La Cire	3
I.2.1.2	La gelée royale.....	5
I.2.1.3	Le Venin.....	6
I.2.2	Les produits transformés.....	7
I.2.2.1	Le pollen	7
I.2.2.2	La propolis.....	8
I.2.2.3	Le miel.....	9

Chapitre II : Le miel

II.1	Définition du miel.....	10
II.2	L'origine du miel	10
II.2.1	Le Nectar	10
II.2.2	Le Miellat	11
II.3	Classification du miel	12
II.3.1	Selon l'origine florale.....	12
II.3.1.1	Les Miels mono floraux.....	12
II.3.1.2	Les Miel poly floraux	13
II.3.2	Selon l'origine géographique	13
II.4	Composition du miel	13
II.4.1	Composants majeurs	14
II.4.1.1	L'Eau.....	14
II.4.1.2	Les Sucres.....	14
II.4.2	Composant mineur	14
II.4.2.1	Acides organiques.....	14

II.4.2.2	Les Enzymes	15
II.4.2.3	Les oligo-éléments et minéraux.....	15
II.4.2.4	Les vitamines	15
II.4.2.5	Les protides.....	16
II.4.2.6	L'hydroxyméthylfurfural (HMF).....	16
II.5	Production du miel par l'abeille	16
II.6	Utilité du miel pour l'abeille	17

Chapitre III : Production du miel par l'apiculteur

III.1	Méthode de production du miel par l'apiculteur	19
III.1.1	Récolter les hausses.....	19
III.1.2	Désoperculation.....	20
III.1.3	Extraction du miel	20
III.1.3.1	Par égouttage.....	20
III.1.3.2	Par centrifugation (par un extracteur)	21
III.1.4	Filtrage	22
III.1.5	Maturation	22
III.1.6	Conditionnement	23
III.1.7	Etiquetage.....	23
III.2	L'utilité du miel pour l'Homme.....	24
III.3	Les principales maladies de l'abeille	26
III.3.1	La varroase	26
III.3.2	La loque européenne	27
III.3.3	La loque américaine	27
III.4	Antibiotiques et contamination du miel.....	28

Partie expérimentale

Chapitre IV : Matériel et méthode

IV.1	Objectifs de l'étude.....	30
IV.2	Zone d'étude	30
IV.3	Répartition et origine des échantillons analysés.....	31
IV.4	Matériels et méthodes	33
IV.4.1	Matériels du laboratoire	33
IV.4.2	Méthode.....	33
IV.4.2.1	Souche utilisée	35
IV.4.2.2	Caractéristiques de la souche.....	35
IV.4.2.3	Contrôle microbiologique de la souche de référence	35

IV.4.2.3.1 Tests microbiologiques.....	35
IV.4.2.3.1.1 Etude macroscopique.....	35
IV.4.2.3.1.2 Etude microscopique	35
IV.4.2.3.2 Identification biochimique	36
IV.4.2.4 Préparation et Standardisation des suspensions bactériennes.....	39
IV.4.2.5 Préparation de l'antibiogramme	40
IV.4.2.6 Lecture des résultats	41

Chapitre V :Résultats et discussion

V.1 Contrôle de pureté	42
V.1.1 Tests microbiologiques	42
V.1.2 Tests biochimiques	44
V.2 Détection des résidus d'antibiotiques	44
Conclusion.....	57

Bibliographie

Résumé

Liste des figures

Figure 01 :Les produits de la ruche.....	03
Figure 02 : Composition chimique de la cire	05
Figure 03 : Composition moyenne de la gelée royale.....	05
Figure 04 : Composition moyenne de la matière sèche du venin.....	07
Figure 05 : Composition moyenne du pollen	08
Figure 06 : Composition moyenne de la propolis	09
Figure 07 : Position des produits de la ruche dans le corps d'abeille.....	09
Figure 08 : Scène d'apiculture chez les pharaons.....	10
Figure 09 : Abeille butinant une fleur de l'oxalis.....	11
Figure 10 : composition du miellat.....	12
Figure 11 : Cadre avec du miel operculé.....	17
Figure 12 : Extraction du miel par égouttage.....	21
Figure 13 : Traitement des plaies avec du miel.....	25
Figure 14 : Photographie d'un couvain en mosaïque, irrégulier, avec de nombreux alvéoles vides. Le cadre portant ce couvain a été extrait d'une ruche fortement atteinte de loque américaine.	27
Figure 15 : Zones de récolte des échantillons de miel analysés.....	30
Figure 16 :Echantillons de miel analysé.	31
Figure 17 :Protocole expérimental	34
Figure 18 : Test voges- proskauer	37
Figure 19 : Test citrate.....	37
Figure 20 : Test catalase	38
Figure 21 :Test mannitol mobilité	39
Figure 22 :Spectrophotomètre.....	39
Figure 23 :Dépot des miels dans les puits	40

Figure 24: Micropipette.....	40
Figure 25: Etuve bactériologique	41
Figure 26 : Mesure des zones d'inhibition.	41
Figure 27: Diagramme représentant le résultat final de la recherche.....	52

Liste des tableaux

Tableau 1 : Présentation des échantillons de miels étudiés.....	32
Tableau 2 : Matériel et produits utilisés	33
Tableau 3 : Résultats de l'étude macroscopique	42
Tableau 4 : Résultats de l'examen à l'état frais.....	42
Tableau 5 : Résultats de la coloration de Gram.....	43
Tableau 6 : Résultats des tests biochimiques	44
Tableau 7 : Diamètres des zones d'inhibition	45
Tableau 8 : Les résultats définitifs pour les différents échantillons après les tests	51
Tableau 9 : Caractéristiques des ruchers enquêtés	52

Liste des abréviations

mm : Millimètre

mg : Milligramme

pH : potentiel Hydrogène

°C : Degré Celsius

mg/Kg : Milligramme par kilogramme

µg/kg : Microgramme par kilogramme

etc. : Et cetera

HMF : Hydroxy-méthyl-furfural

ATCC : American Type Culture Collection

Ech : Echantillon

GN : Gélose nutritive

VP : Voges-Proskauer

ml : Millilitre

V : Volume

nm : Nanomètre

µl : Microlitre

S : Smooth

AFSCA : Agence alimentaire est de veiller à la sécurité de la chaîne alimentaire

LMR : limite maximale de résidus

LC : Chromatographie liquide

Introduction

Introduction

Le miel est un produit naturel doux et savoureux qui a été consommé pour sa haute valeur nutritive et sa contribution à la santé humaine. Dans une étude de Alvarez-Suarez et *al.*, (2010), il a été démontré que le miel, sur une base de poids frais est similaire à de nombreux fruits et légumes, dans sa capacité antioxydante. L'activité antioxydante du miel varie cependant considérablement en fonction de la source florale du miel.

Par ailleurs, dans le domaine de la santé apicole, les colonies d'abeilles sont exposées à des maladies provoquées principalement par des agents biologiques (parasites, bactéries et champignons). Les plus redoutables de ces maladies sont l'infestation par le varroa et la contamination par des bactéries responsables des maladies, appelées loques. Ainsi, et afin de protéger les colonies, des acaricides sont appliqués généralement contre le varroa, et des antibiotiques contre les loques. Cependant, l'usage d'antibiotiques n'est pas autorisé par la loi européenne, leur application est considérée comme étant une pratique frauduleuse (Règlement CEE 2377/90).

En Algérie, l'apiculture prédomine plusieurs régions du pays, connues par la production de diverses variétés de miel. A cet égard les antibiotiques représentent une menace pour l'homme. En effet ils sont autorisés pour le traitement des pathologies bactériennes apicoles (DSA, 2023). C'est ainsi que nous nous sommes résolus à nous intéresser à l'usage des antibiotiques en apiculture.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre recherche, portant sur la détection des résidus d'antibiotiques, dans la denrée animal « Miel ». Pour ce faire, nous avons divisé notre recherche en deux parties. La première partie, « partie bibliographique » traite les différents produits de la ruche; la présentation du miel et enfin la production du miel par l'apiculteur. Dans la deuxième partie, est relatée la partie expérimentale, dans laquelle nous procédons à la détection d'éventuels résidus d'antibiotiques dans quelques échantillons de miels récoltés dans la région de Tizi-Ouzou. La troisième partie est consacrée aux résultats et discussion qui s'achèvera par une conclusion.

Synthèse bibliographique

Chapitre I : Les produits de la ruche

I.1 Généralités sur l'apiculture

Le Grand Dictionnaire Universel du XIX^e siècle (Larousse, 1870) précise que : « Le mot apiculture est une expression nouvelle qui remplace les locutions vicieuses et inexactes d'élevage et éducation des abeilles. Élever des abeilles ne présente pas à l'esprit une idée parfaitement claire et exempte d'équivoque, et le possesseur des abeilles ne les éduque pas : il les cultive. L'apiculture est donc l'art de cultiver les abeilles » (Tétart, 2001).

Les abeilles et l'apiculture ont un impact majeur sur les moyens de subsistance des populations dans la plupart des pays à travers le monde. Depuis des temps immémoriaux, le miel et les autres produits de la ruche ont été connus et utilisés par toutes les sociétés humaines. Cependant, la diversité des espèces d'abeilles, leur utilisation et les pratiques apicoles varient ainsi selon les régions. Dans certaines parties du monde, de grandes quantités de miel sont toujours récoltées en exploitant les colonies d'abeilles sauvages, tandis que dans d'autres, l'apiculture est pratiquée par des personnes très bien formées. La récolte de miel à partir de colonies d'abeilles sauvages restent une partie essentielle des moyens de subsistance des populations qui dépendent des forêts pour vivre dans de nombreux pays en développement (Bradbear, 1950).

Pendant de nombreuses années, l'apiculture a été reconnue pour son importance économique dans le domaine agricole, en particulier en ce qui concerne la pollinisation croisée des cultures par les abeilles. Les abeilles représentent environ 90% des insectes butineurs de fleurs et sont les principaux insectes récolteurs de pollen exploités à des fins économiques. Cette utilité économique des abeilles a été reconnue par de nombreux pays tels que les États-Unis, l'URSS, la Grande-Bretagne, les Pays-Bas, les pays Scandinaves, le Japon et l'Italie. Ces pays ont compris la nécessité d'augmenter le nombre de ruches par hectare pour accroître la production unitaire de leurs cultures (Biri, 1997).

I.2 Les produits de la ruche

Les produits de la ruche (Figure 1), tels que le miel, la cire, la propolis, la gelée royale, le venin et le pollen, sont des produits naturels de grande valeur qui ont de nombreuses utilisations commerciales et médicinales. Le miel est sans doute le produit le plus connu de l'apiculture, mais il ne faut pas sous-estimer les autres produits, qui ont également des

bienfaits pour la santé. Certains de ces produits sont synthétisés par les abeilles, tandis que d'autres sont transformés à partir de matériaux récoltés dans l'environnement.



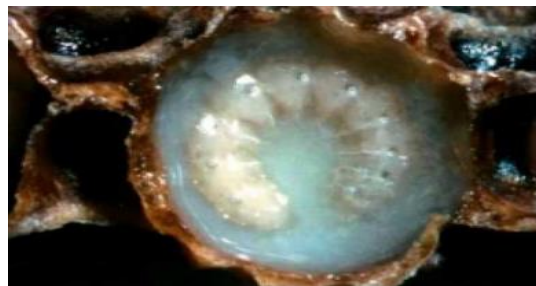
a : Le miel (Desrochers et Schmidt, 2013)



b : La cire(Originale 2023)



c : Le pollen (originale, 2023)



d : Cellule contenant une larve qui baigne dans la gelée royale (Alexandra, 2011)



e : La propolis (Collins, 2013)



f : application d'une pique d'abeille(Bradai,2016)

Figure 1 : Les produits de la ruche

I.2.1 Les produits synthétisés

I.2.1.1 La Cire

La cire d'abeilles est une substance jaunâtre qui peut être fondue et qui est très stable. Elle est sécrétée par les abeilles et est principalement produite pendant la période de récolte. Cette substance lipidique est créée par les glandes cirières des abeilles ouvrières qui ont environ deux semaines.

La première étape consiste à absorber le glucose (à 6 atomes de carbone), qui est un composant du miel, dans l'intestin de la jeune abeille. Par un processus métabolique similaire à celui de l'homme, le glucose est métabolisé, d'abord en pyruvate à 3 atomes de carbone, puis en acétyl-CoA à 2 atomes de carbone. Ensuite, ces métabolites sont reconstitués en chaînes plus longues dans les glandes cirières de l'abeille pour former des acides gras (qui ont une extrémité hydrophobe) et des hydrocarbures (composés uniquement d'atomes de carbone et d'hydrogène). Des chaînes plus longues, telles que les esters et les alcools, sont également synthétisées et font partie de la composition de la cire naturelle. La cire se présente sous forme de petites écailles arrondies, mesurant environ 2 à 3 mm de largeur et 0,1 mm d'épaisseur, avec un poids inférieur à 0,8 mg. Initialement translucide, la cire devient opaque après que les ouvrières (bâtisseuses) l'ont mâchée et incorporée du pollen (Anonyme01).

Les abeilles ouvrières ont quatre paires de glandes cirières placées sur la partie ventrale de leur abdomen, qui sont utilisées pour produire de la cire. Les abeilles plus âgées peuvent également en produire, mais doivent d'abord reconditionner leurs glandes cirières en consommant plus de pollen. Contrairement aux ouvrières, la reine et les mâles n'ont pas de glandes cirières et ne produisent donc pas de cire (Degan et *al.*, 2012).

Les ouvrières travaillent les écailles pour construire les rayons de la colonie. Les écailles sont récoltées par les pattes postérieures en s'accrochant aux soies du tarse. Les ouvrières saisissent ensuite les écailles avec leurs mandibules, les mastiquent, y incorporent probablement un solvant avant de leur donner leur affectation définitive.

Toujours est-il que la production de cire représente une grosse dépense énergétique pour la colonie. C'est notamment la raison pour laquelle les apiculteurs leur fournissent une grande partie de la cire dont elles ont besoin sous forme de cire gaufrée. Pendant cette période, les écailles de cire produites par ces glandes sont malaxées par les mandibules. L'abeille y incorpore, à ce moment, un solvant d'origine salivaire qui rend son malaxage plus aisé. Ainsi trituré, l'écaille de cire entre dans la construction du rayon ou bien sert à l'operculation des alvéoles remplies de miel (Guerriat, 1996).

La cire est un corps chimiquement très stable et ses propriétés ne varient guère dans le temps. Elle est composée en moyenne de : 35% de monoesters, 14 % de diesters, 14% de hydrocarbures, d'acides libres, d'hydroxypolyesters, et d'autres composés non identifiés (Figure 2).

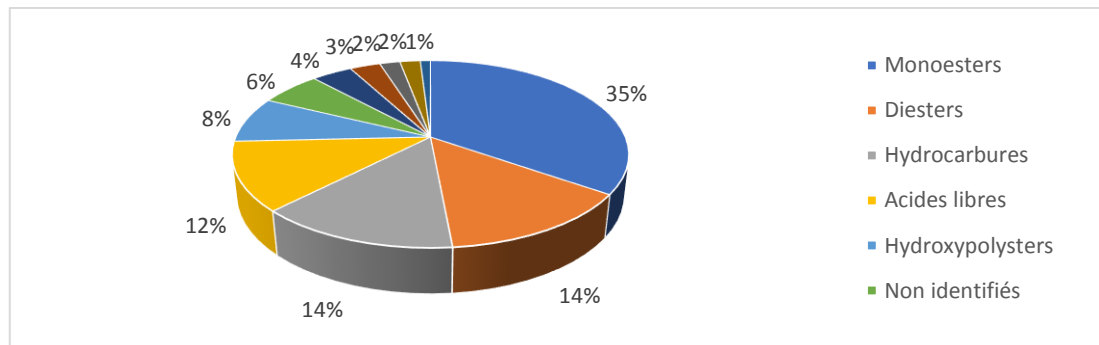


Figure 2 : Composition chimique de la cire(Bruneau, 2018)

I.2.1.2 La gelée royale

La gelée royale est produite par les glandes pharyngiennes des jeunes abeilles nourricières, qui peuvent produire entre 300 et 800 grammes par ruche et par an. La fabrication de la gelée royale est liée à la présence de pollens. Cette substance est également connue sous le nom de "lait d'abeille" et est sécrétée par les abeilles pour nourrir les larves au début de leur développement. Elle devient ensuite la nourriture exclusive de la reine tout au long de sa vie. Les cellules royales contiennent la gelée royale la plus riche en nutriments(Joyeux, 2014).

Ainsi, cette nourriture va permettre le développement des organes sexuels de la reine, entraînant un poids six fois supérieur à celui des ouvrières. Cela suggère la présence potentielle de facteurs de croissance. De plus, la reine présente une plus grande résistance aux maladies par rapport aux autres abeilles de la ruche, ce qui se prolonge ainsi sa durée de vie (4 à 5 ans au lieu d'environ 45 jours). De plus, elle est capable de pondre jusqu'à 2000 œufs par jour, équivalent à son propre poids, pendant la période de reproduction(Mickaël, 2010).

La gelée royale est composée majoritairement d'eau (66%), et également de 14 % de glucides, 13 % de protides, lipides et divers autres composants mineurs (Figure 3).

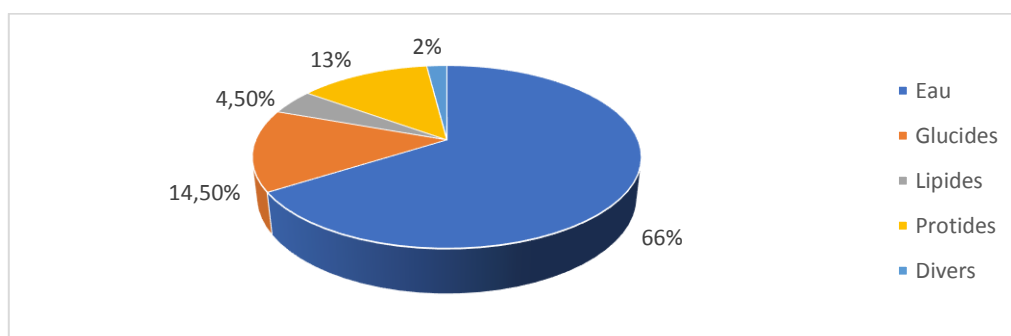


Figure 3 : Composition moyenne de la gelée royale (Ballot Flurin, 2009)

Pour conserver la gelée royale, il est important de la maintenir à une température basse, idéalement entre 2°C et 5°C, dans des pots en verre stérilisés, à l'abri de la lumière pour éviter l'oxydation, et dans un environnement sec. Si ces conditions sont respectées, la gelée royale peut être conservée pendant une année entière (Joyeux, 2014).

1.2.1.3 Le Venin

Le venin est produit par deux glandes qui produisent des substances acides et alcalines, dont la quantité peut varier entre 0,1 et 0,3 mg. Il est composé d'eau, d'histamine, de mellitine, de lysolécithine, d'apamine et de deux enzymes. Une piqûre d'abeille inocule l'apamine, qui peut provoquer un œdème et un prurit localisé, ainsi qu'une action générale pouvant causer des crampes, une hémolyse et des convulsions. Chez les personnes allergiques, une simple piqûre peut provoquer un choc anaphylactique, un coma, voire la mort (Ravazzi et *al.*, 2003).

La production de petites quantités de venin est relativement simple : il suffit de saisir les abeilles une par une et de les faire piquer du papier filtre.

Cependant, pour récolter des quantités importantes de venin, un équipement spécial est nécessaire : un cadre équipé de fils métalliques reliés aux bornes d'un alternateur, recouvert d'un tissu de nylon tendu sous le cadre. D'abord, le cadre est inséré dans la ruche par le trou de vol. Les abeilles qui touchent les fils établissent un contact électrique, ce qui excite les abeilles et les incite à piquer le tissu, qui s'imprègne de venin (Jean-Prost & Le Conte, 2005)

Le venin d'abeille contient principalement de l'eau, représentant 85% de sa composition totale. Les 15% restants correspondent à des matières sèches, qui comprennent divers composants tels que 50 % de méllitine, de peptides, des glucides, des lipides, de la, d'apamine, etc. (Figure 4).

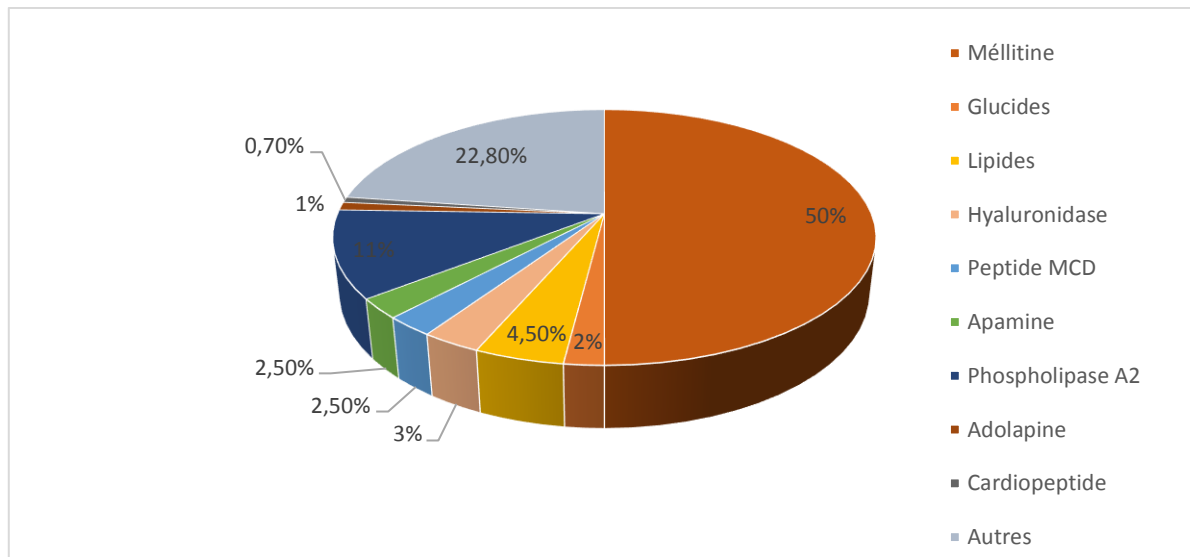


Figure 4 : Composition moyenne de la matière sèche du venin(Gharbi, 2011).

Le venin est une substance extrêmement dangereuse et doit être manipulé avec la plus grande prudence. Il doit être conservé pur, soit sous forme liquide en ampoules, soit sous forme de poudre après dessiccation à basse température, soit encore incorporé dans une pommade (Jean-Prost & Le Conte, 2005).

I.2.2 Les produits transformés

I.2.2.1 Lepollen

Le mot « pollen » vient du grec « pâle » qui désigne la farine ainsi que la poussière pollinique. Le mot « palynologie », issu de la même racine, signifie l'étude scientifique des pollens(Biri, 1997).

Le pollen se trouve dans les anthères des étamines ; ce sont les gamétophytes mâles qui servent à la fécondation de la fleur mais qui sont également récoltées par les abeilles. Lors de la visite de la fleur, l'abeille s'agite et fait tomber les milliers de grains microscopiques sur son corps. Elle humecte cette poussière et se brosse méthodiquement avec ses pattes pour constituer des pelotes qu'elle rapportera à la ruche dans des corbeilles situées sur la face externe de la troisième paire de pattes. À l'arrivée dans la ruche, les pelotes sont décrochées et stockées dans des alvéoles où, en présence d'acide lactique, le pollen entame une lactofermentation qui en améliore la digestibilité et la conservation. Le pollen est l'unique source de protéines de la colonie (Clément, 2010).

Le pollen se compose de différents éléments tels que des glucides, des lipides, des protéines, de l'eau, des minéraux et des substances cellulose (Figure 5).

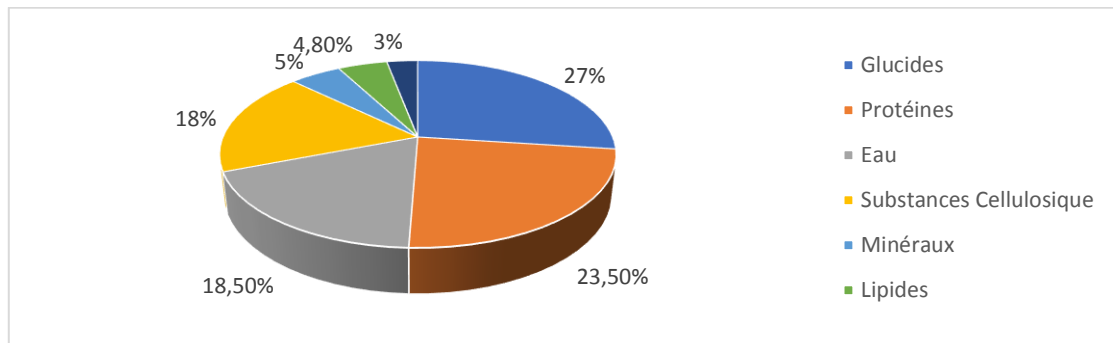


Figure 5 : Composition moyenne du pollen (Clément 2018)

La composition des pollens varie fortement en fonction de l'origine florale. C'est cette diversité que recherchent les abeilles pour équilibrer leur alimentation. Ainsi, outre l'eau et la cellulose, les pelotes sont composées de différents éléments (Le Conte et al., 2006).

1.2.2.2 La propolis

Le terme propolis vient de deux mots grecs, pro « signifiant protégé » et polis « signifiant ville ». Par conséquent, la propolis signifie la défense de la ville ou de la ruche. La propolis est une substance collante et résineuse dérivée des bourgeons et de l'écorce des arbres. Elle est également connue sous le nom de « colle d'abeille » car les abeilles l'utilisent pour couvrir les surfaces, sceller les trous et combler les lacunes dans leurs ruches pour se protéger contre les microbes et générer des organismes spores tels que les champignons et les moisissures. De plus, les abeilles utilisent la propolis comme substance d'embaumement, pour momifier les envahisseurs tels que d'autres insectes, qui ont été tués et sont trop lourds pour être retirés de la colonie (Siheri et al., 2017).

Elle a des propriétés antimicrobiennes, fongicides et antibiotiques remarquables. On l'utilise surtout en oto-rhino-laryngologie et en stomatologie. Il est recommandé de mâcher longuement des particules de propolis ou encore de les dissoudre dans de l'alcool pour les utiliser alors en extrait actif (El Housseini, 2013).

La propolis est principalement constituée de résine et de baumes, en plus de contenir de la cire, du pollen, des huiles essentielles, ainsi que des substances organiques et minérales (Figure 6).

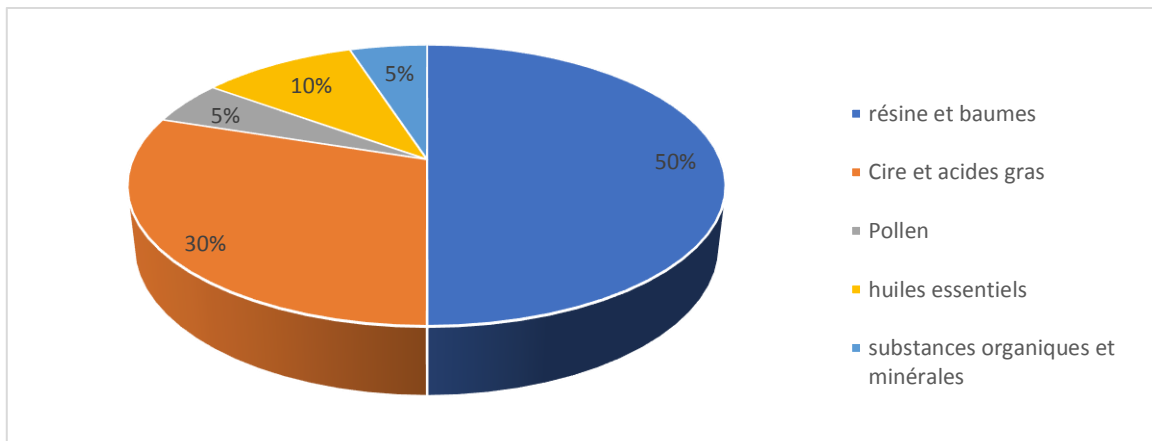


Figure 6 : Composition moyenne de la propolis (Anjum *et al.*, 2019).

I.2.2.3 Le miel

Le miel est une substance sucrée produite par les abeilles à partir du nectar des fleurs, et dans une moindre mesure, de la sève d'autres fleurs et du miellat. Selon les fleurs butinées, le miel peut varier en couleur, en arôme et en consistance. Les abeilles ouvrières femelles sont les seules à collecter le nectar, alors que la reine et les faux-bourçons ne s'adonnent jamais à cette activité (Winston, 1987).

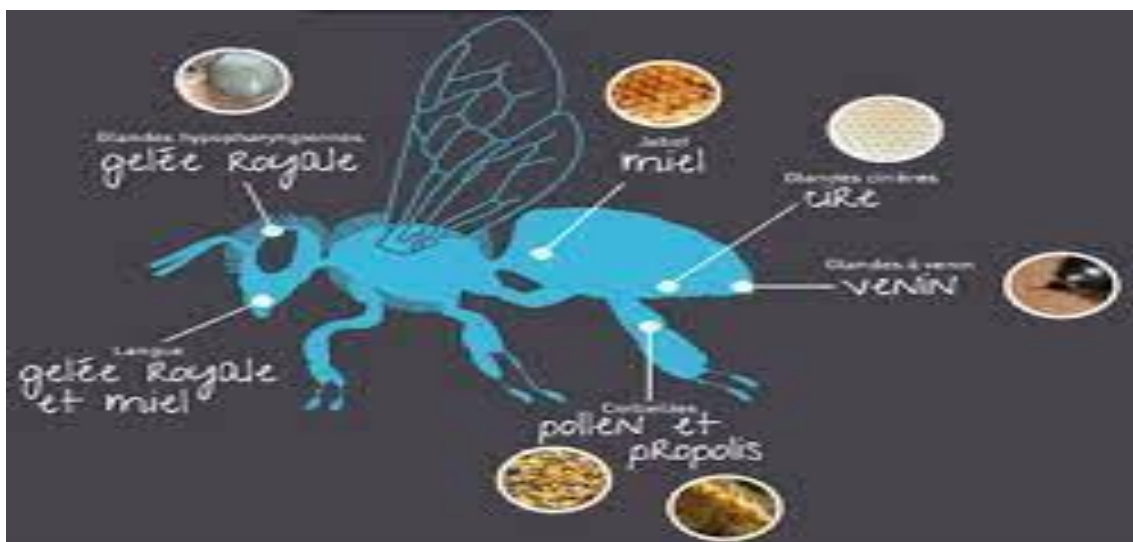


Figure 7 : Position des produits de la ruche dans le corps d'une abeille (Anonyme 02).

La composition et les qualités du miel seront détaillées dans les chapitres qui suivent.

Chapitre II : Le miel

II.1 Définition du miel

Le miel est une substance sucrée naturelle produite par les abeilles mellifiques à partir du nectar des plantes ou à partir des sécrétions de partie vivantes de plantes, ou d'excrétion d'insectes qui sucent les parties vivantes des plantes et que les abeilles récoltent et transforment en les combinant à des substances spécifiques qu'elles produisent, déposent, déshydratent, et stockent et font mûrir dans les rayons à miel (Codex Alimentarius, 2015). Le miel est connu et utilisé depuis l'antiquité (Figure 8).



Figure 8 : Scène d'apiculture chez les pharaons (Nina de Garis Davies : 1881-1965)

II.2 L'origine du miel

Le miel produit par les abeilles de l'espèce *Apis mellifera* (l'abeille domestique) provient de deux sources mellifères distinctes : du nectar ou du miellat :

II.2.1 Le Nectar

Les abeilles butinent le nectar des fleurs (Figure 9). C'est une sécrétion sucrée et plus ou moins visqueuse composée majoritairement de sucres, parmi lesquels se trouvent les plus courants : le saccharose, le glucose et le fructose. Les proportions de chaque type de sucre sont relativement stables pour une même espèce végétale. Le nectar contient également des acides organiques tels que l'acide fumarique, succinique, malique, oxalique, ainsi que des protéines, des enzymes, des acides aminés libres tels que l'acide glutamique et aspartique, la méthionine, la sérine, la tyrosine, et des composés inorganiques tels que les phosphates.



Figure 9: Abeille butinant une fleur de l'oxalis (Originale, 2023)

Dans certains nectars, des composés huileux, des alcaloïdes ou des substances bactéricides peuvent également être présents. Chaque espèce végétale fournit un nectar ayant des caractéristiques propres (Bonté et Desmoulière, 2013).

II.2.2 Le Miellat

De nombreuses espèces de pucerons se nourrissent de la sève du phloème, qu'ils modifient chimiquement avant de l'excréter sous forme de miellat. Les abeilles récoltent ensuite ce liquide sucré pour le transformer en miel de miellat, également appelé miel de forêt. La composition de la sève élaborée est principalement constituée de saccharose, de polysaccharides et de polyalcools. En revanche, le miellat contient principalement du saccharose, du fructose et du glucose, qui sont des monosaccharides. En fonction de la source et de l'espèce de puceron à l'origine de la production de miellat, le liquide peut également contenir des polysaccharides, tels que la mélézitose, qui ne se trouvent pas naturellement dans la sève végétale. Ce trisaccharide est produit par une enzyme digestive du puceron lors de la dégradation du saccharose (Imdorf et *al.*, 1985).

En plus de la mélézitose le miellat contient aussi de l'eau, des sucres, des acides aminés et minéraux (Figure 10).

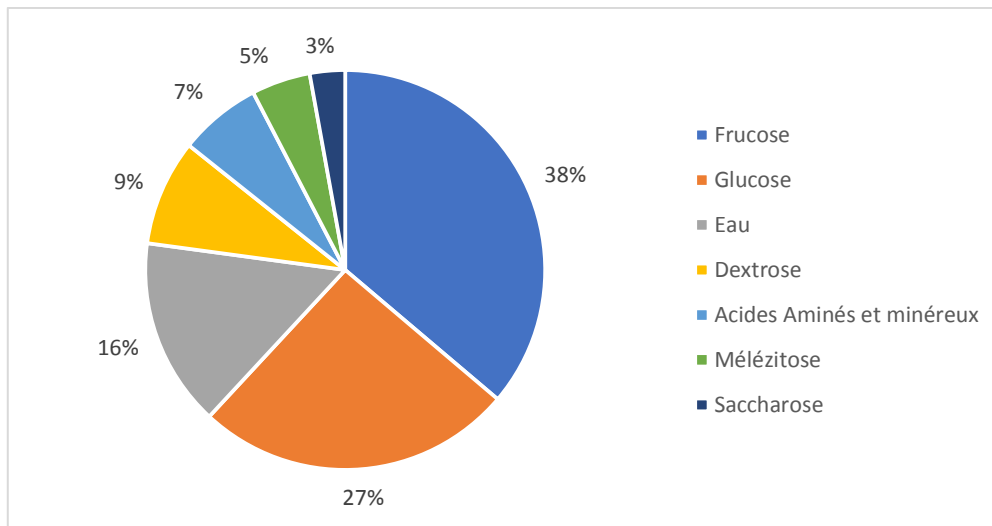


Figure 10 : composition du miellat(Clément, 2018)

C'est donc sans surprise que les abeilles ne trouvant pas de fleurs mellifères à proximité, se jettent sur cette substance très sucrée les yeux fermés.

II.3 Classification du miel

Le miel est classé selon plusieurs critères développés ci-dessous:

II.3.1 Selon l'origine florale

II.3.1.1 Les Miels mono floraux

Les miels mono floraux, également appelés "miels de cru", sont fabriqués à partir du nectar ou du miellat d'une seule espèce de plante ou d'une espèce prédominante. Cependant, leur récolte peut être difficile car il est nécessaire que les fleurs soient parfaitement identifiées par l'apiculteur. Pour encourager les abeilles à produire ce type de miel, il suffit d'installer les ruches à proximité directe des plantes recherchées. Les abeilles butineront alors naturellement la source de nectar la plus proche et la plus abondante. Bien sûr, il est impossible de garantir que le miel est à 100 % monofloral, car d'autres nectars provenant d'autres plantes peuvent s'y mélanger, mais en très petite quantité (Fournier, 2009).

II.3.1.2 Les Miel poly floraux

Les miels poly floraux, également connus sous le nom de miels "mille fleurs", sont fabriqués à partir du nectar et/ou du miellat de diverses espèces végétales sans qu'aucune ne domine particulièrement : ils sont produits lorsque les abeilles butinent dans un environnement où plusieurs types de plantes produisent simultanément du nectar. Ces miels sont les plus courants sur le marché et sont généralement identifiés par leur terroir d'origine. Ceux-ci peuvent être liés à une zone géographique de production (régions, départements, massifs) ou à un type de paysage qui correspond à une flore spécifique (forêts, maquis, garrigues)(Koechler, 2015).

II.3.2 Selon l'origine géographique

La classification géographique des miels est basée sur l'analyse des caractéristiques organoleptiques, physico-chimiques et polliniques. Les caractéristiques organoleptiques incluent la couleur, l'odeur, la texture et le goût du miel. Les caractéristiques physico-chimiques comprennent la teneur en eau, la teneur en sucre, le pH et la conductivité électrique. Enfin, les caractéristiques polliniques sont basées sur l'identification des pollens présents dans le miel, ce qui permet de déterminer la flore butinée par les abeilles(Bogdanov et al., 2004).

La composition chimique des miels peut varier considérablement en fonction de leur origine géographique. Par exemple, les miels de montagne ont des propriétés différentes de celles des miels de plaine. Les miels produits dans des régions à climat tropical ont également des propriétés différentes de celles des miels produits dans des régions à climat tempéré(Da Silva et al., 2016).

Les miels monofloraux, sont également classés en fonction de leur origine géographique, étant donné que leur composition chimique peut varier en fonction de la région géographique où ils ont été produits(Louveaux, 1990).

II.4 Composition du miel

Le processus de production du miel comprend plusieurs étapes, chacune ayant une influence sur sa composition chimique. Ainsi, il n'y a pas un seul type de miel, mais plusieurs

types en fonction de la plante visitée par les abeilles et de la source récoltée, qu'il s'agisse de nectar ou de miellat(Hoyet, 2005).

II.4.1 Composants majeurs

II.4.1.1 L'Eau

En moyen, la teneur en eau avoisine les 17%. Ce critère est très important car il détermine la qualité de conservation d'un miel. Au-delà de 18%. Le miel se détériore en quelque mois au terme desquels il finit par fermenter. On peut mesurer le taux d'humidité avec un densimètre. Un indice si un miel fige très vite, son taux sera satisfaisant(Clément, 2010).

II.4.1.2 Les Sucres

À maturité, le miel contient plus de 20 sucres différents qui représentent 80% de sa composition. Le miel est donc essentiellement constitué de :

*Sucre naturels principalement glucose : 30% généralement.

*Fructose : 38% et en moyenne le mieux représenté, suivie près par le glucose.

*Saccharose : très peu présenter, hormis dans certains miels, comme les miels de lavande ou de pissenlit, pour lesquels la teneur en saccharose est d'autant plus élevée que la miellée a été intense.

*Des sucres plus rares comme le « maltose, erlose, kestose, isimaltose... », Contrairement au saccharose, ces miels sont facilement assimilables par l'organisme(Clément, 2015).

II.4.2 Composant mineur

II.4.2.1 Acides organiques

Ces acides proviennent soit directement du nectar, soit des multiples transformations effectuées par les abeilles sur le miel. L'acide gluconique, qui est le composé majoritaire, est formé à partir du glucose grâce à une enzyme sécrétée par les abeilles, appelée glucose oxydase. En plus de cela, le miel contient environ une vingtaine d'autres acides, tels que l'acide acétique, benzoïque, citrique, malique, lactique et succinique. L'ensemble de ces composés donne au miel un pH acide. Il convient de noter que dans certains miels, tels que le

miel de miellat ou le miel de bourdaine, des sels d'acides organiques peuvent se former, produisant des solutions tampons qui ont pour effet de rendre le pH moins acide (Koechler, 2015).

II.4.2.2 Les Enzymes

La quantité d'enzymes présentes dans le miel est parfois mesurée et utilisée pour décrire la qualité du miel. Les enzymes du miel (invertase, glucose oxydase, amylase, etc.) proviennent des abeilles ou des plantes sur lesquelles les abeilles butinent. Ils sont présents en très petites quantités, mais ils ont une valeur nutritionnelle pour la consommation. Les enzymes sont très sensibles à la chaleur excessive (supérieure à 35°C) ou à la conservation à une température trop élevée. Étant donné que la chaleur les détruit, un taux réduit d'enzymes peut signifier que le miel a été réchauffé, mais certains miels de bonne qualité contiennent naturellement peu d'enzymes (Bradbear, 1950).

II.4.2.3 Les oligo-éléments et minéraux

Le miel est un aliment riche en oligo-éléments et minéraux qui sont essentiels à la santé humaine. Leurs concentrations varient en fonction des fleurs dont provient le miel. Il est intéressant de noter que les miels de différentes saisons et de différentes régions se complètent, ce qui permet une consommation variée tout au long de l'année. Les oligo-éléments tels que le potassium (excellent pour le cœur), le phosphore, le calcium, le soufre, le magnésium, le manganèse, le silicium, le bore, le fer, le zinc, le cuivre et le baryum sont présents dans le miel en plus ou moins grande quantité (en mg/Kg), et participent au bon fonctionnement de notre organisme (Hoyet, 2005; Joyeux, 2014).

II.4.2.4 Les vitamines

Bien que le miel soit pauvre en vitamines, il contient des vitamines du groupe B provenant des grains de pollen en suspension. On y trouve notamment de la thiamine B1, de la riboflavine B2, de la pyridoxine, de l'acide pantothénique, de l'acide nicotinique B3, de la biotine et de l'acide folique B9. La vitamine C est également présente, principalement issue du nectar des menthes. Les vitamines du miel sont mieux conservées lorsque le pH est faible. Cependant, les vitamines liposolubles (A et D) sont absentes (Rossant, 2011).

II.4.2.5 Les protides

Les miels correctement récoltés contiennent peu de protéines, car la source de protéines dans la ruche est le pollen. Cependant, le miel contient un grand nombre d'acides aminés, tels que l'acide aspartique, l'acide glutamique, l'alanine, l'arginine, l'asparagine, etc (Joyeux, 2014).

II.4.2.6 L'hydroxy-méthyl-furfural (HMF)

Est une substance qui provient de la transformation du fructose en milieu acide, est présent dans les vieux miels ou ceux ayant subi un surchauffage. Plus sa teneur est faible et meilleure est le miel. Le dosage de l'HMF permet de détecter si le miel a été chauffé et donc dénaturé (Rossant, 2011).

II.5 Production du miel par l'abeille

Les abeilles produisent du miel, à partir du nectar qu'elles collectent sur les plantes. Elles l'aspirent à l'aide de leur proboscis et le stockent dans leur jabot, où commence le processus de transformation en miel grâce aux enzymes qu'elles sécrètent. Les sucres complexes sont alors dégradés en sucres simples tels que le fructose et le glucose. De retour à la ruche, le nectar est régurgité aux abeilles magasinères qui poursuivent la deuxième étape : l'évaporation de l'eau. Le miel en formation est déposé dans les alvéoles jusqu'à ce qu'il atteigne un taux d'humidité faible, proche de 15% (Figure 11). L'évaporation est facilitée par les abeilles qui ventilent l'air chaud à travers les rayons. L'humidité est évacuée de la ruche par les abeilles, et une fois que le miel est operculé, il devient la réserve alimentaire de la colonie pour l'hiver (Catays, 2016).



Figure 11 : Cadre avec du miel operculé (Originale, 2023)

Le miel peut aussi être produit par les abeilles à partir de la sève élaborée des plantes. Cette sève est extraite des vaisseaux du liber par des insectes suceurs tels que les pucerons, qui produisent du miellat. La sève élaborée par les pucerons est transformée dans leur tube digestif, où les molécules de sucre sont fractionnées et recombinaées pour former du mélézitoze. L'intestin des pucerons absorbe environ 10% de la qualité des sucres apportée par la sève, et le reste est expulsé sous forme de gouttelettes de miellat (Jean-Prost & Le Conte, 2005).

II.6 Utilité du miel pour l'abeille

Il est important de comprendre que le miel est en réalité une ressource essentielle pour la survie et la santé des abeilles. C'est la principale source de nourriture des abeilles adultes. Une fois que le miel est stocké dans la ruche, elles peuvent le consommer pour leur propre nutrition. Les abeilles consomment également du pollen, mais le miel est leur principale source d'énergie (Winston, 1987).

En plus de leur apporter une source de nourriture, le miel est également un moyen pour les abeilles de stocker de la nourriture pour les périodes où les sources de nectar sont rares. Les abeilles stockent le miel dans la ruche pour l'hiver, lorsque les sources de nectar sont limitées. Le miel est stocké dans les cellules de la ruche et recouvert d'une fine couche de cire pour le protéger de l'humidité (Crane, 1990).

Outre son rôle de source de nourriture et de stockage, le miel a également des propriétés médicinales. Le miel est antimicrobien et antibactérien, ce qui signifie qu'il peut aider à prévenir les infections chez les abeilles. Les abeilles appliquent également du miel sur les

larves pour les protéger des infections. Enfin, le miel peut aider à réguler la température de la ruche, car il a des propriétés thermorégulatrices (Bogdanov, 2012).

En résumé, le miel est une ressource vitale pour les abeilles. Il fournit une source de nourriture, un moyen de stockage et a des propriétés médicinales.

*Chapitre III : Production du miel par
l'apiculteur*

III.1 Méthode de production du miel par l'apiculteur

L'apiculture consiste à élever des abeilles et à collecter leur miel. Donc la récolte du miel est une étape cruciale pour les apiculteurs car elle permet d'obtenir un produit de qualité destiné à la consommation humaine. Cette collecte se fait en plusieurs étapes que nous allons développer ci-dessous :

III.1.1 Récolter les hausses

La période la plus favorable à l'extraction des rayons à miel est incontestablement celle où ils sont operculés aux trois quarts, dans ce cas, le miel est parvenu à maturité. Le moment de la journée le plus favorable à cette extraction est, d'après certains auteurs, le début de la matinée, quand les abeilles n'ont pas encore commencé leur récolte journalière, le miel de la veille étant déjà un peu concentré (Biri, 1997).

Pour un petit rucher, la méthode de récolte est différente de celle utilisée pour un grand rucher. Tout d'abord, il est recommandé d'enfumer légèrement la ruche pour calmer les abeilles. Ensuite, l'apiculteur doit prévoir des hausses vides ainsi qu'un véhicule étanche pour transporter la récolte à la miellerie.

Lorsque que tout est prêt, on peut commencer à récolter le miel. Il faut d'abord décoller les cadres en faisant attention à ne pas prendre les abeilles avec soi. Il est également important de vérifier que les rayons sont bien operculés avant de les transvaser dans la hausse vide. Une fois que tous les cadres ont été retirés, on peut retirer la hausse vidée et s'en servir pour la ruche suivante. Enfin, fermer la ruche et transporter le miel précieux à la miellerie dans le véhicule étanche, à l'abri de la convoitise des abeilles. Il est important de ne pas oublier une hausse de miel, car elle serait vidée en moins d'une heure.

Certains apiculteurs insèrent des chasse-abeilles entre la hausse et le corps de ruche, le lendemain, il n'y a plus qu'à emporter les hausses vidées de leurs abeilles, mais cette pratique nécessite deux visites par rucher.

Pour un grand rucher les apiculteurs plébiscitent pour le souffleur à moteur thermique qui facilite la récolte tout en préservant la qualité du miel. Ce mini compresseur envoie de l'air qui fait voler les abeilles présentes sur les cadres. Leur méthode de récolte consiste d'abord

à diriger la buse à air entre les cadres pour chasser les abeilles. Il est indispensable d'effectuer ce balayage sur toute la surface de la hausse. Ensuite, il faut envoyer un souffle d'air sur la barrette à la base des cadres, car les abeilles ainsi protégées n'ont pas pu être chassées. Pour manipuler les hausses, certains apiculteurs utilisent une grue qui sert aussi à déplacer les ruches, permettant ainsi de porter les hausses sans effort sur la remorque. D'autres préfèrent utiliser des chargeurs sur quatre roues à moteur. De cette manière, la récolte peut être effectuée plus rapidement et efficacement pour un grand cheptel (Clément, 2015).

III.1.2 Désoperculation

Pour pouvoir récupérer le miel des alvéoles des cadres, il est nécessaire de retirer l'opercule de cire qui les recouvre. Cette opération est généralement effectuée à l'aide d'un couteau à désoperculer ou d'une fourchette spéciale. Pour les grandes exploitations, des machines à désoperculer sont également disponibles. Le choix du couteau dépend des préférences de chacun, des couteaux à lame droite ou dentée, à bout droit ou courbé, à froid, à vapeur ou électrique. Pour les débutants, il est recommandé d'utiliser un couteau à lame droite bien aiguisé et à bout courbé. Le cadre est placé verticalement sur un support fixé au-dessus d'un bac qui récupère les opercules. Ensuite, il suffit de passer le couteau sur chaque face du cadre pour retirer une fine couche d'opercules, qui tombent dans le bac récolteur.

Certains utilisent deux couteaux, l'un chauffé dans de l'eau bouillante, l'autre en service, mais cette technique est fastidieuse et peu recommandée car elle peut augmenter la teneur en eau du miel. En fin de travail, les opercules sont mis à égoutter dans une toile de nylon ou un tamis pour récupérer le miel restant. Les opercules peuvent également être utilisés pour la fabrication d'hydromel (Guerriat, 1996).

III.1.3 Extraction du miel

III.1.3.1 Par égouttage

Le processus d'extraction du miel consiste à laisser le miel s'écouler naturellement hors des rayons de cire qui ont été préalablement fragmentés ou broyés. Une fois les rayons écrasés à l'aide d'une cuillère en bois ou d'un ustensile similaire, le miel est transvasé dans une moustiquaire qui est ensuite suspendue au-dessus d'un seau vide ou d'un récipient propre. Les

rayons écrasés sont laissés à égoutter pendant un à deux jours en remuant de temps en temps pour que tout le miel s'écoule dans le seau en dessous. La pièce doit être étanche aux abeilles pour empêcher les pilleuses d'atteindre le miel. Après cette première filtration, le miel peut être filtré une seconde fois à travers un tissu filtrant plus fin. Pour un traitement plus rapide (Paterson, 2008).



Figure 12 : extraction du miel par égouttage (Paterson, 2008)

Cependant, ce processus d'extraction est lent, exposant le miel à l'air ambiant pendant une longue période

au cours de laquelle il peut absorber l'humidité environnante. C'est particulièrement vrai si l'on utilise des bacs d'égouttage où une grande quantité de miel est exposée à l'air. Il est donc recommandé de procéder à l'extraction dans une pièce dont l'humidité relative est basse, inférieure à 55 %, pour éviter que le miel ne gagne en humidité et ne commence à fermenter. Si le miel est humide, il est conseillé de le consommer rapidement après la récolte pour éviter ce processus de fermentation (Anonyme 03).

III.1.3.2 Par centrifugation (par un extracteur)

Un extracteur de miel est une machine qui permet de retirer le miel des rayons sans les endommager. Le principe est de faire tourner les rayons à une vitesse élevée pour que le miel soit projeté contre les parois de l'extracteur et s'écoule au fond du tambour. Le rayon est placé dans un cadre de bois et peut être remis dans la ruche lorsqu'il est vide. L'extracteur est généralement composé d'un tambour en métal qui contient des supports pour les cadres. Il y a un robinet à la base du récipient pour évacuer le miel. On peut trouver deux types d'extracteurs : le tangential et le radial. L'extracteur tangential est le plus courant et convient à l'apiculture de petite échelle. Il est souvent actionné manuellement et peut contenir deux ou trois rayons. L'extracteur radial est plus grand et peut contenir jusqu'à 20 cadres. Il est généralement actionné par un moteur électrique. Bien qu'il semble plus compliqué à construire, un forgeron local peut fabriquer un extracteur radial en modifiant des conteneurs

en plastique pour le tambour et en utilisant des pièces de bicyclette pour actionner la centrifugeuse (Bradbear, 1950).

III.1.4 Filtrage

Lorsque le miel est extrait, il n'est pas encore prêt pour le conditionnement final. Des impuretés diverses telles que de la cire ou de la suie provenant de l'enfumeur peuvent s'y trouver. De plus, la forte centrifugation et la projection contre les parois de l'extracteur introduisent de petites bulles d'air dans le miel, qui doivent être éliminées par décantation. Dans les grandes exploitations, le miel est décanté grossièrement à la sortie de l'extracteur pour éliminer les impuretés les plus grossières, puis stocké dans des maturateurs avant une filtration minutieuse. Dans les exploitations plus modestes, le miel est filtré directement à la sortie de l'extracteur en utilisant un tamis à larges mailles pour séparer les grosses impuretés, puis un tamis à mailles fines pour éliminer les débris plus fins. Une toile de nylon peut être utilisée pour éliminer les petites impuretés, mais la taille des mailles doit être choisie en fonction de la viscosité du miel. Les gros débris peuvent être éliminés en utilisant une passoire placée sur un seau à la sortie de l'extracteur (Guerriat, 1996).

III.1.5 Maturation

Le processus de maturation du miel est essentiellement une étape de purification. Après extraction, le miel est placé dans un récipient pour permettre l'élimination de ses impuretés telles que les débris de cire et de pollen, ainsi que les bulles d'air qui se sont formées lors de l'extraction. Pour éviter toute contamination, les maturateurs doivent être fabriqués en acier inoxydable ou étamés ou recouverts d'une peinture alimentaire à l'intérieur. Pendant le séjour au maturateur, le miel ne doit pas absorber d'eau, il est donc important d'éviter les locaux humides. Les débris légers tels que les bulles d'air, la cire, les bois et les abeilles mortes flottent à la surface, tandis que les grains de sable et les fils de fer se déposent au fond. Le miel reste dans le maturateur pendant une durée de 2 à 8 jours pour permettre sa décantation, mais dans certains cas, le miel peut être très visqueux, nécessitant ainsi une chauffe à 40 °C et une décantation de 48 heures dans un maturateur calorifugé. Pour éliminer l'écume qui se forme à la surface du miel, un torchon humide peut être placé à la surface, qui sera ensuite enroulé pour entraîner l'écume. Ou bien, des bandes de papier essuie-tout peuvent être posées à la surface, ce qui permet d'éliminer les impuretés (Jean-Prost & Le Conte, 2005).

III.1.6 Conditionnement

Lors de cette étape, il convient de respecter les réglementations en vigueur. Si la production est de petite taille, il est recommandé d'étalonner la balance en enregistrant le poids du pot vide avant de le remplir, afin d'appliquer le poids net. Il est également important de remplir les pots avec précaution, car le miel peut s'écouler rapidement du maturateur et provoquer des débordements. Ensuite, il faut visser la capsule pour assurer l'étanchéité et la bonne conservation du miel, puis placer les étiquettes en veillant à les poser droites. Les modèles autocollants sont les plus pratiques.

Pour les productions de taille moyenne ou grande, le conditionnement du miel peut être plus difficile en raison de sa viscosité. Toutefois, l'utilisation de pompes dosées fiables et robustes ainsi que de machines performantes peut faciliter cette tâche. Si votre exploitation nécessite plusieurs jours de conditionnement, il est important de choisir le matériel adapté à votre volume de production et de prévoir un espace dédié au conditionnement. Une table tournante avec une simple pompe-doseuse réglable selon la contenance des pots est un équipement de base qui facilite la tâche. Les apiculteurs produisant de plus gros volumes ou les coopératives de producteurs-conditionneurs peuvent opter pour une machine plus performante doublée d'une couvercleuse. L'utilisation d'une étiqueteuse n'est nécessaire que si la commercialisation le requiert. Il est important que les étiquettes soient claires et cohérentes (Clément, 2015).

III.1.7 Etiquetage

Il est impératif de procéder à l'étiquetage du miel pour pouvoir le vendre, le transporter ou le céder à titre gratuit, conformément à la législation en vigueur. Pour l'apiculteur, l'étiquetage est une occasion unique de mettre en valeur son produit grâce à une étiquette attrayante qui saura séduire le consommateur. La réglementation impose que l'étiquette fournisse les informations suivantes : le nom et l'adresse de l'apiculteur, l'appellation miel ou toute autre appellation légale, le poids de miel contenu dans le récipient, ainsi qu'une date de garantie sous la forme "à consommer de préférence avant fin mois/année" (par exemple, "à consommer avant fin 04/98"). En général, la durée de conservation maximale est de 18 à 24 mois, selon le type de miel. La période de production peut également être indiquée à la place de la date de garantie, par exemple "récolte d'été 1997" s'il y a eu une seule récolte d'été. En

outre, l'apiculteur peut valoriser son produit en mentionnant les résultats d'une analyse de laboratoire (espèces butinées, consistance, etc.) ainsi que la région de production (Guerriat, 1996).

III.2 L'utilité du miel pour l'Homme

Le miel est un aliment aux nombreuses utilisations pour l'Homme, apprécié depuis des milliers d'années pour ses propriétés nutritionnelles, médicinales et son goût sucré. En effet, le miel est un aliment bénéfique pour le corps humain grâce à ses propriétés apéritives, immunostimulantes et énergétiques, ainsi qu'à sa teneur en calcium et magnésium, essentiels pour le développement osseux. Les glucides facilement assimilables contenus dans le miel en font également un aliment idéal pour le corps.

En plus de fournir des nutriments essentiels, le miel est également une source importante de calories, ce qui permet aux enfants de faire face à des maladies courantes telles que les angines, sinusites, pharyngites, rhinites, laryngites, otites, bronchites simples ou asthmatiformes, ainsi que les toux sèches et graminées qui ont souvent suivi l'hiver. Certains types de miel sont particulièrement riches en fer, un oligo-élément important pour lutter contre l'anémie. Cependant, la capacité d'assimilation du fer est plus importante que sa quantité, et les enzymes contenues dans le miel dégradées par son absorption (Clément, 2015).

Chez les personnes en bonne santé, le miel améliore le rendement physique et la résistance à la fatigue physique et intellectuelle. D'ailleurs, l'apiculteur Edmond Hillary, fut le premier vainqueur de l'Everest en 1953 (Jean-Prost & Le Conte, 2005).

En outre, le miel peut être utilisé comme substitut naturel au sucre raffiné et autres édulcorants artificiels. Contrairement à ces derniers, le miel a un indice glycémique relativement bas, ce qui signifie qu'il n'affecte pas autant le taux de sucre dans le sang.

Le sucre naturel présent dans les raisins secs, les fruits et surtout dans le miel, est le seul qui convienne pour notre alimentation. Le miel est un sucre fabriqué par la nature elle-même et est sous une forme condensée prête pour la consommation et la conservation. Le sucre dans le miel est présent sous la forme voulue de glucose, ce qui le rend immédiatement assimilable et pénètre immédiatement dans le sang sans donner de travail aux organes digestifs.

De plus, le miel est extrait mécaniquement par un apiculteur bien outillé, ce qui garantit qu'il conserve une pureté et une propreté absolues, ainsi que la délicatesse de son arôme et la plénitude de ses propriétés (Fontaine, 1948).

En plus de ces propriétés, le miel a également des propriétés médicinales. Effectivement, le miel possède des propriétés cicatrisantes et antibactériennes reconnues depuis longtemps (Figure 13). Ces propriétés sont dues à plusieurs facteurs, tels que la teneur élevée en sucre et la faible teneur en humidité, ainsi que la présence d'acide gluconique et de peroxyde d'hydrogène (inhibine). De plus, le miel possède un pH acide qui se situe généralement entre 3 et 6, ce qui contribue également à son action antibactérienne.



Figure 13 : Traitement des plaies avec du miel (Anonyme 04).

La viscosité élevée du miel permet également de maintenir un état de plaie humide et de fournir une barrière protectrice contre les infections. En outre, la propriété immunomodulatrice du miel peut favoriser la réparation des plaies.

Des études scientifiques ont également confirmé les propriétés antibactériennes, anti-inflammatoires et antioxydantes du miel. Cependant, il convient de souligner que le miel ne doit pas être considéré comme un traitement médical à part entière et ne doit pas être utilisé comme tel sans l'avis d'un professionnel de la santé (Lusby et *al.*, 2005).

Le miel peut être utilisé pour de nombreuses autres choses comme la médecine traditionnelle, pour traiter une variété de problèmes de santé tel que les maux de gorge

infections et les brûlures il est aussi utilisé pour ses propriétés de conservation naturelle qui peuvent aider à prolonger la durée de vie des aliments.

En somme, le miel est un aliment polyvalent qui peut être bénéfique pour la santé humaine de différentes manières, qu'il soit consommé tel quel, utilisé comme ingrédient dans des préparations culinaires ou employé pour ses propriétés médicinales. Sa popularité et son utilisation à travers les âges attestent de son importance pour l'Homme.

III.3 Les principales maladies de l'abeille

Cependant, tout être vivant est exposé aux maladies. L'apiculture n'y échappe pas. Une ruche contient des dizaines de milliers d'individus et de larves et est d'autant plus sensible à la contamination massive et immédiate. Les abeilles et leurs couvains peuvent être atteints de plusieurs maladies de différents types. Les maladies parasitaire (varroase, acariose...); bactérienne (loque européenne, loque américaine); virales (virus de la paralysie aigue des abeilles, virus des ailes déformées); fongiques (ascosphérose, nosémose...)(Charrière et al., 2012).

III.3.1 La varroase

La varroase est une maladie causée par un acarien parasite appelé varroa, qui a évolué avec son hôte d'origine, se nourrit de l'hémolymphe et des corps gras des abeilles adultes ou immatures en les piquant. Cela a pour effet de diminuer leurs réponses immunitaires et de favoriser la multiplication des virus déjà présent dans leur corps, au point de les tuer. Dans ce contexte, c'est le virus qui tue l'abeille, mais c'est le varroa qui est la cause initiale. L'acarien peut en outre transmettre directement certains autres virus, en particulier le virus des ailles déformées, qui peut se montrer très virulent chez les abeilles. A l'heure actuelle, la varroase, une maladie que l'on pense provoquée par le seul varroa, est considérée comme causée par le couple du parasite et du virus (Le Conte & Albouy, 2020).

Il est impératif de combattre le Varroa, et cela est obligatoire. Cette lutte doit être fondée sur des raisonnements scientifiques et doit être menée à l'aide de méthodes zootechniques, biotechniques et médicamenteuses. En France, la varroase est la seule maladie pour laquelle des spécialités pharmaceutiques sont disponibles, avec cinq médicaments ayant obtenu une autorisation de mise sur le marché.

III.3.2 La loque européenne

La loque européenne est la maladie du couvain la plus courante. C'est une maladie infectieuse et contagieuse s'attaquant aux larves âgées de moins de quarante-huit heures et provoquant chez ces dernières une infection localisée au tube digestif. Elle est déclenchée par une bactérie « *Melissococcus pluton* », puis, selon les cas, divers agents microbiens secondaires vont profiter de l'occasion pour se développer, notamment « *Paenibacillus Alvei* ; *Streptococcus Faecalis* ». Selon les germes présents, le couvain aura une odeur et une consistance variables (LeConte et *al.*, 2006).

III.3.3 La loque américaine

La loque américaine est le deuxième souci sanitaire pour l'apiculteur. C'est une maladie contagieuse grave qui touche les jeunes larves âgées de 2 à 3 jours. Elle est due à une bactérie dénommée « *paenibacillus larvae* », elle doit faire l'objet d'une déclaration aux autorités sanitaires. Cette maladie se détecte en visitant les cadres de colonie. Atteint, le couvain est disséminé, avec des cellules perforées contenant des larves en décomposition. Contrairement à la loque européenne elle est moins grave. Elle dégage une odeur caractéristique de pourriture, et s'accroche au bâtonner lors du test de l'allumette (Fert et Fert, 2018).

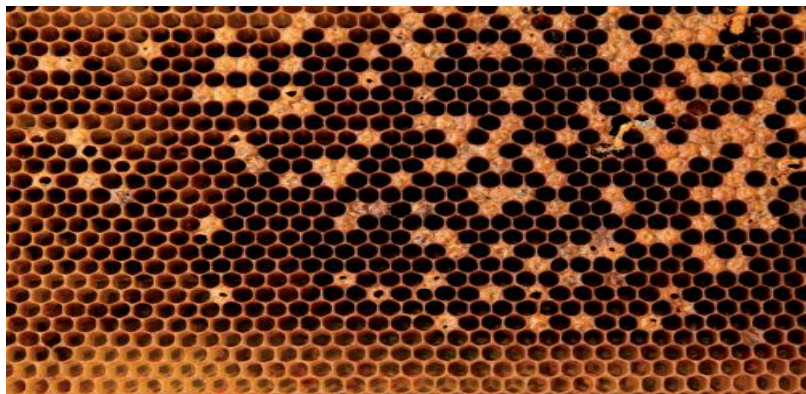


Figure 14: Photographie d'un couvain en mosaïque, irrégulier, avec de nombreux alvéoles vides. Le cadre portant ce couvain a été extrait d'une ruche fortement atteinte de loque américaine.

Le traitement des loques est souvent effectué par une antibiothérapie dans de nombreux pays. Cependant, l'utilisation de ces antibiotiques peut causer des problèmes, notamment en

raison de la sporulation de *paenibacillus larvae*, qui rend ce traitement inefficace et favorise le phénomène d'antibiorésistance. De plus, les limites maximales de résidus d'antibiotiques et les temps d'attente n'ont pas été définis pour le miel et les autres productions de la ruche, ce qui empêche l'utilisation d'antibiotiques (Vidal-Naquet, 2012).

III.4 Antibiotiques et contamination du miel

Les antibiotiques sont des substances chimiques produites par des bactéries ou des champignons pour inhiber la croissance d'autres microorganismes. Ils agissent principalement en freinant le développement des microbes et peuvent avoir différents mécanismes biologiques selon leur famille. Cependant, il est important de noter que les antibiotiques ne sont pas des désinfectants et ne peuvent pas détruire les spores de *Paenibacillus larvae*, l'agent responsable de la loque américaine (Gauthier et Kast, 2012).

Dans la plupart des pays européens, l'utilisation d'antibiotiques pour lutter contre la loque est interdite pour plusieurs raisons. Tout d'abord, il y a un risque élevé de résistance bactérienne due à l'utilisation d'antibiotiques. En outre, la présence de résidus d'antibiotiques dans le miel peut nuire à l'image du miel et favoriser le développement de résistances. Enfin, les antibiotiques ne sont efficaces que contre les bactéries végétatives, mais ne peuvent pas éliminer les spores infectieuses de la loque. En conséquence, il est recommandé de ne pas traiter une colonie atteinte de la loque américaine avec des antibiotiques, car cela ne fera que masquer temporairement la maladie (Charrière et al., 2018).

Il y a quand même une approche courante pour prévenir la loque américaine, qui consiste à ajouter une quantité déterminée d'oxytétracycline dans le sirop de nourrissage à l'automne et au printemps, avant le nourrissage principal. Les ouvrières ingèrent l'antibiotique qui est ensuite distribué aux larves, ce qui les protège contre le développement de la maladie. Cependant, il convient de noter que malgré l'utilisation de cet antibiotique, il peut y avoir des spores de loque américaine dans les colonies traitées, mais l'antibiotique empêchera les symptômes de se manifester.

Cependant, l'utilisation régulière et/ou la mauvaise utilisation (non-respect de la posologie) de l'oxytétracycline ont conduit à un phénomène de résistance de la bactérie dans certaines provinces canadiennes et plusieurs États américains. Pour contrer ce phénomène de résistance, certaines provinces vont entreprendre les procédures pour homologuer une autre

substance médicale. Si l'oxytétracycline est utilisée de manière préventive, elle doit être arrêtée 30 jours avant la période de miellée et ne doit pas être utilisée pendant la miellée (Simoneau, 2002).

Partie expérimentale

Chapitre IV : Matériel et méthodes

IV.1 Objectifs de l'étude

L'objectif de cette étude porte sur la recherche d'éventuels résidus d'antibiotiques dans quelques échantillons de miels dans la région de Tizi-Ouzou.

La présente étude est réalisée dans le laboratoire pédagogique de production animale de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou (UMMTO).

IV.2 Localisation de la zone d'étude

La wilaya de Tizi-Ouzou en Algérie est connue pour sa consommation élevée de miel, qui est souvent considéré comme un remède naturel ou un médicament par de nombreux consommateurs. Cette perception est basée sur les propriétés bénéfiques attribuées au miel en termes de santé et de bien-être. Les échantillons de miel analysés proviennent de différentes régions de la Wilaya de Tizi-Ouzou comme l'illustre la figure 15.

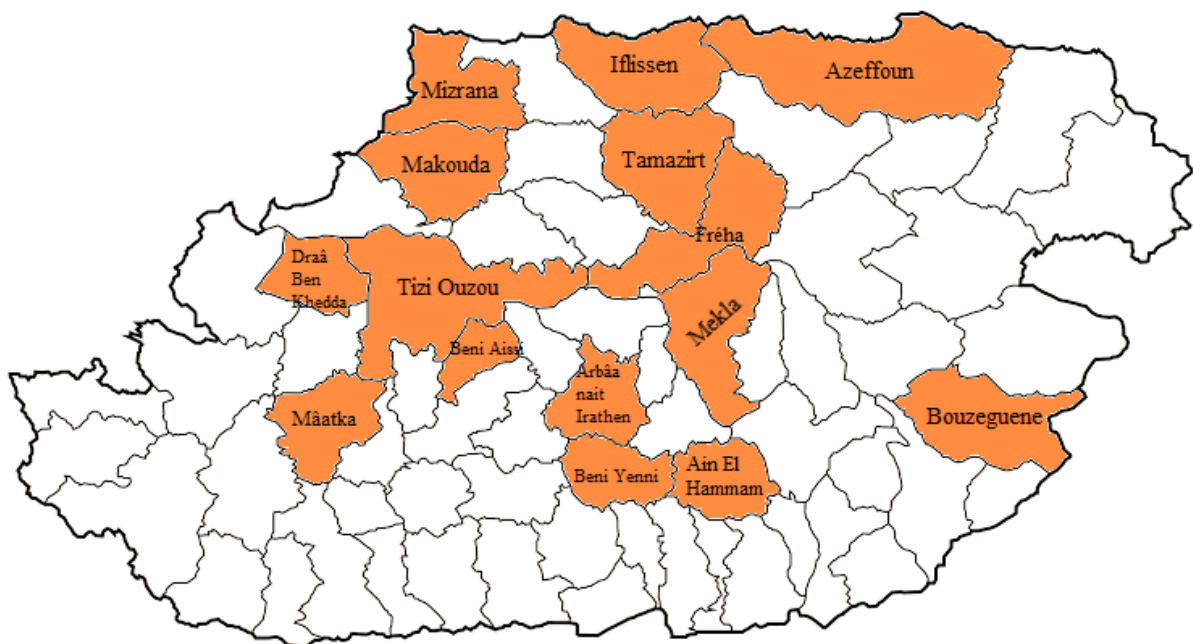


Figure 15: Zones de récolte des échantillons de miel analysés.

IV.3 Origine des échantillons de miels analysés

Notre étude a porté sur 28 échantillons de miels collectés auprès des apiculteurs de différentes régions de la wilaya de Tizi-Ouzou. Ils sont de consistance et couleurs très variées (Figure 16).



Figure 16 : Echantillons de miel analysés (originale, 2023)

Les miels sont classés selon leurs origines florales, leurs provenances ainsi que la date de leurs récoltes (Tableau 1). Ainsi nous avons principalement des miels toutes fleurs avec 11 échantillons, le miel d'eucalyptus avec 04 échantillons, ainsi que les miels de chardon, de sainfoin, de forêt et de lavande avec chacun 02 échantillons. En plus de ceux-ci, nous disposons également d'un échantillon de miel de chêne vert, de bruyère, de romarin, de roquette et de chêne.

Tableau 1 : Présentation des échantillons de miels étudiés.

<i>Ech</i>	<i>Identifiant du miel</i>	<i>Région de récolte</i>	<i>Origine du miel</i>	<i>Date de récolte</i>
1	1	Maâtkas	Toutes fleurs	2022
2	2	Azeffoun	Toutes fleurs	10 octobre 2022
3	3	Azeffoun	Chardon	Octobre 2022
4	4	Maâtkas	Toutes fleurs	Août 2022
5	4'	Batrouna	Sainfoin	Août 2022
6	5	LarbaâNath Irathen	Forêt	Juin-Juillet 2022
7	5'	LarbaâNath Irathen	Chêne vert	Juin-Juillet 2022
8	6	Azeffoun	Eucalyptus	Septembre 2022
9	6'	Azeffoun	Toutes fleurs	Avril 2022
10	7	Fréha	Toutes fleurs	Juin-Juillet 2022
11	8	Hesnawen	Roquette	Mai 2022
12	8'	Hesnawen	Sainfoin	Juillet 2022
13	8''	Azeffoun	Eucalyptus	Septembre 2022
14	9	Oued Aissi	Toutes fleurs	Juillet 2022
15	9'	Oued Aissi	Romarin	Avril 2022
16	10	Iflissen	Chardon	Avril 2023
17	11	Tamazirt	Forêt	Juillet 2022
18	12	DraâBen Kheda	Toutes fleurs	2022
19	13	DraâBen Kheda	Toutes fleurs	2022
20	14	Makouda	Eucalyptus	2023
21	14'	Makouda	Toutes fleurs	2023
22	15	Makouda	Eucalyptus	2022
23	16	Mizrana	Chêne	2022
24	17	Bouzeguene	Toutes fleurs	2023
25	18	At Yanni	Lavande	2023
26	18'	At Yanni	Lavande	2023
27	19	Ain El Hammam	Bruyère	2023
28	20	Mekla	Toutes fleurs	2023

Bibliographie

- Abe, A. M. K., Assanvo, J. B., Sanogo, M., & Koffi, K. M. (2018). Caractérisation phénotypique de 52 souches des Bacillus isolées à partir de racines fraîches de manioc cultivées en Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12(5), Article 5. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v12i5>
- Bagré, T. S., Samandoulougou, S., Traoré, M., Illy, D., Bsadjo-Tchamba, G., Bawa-Ibrahim, H., Bouda, S. C., Traoré, A. S., & Barro, N. (2015). Détection biologique des résidus d'antibiotiques dans le lait et produits laitiers de vache consommés à Ouagadougou, Burkina Faso. *Journal of Applied Biosciences*, 87, 8105-8112.
- Biri, M. (1997). *Le Grand Livre Des Abeilles. L'apiculture moderne*. De Vecchi.
- Bogdanov, S. (2012). Honey as nutrient and functional food. *Proteins*, 1100, 1400-2700.
- Bogdanov, S., Ruoff, K., & Oddo, L. (2004). Physico-chemical methods for the characterisation of unifloral honeys : A review. *Apidologie*, 35. <https://doi.org/10.1051/apido:2004047>
- Bonté, F., & Desmoulière, A. (2013). Le miel : Origine et composition. *Actualités Pharmaceutiques*, 52(531), 18-21. <https://doi.org/10.1016/j.actpha.2013.10.004>
- Bradbear, N. (1950). Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. *Population (French Edition)*, 5(4), 764. <https://doi.org/10.2307/1523706>
- Catays, G. (2016). *Contribution à la caractérisation de la diversité génétique de l'abeille domestique Apis mellifera en France : Cas du locus csd de détermination du sexe* [Other]. <https://oatao.univ-toulouse.fr/17312/>
- Charrière, J. D., Dainat, B., & Dietemann, V. (2018). Guide de la santé de l'abeille. Edité par le Centre de recherche apicole. *Agroscope Transfer*, 245, 1-36.
- Clément, H. (2010). *Une ruche au jardin*. Editions Rustica.

- Clément, H. (2015). *Le traité Rustica de l'apiculture : Connaissance de l'abeille - Toutes les techniques apicoles - Les produits de la ruche et leurs bienfaits* (Illustrated édition). RUSTICA.
- Comité de l'Antibiogramme de la Société Française de Microbiologie Report 2003. (2003). *International Journal of Antimicrobial Agents*, 21(4), 364-391.
[https://doi.org/10.1016/S0924-8579\(03\)00021-9](https://doi.org/10.1016/S0924-8579(03)00021-9)
- Crane, E. (1990). *Bees and Beekeeping : Science Practice and World Resources* (1st edition). NCROL.
- Da Silva, P. M., Gauche, C., Gonzaga, L. V., Costa, A. C. O., & Fett, R. (2016). Honey : Chemical composition, stability and authenticity. *Food Chemistry*, 196, 309-323.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.09.051>
- Degan, J., Tessy, S., & Tchobo, F. P. (2012). *Extraction et caractérisation de la cire d'abeilles des régions du Bénin*. EPAC/UAC.
- Denis, F., Ploy, M.-C., Poyart, C., Cattoir, V., & Martin, C. (2016). *Bactériologie médicale : Techniques usuelles*. Elsevier Health Sciences.
- El Housseini, N. (2013). *Intérêts et applications cliniques de la propolis en médecine bucco-dentaire* [PhD Thesis]. UNIVERSITÉ DE NANTES.
- Fert, G., & Fert, P. (2018). *Élever des abeilles en ruche horizontale* (Illustrated édition). RUSTICA.
- Fontaine, G. (1948). *L'apiculture pour tous*.
- Fournier, R. (2009). *ABC de l'Apithérapie*. Grancher.
- Gauthier, L., & Kast, C. (2012). *Antibiotiques en apiculture : Pourquoi sont-ils interdits en Suisse?*
- Guerriat, H. (1996). *Être performant en apiculture*. Rucher du tilleul Editions.
- Hirsch, M. (2002). *Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif à l'évaluation du risque éventuel lié à la présence de résidus de tétracyclines et de streptomycine dans le miel*.

- Hoyet, C. (2005). *Le miel : De la source à la thérapeutique* (p. non renseigné) [Other, UHP - Université Henri Poincaré]. <https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01733105>
- Imdorf, A., Bogdanov, S., & Kilchenmann, V. (1985). *Du miel de miellat cristallisé dans les hausses et les corps de ruches-comment réagir?*
- Jean-Prost, P., & Le Conte, Y. (2005). *Apiculture : Connaître l'abeille, conduire le rucher* (7e édition). Tec & Doc Lavoisier.
- Jehl, F., Chabaud, A., & Grillon, A. (2015). L'antibiogramme : Diamètres ou CMI ? *Journal des Anti-infectieux*, 17(4), 125-139. <https://doi.org/10.1016/j.antinf.2015.08.003>
- Joyeux, P. H. (2014). *Les Abeilles et le Chirurgien* (2e édition). Editions du Rocher.
- Koehler, S. (2015). *Le miel dans la cicatrisation des plaies : Un nouveau médicament ?* (p. non renseigné) [Other, Université de Lorraine]. <https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01733645>
- Kotzekidou, P. (2014). BACILLUS | *Geobacillus stearothermophilus* (Formerly *Bacillus stearothermophilus*). In C. A. Batt & M. L. Tortorello (Éds.), *Encyclopedia of Food Microbiology (Second Edition)* (p. 129-134). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384730-0.00020-3>
- Le Conte, Y., Ratia, G., Reeb, C., & Vaissière, B. (2006). *Traité rustica de l'apiculture*.
- Louveaux, J. (1990). L'oeuvre d'Anna Maurizio. *Apidologie*, 21(5), 397-416. <https://doi.org/10.1051/apido:19900503>
- Lusby, P. E., Coombes, A. L., & Wilkinson, J. M. (2005). Bactericidal activity of different honeys against pathogenic bacteria. *Archives of Medical Research*, 36(5), 464-467. <https://doi.org/10.1016/j.arcmed.2005.03.038>
- MacWilliams, M. P. (2009). Citrate test protocol. *American Society for Microbiology*.
- MacWilliams, M. P. (2012). Indole test protocol. *American Society for Microbiology, Washington, DC*.

- Maghuin-Rogister, G. (2005). Résidus et contaminants des denrées alimentaires : 25 ans de progrès dans leur analyse I. Evolution de la stratégie de contrôle. *Ann. Méd. Vét*, 149, 183-187.
- Martel, A.-C., Schweitzer, P., Cailteau, C., & Faucon, J.-P. (2009). Les antibiotiques et l'apiculture. Conséquences sur la qualité sanitaire des miels. *Annales des falsifications, de l'expertise chimique et toxicologique*, 970, 19-33.
- Mickaël, B. (2010). *Propriétés et usage médical des produits de la ruche* [PhD Thesis]. UNIVERSITE DE LIMOGES.
- Paterson, P. D. (2008). *L'apiculture* (QUAE edition). QUAE.
- Ravazzi, G., Breffort, C., & Vielfaure, C. (2003). *Abeilles et apiculture* (Nouv éd rev. et augm édition). De Vecchi.
- Reig, M., & Toldrá, F. (2008). Veterinary drug residues in meat : Concerns and rapid methods for detection. *Meat science*, 78, 60-67. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.07.029>
- Rossant, A. (2011). *Le miel : Un composé complexe aux propriétés surprenantes*.
- Siheri, W., Alenezi, S., Tusiimire, J., & Watson, D. G. (2017). The chemical and biological properties of propolis. *Bee Products - Chemical and Biological Properties*, 137-178. https://doi.org/10.1007/978-3-319-59689-1_7
- Simoneau, A. (2002). La loque américaine. *MAPAQ-CQIASA www. agrireseau. qc. ca.(page consultée le 12 janvier 2010)*.
- Smita, D. (2019). *Voges-Proskauer (VP) test*.
- Tétart, G. (2001). L'abeille et l'apiculture. Domestication d'un animal cultivé. *Techniques & Culture. Revue semestrielle d'anthropologie des techniques*, 37, Article 37. <https://doi.org/10.4000/tc.268>

Vidal-Naquet, N. (2012). Les maladies de l'abeille domestique d'élevage, *Apis mellifera* L.

Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France, 165(4), 307-316.

<https://doi.org/10.4267/2042/48811>

Winston, M. L. (1987). *The biology of the honey bee*. harvard university press.

Les sites utilisés :

Anonyme01 :<https://www.2imangement.ch/fr/divers/liens/wwwapisavoirch/production-de-la-cire-par-les-abeilles->

Anonyme 02:<https://docplayer.fr/27631333-Les-7-produits-de-la-ruche.html>

Anonyme 03:<https://www.bnm-sante.fr/>

Anonyme 04: <https://teca.apps.fao.org/teca/fr/technologies/10067>

Résumé:

L'objectif de la présente étude est d'établir une base d'information sur le niveau de contamination des miels de la région de Tizi-Ouzou par les résidus d'antibiotiques; en utilisant la méthode microbiologique de référence, en l'occurrence la méthode de diffusion sur gélose. Cette méthode consiste à étudier la sensibilité d'une souche bactérienne aux substances antimicrobiennes, elle est également utilisée pour détecter les résidus d'antibiotiques présents dans les denrées alimentaires à l'aide de microorganismes sensibles aux antibiotiques.

Les résultats émanant de cette étude révèlent que 21 % des échantillons analysés sont positifs aux antibiotiques.

Cette évaluation de la contamination des miels présente un sérieux problème pour la santé publique et doit interpeler les principaux acteurs, afin de le gérer et rendre le risque pour le consommateur aussi faible que possible.

Mots clés: Antibiotiques, Résidus, Miel, méthode de diffusion sur gélose.

Abstract:

The aim of this study is to establish an information base on the level of antibiotic residue contamination in honeys from the Tizi-Ouzou region, using the microbiological reference method, i.e. the agar diffusion method. This method studies the sensitivity of a bacterial strain to antimicrobial substances, and is also used to detect antibiotic residues in foodstuffs using antibiotic-sensitive microorganisms.

The results of this study reveal that 21% of the samples analyzed were positive for antibiotics.

This assessment of honey contamination presents a serious problem for public health, and must be addressed by the main players in order to manage it and make the risk to consumers as low as possible.

Key words : Antibiotics, Residues, Honey, agar diffusion method.