

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 Agronomiques



Mémoire de Fin d'Etudes

En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Filière : Science Alimentaire

Spécialité : Sécurité agro-alimentaire et assurance qualité

Thème

***Les résidus des pesticides,
d'antibiotique et d'acaricides dans le
miel d'agrumes.***

Réalisé par :

M^{elle} BELMELLAT Dyhia

M^{elle} HADJAZ Djouher

Présenté devant le jury

Président : M^{me} REMANE Y. (MAA à l'UMMTO)

Promoteur : M^r BENGANNA M. (MCB à l'UMMTO)

Examineur : M^r SI TAYEB H. (MCB à l'UMMTO)

Promotion

2020-2021



Remerciements



On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

*Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide de l'encadrement de **Mr BENGANNA Mohammed**, on le remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.*

Notre profonde gratitude de remerciement s'adresse également aux membres de jurys et Chef de département des sciences agronomiques et tous nos professeurs pour leurs générosités et la grande patience dont ils ont su faire preuve malgré leurs charges académiques et professionnelles.

Merci encore une fois





Dédicaces



Je dédie ce modeste travail :

*Aux plus chère personnes à mon cœur, **mes parents** la source de mes efforts et le symbole de tendresse et de sagesse qui été toujours présents dans mes mauvais et bons moments et qui n'ont pas cessé à me donner les conseils utiles durant toute ma vie et surtout leurs affections et la confiance qu'ils m'ont accordé.*

*A la source de mon bonheur dans ma vie, pour son précieux soutien, et pour son sourire réconfortant **mon fiançait**.*

*A mes partenaires de mon enfance et ma jeunesse **Kenza, Thiziri, et Thilelli**.*

*A ma **belle-famille**, qui sera ma deuxième famille.*

*A mes ami(e) s, à qui je souhaite le sucée, pour l'amitié qui nous a toujours unis, particulièrement mes deux chère amies **Tis** et **Yasmine** sons oublier ma **binôme Djouher**.*

Dyhia





Dédicaces



Je dédie ce modeste travail à :

*Mes chers **parents** en témoignage de l'amour, du respect et de ma profonde et éternelle gratitude que leurs portes, je les remercie pour leur présence à mes coté ainsi que leur encouragements et conseils judicieux qu'ils m'ont apportés par leur grand cœur sans vos sacrifices ce fruit de réussite ne serait jamais né merci d'être toujours là pour moi*

*Ma chère et précieuse sœur **SARAH** dont je n'oublie pas l'amour, le courage et la volonté qu'elle me donne.*

*Mes précieux frères **Khaled, Hamid et Aghilas** qui ont été un grand guide et la source d'amour de tendresse et d'aide pour moi.*

*A ma chère tante qui m'a aidée je dis merci cordialement sans oublier ma binôme **Dyhia**.*

A tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin

Merci à tous.

Djouher



Liste des abréviations

AFSSA : Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments.

AOC : Appellation d'Origine Contrôlée.

BPA : Bonne Pratique Apicole.

BNVEP : Brigade Nationale d'Enquête Vétérinaire et Phytosanitaire.

CCD : Colony Collapse Disorder

CEE : Communauté Economique Européenne.

CE : Concile Européenne.

CLHP: High Performance Liquid Chromatography.

CL/SM-SM : Chromatographie Liquide Couplée à de la Spectrométrie de Masse.

CPG : Chromatographie en Phase Gazeuse.

DAD : Détecteur à Barrette Diode.

D.A.R : Délai Avant Récolte.

DDM : Date de Durabilité Minimale.

DDSV : Direction Départementale des Services Vétérinaires.

DGAL : Direction Générale de l'Alimentation.

DJA : Dose Journalière Admissible.

DL50 : Dose Létale 50.

DSE : Dose Sans Effet.

ELISA : Enzyme-Linking Immunosorbent Assays.

FAO : Food and Agriculture Organization.

HMF : Hydroxy-Méthyl-Furfural.

IGP : Indication Géographique Protégée.

ITSAP : Institut Technique et Scientifique de l'Apiculture et la Pollinisation.

LMR : Limite Maximale des Résidus.

Liste des abréviations

Meq : Milliéquivalent.

Mg /Kg : Milligramme/Kilogramme.

MNRT : Ministry of Natural Resources and Tourism

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

PPb : Parie Par Billion

Ppm : Partie par million

PPS : Produit Phytosanitaire Sanitaire

PS/PC : Plan de Surveillance, Plan de Contrôle

Qx : Quintaux.

SM : Spectrométrie de Masse

TFDA : TanzaniaFoods and DrugsAuthority.

UE : Union Européenne.

µg : Microgramme.

µS/ Cm : microsiemens/centimètre.

Liste des figures

Figure I: Composition chimique du miel 6
Figure II : formation du HMF pendant le stockage à différentes température (Lucia Piano) 10

Liste des tableaux

Tableau I: Principales différences entre miel du nectar et de miellat (Bruneau, 2002)	5
Tableau II: Propriétés et indications thérapeutiques spécifiques des miels uni-floraux (AIT LOUNIS, 2012).....	17
Tableau III: Les parasites infestant les agrumes au moment de la floraison.....	23
Tableau IV: Les traitements interdits à l'utilisation sur les agrumes au moment de la floraison.....	24
Tableau V: Les maladies des abeilles et les traitements appliqués.....	27
Tableau VI: Description de varroa	29
Tableau VII: Les traitements chimiques du varroa.	30
Tableau VIII: Les résidus d'acaricides dans le miel	31
Tableau IX: Les méthodes de dosage et détection des résidus.....	42
Tableau X: Les normes sanitaires des résidus dans le miel	43

Table des matières

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale..... 1

Chapitre I : Composition et propriétés de miel

I.1. Définition de miel 3

I.2. Classification du miel d'après leur origine botanique 3

I.2.1. Miel de nectar de fleurs 3

I.2.2. Miel de miellat 3

I.2.3. Miel mono ou poly floral 4

I.2.3.1. Le miel mono floral 4

I.2.3.2. Les miels poly floraux 4

I.3. Principales différence entre le miel de miellat et miel de nectar 5

I.4. Intérêt des miels mono floraux 5

I.5. La composition biochimique du miel 10

I.5.1. Viscosité 10

I.5.2. Densité 10

I.5.3. Pouvoir rotatoire 11

I.5.4. Chaleur spécifique 11

I.5.5. Conductivité électrique 11

I.5.6. Conductivité thermique 11

I.5.7. Le pH 11

I.5.8. La turbidité 12

I.5.9. La fluorescence 12

I.5.10. La cristallisation 12

I.5.11. L'acidité 12

I.5.12. L'indice de réfraction 12

I.6. Les propriétés alimentaires du miel 13

Table des matières

I.6.1. Les propriétés nutritionnelles	13
I.6.2. Les propriétés organoleptiques.....	13
I.6.2.1. Couleur	13
I.6.2.2. Odeur	13
I.6.2.3. Texture.....	14
I.6.2.4. Goût et arôme	14
I.6.3. Les propriétés thérapeutiques.....	15
Chapitre II : La qualité du miel	
II.1. Définitions de la qualité.....	18
II.2. Les différents types de qualité	18
II.2.1. La qualité nutritionnelle.....	18
II.2.2. La qualité hygiénique.....	18
II.2.3. La qualité marchande	18
II.3. Les signes globaux de qualité de miel	18
II.3.1. Des enjeux économiques.....	19
II.3.2. Des enjeux pour les consommateurs.....	19
II.3.3. Des enjeux environnementaux	19
II.3.4. Des enjeux culturels	19
Chapitre III : Les Résidus dans le miel d'agrumes et leur risque sur la santé	
III.1. Définition de résidu	21
III.1.1. La limite maximale des résidus (LMR).....	21
III.1.2. Le délai d'attente	21
III.1.3. La dose journalière tolérable (DJA)	21
III.1.4. La dose sans effet	22
III.2. Les types des résidus dans le miel.....	22
III.2.1. Les pesticides (appliquer sur les agrumes).....	22
III.2.1.1. Définition de miel d'agrumes	22
III.2.1.2. La réglementation d'utilisation d'insecticides ou d'acaricides et le risque sur les abeilles.....	22
III.2.1.3. Le cycle biologique des agrumes : parasites et traitements aux pesticides.....	23

Table des matières

III.2.1.4. Les parasites qui affectent les agrumes au moment de la floraison et les traitements appliqués et qui peuvent être transmis par l'abeille.....	23
III.2.1.5. Les traitements interdits à l'application sur les agrumes	24
III.2.1.6. Le risque de présence de résidus pesticides dans le miel	25
III.2.2. Les résidus d'antibiotiques dans le miel.....	25
III.2.2.1. Définition des antibiotiques	25
III.2.2.2. Définition de résidus d'antibiotique	25
III.2.2.3. La réglementation d'utilisation des antibiotiques	26
III.2.2.4. Les maladies d'abeille et les antibiotiques appliqués	26
III.2.2.5. Les résidus d'antibiotique dans le miel.....	28
III.2.3. Les acaricides	28
III.2.3.1. Définition	28
III.2.3.2. L'acarien d'abeille et les traitements chimiques appliqués.....	28
III.2.3.3. La transmission d'acaricide dans le miel.....	30
III.2.4. Résidus dans le miel: une fraude par contamination	31
III.3. Les risques des résidus sur la santé	32
III.3.1. Risques sur la santé publique.....	32
III.3.1.1. Toxicité directe	33
III.3.1.2. Réactions allergiques	33
III.3.1.3. Perturbation sur la flore intestinale.....	33
III.3.2. Acquisition de résistances aux antibiotiques.....	33
III.3.3. Les risques des résidus sur l'abeille et les mesures de protection.....	33
III.4. La maîtrise de risque pour la protection du consommateur	34
III.4.1. Les bonnes pratiques agricoles	35
III.4.2. La labellisation : la certification (le label).....	37
III.4.3. Exigences pour l'obtention de la certification selon TFDA (2007)	37
III.4.4. Quelques exigences pour l'obtention de la certification biologique	38
III.4.5. La traçabilité	39
III.4.6. La normalisation	40

Chapitre IV : Le contrôle de qualité (détection et dosage des résidus)	
IV.1. Le contrôle de qualité.....	41
IV.2. Le contrôle de qualité de miel.....	41
IV.3. Dosage et détection des résidus	41
IV.3.1. Les techniques et les méthodes de contrôle des résidus dans le miel.....	41
IV.4. L'application des normes sanitaires	43
IV.5. Plan de contrôles officiels des miels français	44
IV.5.1. Aspects règlementaires.....	44
IV.5.2. Méthodes d'analyses.....	44
IV.5.3. Non-conformités.....	45
IV.5.4. Autres contrôles non officiels.....	45
IV.5.4.1. Contrôles interne réalisés à la demande de l'apiculteur	45
Conclusion générale	46
Recommandation et perspectives.....	47
Références bibliographiques	
Résumés	



Introduction

Générale

Introduction générale

Le miel est un produit précieux offert par la nature, il est connu et utilisé par l'Homme depuis les temps passés. Il est élaboré par les abeilles, de l'espèce *Apis mellifera*, à partir du nectar des fleurs aussi bien que du miellat. Cette substance présente l'une des denrées alimentaires les plus appréciées, grâce à ses propriétés nutritionnelles et thérapeutiques (Rami, 2018).

En Algérie plusieurs miels monofloraux sont produits. Ainsi, les spécialistes en dénombrent, dans notre pays, pas moins de dix sortes différentes. Il s'agit de miel d'oranger, d'eucalyptus, de la carotte sauvage, du romarin, de lavande, de jujubier, de loubaina, de mirte et de l'arbousier.

Le miel d'agrumes figure dans la liste des miels monofloraux produit en Algérie. Ce miel est produit pendant la floraison des agrumes, durant le mois de Mars et Avril. Malheureusement, que pendant la floraison de cette espèce, des traitements phytosanitaires peuvent être appliqués pour protéger le verger d'agrumes des parasites, mais paradoxalement les abeilles peuvent périr par contact direct avec ces produits. En outre, un autre problème peut se poser, à savoir le risque de présence de résidus dans le nectar, que l'abeille peut butiner et ramené à la ruche, et qui peut se retrouver par la suite, sous sa forme résiduel, dans le miel. Ces résidus peuvent nuire à la santé du consommateur.

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, on applique généralement des acaricides contre le varroa, et des antibiotiques contre les loques. Cependant, l'usage des antibiotiques est interdit par la loi. Leur application (antibiotiques) est considérée comme étant une pratique frauduleuse.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre recherche bibliographique, portant sur l'évaluation de la qualité sanitaire du miel d'agrumes en relation avec le risque de présence de résidus. Pour ce faire, nous avons divisé notre recherche en plusieurs chapitres :

Le chapitre 1 est réservée à la présentation des données bibliographiques concernant le miel ;

Le chapitre 2 comportera la qualité sanitaire du miel ;

Le chapitre 3 regroupera les résidus qui se retrouve dans le miel d'agrumes et leurs risques sur la santé humaine et sur l'abeille ;

Le chapitre 4 récapitule les moyens de maîtrises des risques et les méthodes de détection des résidus.



Chapitre I

Composition et propriété du miel

I.1. Définition de miel

Le miel est la substance naturelle sucrée produite par l'abeille *Apis mellifera* (Apidae), 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, 2001).

I.2. Classification des miels selon leur origine botanique**I.2.1. Miel de nectar de fleurs**

Le nectar est un liquide sucré plus ou moins visqueux (Marchenay *et al.*, 2007), qui est en générale la source principale des butineuses pour la fabrication du miel. Il est produit par les plantes nectarifères, au niveau de tissus glandulaires spécialisés appelés Nectaires, elles produisent le nectar à partir de la sève brute ou élaborée afin d'attirer les insectes pollinisateurs destinés à provoquer la fécondation de la fleur (Bruneau, 2011 ; Gharbi, 2011 Prost, 2005). Le nectar contient de 40 à 80% d'eau, de 7 à 60 % de sucres, peu de matières azotées, mais aussi des vitamines, des sels minéraux, des enzymes, des acides aminés et organiques (Lequet, 2010).

Les proportions d'eau contenue dans le nectar sont fonction de l'espèce végétal et aussi pour une très grande part, des conditions hygrométriques de l'air et du sol et des conditions climatiques en général (Prost, 2005).

La formation de nectar dépend en grande partie des conditions météorologiques (Biri, 2002). Le nectar est composé de trois sucres principaux (le saccharose, le glucose et le fructose). Les proportion de ces trois sucre varient d'une plante à une autre et influent sur la qualité du miel (Schweitzer, 2005).

I.2.2. Miel de miellat

Le miellat est un produit sucré élaboré par divers insectes à partir de la sève des végétaux et dont se nourrissent certaines abeilles et fourmis. L'origine du miellat est restée longtemps un mystère. Dans l'antiquité, deux écoles s'affrontaient, l'une soutenant la thèse d'une origine végétale, l'autre d'une origine animale. Pour ceux qui croient à la thèse végétale, le miellat est une sécrétion des feuilles produite sous certaines conditions météorologiques.

Les partisans de l'origine animale considèrent que ce sont les insectes, les pucerons, qui excrètent une substance sucrée après avoir sucé la sève des plantes. Depuis, on sait que le miellat provient des insectes et non des plantes (**Prost, 2005**).

La Composition du miellat : 60% de saccharose, 20% de mélizitose ; 10% de lévulose et du maltose, du tréhalose, du raffinose, du glucose,...etc.

I.2.3. Miel mono ou poly floral

I.2.3.1. Le miel mono floral

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

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% (**Nair, 2014**).

L'origine botanique du miel est l'un des paramètres les plus importants de la qualité du miel (**Tucak et al., 1998, 2000, 2004**). La qualité et les prix du miel sont déterminés par ses origines florales et géographiques, et les consommateurs se concentrent davantage sur le miel d'étiquettes d'origine spécifique (**Mehryar et al., 2011 ; Zhou et al., 2014**).

Le miel d'agrumes est produit principalement à partir du nectar d'agrumes comme l'orange et le citron. C'est un miel très aromatique et onctueux, avec une forte composante citrique qui lui donne un grand caractère. On peut aussi le trouver sous forme de miel d'orange, de pamplemousse, de mandarine, de clémentine ou de citron. Une fois extrait, ce miel est de couleur ambre claire, bien qu'il cristallise, sa couleur s'éclaircit jusqu'à devenir blanc jaunâtre. De côté, son arôme est doux et caractéristique, avec un arrière-goût acide qui lui donne de l'équilibre (**Maes Honey, 2021**).

I.2.3.2. Les miels poly floraux

Ces miels sont élaborés à partir du nectar et/ou du miellat provenant de plusieurs espèces végétales. Il peut y avoir la dominance d'un pollen accompagné par d'autres en petites quantités ou bien il peut présenter une mosaïque de pollens (**Bruneau, 2004**). Pour valoriser

leur spécificité et permettre au consommateur de reconnaître leur caractère dominant, les apiculteurs indiquent leur origine géographique (Rossant, 2011).

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

I.3. Principales différences entre miel de nectar et miel de miellat:

Le miel de miellat est de couleur plus sombre et possède un goût plus prononcé que le miel de nectar. Il possède également des sucres plus complexes comme le mélézitose ou l'érlose, qui sont formés dans le tube digestif des abeilles. Il est aussi plus riche en azote, en acides organiques et en minéraux (Karl Von Frisch, 2011), et les autres différences sont présentées dans le (Tableau I).

Tableau I: Principales différences entre miel de nectar et de miellat (Bruneau, 2002)

Composants		Miel de miellat	Miel de nectar
pH		4,5	3,9
Minéraux (cendres)		0,58%	0,26%
Fructose et glucose		61,6%	74%
Autres sucres exprimés en % des sucres totaux	Mélézitose	8,6%	0,2%
	Raffinose	0,84%	0,03%
	Maltose+ isomaltose	9,6%	7,8%

I.4. La composition Biochimique du miel :

Le miel a une composition complexe composée d'une concentration élevée de sucres combinés à des minéraux, des acides aminés libres, des enzymes, des vitamines, des composés phénoliques et de nombreux composés volatils (Da Silva *et al.*, 2016).

Le miel est principalement composé de sucre (monosaccharides), plus précisément d'un mélange de glucose (31%) et de fructose (38%). Il contient également de l'eau (17%) et environ 6% de disaccharides (sucrose, etc.) (Jeremy, 2012). Hydrates de carbones (sous formes de sucres divers) : 79,5% Eau : 17% Divers : 3,5%.

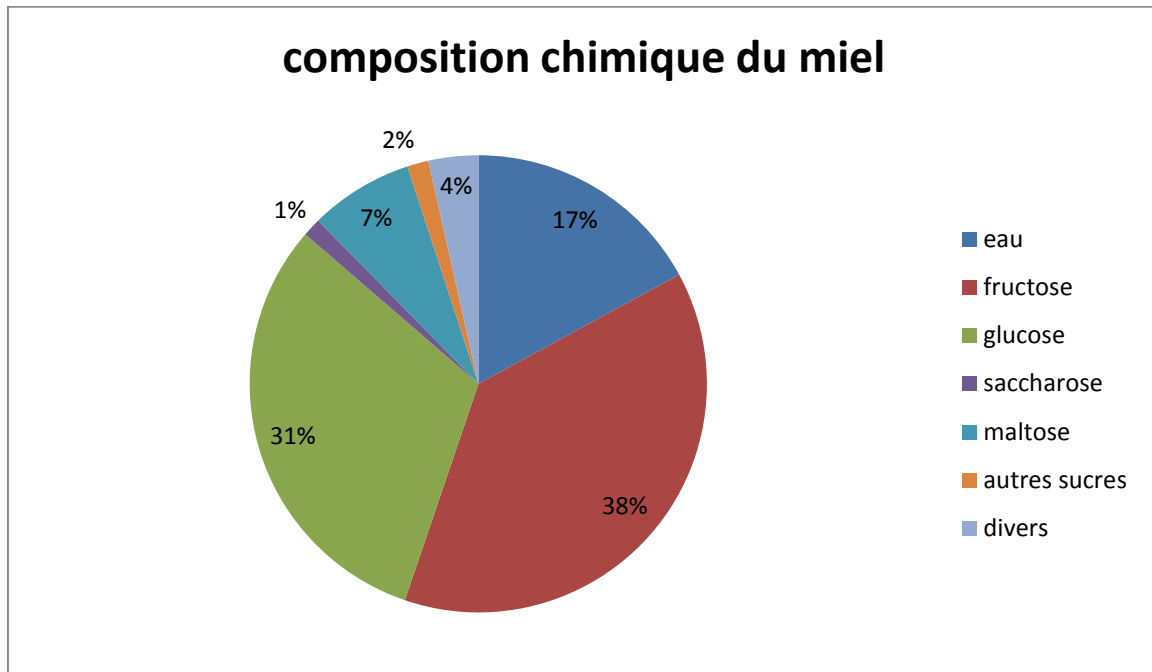


Figure I: Composition chimique du miel

I.4.1. Eau

La teneur en eau est l'une des caractéristiques la plus importante des miels. Elle conditionne la conservation du produit, son poids spécifique, et dans certaine mesure sa cristallisation (Terrab *et al.*, 2002). Le miel est operculé par les abeilles lorsque sa teneur en eau atteint en moyenne 17 à 18% (Bogdanov *et al.*, 2005).

En générale, la teneur en eau se situe dans la plupart des cas entre 15-20 g/100 g de miel, sauf quelque cas exceptionnelles (miel de callune dont la teneur en eau est normalement supérieur à 23%) un excès d'eau augmente le risque de fermentation. Il existe un lien entre le teneur en eau ou l'activité de l'eau et la teneur en levures, la teneur en levures augmente de 5 fois dans le cas d'un accroissement de la teneur en eau de 1g /100g. En qu'il existe qu'un très faible danger de fermentation. Les teneurs en eau élevées sont à mettre au compte d'une récolte trop précoce et d'un climat humide (Bogdanov *et al.*, 2004).

I.4.2. Glucides

Les miels contiennent en moyenne 79 % de sucres, ceux-ci constituent la plus grande partie de la matière sèche (95 à 99 %). Ils sont d'autre part responsables de plusieurs propriétés physiques du miel : viscosité, cristallisation, hygroscopicité... (**Guerriat, 2000**). Les sucres principaux sont des monosaccharides et les disaccharides et les trisaccharides. Les monosaccharides sont : le fructose (30 à 50%), le glucose (20 à 42%) qui représente 80 à 95% des sucres du miel. Les disaccharides : maltose (1 à 3%), Saccharose (1 à 15%). Les trisaccharides (1,5 à 8%) : isomaltotriose, mélézitose, nigérose, panose, erlose...etc (**Isabelle, 2014**).

I.4.3. Acides organiques

Les acides organiques du nectar et les sécrétions salivaires des abeilles se trouvent évidemment dans le miel et sont à l'origine de sa saveur légèrement acidulée. Ils participent à la stabilité du miel en inhibant le développement de certains micro-organismes (**Guerriat, 2000**).

Une vingtaine d'acides organiques principalement originaires du corps de l'insecte déterminent le pH du miel : acides acétique, citrique, lactique, succinique, formique,...etc. Puissant antiseptique, issu de la conversion du glucose par une bactérie, l'acide gluconique prédomine.

L'acidité totale est la somme des acides libres et des lactones, qui sont présentes et contribuent à l'arôme de divers produits alimentaires naturels ou transformés : fruits, légumes, produits laitiers, viandes... D'un point de vue organoleptique, ces molécules se caractérisent par une odeur à caractère fruité, herbacé, de noisette, noix de coco, pêche, beurre... (**Isabelle, 2014**).

I.4.4. Sels minéraux et oligo-éléments

Des matières minérales ou cendres sont présentes en faibles proportions, moins de 1% dans les miels de fleurs, plus de 1% dans les miels de miellat et de châtaignier. Leur nature est fonction des végétaux visités par les butineuses et du type de sol ou ceux-ci croissent. La proportion de cendres est tendanciellement plus élevée dans les miels foncés par rapport aux miels clairs (**Isabelle, 2014**).

Sur le plan quantitatif, un kilogramme de miel contient environ 40 mg de phosphore, 205 à 1 676 mg de potassium, 50 mg de calcium, 2,4 à 9,4 mg de fer (**Biri, 2002**). Par ailleurs, le miel contient de nombreux minéraux initialement présents dans le nectar en quantités très faibles et très variables ; or, argent, bore, calcium, cobalt, cuivre, nickel, silicium, fer, magnésium... (**Guerriat, 2000**).

I.4.5. Protéines et acides aminés

Des substances azotées présentes à de très faibles taux (moins de 1%) et issues des nectars, sécrétions salivaires des insectes et grains de pollen présents dans le miel. Plus de dix-neuf acides aminés ont été répertoriés dans le miel, parmi lesquels : proline, acide glutamique, alanine, phénylalanine, tyrosine, leucine, isoleucine... Sécrétée par les glandes salivaires de l'abeille, la concentration de la proline diminue fortement lorsque le miel est adultéré ou quand sa teneur en saccharose est forte (**Isabelle, 2014**).

I.4.6. Vitamines

Des vitamines du groupe B présentes dans les grains de pollen en suspension dans les miels : thiamine, riboflavine, pyridoxine, acides pantothénique, nicotinique et folique, biotine (**Isabelle, 2014**).

I.4.7. Lipides

Les lipides majoritairement présents sous forme de stérols, triglycérides et acides gras libres, en quantités infimes, qui proviennent notamment des microparticules de cire présentes dans le miel. Le miel de tournesol est riche en esters du cholestérol, lesquels permettent la biosynthèse des hormones chez l'humain. A l'exception de cette origine précise de miel, les autres ne renferment que très peu de lipides (**Isabelle, 2014**).

I.4.8. Enzymes

Les enzymes dont la nature dépend des nectars et des miellats collectés mais plus encore des sécrétions salivaires des hyménoptères. Citons les amylases alpha et bêta qui permettent la dégradation de l'amidon en dextrine puis en maltose (**Isabelle, 2014**).

Parmi les divers enzymes dont les abeilles enrichissent le miel à chaque passage, l'invertase joue un rôle capital. Elle favorise en effet la scission du saccharose (disaccharide)

en fructose et en glucose (monosaccharides, sucres simples que l'organisme peut absorber directement sans les digérer).

Ainsi, dès qu'une cuillerée de miel est ingérée, les sucres qu'elle contient sont immédiatement assimilés par l'organisme (**Ravazzi, 2003**). Le miel contient aussi de la catalase et des acides phosphatases qu'un chauffage excessif anéantit, raison pour laquelle leur dosage est utile dans la détection des fraudes liées au chauffage du miel. Les miels de miellat, bruyère callune et sarrasin sont très riches en enzymes, certains autres (miels d'acacia, trèfle, agrumes, lavande, cotonnier...) en sont naturellement pauvres, indice qu'ils sont produits à partir de nectars très concentrés, et donc peu travaillés par les insectes (**Isabelle, 2014**).

I.4.9. Pigments

Le miel possède aussi des caroténoïdes et des flavonoïdes qui sont intéressants au niveau de l'alimentation. Les caroténoïdes, pigments de couleur jaune ou rouge, se trouvent dans les fruits et les légumes. Il en existe plusieurs tels que le bêta-carotène, le phytofluène, le lycopène, le neurosporène et les xanthophylles, estérifié ou associé à du glucose ou des protéines. Dans notre organisme, les bêta-carotènes ont un rôle pour la vision en tant que précurseur de la vitamine A. Les flavonoïdes sont classés en plusieurs types: flavonols, aurones et chalcones. Ils possèdent des propriétés anti-inflammatoires, anti-oxydantes et antihémorragiques (**Blanc, 2010**).

I.4.10. Hydroxyméthyl furfural (HMF)

L'HMF ou 5 hydroxyméthyl furfural est un aldéhyde cyclique formé par déshydratation du fructose et du glucose dans un milieu acide selon la réaction (**Gonnet, 1982**).

Au niveau international le miel ne doit pas posséder une teneur en HMF supérieure à 80 mg/kg, le taux maximum a été fixé à 40mg/kg dans l'union européenne (**Bogdanov et al., 2004**).

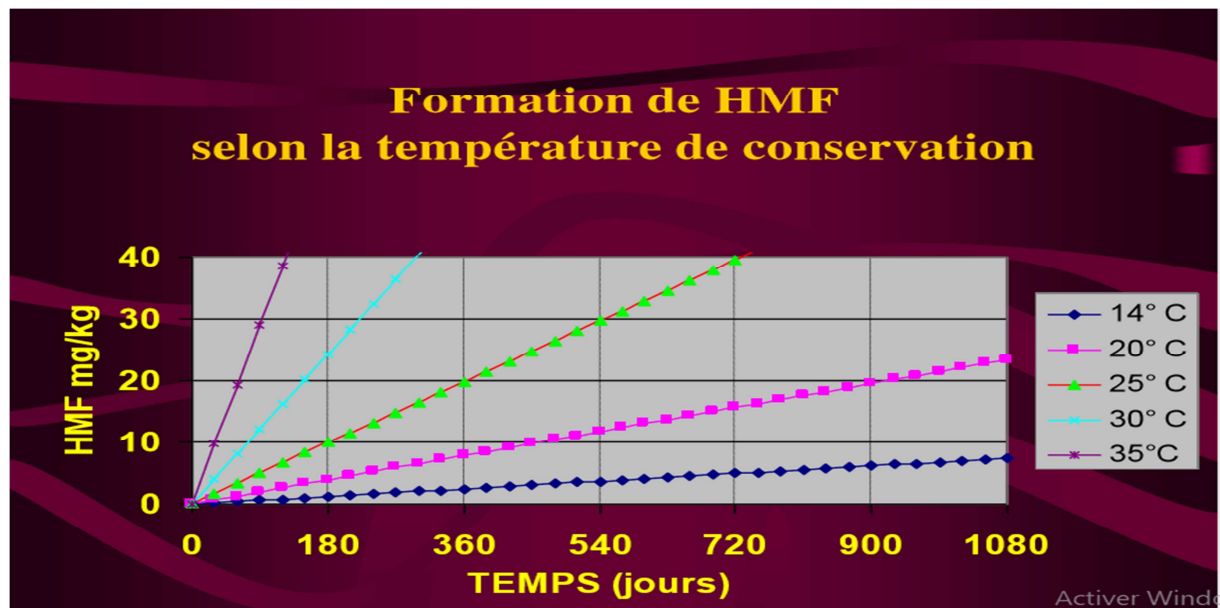


Figure II : Formation du HMF pendant le stockage à différentes température (Lucia Piano).

I.5. Les caractéristiques physico-chimiques

Ce sont essentiellement des propriétés mécaniques, thermiques et optiques. Elles sont importantes et il faut les connaître car elles conditionnent toute la technologie du miel ainsi que son analyse.

I.5.1. Viscosité

La majorité des miels ont une viscosité normale, c'est-à-dire qu'ils suivent les lois de Newton sur l'écoulement des fluides. Selon **Karl Von Frisch (2011)**, la viscosité du miel dépend de trois facteurs qui sont, sa teneur en eau, composition chimique et de sa température. Cette viscosité est également accrue par la quantité de la matière colloïdale contenue dans le miel : les miels foncés ont une viscosité plus élevée que les miels clairs.

I.5.2. Densité

La densité d'un miel homogène est le rapport exprimé en nombre décimal de la masse volumique de ce miel sur la masse volumique de l'eau pure à 4°C. (La masse volumique s'exprime en kg/m³). La densité du miel varie approximativement de 1,39 à 1,44 à 20°C. Le miel est donc un produit relativement dense. Les variations de la densité proviennent surtout des variations de la teneur en eau. Plus un miel est riche en eau et moins il est dense. On peut pratiquement se servir de la densité comme moyen de connaître la teneur en eau d'un miel (**Karl Von Frisch, 2011**).

I.5.3. Pouvoir rotatoire

Le pouvoir rotatoire est la caractéristique optique qui possède les sucres de dévier le plan de la lumière polarisée. Il est utilisé pour distinguer entre les miels de nectar et les miels de miellat (**Gonet, 1982**).

I.5.4. Chaleur spécifique

La chaleur spécifique d'un corps est la quantité de chaleur nécessaire pour élever de 1°C la température d'une unité de poids de ce corps. Un miel à 17 % d'eau, sa chaleur spécifique est de 0,54 à 20°C. Cela veut dire qu'il faut approximativement deux fois moins d'énergie (de joules) pour réchauffer du miel que pour réchauffer la même masse d'eau (**Karl Von Frisch, 2011**).

I.5.5. Conductivité électrique

La conductibilité électrique est la propriété d'un corps à permettre le passage du courant électrique. C'est donc l'inverse de la résistivité (**Ravazzi, 2007**), signale que le miel à une conductivité électrique qui augmente avec la teneur en matières minérales.

I.5.6. Conductivité thermique

La conductivité thermique est une mesure du transfert de chaleur. Elle est aussi désignée en tant qu'indice thermique. La conductivité du miel est relativement faible. Pour un miel liquide, elle s'élève à $12 \cdot 10^{-4}$ cal/cm/s/°C, pour un miel cristallisé, elle est de $12,9 \cdot 10^5$ cal/cm/s/°C (**Bogdanov et al., 2004**).

Selon **Gonnet et Vache (1985)**, le miel est un mauvais conducteur de chaleur, donc un bon isolant thermique.

I.5.7. Le pH

Le pH d'un miel est en fonction de la quantité d'acide ionisable qu'il renferme (ions H₊) ainsi que de sa composition minérale (ions OH⁻). Plus le taux de la matière minérale est fort, plus le pH de miel se rapproche de la neutralité (**Gonnet, 1982**), le miel a généralement un pH acide, et qui oscille en moyenne entre 3,5 et 6 (**Louveaux, 1985**). Selon **Schweitzer (2004)**, 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.

I.5.8. La turbidité

A moins d'avoir été filtrés d'une façon parfaite, les miels sont toujours plus ou moins troubles, même lorsqu'ils ont été très bien refondus. Cette turbidité est due aux particules en suspension : grains de pollen, poussière, levures, particules de cire et de propolis, colloïdes, protéines (**Louveaux, 1968**).

I.5.9. La fluorescence

Des études montrent que sous l'action des rayons d'ultra-violet, beaucoup de miels présentent une fluorescence dont les couleurs sont très variables selon la composition de miel. Selon **Louveaux (1985)**, l'origine de cette fluorescence est mal connue.

I.5.10. La Cristallisation

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

Le miel est une solution sucrée sursaturée. La cristallisation du miel est ainsi un processus naturel. La vitesse de cristallisation dépend surtout de la teneur en glucose du miel. Les miels dont la teneur en glucose est inférieure à 28 g/100g ou dont le rapport glucose/eau est inférieur à 1,7 restent plus longtemps liquides. Les miels à cristallisation rapide se cristallisent le plus souvent très finement, alors que les miels à cristallisation lente ont tendance à avoir une cristallisation grossière. Une cristallisation fine peut être obtenue par des procédés spéciaux d'ensemencement (**Bogdanov et al., 2004**).

I.5.11. L'Acidité

L'acidité est un critère de qualité, dû aux acides organiques présent dans le miel (**Bogdanov, 1999**). La norme européenne pour le miel fixe une valeur maximale de 50 milléquivalent/kg (**Bogdanov et al., 2004**).

I.5.12. L'indice de réfraction

L'indice de réfraction est une propriété optique qui caractérise toute substance transparente. Il est en fonction de la teneur en eau et de la température. L'indice de réfraction du miel est d'autant plus élevé que sa teneur en eau est basse (**Ravazzi, 2007**).

L'indice de réfraction varie de façon presque linéaire avec la teneur en eau, de telle sorte qu'il est possible de connaître très rapidement cette teneur en mesurant l'indice de réfraction (Clément, 2009).

I.6. Les propriétés alimentaires du miel

I.6.1. Les propriétés nutritionnelles

Le miel est apprécié partout comme aliment sucré et au goût agréable. En temps de pénurie alimentaire, c'est une source précieuse de glucides qui contient des oligoéléments et apporte une diversité nutritionnelle dans les régimes alimentaires trop pauvres. Le miel occupe souvent une place importante dans la préparation des plats traditionnels (Bradbear, 2005). De plus, il peut prétendre à de nombreux avantages nutritionnels et énergétiques (Blanc, 2010). Si sa composition précise peut varier en fonction de son origine florale, le miel reste un produit riche en nutriments.

I.6.2. Les propriétés organoleptiques

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

I.6.2.1. Couleur

La couleur du miel est l'un des facteurs qui détermine son prix sur le marché mondial et son acceptabilité par le consommateur (Lynn *et al.*, 1936). Les miels ont des multiples couleurs qui sont déterminées par les espèces des fleurs butinées. Les tournesols, par exemple, donne un miel jaune d'or ; le trèfle donne un miel sucré et blanc. Le miel foncé a généralement un goût plus prononcé. Les pigments responsables de la coloration des miels sont principalement les caroténoïdes ; le miel clair a une saveur plus délicate (Bradbear, 2005) par les flavonoïdes (Irina *et al.*, 2010). La quantité et le type de flavonoïdes varient selon la source florale et la couleur des miels dépend de son origine botanique (Moniruzzaman *et al.*, 2013).

I.6.2.2. Odeur

L'odeur du miel est variable et dépend des fleurs (Blanc, 2010). En général, le miel a une odeur très appréciée par les consommateurs à l'exception de quelques-uns qui dégagent

une odeur peu appréciable (miel amer ou naturellement acide). La plante mellifère dominante confère au miel une odeur qui lui est spécifique. En principe, cette odeur permettrait de reconnaître l'origine botanique du miel (**Mahouachi, 2008**).

I.6.2.3. La texture

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

Les consommateurs souhaitent souvent avoir un miel crémeux. Il est possible de diriger la cristallisation afin d'obtenir une texture crémeuse. La méthode utilisée le plus fréquemment s'appelle l'ensemencement ; il s'agit de travailler avec un mélangeur un miel à grains fins cristallisés jusqu'à l'obtention de la texture recherchée (**Clémence, 2005**).

I.6.2.4. Goût et arôme

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

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

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

Les miels mono-floraux développent des propriétés organoleptiques, microscopiques et physico-chimiques typiques, découlant des caractéristiques spécifiques des fleurs ou plantes correspondantes (**Bogdanov et al., 2005**).

I.6.3. Les propriétés thérapeutiques

Le miel a toujours été utilisé comme remède à de nombreux maux. Quelques usages empiriques ont traversé le temps comme le fait de prendre une cuillère de miel lorsque la gorge se fait douloureuse.

Le miel contient des substances antibactériennes d'où le nom d'inhibine. L'action antibactérienne du miel est certainement à l'origine de quelques-unes des propriétés médicinales qui lui sont attribuées. Dans le domaine médicale, elle a été signalé l'action bénéfique du miel dans certains cas de maladies de l'estomac, de l'intestin, des reins ou des voies respiratoires (**Prost, 2005**).

Le miel est utilisé comme source naturelle d'antioxydants (**Meda et al., 2005**) qui contribue à la prévention de plusieurs troubles aigus et chroniques tels que le diabète (**Erejuwa et al., 2010**), les différentes processus d'inflammations, les maladies cardiovasculaires et le cancer. Parmi les composés responsables de l'activité antioxydante du miel sont les flavonoïdes, les acides phénolique, l'acide ascorbique, la catalase, la peroxydase et les caroténoïdes (**Bertoncelj et al., 2007**).

D'autre part, le miel étant composé de sucres simples, il est facilement assimilé par l'organisme il passe dans le sang très rapidement et la glycémie décroît ensuite lentement. Il est souvent utilisé par les sportifs pour sa valeur énergétique : 310 kCal /100g. Il est cependant moins calorique que le sucre (environ 405 kCal /100g), ce qui en fait un aliment apprécié des diététiciens (**Gout, 2009**). Il a été prouvé que le miel favorise aussi l'assimilation du calcium et la rétention de magnésium (**Chouvin, 1968**).

Outre son action antibactérienne directe, le miel permet de combattre l'infection en stimulant le système immunitaire. Il a été rapporté que le miel stimule la multiplication des lymphocytes T et des lymphocytes B en culture, il active aussi les polynucléaires neutrophiles. Il a également été rapporté que la stimulation des monocytes en culture libère les cytokines TNF- α , interleukine IL-1 et IL-6 impliquées comme messagers cellulaires activant la réponse immunitaire face à l'infection.

L'action anti-inflammatoire du miel joue un rôle thérapeutique important. L'inflammation peut devenir délétère et empêcher la guérison lorsqu'elle est excessive et prolongée, surtout avec la production de radicaux libres dans les tissus. Même si les antioxydants n'agissent pas directement sur l'inflammation, ils éliminent les radicaux libres et évitent leurs effets néfastes.

De plus, il a également été démontré que le miel pouvait inhiber in vitro le virus de la rubéole, la Leishmaniose, et l'Echinococcus. L'effet antimicrobien du miel est dû à différentes substances et dépend de son origine botanique.

Parmi les plusieurs origines botanique des miels, il y a plusieurs indicateurs et propriétés thérapeutiques comme il est démontré dans le (tableau II).

Tableau II: Propriétés et indications thérapeutiques spécifiques des miels uni-floraux (Ait Lounis, 2012).

Origine botanique	Acacia	Bruyère	Eucalyptus	Oranger	Sapin	Lavande	Thym	Teilleul	Trèfle
Propriétés plus spécifiques	Régulateur intestinal	Antiseptique des voies urinaires diurétiques : -Antianémique ; -Dymogénique des voies respiratoires et des voies urinaires.	Antiseptique des voies respiratoires et des voies urinaires.	Antispasmodique ; -Sédatif nerveux.	-Antianémique ; -Antiseptique et anti-inflammatoire des voies respiratoires -Diurétiques	-Antiseptique et anti-inflammatoire des voies respiratoires -Antispasmodique ; -Sédatif nerveux.	-Antiseptique générale	- Antispasmodique ; -Sédatif nerveux.	-Dymogénique
Indicateurs plus particulières	- Paresse intestinal, notamment chez les jeunes enfants.	-Affection de l'arbre urinaire dans son ensemble et dans le régime diététique de l'insuffisance rénale et chronique ; -Certains anémies -Etat de fatigue en générale Convalescence ; sénescence.	Affection qui touche à la sphère respiratoire et à l'arbre urinaire dans leur ensemble	Etats spasmodiques d'origines diverses ; -Nervosisme en général et trouble qui en découlent : insomnies, palpitations.	Certaines anémies ; - Affection touche à la sphère respiratoire dans tout son ensemble ; affection de l'arbre urinaire dans son ensemble et dans le régime diététique de l'insuffisance rénale et chronique.	Affection touche à la sphère respiratoire dans tout son ensemble ; -Rhumatisme chroniques (arthrose).	Maladies infectieuses en général touchant aussi bien les sphères respiratoires, digestives et urinaires	Etats spasmodiques d'origines diverses ; - Nervosisme en général et trouble qui en déroulent : insomnies, palpitations	Etats de fatigue ; -Convalescence ; -Efforts physiques (chez les sportifs en particulier



Chapitre II

Etude de la qualité du miel

II.1. Définitions de la qualité

Le terme « qualité », sa définition a été précisée au niveau de l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO). Selon cette dernière, la qualité est « l'aptitude d'un ensemble de caractéristiques intrinsèques à satisfaire des exigences » (in ISO 9000) (Ismael, 2014).

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. Il ne doit pas être adultéré et doit contenir le moins possible de polluants divers, antibiotiques, pesticides, métaux lourds ou autres produits de notre civilisation industrielle (Schweitzer, 2004).

II.2. Les différents types de qualité

II.2.1. La qualité nutritionnelle

C'est l'aptitude de l'aliment à apporter l'énergie et les substances alimentaire en quantité et en qualité suffisante pour répondre aux besoins alimentaires de l'individu (Sablomnière, 2001).

II.2.2. La qualité hygiénique

Pour qu'un aliment soit consommable, il ne doit pas nuire à la santé. Pour cela, il doit être : non toxique ; non contaminé par des parasites ou des microbes pathogènes ; C'est une priorité de la qualité alimentaire (Sablomnière, 2001).

II.2.3. La qualité marchande

La qualité marchande regroupe l'ensemble des facteurs qui poussent le consommateur à acheter le produit. Elle concerne :

- L'accessibilité de produit : ensemble de services rendus.
- Le rapport qualité /prix.
- Les informations qui font prendre conscience de la nécessité d'acheter le produit (Branger *et al.*, 2007).

II.3. Les signes globaux de qualité de miel

La recherche des signes de qualité pour les produits agricoles et agroalimentaires émane d'un groupe de producteurs et/ou opérateurs pour valoriser leur production et prouver

que leur produit est de qualité supérieure. Ainsi, la mise en place de tels signes de qualité répond à divers enjeux de nature distincte (Mokhatar, 2008).

II.3.1. Des enjeux économiques

Dans la mesure où les produits agricoles sont soumis à une concurrence économique de plus en plus farouche suite à la libération des marchés ainsi qu'à la suppression des barrières tarifaires et du soutien des prix. L'agriculture est amenée à mettre en place des stratégies visant la mise en valeur et la commercialisation de produits compétitifs. Ces produits peuvent ainsi constituer une opportunité économique pour les régions qui disposent de tels produits. Les prix de ces produits, qui sont de plus en plus recherchés par les consommateurs, sont en effet plus élevés que les produits conventionnels. Pour mettre en exergue cette dimension économique, certains slogans mettent en relation le développement durable d'une région et les produits de qualité qui y sont obtenus.

II.3.2. Des enjeux pour les consommateurs

Comme il a été mentionné auparavant, les consommateurs sont de plus en plus attentifs à la qualité des produits commercialisés. Les produits répondant aux normes qualitatives permettent de satisfaire les attentes des consommateurs en certifiant l'origine des produits et/ou des procédés de fabrication. Ces qualités offrent en outre des produits typiques et de terroir.

II.3.3. Des enjeux environnementaux

Les produits de terroir sont élaborés dans diverses régions ayant des caractéristiques édapho-climatiques différentes y compris celles qui sont considérées comme étant défavorisées. La valorisation de telles régions permet le maintien des paysages cultivés et l'entretien des zones difficiles. Le respect des méthodes de production selon le cahier des charges contrôlé permet, en outre, de s'assurer du respect de l'environnement naturel et des animaux.

II.3.4. Des enjeux culturels

Puisque les produits traditionnels sont souvent liés à des coutumes et des us perpétuant de savoir-faire des opérateurs dans une région donnée. Très souvent, du moins dans un certain nombre de pays méditerranéens, les festivités constituent des occasions pour mettre en valeur les produits spécifiques à leurs régions. Ces produits contribuent donc à sauvegarder un patrimoine culturel et gastronomique des régions.

Dans le domaine agricole, il existe plusieurs signes de qualité dont principalement l'Indication Géographique Protégée (IGP), l'Appellation d'Origine Contrôlée (AOC), les marques collectives ou de garantie et les produits biologiques.

Ces signes de qualité répondent à des conditions de production, de transformations et de conservations différentes. C'est la raison pour laquelle il est important de faire un rappel succinct de leur définition.



Chapitre III

**Les résidus dans le miel et leurs
risques sur la santé**

Chapitre III : Les résidus dans le miel et leurs risques sur la santé

III.1. Définition des résidus

Les résidus sont définis comme étant tous principes actifs ou leurs métabolites qui subsistent dans les viandes ou autres denrées alimentaires provenant de l'animal ou du végétal auquel le médicament ou le traitement en question a été administré ou appliqué (**Kebir, 2016**).

Selon le règlement du parlement européen (470/2009) : toute substance pharmacologiquement active, qu'il s'agisse de principes actifs, d'excipients ou de métabolites présents dans les liquides et tissus des animaux après l'administration de médicaments et susceptibles d'être retrouvés dans les denrées alimentaires produites par ces animaux. (**Mensah et al., 2014**).

III.1.1. La limite maximale des résidus (LMR)

Correspond à la concentration maximale en résidus, résultant de l'utilisation d'un médicament vétérinaire sans risque sanitaire pour le consommateur et qui ne doit pas être dépassée dans ou sur les denrées alimentaire (**Kebir, 2016**).

III.1.2. Le délai d'attente

C'est le temps qui s'écoule entre la dernière administration du médicament et le moment où la teneur en résidu est inférieure à la L.M.R. Le médicament quant à lui doit disposer d'une Autorisation de Mise sur le Marché (AMM). (**Fatet, 2005**).

La teneur en résidus croît avec le nombre d'injections ; plus le nombre d'injections est élevé, plus le délai d'attente sera long pour redescendre en dessous de la LMR (**Fatet, 2005**), et aussi pour la collecte de l'aliment (exemple : lait et œufs, miel) (**Mitchell, 2005**).

III.1.3. La dose journalière tolérable (DJA)

Une dose DJA est une estimation de la quantité d'une substance dans les aliments ou dans l'eau potable qui peut être ingérée quotidiennement pendant toute une vie sans un risque appréciable pour la santé du consommateur. Elles sont calculées sur la base des données de laboratoire sur la toxicité aux quelles des facteurs d'incertitude sont appliqués.

Les DJA sont utilisées pour des substances chimiques autres que celles ayant une raison de se trouver dans les aliments ou l'eau de boisson (additifs, résidus des pesticides ou médicaments vétérinaires) (**Green Facts**).

Chapitre III : Les résidus dans le miel et leur risque sur la santé

III.1.4. La dose sans effet

Les résultats des études pharmacologiques et de toxicité permettent de déterminer une Dose Sans Effet (DSE), c'est-à-dire une dose qui ne montre pas d'effets toxicologiques ou pharmacologiques dans les différentes études. Cette DSE est divisée par un facteur de sécurité (100 à 1000) selon le profil toxicologique de la molécule pour aboutir à la Dose Journalière Admissible (DJA).

III.2. Les types des résidus dans le miel

III.2.1. Les résidus de pesticides

III.2.1.1. Définition des pesticides

Plusieurs termes et expressions définissent les produits phytosanitaires. Si «pesticides» est le terme le plus répandu, les expressions « produits antiparasitaires à usages agricoles », «produits pour lutter contre les ennemis des cultures », «produits de protection des plantes», «produits agrisanitaires», «produits agropharmaceutiques», «produits phytopharmaceutiques » sont utilisées (**Domange, 2005**). Selon la Directive européenne 91/414/CEE du 15 juillet 1991 (relative à la mise sur le marché des produits phytosanitaires)(**Maaprat, 2012**), abrogée et remplacée par le règlement européen CE 541/2011, les pesticides ou «produits phytosanitaires » sont des préparations contenant une ou plusieurs substances actives (produit chimique toxique), ayant pour fonction de protéger les végétaux ou produits végétaux contre un organisme nuisible ; Exercer une action sur les processus vitaux des végétaux ; Assurer la conservation des végétaux ; Détruire les végétaux ou parties de végétaux indésirables.

III.2.1.2. La réglementation d'utilisation d'insecticides ou d'acaricides et le risque sur les abeilles

En Algérie : L'application d'insecticides ou acaricides est interdite sur toutes cultures et peuplements forestiers visités par les abeilles et insectes pollinisateurs pendant la floraison. Seuls les produits dûment autorisés à être utilisés pendant ce stade peuvent être appliqués.

En France : En vue de protéger les abeilles et autres insectes pollinisateurs, les traitements réalisés au moyen d'insecticides et d'acaricides sont interdits durant toute la période de floraison, et pendant la période de production d'exsudats, quels que soient les produits et l'appareil applicateur utilisés, sur tous les peuplements forestiers et toutes les cultures visités par ces insectes.

Chapitre III : Les résidus dans le miel et leur risque sur la santé

III.2.1.3. Le cycle biologique des agrumes : parasites et traitements aux pesticides

Les résidus de pesticides peuvent se retrouver dans le miel suite à des traitements phytosanitaires de l'espèce pendant la floraison, principalement. Dans le cas des agrumes, plusieurs parasites peuvent infester l'espèce pendant la phase de floraison, et qui nécessiterait des traitements phytosanitaires, dont les résidus peuvent potentiellement se retrouver dans le miel produit à partir de cette espèce

L'inflorescence des agrumes est dite cime, elle s'agit d'une fleur terminale qui est initiée la première, suivie par l'initiation des fleurs latérales. Dans son développement, la fleur terminale est plus développée que les autres (*Lord et Eckard, 1985*).

Une grande synchronisation entre l'apparition des ravageurs qui attaquent les agrumes et le stade phénologique de l'arbre a été observée au cours de l'année. Certains groupes d'insectes préfèrent le stade floraison, d'autres préfèrent la période estivale avec l'élévation des températures et le développement de fruit, alors que d'autres montrent une forte affinité avec le stade de maturation de fruit.

III.2.1.4 Les parasites qui affectent les agrumes au moment de la floraison et les traitements appliqués et qui peuvent être transmis par l'abeille

On sait bien que les vergers sont mis à l'exposition des ravageurs qui peut se nuire sa récolte saisonnière à cause de leurs dégâts qui affectent, alors le (tableau III) suivant se récapitule les différents ravageurs et leurs traitements chimiques :

Tableau III : Les parasites infestant les agrumes au moment de la floraison.

Parasite	Traitement	Dose	Délai d'attente
Teigne du citronnier	metosip 25	150 g/hl	7 jours
Gommose	Valette	250 g/hl	4 jours
	alliette flash	250 g/hl	15 jours
Pucerons	bemi off	15 ml/100l	15 jours
Aleurode	Mida	0,5 l/ha	14 jours
Mineuse	morspilan 25 sp	10- 12,5 g/hl	14 jours

Chapitre III : Les résidus dans le miel et leur risque sur la santé

III.2.1.5. Les traitements interdits à l'application sur les agrumes

Malgré leur dangerosité sur les abeilles, certains traitements aux pesticides sont appliqués sur les parasites des agrumes au moment de la floraison, portant ainsi un préjudice fatal sur cet insecte, avec tous les risques potentiels de passage des résidus de pesticides dans le miel d'agrumes. Le (tableau IV) récapitule les différents traitements chimiques qu'il ne faut pas utiliser au moment de la floraison à cause de leur dangerosité sur la santé d'abeille.

Tableau IV : Les traitements interdits à l'utilisation sur les agrumes au moment de la floraison.

Parasites	Traitements	Doses	Délai d'attente
Teigne du citronnier	arabox 25 ec	50 ml/hl	20 jours
Pucerons	commando 70%	25- 40 g/hl	14 jours
	confidate 20 sl	0,5 L/Ha	5 jours
	imaxi 200 sl	50 ml/hl	14 jours
	imidor 200 sl	50 ml/hl	14 jours
	Ruben	0,3 L/Ha	15 jours
	Ultrapride	100 ml/Ha	14 jours
Aleurodes	Chlorprid	150 ml/Ha	14 jours
	confidente 20sl	150 ml/Ha	14 jours
	fidor super 70	15 g/Ha	14 jours
	metador 20 sl	0,5 L/Ha	14 jours
	Mida	0,5 L/Ha	14 jours
Mineuses	Confidor	1-4 ml/ arbre	15 jours
	Vertan	25 ml/hl	14 jours

Chapitre III : Les résidus dans le miel et leur risque sur la santé

III.2.1.6. Le risque de présence de résidus pesticides dans le miel

Une étude a été réalisée en Espagne par **Ana Isabel Garcia (2019)** sur l'application des pesticides sur deux vergers d'agrumes, durant deux saisons 2016-2017 et 2017-2018. Ces études ont révélé la présence de résidus de pesticides dans le pollen récolté par les abeilles et sur l'abeille elle-même. Ainsi, sur les 10 pesticides analysés, six ont été quantifiés dans le pollen corbulaire et quatre chez les abeilles. Le chlorpyrifos et l'acétamipride, liés à la lutte contre les pucerons au printemps, très proche de la floraison des agrumes, ont été les pesticides majoritairement détectés dans les échantillons analysés de pollen frais et d'abeilles mellifères. Malgré bien que cette étude n'a pas analysée le miel, mais nous pouvons toutefois suggérer, que les pesticides, détectés dans le pollen et sur l'abeille, peuvent se retrouver aussi dans le miel d'agrumes, étant donné que le nectar et aussi récolté au même temps que le pollen.

III.2.2. Les résidus d'antibiotiques dans le miel

III.2.2.1. Définition des antibiotiques

L'antibiotique : anti : du préfixe anti- indiquant l'hostilité, l'opposition ou la défense ; bio, biotique : du grec bios [bio], vie. (**Dictionnaire médicale, 2012**).

Les antibiotiques sont la principale classe de médicaments vétérinaires utilisés depuis les années 50 pour le traitement des maladies infectieuses d'origine bactérienne chez les animaux producteurs de denrées alimentaires et les animaux de compagnie. Les substances utilisées appartiennent aux mêmes familles que celles utilisées en médecine humaine (**Sanders et al., 2011**). Ces médicaments sont utilisés pour prévenir et traiter des maladies infectieuses pouvant entraîner une morbidité importante et être associées à la mortalité (**Cazeau et al., 2010**).

III.2.2.2. Définition de résidus d'antibiotique

Les résidus d'antibiotiques sont définis comme toutes substances pharmacologiquement actives, qu'il s'agisse des principes actifs, d'excipients ou de produits de dégradation, ainsi que leurs métabolites restants dans des denrées alimentaires obtenues à partir d'animaux auxquels le médicament vétérinaire en question a été administré (**Milhaud et Pinault, 1999**) ; **Mevius et al., 1999**).

Chapitre III : Les résidus dans le miel et leur risque sur la santé

III.2.2.3. La réglementation d'utilisation des antibiotiques

Comme pour tous les autres médicaments, l'utilisation d'antibiotiques est soumise à une autorisation préalable, selon une procédure bien définie. Deux notions très importantes sont utilisées par la réglementation: la notion de Limite Maximale de Résidus (LMR ou en anglais MRL) et la notion de Dose Sans Effet (DSE).

Dans l'Union européenne, aucun médicament vétérinaire contenant des antibiotiques n'est autorisé en apiculture. Pratiquement, cela se traduit par une interdiction de l'utilisation de ces produits et dès lors par l'absence de ces substances dans miels. Lorsqu'une matière active est agréée dans l'Union, comme le stipule le règlement 2377/1990/CEE, « il est nécessaire d'établir des limites maximales de résidus (LMRs) des substances pharmacologiquement actives utilisées dans les médicaments vétérinaires pour toutes les denrées alimentaires d'origine animale, y compris le miel ». Il précise également que les LMRs doivent se baser sur «le type et la quantité de résidus considérés comme ne présentant pas de risques d'ordre toxicologique pour la santé humaine tels qu'exprimés par la dose journalière admissible (DJA).

III.2.2.4. Les maladies d'abeille et les antibiotiques appliqués

L'apiculture n'échappe pas aux maladies et aux épidémies qui atteignent tout être vivant. La ruche comportant des dizaines de milliers d'individus et des dizaines de milliers de larves est d'autant plus sensible à la contamination immédiate et massive, et à la propagation foudroyante des maladies et empoisonnements.

L'apiculteur doit être très vigilant ; les exemples sont nombreux d'exploitations prospères détruites en quelques semaines. L'ignorance en pareil cas est criminelle, car elle met en cause non seulement les ruches de l'intéressé, mais aussi celles de ses voisins et de toute une contrée.

Les abeilles et leur couvain peuvent être atteints de plusieurs maladies ou de parasites, dont les conséquences sont toujours graves, et les plus courants sont :

- la loque européenne (maladie légalement contagieuse qui doit être déclarée en préfecture),
- la loque américaine,
- la varroase ou varroatose...

En Algérie, cinq maladies des abeilles figurent sur la liste des maladies animales à déclaration obligatoire fixée par décret exécutif n° 95-66 du 22 février 1995. Ce sont : Les varroas, les loques américaines et européennes, la nosérose et l'acariose des abeilles

Chapitre III : Les résidus dans le miel et leur risque sur la santé

(Achou, 2007 ; Adjlane, 2010 ; Belaid et Doumandji, 2010; Loucif Ayad *et al.*, 2010; Adjlane *et al.*, 2011). Le (tableau V) récapitule quelques maladies des abeilles et leurs traitements sanitaires :

Tableau V : Les maladies des abeilles et les traitements appliqués.

Le nom de la maladie	Agent causal	Symptômes	Dégâts	Traitement
Loque américaine	Paenibacillus Larvae (bactérie sporulante)	<ul style="list-style-type: none"> - le couvain operculé - les larves vont d'abord devenir jaunâtres, ramollies, visqueuses puis elles virent ensuite au brun foncé et meurent -la décomposition en masse filante - le dégagement d'une forte odeur d'ammoniac -la formation d'un amas d'écailles loueuses qui vont adhérer à la paroi de la cellule (Ray, 2012). 	le couvain meure, la colonie s'affaiblit et dépérit, le cheptel est détruit, le rucher doit être assaini.	<ul style="list-style-type: none"> - Le traitement prophylactique (ensemble des mesures de prévention des maladies) est essentiel - Les médicaments de lutte sont le «sulfathiazol » qui est un sulfamide, ainsi que la « terramycine » (oxytetracycline) et « la sanclomycine » (chlorhydrate de tetracycline) qui sont tous deux des antibiotiques (Philippe, 2007).
Loque européenne	Melissococcus Plutonium	<ul style="list-style-type: none"> • Couvain est en mosaïque ; • larves prennent une couleur anormale, jaune à gris brun ; • position anormale redressée des larves, elles sont fragiles mais non filantes. Elles meurent généralement avant operculation ; • larves et écailles non adhérentes sont facilement évacuées par les abeilles (Binon et Dief, 2006). 		

Chapitre III : Les résidus dans le miel et leur risque sur la santé

III.2.2.5. Les résidus d'antibiotique dans le miel

Lors des transformations du miel dans le jabot de l'abeille, les antibiotiques ne sont pas digérés comme c'est le cas lors de la digestion pour le bétail. Pour cette raison, afin que les consommateurs n'en consomment pas, il est impossible d'utiliser les antibiotiques au rucher. Les abeilles sont un parfait miroir de tous les résidus de leurs nourritures, et ce sont les analyses au laboratoire qui les mettent en évidence (**Vernier, 2008**).

Pour cette raison l'antibiotique ne sera pas dégradé par l'abeille comme les autres aliments de bétail qu'il subit des transformations thermiques avant leurs consommations, donc le résidu de ce dernier se retrouvera dans le miel et leur consommation sera à l'état brut.

Une étude, réalisée par **Adams (2008)**, a révélé la présence de résidu d'antibiotique (le Chloramphénicol) dans le miel, à des doses de 0,5 à 6,8 μ g/g et de 0,2 à 3,3 μ g/g, à 7 jours et 56 jours après application, respectivement.

III.2.3. Les acaricides

III.2.3.1. Définition

Un acaricide est une substance active ou une préparation phytopharmaceutique ayant la propriété de tuer les acariens. Selon leur mode d'action, les acaricides agissent en perturbant la respiration cellulaire, les phénomènes de croissance et de développement, ou le système nerveux. Leur type d'action peut être ovicide (sur œufs d'hiver et/ou d'été), larvicide, adulticide, et parfois stérilisant sur les femelles.

Chapitre III : Les résidus dans le miel et leur risque sur la santé

III.2.3.2. L'acarien d'abeille et les traitements chimiques appliqués

Le varroa est l'acarien le plus redoutable chez les apiculteurs, car il cause énormément de dégâts sur la ruche d'abeille. Les deux tableaux **VI** et **VII** récapitulent respectivement, le parasite et ses dégâts et les traitements appliqués pour maîtriser le degré d'infestation.

Tableau VI : Description du varroa

La maladie	L'agent causal	Les symptômes	Dégâts
Le varroa destructor	Acarien du varroa	-Parasitose attaque le couvain - Cet acarien est visible à l'œil nu -sont de couleur marron et présentent une convexité sur la face dorsale (Barbançon, 2012).	-L'abeille affaiblie et bien plus sensible aux maladies

Tableau VII : Les traitements chimiques du varroa.

Chapitre III : Les résidus dans le miel et leur risque sur la santé

Forme commerciale	Matière active	Concentration	Efficacité globale	Durée globale	T° extérieure optimale	T° extérieure à ne pas dépasser	Besoin de traitement complémentaire?	Remarque
Apivar®	Amitraze	500mg/ bande	>95%	10 semaines	-	-	Non	Agit par contact : à placer en plein couvain, avec 1 ou 2 cadres d'intervalle. Repositionner les lanières dans la grappe au bout de la 4 ^e - 5 ^e semaine.
ApiLifeVar®	Thymol + Eucalyptol, menthol et camphre	16,2g/tablette	80 à 90 % (variable)	4 semaines	18 -25°C	30 C°	Oui	Action rapide mais dommages au couvain possible. Nécessite 4 passages. Ménager un espace de diffusion (nourrisseur retourné).
Apiguard®	Thymol	12,5g/barqu.	80 à 90 % (variable)	6 semaines	mini 15°C le jour	30 C°	Oui	Nécessite 2 passages. Ménager un espace de diffusion (nourrisseur retourné).
Thymovar®	Thymol	15g/tablette	70 % (variable)	8 semaines	20-25°C	30 C°	Oui	Nécessite 2 passages. Ménager un espace de diffusion (nourrisseur retourné).
Apistan®	Fluvalinate	800mg/bande	>95 % si absence de résistance	8 semaines	-	-	oui	Déconseillé (risque de résistance + risques de résidus) ne pas utiliser pendant plus de 2 années consécutives.

Chapitre III : Les résidus dans le miel et leur risque sur la santé

III.2.3.3. La transmission d'acaricide dans le miel

Il semble que le principal problème du miel vient des acaricides utilisés par les apiculteurs... Il faut respecter les règles, c'est-à-dire 6-7 semaines pour les bandelettes et les enlever ensuite. Certains apiculteurs les laissent tout l'hiver, d'où une contamination importante car les acaricides sont stockés dans la cire avec une rémanence pouvant aller jusqu'à 5 ans. D'autres produits comme les fongicides (très utilisés en arboriculture) et les insecticides sont aussi présents parfois en forte concentration.

Le (tableau VIII) récapitule quelques recherches scientifiques sur les résidus d'acaricides dans le miel et les autres produits de la ruche.

Tableau VIII : Les résidus d'acaricides dans le miel.

Résidu	Matière active	Dose	Non de l'article	Résumé	Date de publication et auteurs
Apistan®	Fluvalinate	2,5 ng g ⁻¹	Prédiction du devenir des pesticides dans la ruche (partie 1) : résidu de t-fluvalinate déterminés expérimentalement dans les abeilles, le miel et la cire.	les concentrations varient entre 14 et 160 ng.g ⁻¹ fw chez les abeilles et entre 98 et 1630 ng g ⁻¹ Dans la cire, alors qu'aucun résidu n'a été détecté au-dessus de la limite analytique (2,5 ng g ⁻¹).	26 mai 2011 (<i>Sara Bonzini, Paulo Tremoloda, Marco Vighi</i>)
Apivar® et Asuntol°	Amitraze		Résidus acaricide dans le miel et la cire après traitement des colonies d'abeilles mellifères avec Apivar et Asuntol50	Le traitement Apivar, l'amitraze n'a pas été détecté dans le miel ni dans la cire d'abeille. Ces résultats sont cohérents avec et complètent d'autres études	Novembre 2007 (<i>Anne-Claire Martel, Sara Zeggane, Michel Aubert</i>)
Checkmite+	Coumaphos		Résidus de Coumaphos dans le miel, le couvain d'abeille et la cire après traitement contre le Varroa	Le coumaphos dans la cire d'abeille et le couvain a été identifié et quantifié par GC/MS. Les résultats indiquent la présence indétectablecoumaphos dans le miel	22mars 2017 (<i>Blanka Premrov Bajuk, Katarina Babnik</i>)

Chapitre III : Les résidus dans le miel et leur risque sur la santé

III.2.4. Résidus dans le miel : une fraude par contamination

La présence d'une substance xénobiotique, toxique ou non toxique, interdite ou non interdite, est considérée comme étant une violation d'un texte réglementaire sur la sécurité alimentaire. Comme nous l'avons vu, le miel peut être contaminé par l'environnement ou par l'apiculteur. Dans ces cas, et selon **Bouزيد (2016)** on peut retrouver dans le miel :

- Des résidus de métaux lourds,
- Des résidus de pesticides,
- Des résidus d'acaricides, de fongicides et d'antibiotiques,
- Des spores de *Clostridium botulinum*,
- Des molécules toxiques.

III.3. Les risques des résidus sur la santé

Selon **Scippo (2008)**, les risques présentés par les résidus, suite à leur utilisation chez les animaux, sont de trois ordres :

- Risques sur la santé publique ;
- Risques sur la santé animale ;
- Risques sur l'environnement.

III.3.1. Les risques sur la santé publique

Ils dépendent de deux facteurs :

- De la transformation in vivo de la molécule d'origine, conduisant à la formation d'un métabolite ayant perdu ses propriétés antibactériennes, mais possédant un pouvoir allergène résiduel. La toxicité de ce résidu peut être augmentée ou diminuée par rapport à celle de la molécule d'origine.
- De la toxicité disponible qui correspond à la forme sous laquelle le résidu se trouve dans l'organisme. Il peut être libre ou lié à des molécules. Il est alors plus ou moins accessible à la réponse immune de l'organisme, plus ou moins prédisposé à s'accumuler au niveau de certains organes ou bien à être éliminé (**Chataigner et Stevens, 2005**).

Les effets des résidus sur l'organisme sont les suivants :

- Toxicité directe ;
- Réactions allergiques ;

Chapitre III : Les résidus dans le miel et leur risque sur la santé

- Acquisition de résistances aux antibiotiques ;
- Perturbation de la flore digestive ;
- Autres effets dus à la présence de résidus.

III.3.1.1. Toxicité directe

La toxicité des résidus des médicaments vétérinaires est liée à :

- La nature des résidus ;
- La concentration en résidus ;
- La biodisponibilité des résidus.

III.3.1.2. Réactions allergiques

On note des réactions allergiques chez des personnes déjà sensibilisées : risques très faibles si les LMR sont respectées.

III.3.1.3. Perturbation sur la flore intestinale

Des études *in vivo* sur des modèles animaux visant à évaluer les effets de doses thérapeutiques et de résidus de tétracycline sur la flore intestinale humaine ont mis en évidence les modifications engendrées sur la flore intestinale. Il y a effectivement eu une sélection de bactéries résistantes à la tétracycline, ainsi qu'un effet sur les populations fécales aérobies et anaérobies, sans compter les modifications de certains paramètres métaboliques de la microflore (**Chataigner et Stevens, 2005**).

III.3.2. Acquisition de résistances aux antibiotiques

Toute utilisation d'antibiotiques en médecine vétérinaire ou en médecine humaine accroît les risques d'apparition de bactéries résistantes. Les risques les plus grands sont associés à certaines pratiques d'administration des antibiotiques, comme celles qui consistent à administrer simultanément le produit à tout un troupeau, à administrer le produit de façon prolongée ou de sur-utiliser un même antimicrobien. Aucun lien direct n'a été établi entre l'usage d'antibiotiques comme stimulateurs de croissance dans les élevages et les antibiorésistances apparues chez les humains. Des chercheurs étudient cependant la possibilité qu'un tel lien puisse exister (**Jeantet *et al.*, 2007 ; Schwarz and E. Chaslus-Dancla, 2001 ; Holmberg, 1987**).

Chapitre III : Les résidus dans le miel et leur risque sur la santé

III.3.3. Les Risques des résidus sur l'abeille et les mesures de protection

L'approche développée par les scientifiques des différents pays montre que les causes de mortalités d'abeilles sont complexes et nombreuses, et que des agents infectieux insoupçonnés peuvent les parasiter.

Actuellement, les chercheurs sont unanimes pour dire que les causes sont multifactorielles. Les abeilles vivent en présence de nombreux pathogènes, dans un environnement qui affaiblit leur résistance aux maladies. Le CCD (*Colony Collapse Disorder*) ne constitue qu'une partie des mortalités d'abeilles, et bien que les symptômes soient bien décrits, les causes précises restent à découvrir si on veut lutter efficacement contre cette maladie. Il faut admettre que l'abeille domestique est devenue fragile et que sa survie dépend beaucoup d'un environnement de plus en plus hostile, favorisant l'apparition de pathologies.

Si l'homme modifie cet environnement, il doit aussi prendre les mesures de protection de l'abeille. Afin de mieux lutter contre les facteurs favorisant l'apparition des maladies, des études fondamentales doivent être développées pour connaître les causes des mortalités, ainsi que l'effet des modifications environnementales liées à l'activité humaine. Les méthodes moléculaires, ainsi que le séquençage récent du génome de l'abeille, peuvent permettre de diagnostiquer les agents pathogènes ou leurs effets sur l'abeille.

Ces outils puissants pour l'étude des causes des maladies doivent être développés en Algérie.

III.4. La maîtrise des risques dus aux résidus et la protection du consommateur

➤ Au point de vu des scientifiques

Les mesures de protection du consommateur visent à remédier aux déséquilibres inhérents à la relation consommateur-fournisseur, notamment en ce qui a trait aux rapports de force, aux connaissances et à d'autres ressources (Mukhis ,2017).

Au point de vu des règlements

La législation sur la consommation doit assurer la protection et les moyens de faire respecter les droits des consommateurs. Certain pays ont inclus la protection des consommateurs dans leurs lois suprême, leurs constitutions (Mukhisa ,2017).

Considérant que l'apiculture joue un rôle important dans l'activité économique (production de miel et pollinisation), le conseil européen des ministres de l'agriculture a

Chapitre III : Les résidus dans le miel et leur risque sur la santé

proposé de soutenir la filière apicole. Chaque Etat membre peut élaborer un programme national pour trois années, programme qui vise à améliorer les conditions de production et de commercialisation des produits de la ruche. Le programme triennal français propose (France Agrimer, 2014) :

- Des programmes d'assistance technique et de formation ;
- Des actions de rationalisation de la transhumance ;
- Des plans de lutte contre le varroa ;
- Des aides au maintien et développement du cheptel ;
- Des programmes de recherche appliquée.

Parmi les démarches de maîtrise de la qualité en amont, il y a :

III.4.1. Les bonnes pratiques agricoles

Le Guide des bonnes pratiques apicoles a pour objectif de proposer à chaque apiculteur des bonnes pratiques de gestion de son cheptel visant à préserver la santé de ses colonies et sa propre santé tout en contribuant à assurer la sécurité sanitaire et la traçabilité des produits qu'il génère (produits de la ruche et d'élevage). Sans se substituer au Guide des bonnes pratiques d'hygiène en apiculture, ce guide rappelle les exigences réglementaires (ITSAP, 2014).

➤ A qui s'adresse-t-il ?

Ce guide est destiné à tout apiculteur qui produit du miel extrait ou en rayons et/ou du pollen et/ou de la gelée royale, quel que soit son niveau de production. Ce type d'activité doit être considéré comme relevant de la production primaire hormis le séchage du pollen. Cependant, ce guide ne s'adresse pas à l'apiculteur qui produit uniquement pour sa consommation personnelle.

Ce guide ne vise pas la production de propolis, qui n'est pas une denrée alimentaire et ne doit donc pas être consommée. Il ne vise pas non plus la production de cire destinée à entrer dans la chaîne alimentaire comme ingrédient.

Le guide est également destiné aux apiculteurs qui, en plus de produire leur propre miel, exercent certaines activités de transformations. Les activités de transformation qui tombent dans le champ d'application du guide sont le mélange du miel de ses ruches avec des

Chapitre III : Les résidus dans le miel et leur risque sur la santé

miels venant d'autres producteurs, le traitement du miel, du pollen (dont le séchage et la déshydratation) et de la gelée royale pour d'autres producteurs.

➤ **Comment l'utiliser ?**

Ce guide est avant tout un outil de travail qui analyse étape par étape toute la chaîne de production du miel.

Sur le plan de l'hygiène, les points de contrôle (signalés en rouge et/ou par un logo danger) doivent être systématiquement suivis. Ils demandent obligatoirement un enregistrement (signalé par un crayon ✎). À côté de ces points les plus importants, une série de conseils et de mesures préventives sont également présentés afin de limiter les dangers de dégradation du miel (signalé par une main ✋ et par un niveau de danger ■■■). Plusieurs pavés de textes bordés de rouge attirent l'attention sur des dangers, soit à contrôler (signalés par une loupe), soit non identifiables par l'apiculteur (signalés par une croix). Si le danger est confirmé, des actions correctives doivent être mises en œuvre (signalé par une flèche).

Après cette analyse de la production de miel, un registre de production reprend toutes les informations à noter au fur et à mesure. Il est possible de faire des copies des registres vierges.

➤ **Le but de ce guide :**

Il regroupe des bonnes pratiques apicoles pour :

- Préserver la santé des colonies ;
- Améliorer les performances zootechniques ;
- Protéger la santé de l'apiculteur ;
- Assurer la sécurité sanitaire et la traçabilité des produits ;
- Respecter les exigences réglementaires.

➤ **Le contenu de ce guide :**

Ce guide est découpé en 8 chapitres :

r- conduite des ruchers

e- élevage des reines

s- santé des colonies

Chapitre III : Les résidus dans le miel et leur risque sur la santé

m- connaissance, prévention, surveillance et lutte contre les maladies et les agresseurs des colonies

c- composition et contaminants du miel

h- hygiène en production de miel, pollen et gelée royale

p- sécurité et prévention des risques

d- documents à conserver par l'apiculteur

III.4.2. La labellisation : la certification (le label)

En ce qui concerne le marché de miel, des recherches sur les différents systèmes de certification ont été réalisées. L'objectif est d'aider les producteurs à avoir une vue d'ensemble sur les principaux programmes de certification et de fournir les sources d'informations relatives à ces programmes.

- **La certification** est un instrument de marché source de nouvelles possibilités de commercialisation et de prix plus intéressants pour les producteurs. Elle permet également la protection des ressources locales et le développement des communautés (Maria Laura, 2009).
- **Labellisations** : Concernant la labellisation, il était dans les objectifs globaux du programme d'inciter les acteurs à aller dans la direction d'une labellisation de produits. Cette démarche est lourde et nécessite des porteurs de projets ayant une stature capable de gérer ces labels. Par ailleurs l'expérience des labels dans le domaine du miel montre qu'il est nécessaire d'atteindre une taille critique (volume de miel suffisant) si l'on veut avoir le poids suffisant pour
 - Promouvoir le miel,
 - Assurer la gestion du signe de qualité,
 - Assurer la recherche et le développement nécessaire à la caractérisation du produit,
 - Assurer une partie du contrôle du respect du cahier des charges.

Nous considérons, qu'il n'est pas souhaitable de s'engager dans de multiples appellations qui pourraient disperser l'image du miel et aboutir à de micro-labels ayant une faible capacité de gestion et de commercialisation. Une démarche nationale serait plus productive et plus apte à générer une valorisation des miels à l'intérieur du pays ou pour de futures exportations avec une véritable valeur ajoutée (Michel, 2018).

Chapitre III : Les résidus dans le miel et leur risque sur la santé

III.4.3. Exigences pour l'obtention de la certification.

Selon TFDA (2007) :

- **Label**
 - L'organisation de producteurs doit avoir un label.
- **Etablissement**
 - L'organisation doit avoir un établissement fixe.
- **Structure**
 - Le bâtiment doit disposer de suffisamment d'espace pour placer et stocker le matériel ainsi que permettre le nettoyage.
 - Le bâtiment doit être lumineux et ventilé.
 - Les surfaces doivent être lavables, imperméables et maintenues propres.
- **Equipement**
 - Tous les équipements et ustensiles utilisés pour manipuler la nourriture doivent être lavables et permettre la désinfection.
- **Personnel**
 - Le personnel doit connaître les bonnes conditions d'hygiène.
- **Stockage**
 - Les conditions de stockage doivent protéger et empêcher les produits de se détériorer.
 - La température doit être idéale et les produits ne doivent pas être stockés à même le sol.
- **Etat sanitaire et hygiène**
 - De l'eau potable et courante (chaude et froide) doit être disponible.
 - Un système approprié pour la récupération des déchets doit être en place
 - Uniformes et matériel de premiers secours doivent être disponibles.
- **Qualité du miel**
 - Les standards de qualité spécifiques pour le miel désignés dans le pays (TBS, 2006).

III.4.4. Quelques exigences pour l'obtention de la certification biologique

- La localisation des ruchers doit être située au minimum à 7 km de distance de zones de plantations, d'agglomération, de sites et de rivières pollués. Une zone tampon d'un rayon de 3 km doit entourer le rucher.

Chapitre III : Les résidus dans le miel et leur risque sur la santé

- La zone où se situe le rucher doit avoir une disponibilité suffisante de nectar, de pollen et d'eau propre.
- Les ruches produites en écorce (barkhives) sont interdites d'utilisation.
- Les ruches doivent être maintenues propres et maniées dans des conditions d'hygiène adéquates.
- La colonie doit avoir suffisamment de miel en réserve pour passer la saison sèche et l'apiculteur doit veiller à la pérennité de ses colonies. Pour cette raison, lors de la récolte, des rayons contenant du miel ainsi que du couvain doivent être laissés pour les abeilles.
- Tous les récipients utilisés pour stocker le miel doivent être utilisés uniquement à cet usage et doivent être appropriés à l'utilisation alimentaire.
- Les apiculteurs doivent prévenir les maladies et ne peuvent pas traiter la colonie avec de produits chimiques ou des antibiotiques.
- Le miel ne peut pas être chauffé.
- Le miel biologique ne peut pas être mélangé avec le miel conventionnel.
- Un système de traçabilité doit être mis sur pied.
- Les emballages doivent contenir toutes les informations nécessaires concernant le produit

III.4.5. La traçabilité

La traçabilité consiste à regrouper les informations concernant la chaîne de production et de distribution d'un produit. Son objectif principal est la qualité et la sécurité des consommateurs. Au travers du suivi de la chaîne de production, elle permet l'amélioration de la qualité du produit final. Elle devrait permettre au consommateur d'avoir toutes les informations nécessaires concernant le produit énoncées sur l'emballage.

Cet outil aide dans l'identification de la provenance du miel ainsi que de sa qualité.

La traçabilité du miel inclut les points suivants (MNRT, 2007):

- Le type de ruche ;
- La santé des abeilles ;
- La récolte ;
- L'extraction ;
- Le filtrage ;
- Le stockage ;

Chapitre III : Les résidus dans le miel et leur risque sur la santé

- Le transport ;
- La mise en pot et l'étiquetage ;
- La miellerie ;
- Les équipements ;
- L'hygiène des apiculteurs ;
- La disponibilité d'eau.

III.4.6. La normalisation

En France, le Décret N°2009-697 du 16 juin 2009 : « La normalisation est une activité d'intérêt général qui a pour objet de fournir des documents de référence élaborés de manière consensuelle par toutes les parties intéressées, portant sur des règles, des caractéristiques, des recommandations ou des exemples de bonnes pratiques, relatives à des produits, à des services, à des méthodes, à des processus ou à des organisations.

Elle vise à encourager le développement économique et l'innovation tout en prenant en compte des objectifs de développement durable ».



Chapitre IV

Contrôle de la qualité

(Dosage et détection des résidus)

Chapitre IV: Contrôle de la qualité (Dosage et détection des résidus)

IV.1. Le contrôle de qualité : dosage et détection des résidus

Le contrôle de la qualité permet de savoir si les produits ou les services vendus par l'entreprise sont conformes :

- aux exigences du marché.
- à la demande du client
- aux législations.
- au cahier des charges de l'entreprise.

IV.2. Le contrôle de qualité du miel

Les risques sur la santé lié à la présence de résidus chimique dans miel, dit « à gestion particulière », se caractérise par :

- Une origine extérieure à l'exploitation, que l'apiculteur ne peut pas soupçonner ;
- Un impact potentiel sur un ensemble de ruches ou de ruchers ;
- Un dispositif de surveillance et de détection nationale, organisé et mis en œuvre par les pouvoirs publics ;
- L'absence de moyens de maîtrise applicables « en routine » sur l'exploitation.

IV.3. Dosage et détection des résidus

IV.3.1. Les techniques et les méthodes de contrôle des résidus dans le miel

Chaque année, les techniques de détection des antibiotiques s'améliorent. Si l'on parlait de part par million (ppm = 1g/t) il y a dix ans, on parle aujourd'hui de part par milliard (ppb = 1g/1000 t). La performance des techniques a donc été augmentée d'un facteur 1000 (Etienne Bruneau, 2006).

Selon la directive 96/23/CE (2016), des contrôles de résidus sont réalisés chaque année sur les denrées d'origine animale. Concernant la filière apicole, les plans de contrôle des résidus sont mis en place chaque année en France par la Direction Générale de l'Alimentation (DGAL) sur des miels français prélevés par les Directions Départementales des Services Vétérinaires (DDSV) dans les principales régions de production. Dans ce cadre officiel, divers analytes (pesticides, antibiotiques et métaux lourds) sont recherchés dans le miel par le laboratoire de l'AFSSA Sophia Antipolis. Plusieurs méthodes peuvent être mise en œuvre pour la recherche des résidus dans le miel, que nous récapitulons dans le (tableau IX).

Chapitre IV: Contrôle de la qualité (Dosage et détection des résidus)

Tableau IX : Les méthodes de dosage et détection des résidus.

Résidu	La méthode de détection et de dosage	Principe	Auteur
Antibiotique	-ELISA (Enzyme LinkedImmuno Sorbent Assay). immuno-enzymatique.	-C'est une méthode immuno-enzymatiqueet semi-quantitative basée sur les réactions antigène-anticorps. Grâce à une réaction colorée produite par l'action sur un substrat d'une enzyme préalablement fixée à l'anticorps (suite à la méthode de confirmation HPLC)	(Martel <i>et al.</i> , 2008). (Hanzen, 2008)
	-Charm II Streptomycinhoney	- test à récepteur microbien à marquage radioactif mis au point par Charm Sciences, permet une analyse assez rapide des streptomycines, desdihydrostreptomycines, des tétracyclines (chlortétracycline, tétracycline, oxytétracycline et doxycycline). (suite à la méthode de confirmation HPLC)	(Martel <i>et al.</i> , 2008).
Pesticides et acaricides	- La chromatographie en phase gazeuse (CPG) couplé à la spectrométrie de masse (SM).	-en CPG gaz-solide, le soluté se partage entre le gaz vecteur et la phase solide (stationnaire). La séparation se fera par différence d'adsorbalité. Plus la force d'adsorption de la molécule par la phase solide est élevée plus le temps de rétention sera élevé ; - en CPG gaz-liquide, le soluté se partage entre le gaz vecteur et le liquide stationnaire. Plus la solubilité de la molécule dans la phase liquide est élevée plus le temps de rétention sera long.	(Bogdanov <i>et al.</i> , 1998)

Chapitre IV: Contrôle de la qualité (Dosage et détection des résidus)

IV.4. L'application des normes sanitaires

Il est indispensable de mieux contrôler la qualité des miels pour qu'ils soient toujours dignes de la grande confiance du consommateur vis-à-vis du produit, considéré comme produit naturel par excellence. Les normes sanitaires doivent être respectées afin de garantir la sécurité sanitaire des consommateurs, le (tableau X) récapitule les normes fixées par la CEE.

Tableau X : Les normes sanitaires des résidus dans le miel.

Les résidus	Limite maximal	Norme
Antibiotiques	Les limites de quantification des résidus d'antibiotiques dans le miel ont été fixés à 10 µg /kg pour la streptomycine et de 15 µg /kg pour les tétracyclines , valeur retenues comme limite maximale de résidus éventuellement tolérées en France.	Règlement (UE) n°37/2010 de la Commission du 22 décembre 2009 relatif aux substances pharmacologiquement actives et à leur classification en ce qui concerne les limites maximales de résidus dans les aliments d'origine animale.
Pesticides	-0,01 mg/kg pour le miel.	Règlement (CE) n° 396/2005 du Parlement Européen et du Conseil du 23/02/05 concernant les limites maximales applicables aux résidus de pesticides présents dans ou sur les denrées alimentaires et les aliments pour animaux d'origine végétale et animale et modifiant la directive 91/414/CEE du Conseil
Acaricides	- l' amitraze: 200 µg/kg - coumaphos : 100 µg/kg (pour le miel)	Règlement CEE 2377/90 qui été modifié par le Règlement 37/2010 de la commission du 22 décembre 2009

Chapitre IV: Contrôle de la qualité (Dosage et détection des résidus)

IV.5. Plans de contrôles officiels des miels français

Ces contrôles officiels ont pour but de vérifier la conformité des miels produits en France en comparant les niveaux de résidus détectés avec les seuils de conformité communautaires fixés (LMR ou valeurs de référence).

IV.5.1. Aspects réglementaires

La directive 96/23/CE définit les mesures de contrôle des résidus qui doivent être réalisées annuellement. Les substances recherchées sont classées en 2 groupes : le groupe A regroupe les substances anabolisantes et les substances interdites chez les animaux producteurs d'aliments tandis que le groupe B comprend les médicaments vétérinaires autorisés ainsi que des contaminants environnementaux.

IV.5.2. Méthodes d'analyses

Les méthodes d'analyse qui sont utilisées dans le cadre des PS/PC. Il existe trois types de méthodes : - des méthodes de dépistage de résidus telles que Tetrasensor, - des méthodes semi-quantitatives comme ELISA, - des méthodes quantitatives telles que CLHP (DAD), CL-SM/SM (Martel *et al.*, 2009).

Chaque méthode est caractérisée par des seuils de détection et de quantification qu'il faut connaître pour interpréter les résultats et définir le seuil de non-conformité des miels. Ces seuils sont de l'ordre du $\mu\text{g}/\text{kg}$ voire de la dizaine de $\mu\text{g}/\text{kg}$ de miel analysé pour l'ensemble de ces techniques (Bogdanov, 2003 ; Reybroeck *et al.*, 2007).

IV.5.3. Non-conformités

Les résultats des analyses sont comparés à des valeurs seuils qui peuvent être des LMR ou des valeurs de référence.

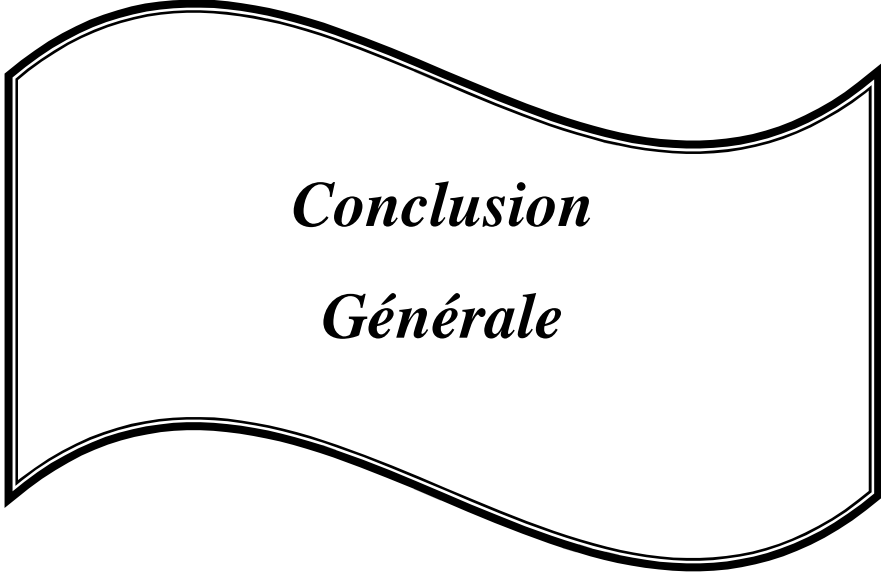
En cas de non-conformité, les laboratoires sont tenus d'en informer la DGAI qui s'assure des mesures à prendre conformément à la réglementation, notamment d'un éventuel rappel ou retrait du lot. Si une substance interdite est détectée, la Brigade nationale d'enquêtes vétérinaires et phytosanitaires (BNVEP) est saisie pour enquêter afin de déterminer l'origine de la contamination. De plus, l'apiculteur dont le miel s'est révélé non-conforme se verra prélever de nouveau son miel l'année suivante (DGAI, 2013).

Chapitre IV: Contrôle de la qualité (Dosage et détection des résidus)

IV.5.4. Autres contrôles non officiels

IV.5.4.1. Contrôles réalisés lors des concours agricoles

Lors des concours de miels organisés chaque année par les associations d'apiculteurs, des analyses physico-chimiques concernant les critères de qualité sont réalisées (analyses sensorielles et polliniques, taux de sucre) mais aucun contrôle n'est généralement réalisé concernant les résidus de contaminants (**Lequet, 2010 ; Martel *et al.*, 2009**). Seuls quelques rares concours imposent la recherche de résidus d'antibiotiques et notamment de tétracyclines (**Martel *et al.*, 2009**).



Conclusion
Générale

Conclusion générale

Le miel occupe une place importante dans le domaine agro-alimentaire comme dans le domaine médical, en assurant des effets thérapeutiques contre plusieurs maladies.

Cette recherche bibliographique, nous a permis de déduire que plusieurs sources de contamination du miel sont envisageables : pollutions biologiques et chimiques, soit par l'abeille qui se trouve en contact avec ces polluants dans l'environnement qu'elle prospecte (cas des pesticides), soit au sein de la colonie lors de traitements médicamenteux (acaricides et antibiotiques).

L'usage de ces molécules chimiques est à l'origine de problème sanitaire, chez le consommateur, liés à la présence de résidus dans le miel. Il est indispensable de mieux contrôler la qualité des miels pour qu'ils soient toujours dignes de la grande confiance du consommateur vis-à-vis du produit, considéré comme produit naturel par excellence. Ainsi, et afin de mettre en place une stratégie de protection du consommateur et le protéger des risques liés aux résidus, plusieurs démarches peuvent être entreprises séparément ou conjointement : en mettant en place un système de management de la qualité sanitaire, via plusieurs démarches qualité :

- ✓ Elaboration et application du guide des bonnes pratiques apicoles,
- ✓ Une procédure de certification (label de qualité),
- ✓ Une réglementation relative au contrôle de la qualité des miels, en spécifiant les normes de qualité et les méthodes d'analyses officiels.

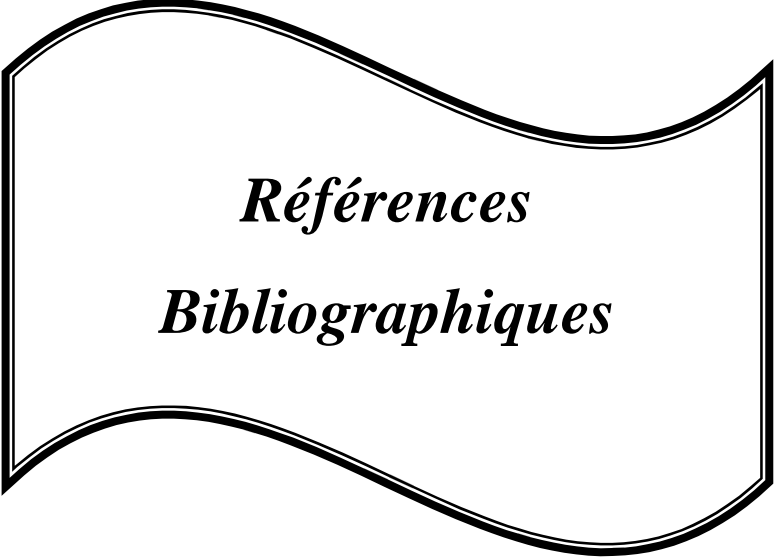
Enfin, l'usage des pesticides nuit à la santé de l'abeille, d'où la nécessité de la complémentarité entre les apiculteurs et les agriculteurs, qui ne peuvent survivre sans coopérer, et organiser en commun les conditions les plus favorables à la protection de la santé et du bien-être des abeilles dans un souci d'intérêt mutuel bien compris.

Recommandations et perspectives

Notre travail s'est limité à l'étude de quelque antibiotique, acaricide et pesticide dans le miel d'agrumes, nous avons effectué des recherches bibliographiques dans le but de l'identifier et de caractériser et la valoriser de la qualité sanitaire de miel.

Le miel doit être conduit dans des bonnes conditions depuis le travail de l'apiculteur jusqu'à la vente et pour cela, nous pouvons proposer les recommandations suivantes :

- Eviter de placer les ruches auprès des exploitations agricoles qui font recours à des produits phytosanitaires (insecticides organiques ou synthétiques) qui représentent une toxicité à l'égard des abeilles.
- Surveiller l'état sanitaire des abeilles et éviter l'utilisation des antibiotiques.
- Engagement des apiculteurs à se joindre au mouvement mondial urbain de protection des abeilles.
- Afin de faciliter la commercialisation et le contrôle de la qualité du miel il faut doter chaque coopérative apicole d'un laboratoire d'analyse et de mesure, dans le but de déterminer la qualité du miel.
- Renforcer les recherches scientifiques au niveau des universités via les démarches qualité.



Références
Bibliographiques

Références bibliographiques

- **Abidi K. (2004)**. Résidus d'antibiotiques dans le lait de boisson Thèse. Médecine vétérinaire École nationale de médecine vétérinaire de Sidi Thabet, Tunisie, p. 6-23.
- **Académie d'Agriculture de France (2006)**. Abeilles et Agriculture, comptes Rendus, 92, 113-130. Séance du 14 juin 2006.
- **Académie d'Agriculture de France (2005)**. Abeilles pollinisation et pesticides Séance du 16 février 2005. http://www.academie-agriculture.fr/detail-seance_117.html.
- **Académie d'Agriculture de France (2007)**. Recommandations « Abeilles, pollinisation et Agriculture ». Séance du 10 janvier 2007. Comptes Rendus, 93, 31-42
- **Achou M. (2007)**. *Caractérisation morphométrique, biochimique et moléculaire des populations d'abeilles domestiques de l'Est algérien - Effets physiopathologiques de son parasite majeur Varroa destructor*. Thèse Doctorat sci. natu., Univ. Annaba, 414 p.
- **Adjlane N. (2010)**. Association of oxalic and lactic acid for *Varroa* control in Algeria. *First World Conference on Organic beekeeping, 27-29 août 2010, Sunny Beach, p. 52*.
- **Adjlane N., Chabar N. et Maldi A. (2011)**. Evaluation des effets secondaires de l'acide oxalique sur l'abeille locale *Apis mellifera intermissa* : Aspect biochimique. XXIème Journées nationales Biologie "de la molécule à l'écosystème", S.S.N.T., 17-20 décembre 2011, Hammamet, p. 9.
- **Alexis B. (2012)**. Maladie des abeilles, service élevage- chambre d'agriculture régionale d'Alsace 08.
- **Ait lounis Lydia. (2012)**. Comparaison des caractéristiques physiques, polliniques, microbiologiques et organoleptiques de quelques miels locaux et ceux d'importation commercialisés, Mémoire d'Ingénieur d'Etat en Sciences Agronomiques spécialité Technologie Alimentaire, Université de Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou.
- **Ana Isabel Garcia et al. (2019)**. Analyse des résidus des pesticides dans l'abeille (*Apis mellifera* L) et dans le pollen ; institut national de recherche et de technologie agricole et alimentaire. INIA, 28040, Madrid, Espagne.
- **Anne clair Martel et al. (2007)**. Article résidus acaricide dans le miel et la cire après traitement des colonies d'abeille Mellifères avec Apivar ou Asuntol50.
- **Anonyme 1**. Cours LMD, institut national de la protection des végétaux, Tizi-Ouzou, p 110.
- **Anonyme 2**. Cours LMD, Institut national de la production des végétaux, Tizi-Ouzou p 108.

Références bibliographiques

- **Avisse I. (2014).** Grand traité des miels, Editions le Sreau, Paris, p339.
- **Badren M.A. (2016).** La situation de l'apiculture en Algérie et les perspectives de développement. 26.
- **Belaid M., Doumandji S. (2010).** Effet du *Varroa destructor* sur la morphométrie alaire et sur les composants du système immunitaire de l'abeille ouvrière *Apis mellifera* intermissa. *Lebanese Science Journal*, 11: 45 – 53.
- **Bertoncelj J., Dobersek U., Jamnick M. and Golob T. (2007).** Evaluation of phenolic content: antioxidant activity and colour of Slovenian honeys. *J. Food Chem*, 105: 822-828.
- **Biri M. (2002).** Le grand livre des abeilles, cours de l'apiculture moderne, Edition de VECCHI S, Paris. 260 p.
- **Blanc M. (2010).** Propriétés et usage médical des produits de la ruche, Thèse de doctorat, Université de Limoges, p 144.
- **Bogdanov S. (2003).** Miel : définition et directives pour l'appréciation et l'analyse, Centre Suisse de recherche Apicole, p 31.
- **Bogdanov S., Bieri K., Ki I chenmann V. et Gal I mann P. (2005).** Miels mono-floraux Suisse. ISSN 1661-0814.
- **Bogdanov S., Ruoff K., Oddo P L. (2004).** Physicochemical methods for the characterisation of unifloral honeys. *Apidologie P* : 17-35.
- **Bourkache F., Perret C. (2014).** La filière apicole dans les Wilayas de Tizi-Ouzou et de Blida : une ressource territoriale en devenir. HAL.17.
- **Bouzid O. (2016).** Memoire contribution à l'analyse physico chimique de quelque type de miel de la wilaya de tiziouzou.
- **Bradbear N. (2005).** Apiculture et moyens d'existences durables. Organisation des nations unies de l'alimentation et l'agriculture. ISSN 1813-6001, Rome, 64p.
- **Branger A., Richer MM., Roustel S. (2007).** Alimentation et processus technologique. Ed Digion. P: 11-196.
- **Bruneau E. (2002).** Les produits de la ruche, In les traité rustica de l'apiculture, Paris, Rustica, p 354.
- **Bruneau E. (2004).** Les produits de la ruche, édition RUSTICA, pp : 354-384.
- **Bruneau E. (2011).** Chapitre IX : Les produits de la ruche. In: Clément et al. Le traité rustica De l'apiculture. Éditions Rustica, Paris, 354-387.
- **Cazeau G. et al. (2010).** Utilisation des antibiotiques par les éleveurs en filière bovine en France. In 17e Journées Rencontres Recherche Ruminants, 71–74. Disponible en ligne.

Références bibliographiques

- **Châtaigner B., Stevens A. (2005)**. Investigation sur la présence de résidus d'antibiotiques dans les viandes commercialisées à Dakar Institut Pasteur de Dakar, p. 6-9.
- **Chauvin R. (1968)**. Action physiologique et thérapeutique des produits de la ruche. In :
- Traité de biologie de l'abeille. Editions Masson et Cie, Paris, Tome, 3 : 116-154.
- **Codex (2001)**. PROGRAMME MIXTE FAO/OMS SUR LES NORMES ALIMENTAIRES. Commission du Codex Alimentarius. ALINORM 01/25, 1-31
- **Clémence H. (2005)**. Le miel : de la source à la thérapeutique. Thèse de doctorat, pharmacie. Université Henri Poincaré Nancy 1, 96.
- **Da Silva P. M., Gauche C., Gonzaga L.V., Oliveira Costa A.C. and Fett R. (2016)**. Horney : Chemical composition, stability and authenticity. *J. Food Chem*, 196, 309–323.
- **DGAL (2005-2013)**. Plans de surveillance - plans de contrôle. Bilans des années 2005 à 2013 mis en œuvre par la DGAL.
- **Domange N. (2005)**. Etude des transferts de produits phytosanitaires à l'échelle de la parcelle et du bassin versant viticole (Rouffach, Haut-Rhin). Université Louis Pasteur Strasbourg I. Thèse de Doctorat. p.329.
- **Donadieu Y. (1984)**. Le miel, Thérapeutique naturelle, édition Librairie Maloine. S. A.
- **Ellis JD, Zettel Nalen CM. (2010)**. Varroa Mite, Varroa destructor Anderson and Trueman (Arachnida: Acari: Varroidae). In: University of Florida, document EENY-473.
- **Erejuwa O. O., Sulaiman S. A., Wahab M. S., Sira-judeen K., N. S., Salleh M.S.M.D. and Gurtu S. (2010)**. Antioxidant protection of Malaysian tualang honey in pancreas of normal and streptozotocin-induced diabetic rats. *Annal Endoc*, 71(4):.291–296.
- **Escriche I., Kadar M., Juan-Borras M. and Domenech E. (2014)**. Suitability of antioxidant capacity, flavonoids and phenolic acids for floral authentication of honey. Impact of industrial thermal treatment. *J. Food Chem*, 142: 135e143
- **Fatet P. (2005)**. Contrôle laitier de l'Ain, base documentaire FIDOCL (Fédération Inter-Départementale des Entreprises de Conseil Elevage de Sud-Est), France
- **Follet G. (2007)**. Utilisation des antibiotiques chez l'animal : Problèmes et Actions Rencontres Parlementaires "Santé - Société - Entreprise" Assemblée Nationale du 12 novembre 2007 en France.
- **François L. (2017)**. La texture du miel. *J. alim. natur bio*. Consulté le 5 mai 2017.
- **Gharbi, M. (2011)**. Les produits de la ruche: Origines-Fonctions naturelles Composition propriétés thérapeutiques. Apithérapie et perspectives d'emploi en médecine vétérinaire. Th. Doc. Vét. Univ CLAUDE-BERNARD-LYON1, 234p.

Références bibliographiques

- **Gonet M. (1982).** Le miel, composition, propriétés, conservation, 2^{ème} édition, OPIDA, France, p31.
- **Gonnet M. (1982).** Le miel : composition, propriétés, conservation INRA Station expérimentale d'apiculture, pp : 01-18.
- **Gonnet M. et Vache G. (1985).** Le gout de miel. Ed. Unaf, paris. P : 150.
- **Gout J. (2009).** Le miel. Editions Jean-Paul Gisserot; Paris; 64.
- **Guerriat H. (2000).** Etre performant en apiculture, édition rucher du tilleul, pp : 51- 113.
- **Guillemot M. D et al. (2006).** Usages vétérinaires des antibiotiques, résistance bactérienne et conséquences pour la santé humaine Document AFSSA (Agence Française de la Sécurité Sanitaire des Aliments), p. 49-55.
- **Huchet E., Coustel J., Guinot L. (1996).** Les constituants chimiques du miel. Méthode d'analyse chimique. Département de science et l'aliment. Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaire. France. P:12-18.
- **Irina D., Georgiia G., Livia P., Alina M. E. and Rodica S. (2010).** The antioxydant activity of selected Romanian honeys. *J. Food Tech*, 34(2): 77-83.
- **Ismail Abdel-Halim M., Okays A.A., Mohanny K. M., Salem, R.A. (2013).** Evaluation of pollen collected by honey bee, *Apis mellifera* L, colonies at Fayoum governorate, Egypt, Part1: Botanical origin original journal of the saudisociety of Agricultural science, volume 12, issue 2, June 2013, pp: 12-35-129.
- **ITELV (Institut Technique des Elevages). (2004).** Rapport de Synthèse sur : La Biodiversité Importante pour l'Agriculture en Algérie, MATE-GEF/PNUD : Projet ALG/97/ G31 27 123.
- **Karl Von Frisch (2011).** vie et mœurs des abeilles, Edition Albin Michel, 22 rue Huyghens, 75014 Paris. ISBN : 978-2-226-1872-7. ISSN : 0298-2447.
- **Kaskoniene K., Venskutonis P. R. (2010).** Floral markers in honey of various botanical and geographical origins. *Food Sci*, 9: 620-634.
- **Katrina Babnik. (2017).** Article résidu de coumaphos dans le miel, le covain d'abeille et la cire apres traitement contre le varroa.
- **Kebir A. (2016).** Les résidus d'antibiotiques : de l'étable à la table, INMV (Institut National de la Médecine Vétérinaire), Mostaganem, 5-13p.
- **Kölbener P. et al. (2005).** Résidus de médicaments vétérinaires Manuel suisse des denrées alimentaires, Chapitre 55, p. 1.
- **Laurentie M., Sanders P. (2002).** Résidus de médicaments vétérinaires et temps d'attente dans le lait Revue : Bulletin GVT, n°15, Avril-Mai-Juin 2002, p. 51-55.

Références bibliographiques

- **Lequet L. (2010)**. Du Nectar au Miel de Qualité: Contrôle Analytique du Miel et Conseils Pratiques à l'Intention de l'Apiculteur Amateur. Thèse de Doctorat Vétérinaire. Université Claude-Bernard Lyon I, France, 46-121.
- **Lord E. M., & Eckard K. J. (1985)**. Shoot development in *Citrus sinensis* L. (Washington navel orange). I. Floral and inflorescence ontogeny. *Botanical Gazette*, 146(3), 320-326.
- **Louveaux J. (1968)**. L'analyse pollinique des miels in *Traité biologique de l'abeille*. Tome III. Ed Masson et Cie. P: 324-361.
- **Louveaux J. (1985)**. Le miel. *Cah. Nutr. Diét.* 20 (1). P: 57-70.
- **Lovatt C. J., & Bates L. M. (1984)**. Early effects of excess boron on photosynthesis and growth of *Cucurbitapepo*. *Journal of Experimental Botany*, 35(3), 297-305.
- **Lynn E. G., Englis D.T. and Milum V. G. (1936)**. Effect of processing and storage on composition and color of honey. *J. Food Res*, 1: 23-27.
- **Maaprat (2012)**. Ecophyto2018. Réduire et améliorer l'utilisation des phytos: moins, c'est mieux Guide de bonnes pratiques phytosanitaires Entretien des Espaces Verts et Voiries. p.44.
- **Maes Honey (2021)**.
- **Mahouachi M. (2008)**. Etude de faisabilité de la mise en place de signes distinctifs de la qualité et/ou d'origine pour le miel tunisien, Ministère de l'agriculture et des ressources hydrauliques Tunisie, 49-50.
- **Manyi-Loh C. E., Ndip R.N. and Clarke A.M. (2011)**. Volatile compounds in honey: a review on their involvement in aroma, botanical origin determination and potential biomedical activities. *Int. J. Mol Sci*, 12: 9514-9532.
- **Marcheney, P., Berard L. (2007)**. L'homme, l'abeille et le miel. Paris, de borée, 223.
- **Maria Laura D. (2009)**. Etude de la faisabilité d'exportation du miel en Europe et du développement des certifications pour une valorisation soutenable de l'apiculture dans la division d'Inyonga, Tanzanie, p22.
- **Martel et al., (2008)**. Mémoire de dépistage des résidus d'antibiotique et développement d'un nouveau Kit, Gbésalgerie.
- **Meda A., Lamien C. E., Romito M., Millogo J. and Nacoulma O. G. (2005)**. Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. *J. Food chem*, 91: 571-577.
- **Mehryar L., Esmaili M. (2011)**. Honey and Honey Adulteration Detection: A Review, in: proceeding of: 11th International Congress on Engineering and Food, Athens, Greece.

Références bibliographiques

- **Mensah S. E. P., Koudande O. D., Sanders P., Laurentie M., Mensah, G.A., Abiola F.A. (2014).** Résidus d'antibiotiques et denrées d'origine animale en Afrique: risques de santé publique, Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics : REV SCI TECH OIE), 2-26p.
- **Mevius D-J., Rutter J-M., Hart C-A., Imberecht S. H., Kempf. G, Lafont J-P., Luthman J., Moreno M-A., Pantost I. A., Pohl P. et Willadsen C-M. (1999).** Antibiotic resistance in the European Union associated with therapeutic use of veterinary medicines. Report and qualitative risk assessment by the committee for veterinary medicinal products, page 1-57. Editions Le point vétérinaire.
- **Milhaud .G et Pinault. L. (1999).** Législation de la pharmacie vétérinaire. Chapitre III : évaluation des médicaments vétérinaires : Autorisation de Mise sur le Marché (AMM), limites maximales de résidus (LMR). Editions Le point vétérinaire, p 25-40.
- **Ministry Of Natural Resources And Tourism. (Juin 2007).** Guidelines for quality assurance of bee products in Tanzania. Forestry and Beekeeping Division, Dares Salaam, Tanzanie, 32 p.
- **Mitchell M. (2005).** Détection des résidus d'antibiotiques dans le lait de chèvre. Revue : Artificial Intelligence, n° 170(18), p. 1194-1212.
- **Michel B. (2018).** Mise en valeur des produits de l'apiculteur locaux dans les wilaya de Ain Temouchent, Laghouat, Sétif et Tlemcen, Alger, p74.
- **Moniruzzaman M., Sulaiman S. A., Khalil M. I. and Gan S. H. (2013).** Evaluation of physicochemical and antioxidant properties of sourwood and other Malaysian honeys: a comparison with Manuka honey. *Cent. J. Chem*, 7: 138.
- **Mukhisa K. (2017).** Manuel sur la protection du consommateur, nations unis, p2-3.
- **Nair S. (2014).** Identification des plantes mellifères et analyses physicochimiques des miels Algérien, Thèse de doctorat, Oran, p235.
- **Nicola B. (2010).** Le role des abeilles dans le developpemt rural, manuel sur la recolte, la transformation et la commercialisation des produits et services dérivés des abeilles, Rome,p
- **Oudjet K. (2012).** Le miel une denrée à promouvoir. Infos-CACQE, p1-3.
- **Person J. M. (1984).** Influence des résidus d'antibiotiques sur la flore digestive du consommateur Revue : Semaine vétérinaire, n° 203, Février 1981, p. 8.
- **Phillippe J. M. (2007).** Le guide de l'apiculteur. Ed d'E.D.I.S.U.D, p337.
- **Piasenzotto L., Gracco L. and Conte L. (2003).** Solid phase micro extraction (SPME) applied to honey quality control. *J. Sci. Food Agric*, 83: 1037-1044.

Références bibliographiques

- **Prost J. (2005).** Apiculture, Connaitre l'abeille, Conduire le rucher, 7ème édition, Paris, pp : 426-446.
- **Rami D. (2018).** Mémoire Etude des propriétés physico-chimique biochimique et sensorielle des miels mono floraux de divers région d'Algérie, UMMTO, Algérie, p01.
- **Ravazzi G. (2007).** Abeille et Apiculture, Edition De Vecchi S. A, Paris.
- **Ravazzi G. (2003).** Abeilles et apiculture. Paris, Editions de Vecchi, 159p.
- **Rossant A. (2011).** Le miel, un composé complexe aux propriétés surprenantes, Thèse de doctorat, Univer Lmoges, p132.
- **Ryckaert I. et al. (2003).** 42 questions sur le lait Édition IMP Bruxelles, septembre 2003, p. 13-56.
- **Sablomnière B. (2001).** Technologie alimentaire. Ellipses édition marketing S.A .P :25-106.
- **Sanders P. et al. (2011).** Utilisation des antibiotiques en élevages et enjeux de santé Publique. INRA Prod. anim., 24 (2), 199–204.
- **Sara Bonzini, Paulo Tremoloda, Marco Vighi, et al. (2011).** Article de prédiction de devenir des pesticides dans la ruche: résidu de flevinalate déterminés expérimentalement dans les abeilles, le miel et la cire. (Partie 1).
- **Schwarz, S. And E. Chaslus-Dancla. (2001).** Use of antimicrobials in veterinary medicine and mechanisms of resistance. VetRes 32 (3-4): 20125.
- **Schweitzer P. (2004).** Les critères de qualité du miel. Revue l'abeille de France N° 916. Laboratoire d'analyse et d'écologie apicole. P: 02.
- **Schweitzer P. (2005).** Encore des miels hors normes, Revue l'abeille de France N° 917, Laboratoire d'analyse et d'écologie apicole, p 03.
- **SCIPPO. M L. (2008).** Introduction à la qualité et la sécurité des aliments.
- **Stolzt. R (2008).** Les résidus des antibiotiques dans les denrées d'origine animale. Évaluation et maitrise dece danger. Université Claude Bernard Lyon 2008
- **Stuart J, Adams et al. (2008).** article de l'étude de la distribution et de l'épuisement des résidus dans les produits apicoles extrait de colonie d'abeille Millifères traitées (apis melliféraL).
- **TBS (Tanzania Bureau of Standards). (2006).** Tanzania Standards, Honey–Specification. Dar esSalaam, Tanzania, 22p.
- **Terrab A, Diez MJ, Heredia FJ. (2002).** Characterization of Moroccan unifloral honeys by their physicochemical characteristics. Food Chemistry ; 79: 337-73.

Références bibliographiques

- **TFDA (Tanzania Food and Drugs Authority). (Juillet2007).** Guide lines for registration and licesing of food products.(MHSW)Ministry of Health and Social Welfare, Dares Sallam, Tanzanie, 28 p.
- **Tucak Z., periskic M., Beslo D. and Tucak I. (2004).** Influence of the Beehive type on the quality of honey. CollAntropol, 28(1): 463-467.
- **Tucak Z., Puskadija Z., Beslo D., bukvic Z. and Milankovic Z. (1998).** Chemical organicleptic honey determination in honey herbs in the region Slavonia and Baranja. Sup. 30, biotehniske fake.univ. u ljubljani.pp. 299-302.
- **Tucak Z., Tucak A., Puskadija Z. and Tucak M. (2000).** Nutritious healing composition of some kinds of honey in Eastern Croatia.Agric, 6(1): 129-132.
- **Vernier V. et al. (2008).** Projet 48 dosage des tétracyclines dans le miel par différentes techniques d'analyse. P 9-10-18-2022-23.
- **Vidal-Naquet N. (2009).** Les médicaments vétérinaires pour les abeilles : Situation en Europe. Apivet. [en-ligne]. [http://www.apivet.eu/abeilles_dailleurs/] (consultée le 12 octobre 2011).
- **Xavier (2018).** Les qualités organoleptiques et physico-chimiques des miels. Abeille de compagne. Consulté le 25 mars 2019.
- **Zhou J., Yao, L. Li Y., Chen L., Wu L. and Zhao J. (2014).** Floral classification of honey using liquid chromatography–diode array detection–tandem mass spectrometry and chemometric analysis. J. Food chem, 145: 941-949.

Références webographies

- <https://www.doi.org/10.1016/j.talanta.2019.05.106> (Consulté le 15/10/2021).
- <http://www.journees3r.fr/spip.php?article2978> (Consulté le 22/09/2021).
- <http://www.maeshoney.com> (Consulté le 14/10/2021).
- <http://www.adaoa.ulg.ac.be/> (Consulté le 26/08/2021).
- <http://www.itsap.asso.fr> (Consulté le 20/09/2021).

Résumé

Le miel est un composé biologique très complexe et d'une très grande diversité, lui conférant une multitude de propriétés, aussi bien sur le plan nutritionnel que sur le plan thérapeutique, mais il est toujours exposé à des résidus qui sont transportés par l'abeille, et qui cause la réduction de ses valeurs qualitatifs.

Dans ce contexte que s'inscrit notre recherche bibliographique, qui a porté tout d'abord sur la présentation des médicaments vétérinaires utilisés dans le traitement des ruches ainsi que les pesticides employés dans le domaine agricole en s'attachant à l'aspect réglementaire, et ensuite nous sommes intéressé aux procédures de fixation des LMR des résidus ainsi qu'à la démarche de surveillance de la qualité des miels. Il ressort de cette recherche la nécessité ou l'obligation d'évaluer le risque, due aux résidus, encouru par le consommateur, pour ce faire, la détection et le dosage des résidus dans le miel peuvent être effectués efficacement en utilisant des méthodes chromatographiques grâce à leurs fiabilité, leurs sensibilité, leurs reproductibilité et leurs efficacité.

Mots clés : le miel, résidus, qualité, risque sanitaire, chromatographies, LMR.

Summary

Honey is a very complex biological compound of great diversity, giving it a multitude of properties, both nutritionally and therapeutically, but it is always exposed to residues, which are transported by the honey. Bee, and which causes the reduction of its qualitative values.

In this context that fits our bibliographic research, which focused first of all on the presentation of veterinary drugs used in the treatment of beehives as well as pesticides used in the agricultural field by focusing on the regulatory aspect, and We then looked at the procedures for setting MRLs for residues as well as the process for monitoring the quality of honey. It emerges from this research the need or the obligation to evaluate the risk, due to the residues, incurred by the consumer, to do this, the detection and the dosage of residues in honey can be carried out efficiently using chromatographic methods thanks to their reliability, sensitivity, reproducibility and efficiency.

Key words: honey, residues, quality, health risk, chromatographs, MRLs.

:

.

.

.

: