

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou

Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques.
Département de Sciences Agronomiques.
Spécialité sécurité agro-alimentaire et assurance qualité.



Mémoire de Fin d'Etudes

En vue de l'obtention du diplôme de Master en sciences alimentaire
Option : sécurité agroalimentaire et assurance qualité.

Thème :

Miel : composition, production et qualité sanitaire

Présenté par :

Kolli myassa
Menous lydia
Kebaili toufik

Devant le jury :

Président : Mr. Amrouche T	Professeur	UMMTO
Examinatrice : Mme. Remane Y	Maitre-assistant	UMMTO
Encadreur : Mr. Bengana M	Maitre de conférence	UMMTO

Année universitaire : 2021 / 2022

Remerciement

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

*Nous tenons à exprimer notre remerciement respectueux, et profonde reconnaissance à notre promoteur Monsieur **Bengana Mohamed** ; qui nous a orienté et conseillé tout au long de ce travail, son assistance et ses remarques constructives.*

Nous tenons également à le remercier de nous avoir suggéré ce thème et pour ses encouragements et toutes ses corrections.

Nous remercierons également les membres de jury, qui nous ont fait l'honneur de juger notre travail.

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

Dédicace

*Je dédie Ce mémoire : A mes chers parents ma maman adorée et mon
papa pour leur patience, leur amour, leur soutien et leurs
encouragements. A mon cher jumeau Amayas A ma petite sœur adoré
Nina A mes tantes et oncles A mes chers grands parents A mes
cousins et cousines A mes amies A mes binômes Lydía et Toufik
A tout ceux qui m'ont soutenu de près ou de loin*

Myassa

Dédicace

Je dédie ce mémoire : A mes parents. Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour dont ils ne cessent de me combler. Que dieu leur procure bonne santé et longue vie.

*A mes chères grandes sœurs **Faïza** et **Lamia** et leurs maris **Farid** et **Mohamed**, mes frères **Rabah** et **Amirouche**, et jida azizen **Malha**.*

*A ma princesse, ma nièce **Elena**, mes beaux neveux **Adam**, **Camilo**, **Maxil** et mon petit **Axil**.*

*A mes copines **Hayat**, **Dalila**, **Amina** ... et à tous mes amis*

Lydia

Dédicace

Je dédie Ce mémoire: A Mes très chers parents, mon frère et mes 3 sœurs qui m'ont beaucoup soutenue et encouragée durant tout mon parcours.

*A mon ami **Malik** , mon cousin **zinou** et tous mes autres amis.*

Ainsi ,toute la famille universitaire et notre promoteur Monsieur

BENGANA MOUHAMED.

A mes deux binômes avec qui j'ai partagé des moments magnifiques durant toute la période de la rédaction du mémoire

Toufik

Liste des abréviations

HMF : hydromethylfurfural.

PB : plomb.

CD : cadmium.

PCB : polychlorobiphényles.

BQ : Becquerel.

CS : césium.

OGM : organisme génétiquement modifié.

LMR : limites maximale des résidus.

AFSSA : Agence française de sécurité sanitaire des aliments

ANSES : agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail.

HPLC : chromatographie liquide à haute performance.

LC-MS : chromatographie en phase liquide et spectrométrie de masse.

ELISA : enzyme-linked immunosorbent assay.

ZN : zinc

ECD : électron capture détection.

NPD : nitrogène phosphorus détection.

MS : spectrométrie de masse.

SPE : extraction en phase solide.

SAA : spectrophotomètre d'absorption atomique.

CE : comité d'entreprise.

HACCP: Hazard Analysis and Critical Control Point.

SPF : service publique fédéral.

Liste des figures

Figure 01 : le miel	02
Figure 02 : composition du miel	06
Figure 03 : les 4 principaux critères de la qualité du miel	09
Figure 04 : le chasseur, souffleur et brosse a abeille	12
Figure 05 : désoperculation du miel.....	13
Figure 06 : l'extraction, la décantation et filtration du miel	14
Figure 07 : mise en pots du miel	15
Figure 08 : aménagement des locaux permanents.....	32
Figure 09 : kit de miellerie	33

Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Liste d'abréviations

Liste des figures

Introduction..... 01

Chapitre I :

Généralités sur le miel

I. Généralités sur le miel.....	02
I.1.Miel	02
I.2.L'origine de miel	02
I.2.1. Le nectar	02
I.2.2. Le miellat	03
I.3.Classification des miels	03
I.3.1. Selon l'origine florale	03
I.3.2. Selon la couleur	04
I.3.3. Selon l'Origine géographique	04
I.3.4. Selon la méthode d'extraction du rayon.	04
I.1.3.5. Selon les modes de présentation	05
I.4.Elaboration du miel.....	05
I.5.Composition chimique du miel.....	06
I.6.Qualité du miel	08

Chapitre II :

Technologie d'extraction du miel

II. Technologie d'extraction du miel	11
II.1. Définition de l'apiculture	11
II.2. Au niveau de la ruche	11
II.2.1. La récolte des cadres.....	11
II.3. Au niveau de la miellerie	12
II.3.1. La déshumidification	12
II.3.2. La désoperculation	13
II.3.3. L'extraction	13
II.3.4. La décantation	14
II.3.5. La filtration	14
II.3.6. Maturation du miel	14
II.3.7. Mise en pots	15

Chapitre III :

Management de la sécurité sanitaire du miel

III. Management de la sécurité sanitaire du miel	16
III.1. Définitions de contaminant	16
III.2. Les dangers chimiques liée à l'environnement	16
III.2.1. Les métaux lourds	16

III.2.2. Les contaminant organiques	16
III.2.3. La radioactivité.....	17
III.2.4. Les organismes génétiquement modifiés (OGM)	17
III.2.5. Les insecticides	17
III.3. Les dangers chimiques liés à l'apiculture	18
III.3.1. Acaricides.....	18
III.3.2. Les antibiotiques	18
III.4. Les dangers micro biologique	18
III.5. Les dangers physiques	19
III.6. Risques des contaminants sur la santé du consommateur	19
III.7. Moyens de maitrise des dangers	20
III.7.1. Les dangers microbiologiques	20
III.7.1.1. Spores botuliques	20
III.7.2. Les dangers chimiques	20
III.7.3. Les dangers physiques	21
III.8. Connaître la réglementation sur les limites de résidus dans les produits de la ruche	21
III.8.1. Les LMR des acaricides dans le miel (utilisés comme médicaments vétérinaires)	21
III.8.2. L'absence de LMR pour les antibiotiques dans les produits de la ruche	22
III.8.3. Les LMR de pesticides dans le miel	22
III.8.4. Des limites en plomb dans le miel.....	22
III.9. Les méthodes de détection	22
III.9.1. Méthodes de détection des résidus d'antibiotique	22
III.9.2. Méthodes de détection de pesticides	23
III.9.3. Méthodes de détections des métaux lourd	23

III.9.4. Méthodes de détection des OGM	23
III.9.5. Méthodes de détection de la radioactivité	23

Chapitre IV :

Guide des bonnes pratiques Apicoles

IV. Guide de bonnes pratiques apicoles	24
IV.1. Présentation	24
IV.2. Au niveau de la ruche.....	24
IV.2.1. Choix du matériel	24
IV.2.1.1. Grille à reine.....	25
IV.2.1.2. Lève cadre et brosse souple	25
IV.2.1.3. Enfumoir et combustibles	25
IV.2.2. Entretien du matériel	25
IV.2.2.1. Entretien des ruches	25
IV.2.2.2. Entretien des cadres	26
IV.2.2.3. Entretien du petit matériel.....	26
IV.2.3. Stockage du matériel	26
IV.2.4. Choix de l'emplacement des ruches	26
IV.2.5. Travaux au rucher	27
IV.2.6. Nourrissement	29
IV.2.7. Pathologie	29
IV.2.7.1. Identification	29
IV.2.7.2. Mesures préventives.....	29
IV.2.7.3. Les maladies à déclaration obligatoire et mesure à prendre	29

IV.2.7.4. Traitement	30
IV.3. Dans la miellerie	30
IV.3.1. Rappel de la réglementation	30
IV.3.2. Retrait des abeilles	31
IV.3.3. Hygiène des personnes.....	31
IV.3.4. Caractéristiques de la miellerie	31
IV.3.5. Entretien des locaux	31
IV.3.6. Aménagement des locaux permanents	32
IV.3.7. Humidité	34
IV.3.8. Type de matériel utilise en contact direct avec le miel.....	34
IV.4. Opérations sur le miel	34
IV.4.1. Choix des cadres à extraire	34
IV.4.2. Désoperculation	34
IV.4.3. Extraction	35
IV.4.4. Déshumidification du miel en hausse	35
IV.4.5. Filtration	35
IV.4.6. Maturation et écumage	35
IV.4.7. Gestion des co-produits.....	36
IV.5. Traçabilité	36
IV.5.1. Définition	36
IV.5.2. Mettre en place un système de traçabilité en apiculture	36
IV.6. Mise en pot.....	37
IV.6.1. Etiquetage du miel	38
IV.6.2. Stockage du miel en longue durée	38

Conclusion 39

Références bibliographiques

Résumé

Introduction générale

Introduction générale

Nous connaissons tous le miel, et il est largement consommé par toutes les populations humaines depuis la préhistoire, il y a au moins 13 000 ans, comme en témoignent les peintures rupestres en Espagne. Tous les dictionnaires des XIXe et XXe siècles définissent le miel comme "une substance sucrée produite par certains insectes, comme les abeilles", "le miel désigne la substance sucrée naturelle produite par les abeilles à partir du nectar des fleurs, des excréments des parties vivantes des plantes, ou des excréments d'insectes laissés sur les parties vivantes des plantes, ces dernières vont être butinés, métabolisés, ensuite mélangé avec certaines substances qui seront accumulées, concentrées dans le nid d'abeilles. Le miel élaboré et ensuite extrait, purifié, mûri et conditionné (Lobreau-Callen , 2000).

Le miel et les produits apicoles ont l'image d'être naturel, sain et propre. Cependant, des études récentes ont montré que les différents types de miels consommés dans le monde sont produits dans un environnement pollué par différentes sources de contamination, ainsi que par les méthodes d'extraction. Afin de commercialiser un produit de qualité, la vente de miel est régie par toute une législation. Il est donc important pour les apiculteurs de localiser et d'exclure les différentes sources de pollution.

Notre travail s'inscrit dans le but d'accroître les connaissances pour produire un miel sain, qui répond aux besoins des consommateurs.

- Nous traiterons dans un premier temps des généralités sur le miel et sa technologie d'extraction.
- Nous aborderons par la suite le management de la qualité sanitaire du miel via la mise en place d'un guide des bonnes pratiques apicoles afin d'avoir un produit sain et qui répond aux normes de qualité réglementaire.

Chapitre I :

Généralités sur le miel

I. Généralités sur le miel

I.1. Miel

Le miel est la substance naturelle sucrée produite par les abeilles (*Apis mellifera*) à partir du nectar de plantes ou à partir de sécrétions provenant de parties vivantes de plantes ou à partir d'excrétions d'insectes butineurs laissées sur les parties vivantes de plantes, que les abeilles butinent, transforment en les combinant avec des substances spécifiques qu'elles sécrètent elles-mêmes, déposent, déshydratent, emmagasinent et laissent affiner et mûrir dans les rayons de la ruche. (Codex alimentarius, 2019).



Figure 1 : Le miel. (passeportsante, 1998-2022).

I.2. L'origine de miel

Le miel provient des plantes par l'intermédiaire des abeilles à partir du nectar recueilli dans la fleur et /ou du miellat récolté sur les plantes (Buba et al., 2013).

I.2.1. Le nectar

Le nectar est produit par des organes propres aux végétaux supérieurs, qui portent le nom de nectaires. Ce sont des structures glandulaires de petite dimension dont la localisation est très variable, qui reçoivent un canal (faisceaux libéro-ligneux) acheminant la sève de la plante. On distingue des nectaires floraux (à la base des fleurs), et des nectaires extra floraux (sur les feuilles, les tiges ou les autres parties de la plante). (Von Frisch., 2011).

- **Compositions du nectar**

Le nectar est un mélange chimique complexe constitué d'eau, de sucres ainsi que d'autres substances (protéines, lipides, minéraux etc.). Dans la majorité des nectars floraux, les sucres constitutifs sont le glucose, le fructose et le saccharose. Leurs proportions relatives sont propres à chaque espèce végétale. (Hidaoa, 2010-2011).

I.2.2. Le 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. Le miellat est un liquide épais, sombre et visqueux composé de : 60% de saccharose, 20% de mélizitose ; 10% de lévulose et du maltose, du tréhalose, de la raffinose, du glucose, d'eau, de minéraux et d'acides aminées. (Prost, 2005).

I.3. Classification des miels

Le miel est classé en fonction de plusieurs critères.

I.3.1. Selon l'origine florale

- **Les miels mono floraux**

Les miels dits « monofloraux » sont élaborés à partir d'une seule espèce végétale. Ils sont relativement difficiles à obtenir car pour que les abeilles s'intéressent à une variété en particulier, il faut que sa floraison soit abondante et localisée sur une étendue suffisante. Pour qu'un miel soit considéré comme monofloral, il doit être composé à 80 % d'une même espèce végétale. Afin d'obtenir ce résultat, les ruches doivent être placées près de l'espèce végétale considérée, au cours de sa floraison, et la récolte doit avoir lieu dès la fin de la miellée. Toutefois, le butinage n'étant pas une science exacte, seule une analyse en laboratoire peut certifier le caractère monofloral d'un miel. (Guide-du-miel, 2013).

- **Les miels poly floraux**

Les miels mutifloraux ou polyfloraux, sont, comme leurs noms l'indique, issus de plusieurs espèces végétales différentes. Ils sont donc, en règle générale, désignés soit par leur origine géographique (région, massif, etc.) : « miel haute montagne » ; soit par type de paysage floral : « miel de forêt ».

On trouve également les appellations « Miel toutes fleurs » ou « Miel de printemps », qui se composent, le plus souvent, de colza mélangé à d'autres types floraux. (miels polyfloraux, 2013).

I.3.2. Selon la couleur

La grande variété de couleurs des miels dépend de la diversité de nos terroirs et des paysages qui les composent. Produit naturel par excellence, le Miel possède des couleurs qui dépendent directement de la flore, source de vie pour la ruche. (miels polyfloraux, 2013).

I.3.3. Selon l'Origine géographique

Certains miels poly floraux ont acquis une réputation particulière qui est liée à leur origine géographique, qu'il s'agisse d'une petite région, d'une province d'un continent. par contre, il n'est pas impossible qu'une origine florale soit associée avec une région. (Emmanuelle, 1996).

I.3.4. Selon la méthode d'extraction du rayon.

- Le miel extrait est le miel obtenu par centrifugation de rayons désoperculés ne contenant pas de couvain.
- Le miel pressé est le miel obtenu par pressage de rayons ne contenant pas de couvain.
- Le miel égoutté est le miel obtenu en égouttant des rayons désoperculés ne contenant pas de couvain. (Codex alimentarius,2019).

I.1.3.5. Selon les modes de présentation

- Le miel proprement dit est un miel sous forme liquide ou cristallisée ou un mélange des deux formes.
- Le miel en rayons est le miel emmagasiné par les abeilles dans les alvéoles de rayons fraîchement construits ne contenant pas de couvain, et vendu en rayons operculés entiers ou en sections de rayons operculés.
- Les rayons découpés présentés dans du miel ou le miel avec morceaux de rayons, c'est-à-dire du miel renfermant un ou plusieurs morceaux de miel en rayons. (codex alimentarius, 2019).

I.4. Elaboration du miel

Une butineuse effectue entre 20 et 50 voyages par jour, chacun demandant environ 15 minutes. La distance de butinage d'une colonie dépend de la structure du paysage, de la saison et de la colonie elle-même (Buchmann et Shipman, 1991). La distance médiane de butinage est estimée entre 1,2 km et 6,1 km (Beekman et Ratnieks, 2000). Certains auteurs considèrent que la majorité des butineuses effectuent leurs récoltes dans un rayon de 2 km (Chauvin, 1968 ; Buchmann et Shipman, 1991). L'élaboration du miel commence lorsque les abeilles butineuses recueillent le nectar et/ou le miellat, par aspiration avec leurs trompes et qu'elles l'emmagasinent dans le jabot en y ajoutant de la salive ce qui le rend fluide et surtout l'enrichit en enzyme (la gluco-invertase) qui transforme les polysaccharides en sucres simples.



De retour à la ruche, la butineuse transfère le nectar « prédigéré » à des abeilles ouvrières qui vont par trophallaxie compléter et achever la transformation commencée, avant d'aller dégorger ce liquide dans les alvéoles de cire disponibles. La trophallaxie correspond au transfert du nectar d'une abeille à une autre, de bouche en bouche, par régurgitations successives. Ainsi, au fil des échanges

Entre les abeilles, la composition de la miellée évolue ; sa teneur en eau s'abaisse tandis que sa concentration en sucres augmente, elle s'enrichit en substances salivaires, notamment des enzymes (invertase, diastase, glucose-oxydase). Les abeilles ventileuses créent un flux d'air afin de déshumidifier progressivement le futur miel. Lorsqu'il atteint la teneur en eau souhaitée, 17% en moyenne, pour environ 83% de sucres, les abeilles bouchent les alvéoles par un opercule de cire, afin qu'il soit protégé de l'humidité. Au terme de ces différentes étapes, une solution super-saturée en sucres est obtenue : le miel. Les colonies ont besoin de stocker environ 35 kg de miel pour répondre à leurs besoins hivernaux, les apiculteurs ne prélèvent donc que ce qui est produit au-delà de cette quantité. Si le miel est récolté fréquemment, vous pouvez présenter aux consommateurs un assortiment de miels aromatisés différents, classés selon l'origine ou la saison des fleurs.

I.5. Composition chimique du miel

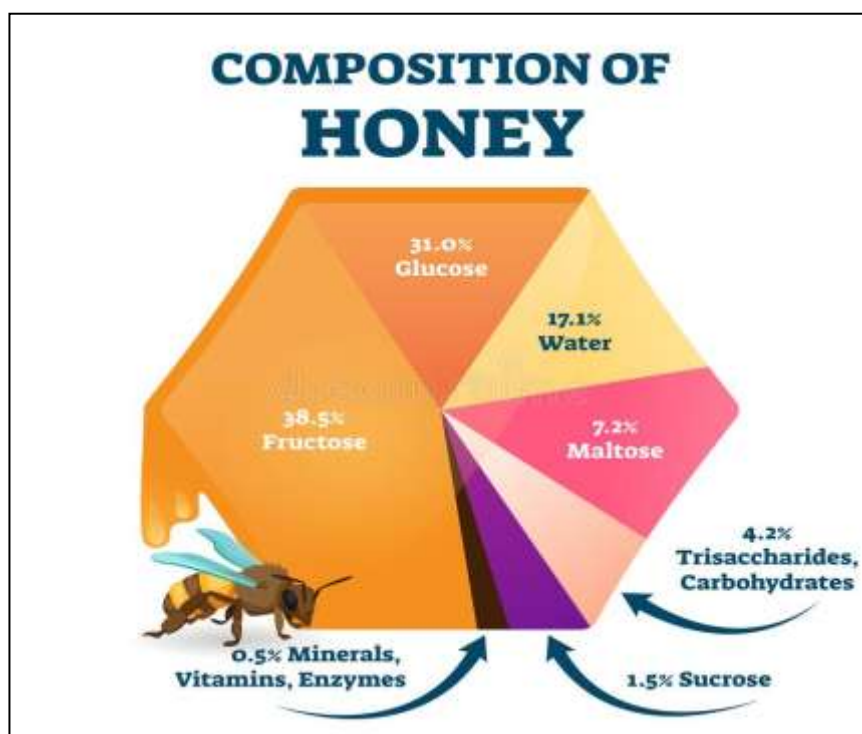


Figure 2 : Composition du miel. (univers du miel , 2014).

- **Eau**

L'eau est l'un des composants les plus importants du miel et provient du nectar butiné par les abeilles ou sa teneur dans le miel varie entre 17% à 19% (Laurent, 2005). La teneur en eau dépend de l'origine florale, des conditions climatiques et d'autres facteurs (le degré de maturation). Si la teneur en eau est supérieure à 20%, le miel risque de se fermenter rapidement (Gupta et al. 2014).

- **Glucides**

Il est constitué de 75 à 80% de glucides avec 40% de fructose, environ 35% de glucose, un peu moins de 2% de saccharose selon les plantes que les abeilles ont butinées, ainsi que de 2% de maltose et de divers polysaccharides. Les miels sont formés de quatre à plus de dix sucres différents (Prost, 2005).

- **L'hydroxyméthylfurfural**

Les monosaccharides, et tout particulièrement le fructose, sont dégradés en milieu acide par déshydratation moléculaire avec formation d'hydroxyméthylfurfural(HMF). Le taux d'HMF est le critère le plus fiable pour déterminer l'âge d'un miel, et son éventuelle dégradation. Ni les nectars, ni les miellats, ni les miels frais ne contiennent de l'HMF. La production de HMF est favorisée par la forte teneur en fructose et par l'acidité du milieu. D'après le Codex Alimentarius (2003), la teneur en HMF ne doit pas dépasser 40mg/Kg.

- **Sels minéraux**

Le miel contient également de nombreux minéraux et oligo-éléments comme le potassium, le Calcium, le Sodium, le Magnésium, le Manganèse, le Fer, le Cuivre, le Bore, Phosphore, Soufre, Zinc, et Baryum, et le Silicium. Certains de ces oligo-éléments jouent un rôle important dans l'équilibre ionique et les réactions enzymatiques des cellules (Clemence, 2005).

- **Les acides organiques**

Le miel contient des acides organiques sous forme libre ou combinée (lactones), l'acide gluconique est le principal acide organique retrouvé dans le miel ; il est formé à partir du glucose sous l'action de la glucose-oxydase. D'autres acides tels que les acides citrique, malique, maléique et formique peuvent aussi être présents dans le miel (Gonnet, 1982).

- **Vitamines**

Le miel contient de petites quantités de vitamines, en particulier la vitamine B, qui proviennent des grains de pollen en suspension. Les vitamines présentes dans le miel sont la thiamine (B1), la riboflavine (B2), acide nicotinique (B3), acide pantothénique (B5), pyridoxine (B6), biotine (B8 ou H) et l'acide folique (B9). La vitamine C est également présente. Les vitamines présentes dans le miel sont mieux préservées en raison du Ph relativement acide des miels. (Bonté et Desmoulières, 2013).

- **Enzymes**

Le miel contient plusieurs enzymes dont la présence est liée à l'origine du miel : animale ou végétale. Dans la source végétale, le nectar contient dès sa récolte des enzymes qui agissent sur les sucres ; les sécrétions de l'abeille viennent ajouter les enzymes sécrétés par les glandes pharyngiennes (Louveaux, 1968). De nombreuses enzymes se retrouvent dans le miel : l'invertase, l' α -amylase, la β -amylase, l' α -glucosidase, glucose oxydase, la catalase et la phosphatase. (Clément, 2009).

- **Lipides**

Les stérols forment la très grande majorité des lipides présents dans les miels. On les retrouve sous forme de cholestérol libre et sous forme d'esters de cholestérol. Ces derniers pouvant après consommation, devenir précurseurs d'hormones stéroïdiennes, les autres lipides sont des triglycérides et des acides gras libres tels que l'acide palmitique, oléique et linoléique, à l'exception du miel de tournesol, les miels ne contiennent que très peu de lipides. (Clemence, 2005).

- **Protides**

Le miel est une substance assez pauvre en protides. On y trouve des peptones, des albumines, des globulines ainsi que des acides aminés comme la proline, l'acide aspartique, l'acide glutamique, l'alanine, la cystéine. (Fredot, 2005).

I.6. Qualité du miel

Un miel de qualité est avant tout un miel fraîchement récolté dont le taux d'humidité est en dessous de 18%, et qui a été bien filtré et décanté selon la norme des 4 principaux critères de la qualité du miel. (Boghen, 2016).

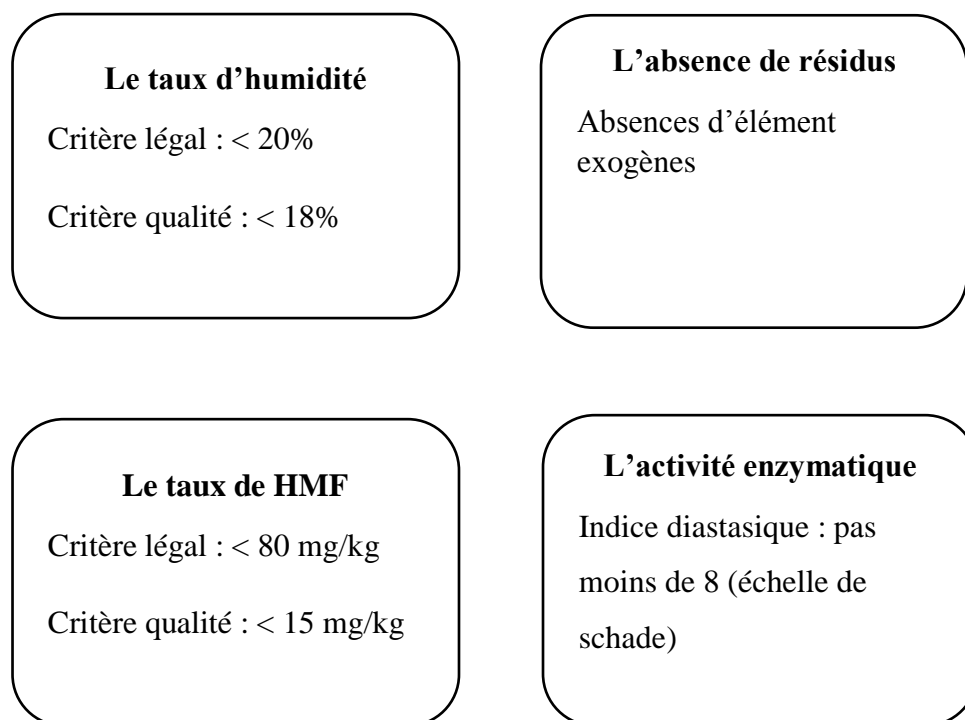


Figure 3 : Les 4 principaux critères de la qualité du miel. (Technopôle , 2016).

- **Le taux d'humidité**

L'utilisation d'un réfractomètre prévu pour le miel et correctement étalonné permet une lecture simple et rapide de ce paramètre. Le taux d'humidité d'un miel, exprimé en %, reflète la quantité d'eau contenue dans ce miel. Un miel analysé à 17% d'humidité contient donc 17g d'eau pour 100g de miel. Il s'agit de l'eau restante après le travail de séchage du nectar récolté par les butineuses. Un miel qui n'est pas complètement operculé, n'est pas encore "fini" pour les ouvrières, et contient donc encore souvent trop d'eau pour une bonne conservation. C'est pour cela qu'il est impératif de récolter des cadres de miel dont la quasi-totalité des cellules est operculée.

La valeur maximum recommandée du taux d'humidité est 17-18%, mesure effectuée à 20°C. Au-delà de ce taux, le miel contient trop d'eau est présente un risque important de fermentation. (Technopôle , 2016).

- **Résidus physiques**

Un miel de qualité est exempt de tout résidu tels que (des morceaux de cire, de pattes d'abeilles, de fourmis, de cheveux, ...). Pour ce faire une filtration soignée et un temps de décantation suffisant doivent permettre de ne laisser aucune impureté dans le miel.

Il existe plusieurs systèmes de filtration comme (tamis, passoire double, filtre à chaussette, filtre à poche sous pression, ...). La décantation nécessite de laisser reposer le miel dans un maturateur, le temps nécessaire à la remontée des éventuelles impuretés et bulles d'air en surface. Ensuite le robinet en position basse du maturateur permet un sous-tirage du miel, et ainsi la mise en pot d'un produit sans résidus physiques. (CPA, 2016).

- **L'activité enzymatique**

Lors du processus d'élaboration du miel, les abeilles ajoutent des enzymes au nectar et/ou au miellat récolté. Ces enzymes sont des protéines (dotées de propriétés catalytiques), molécules fragiles et sensibles à la chaleur. L'évaluation de l'activité enzymatique est un critère plus sensible que le HMF pour estimer la fraîcheur d'un miel et les détériorations dues au stockage. Les 3 enzymes les plus souvent analysées en laboratoire spécialisé sont l'invertase ou saccharase (qui transforme le saccharose en fructose et glucose), la diastase ou amylase (qui découpe les grosses molécules comme l'amidon en sucres plus petits) et la glucose-oxydase (qui produit de l'eau oxygénée, en partie responsable du pouvoir désinfectant du miel). Une bonne activité enzymatique permet de vérifier que le miel est frais, qu'il a été stocké dans de bonnes conditions et qu'il n'a pas été trop chauffé. (Boghen, 2016).

- **HMF**

L'hydroxy méthyl furfural (HMF) est analysé en laboratoire avec des équipements spécifiques. Le HMF résulte essentiellement du chauffage excessif du miel et est également lentement produit durant le stockage. C'est donc un marqueur du vieillissement et du chauffage du miel. Il s'agit d'un composé organique issu de la déshydratation de certains sucres (glucose, fructose). La valeur légale maximum autorisée est de 80 mg/kg pour les miels provenant de pays où règnent des températures ambiantes tropicales. Les miels de qualité ont en général une teneur inférieure ou égale à 15 mg/kg. (CPA, 2016).

Chapitre II :
Technologie d'extraction du
miel

II. Technologie d'extraction du miel

II.1. Définition de l'apiculture

L'apiculture concerne l'élevage de l'abeille à miel domestique (*Apis mellifera*). Cette activité est pratiquée depuis la plus haute antiquité, et encore l'apiculture est l'élevage des abeilles domestiques, d'une part pour l'exploitation des largement répandue, l'apiculture est originaire du proche- Orient. Il y a plusieurs millénaires, les premiers qui élevaient des abeilles et faisaient déjà le commerce du miel et de la cire le long de la côte orientale de l'Afrique sont les Egyptiens. (Boucif, 2017).

II.2. Au niveau de la ruche

II.2.1. La récolte des cadres

Au printemps, les apiculteurs prennent soin de mettre les rayons vides dans les ruches pour la future miellée. Au bout de quelques semaines, lorsque le temps est favorable, les abeilles ont fini de butiner et leurs alvéoles sont pleines de nectar. Lorsque la plupart d'entre eux sont scellés (scellés à la cire), l'apiculteur les récolte et les ramène à la miellerie. Pour ce faire, il enlève d'abord les abeilles qui se trouvent dans l'accessoire (cadre ou boîte avec un peigne) ainsi que le miel. (Techniques apicoles, 2018). Il existe plusieurs techniques pour y parvenir :

- **Le chasseur d'abeilles**

Méthode plus douce et de plus en plus utilisée, le plateau chasse-abeilles, qui permet aux abeilles de descendre de la hausse vers le corps de ruche tout en leur interdisant la remontée. Ils sont très efficaces lorsque les cadres de miel sont bien operculés et qu'ils ne contiennent pas du couvain. C'est pour quoi avant la miellée, on place généralement une grille à reine entre la hausse et le corps de la ruche. (Boulahbel, 2020).

- **Le souffleur d'abeilles**

Cette méthode consiste à souffler les abeilles hors de la hausse. La hausse est placée de chantau-dessus de la ruche après l'avoir légèrement enfumée pour que la majorité des

abeilles descendent. Elles sont pulsées vers l'extérieur pour retomber devant la ruche, si possible sur une surface enherbée, donc plus douce.

- **La brosse à abeilles**

Enfumer les abeilles et brosser chaque cadre avant de les placer dans une hausse vide posée à côté de la ruche. (Boulahbel, 2020).



Figure 4 : le chasseur d'abeille (1) , souffleur d'abeille (2) et brosse à abeille (3).
(production du miel, 2020).

II.3. Au niveau de la miellerie

II.3.1. La déshumidification

À la miellerie, une boîte à miel est placée dans une pièce avec un déshumidificateur. Avec une humidité idéale, le miel peut être conservé très longtemps. Cette étape est beaucoup plus difficile dans les pays tropicaux où le climat crée des taux d'humidité très élevés et difficiles à contrôler. Le miel de ces pays a souvent une durée de conservation courte et fermente facilement (mousse de miel). Le miel humide est également reconnu car il est dans un état plus liquide. (Techniques apicoles, 2018).

Une fois la hausse débarrassée des abeilles, l'apiculteur retourne la caisse remplie de cadres de miel à la miellerie et suit la procédure de conditionnement. La première étape consiste à déshumidifier le miel. Dans la ruche, les abeilles contrôlent cette variable par la ventilation, alors qu'à la récolte, la présence, le transport et la manipulation de cellules non

operculées augmentent les niveaux d'humidité. Cependant, le miel extrait doit avoir une teneur en humidité de 17-18% (la même teneur en humidité que lorsque les abeilles le fabriquent) ou il y a un risque de fermentation.

II.3.2. La désoperculation

Il s'agit d'enlever les opercules qui ferment les cellules afin de libérer le miel. La désoperculation consiste à enlever l'opercule de cire qui ferme les alvéoles pleines de miel afin de pouvoir extraire le miel des cadres. Ce travail est réalisé le plus souvent à l'aide d'un couteau à désoperculer ou d'une fourchette spéciale. Les grosses exploitations utilisent des machines à désoperculer pour faire ce travail. (Boulahbel, 2020).



Figure 5 : Désoperculation du miel. (univers du miel , 2014).

II.3.3. L'extraction

L'extraction consiste à sortir le miel des alvéoles en plaçant les cadres désoperculés dans l'extracteur.

S'il s'agit d'un extracteur radiaire, il suffira de faire tourner l'extracteur à petite vitesse dans un premier temps puis de plus en plus vite jusqu'à ce que tout le miel de deux côtés soit projeté sur les parois de l'extracteur (le miel sort en même temps des deux côtés).

Pour les extracteurs tangentiels, il faudra procéder par étape si on souhaite préserver les cadres. On fera d'abord tourner l'extracteur à petite vitesse pour extraire environ la moitié du miel sur une face des cadres. Puis il faudra retourner tous les cadres et extraire tout le miel sur ce deuxième côté. Ensuite on pourra à nouveau retourner les cadres et en extraire le reste du

miel contenu sur la première face. Cette méthode permet de ne pas écraser les cadres sous l'effet de la force centrifuge. Le miel sera récupéré à la sortie de l'extracteur. (production du miel, 2020).

II.3.4. La décantation

Le miel extrait est recueilli dans de grandes cuves pendant environ 24 heures, le temps de la première décantation naturelle. La cire est plus légère que le miel, elle flotte donc à la surface. C'est comme un filtrage naturel. (Techniques apicoles, 2018).

II.3.5. La filtration

Après la phase d'extraction, il reste dans le miel de petites impuretés telles que des résidus de cire, de la poussière de pollen, des particules de bois, des fragments de propolis et divers débris organiques laissés par les abeilles (morceaux de pattes, etc.). Il faut donc filtrer le miel à plusieurs reprises pour le purifier. Lorsqu'on possède quelques ruches, un système artisanal pour la filtration convient. La première filtration s'organise à la sortie de l'extracteur, la seconde se passe au-dessus des maturateurs à travers un filtre en toile fine de nylon (maille 0,6 mm). Un filtrage bien effectué permet de proposer au consommateur un miel de qualité débarrassé de toute impureté. (production du miel, 2020).



(1)



(2)



(3)

Figure 6 : L'extraction (1), la décantation (2) et filtration du miel (3). (production du miel, 2020).

II.3.6. Maturation du miel

Une fois le miel est filtré une première fois afin d'être débarrassé des plus grosses particules des cires, grains de pollen ou déchets divers. Pour qu'il devienne parfaitement limpide « pur », il faut le stocker et de le laisser reposer pendant quelque jours (durant quatre à cinq jours à une température de 25 °C Minimum) dans un grand récipient en inox « maturateur » doté d'un robinet dans sa partie inferieur. En effet Cette durée correspond au temps nécessaire pour que l'ensemble des impuretés (comme de minuscules bulles d'air ou autres impuretés et un peu de miel moins dense) remontent à la surface et constituent une écume blanchâtre, qui sera retirée à l'aide d'une spatule avant de mettre le miel en pots. (récolte du miel, 2020).

II.3.7. Mise en pots

Enfin le miel est prêt pour mettre dans son pot (préférence au pot en verre) avec un couvercle à visser (type twist-off) qui protège bien le pot de l'intrusion d'air humide et une étiquette avec toutes les mentions légales. (récolte du miel, 2020).



Figure 7 : La mise du miel en pots. (univers du miel , 2014).

Chapitre III :
Management de la sécurité
sanitaire du miel

III. Management de la sécurité sanitaire du miel :

III.1. Définitions de contaminant

« Toute substance qui n'est pas intentionnellement ajoutée à la denrée alimentaire, mais qui est cependant présente dans celle-ci comme un résidu de la production (y compris les traitements appliqués aux cultures et au bétail et dans la pratique de la médecine vétérinaire), de la fabrication, de la transformation, de la préparation, du traitement, du conditionnement, de l'emballage, du transport ou du stockage de la dite denrée, ou à la suite de la contamination par l'environnement. L'expression ne s'applique pas aux débris d'insectes, poils de rongeurs mais aux autres substances étrangères ».

III.2. Les dangers chimiques liés à l'environnement

III.2.1. Les métaux lourds

L'air et le sol contiennent des métaux lourds, principalement provenant de l'industrie et du trafic, qui peuvent également contaminer la colonie d'abeilles et ses produits. Le plomb, (Pb) et le cadmium (Cd) sont considérés comme les principaux métaux lourds toxiques et sont donc les plus fréquemment étudiés. Le plomb, contenu dans l'air et provenant principalement du trafic automobile, peut contaminer l'air et ensuite directement le nectar et le miellat. En général, le Pb n'est pas transporté par plantes. Par contre, le Cd, provenant de l'industrie métallurgique et des incinérateurs, est transporté depuis le sol vers les plantes et peut ensuite contaminer le nectar et le miellat. Seule une petite partie du Cd pourrait atteindre le miel par voie aérienne, principalement à proximité des incinérateurs. (Leita et al, 1996 ; Fakhim-Zadeh et Lodenius, 2000 ; Porrini et al, 2002).

III.2.2. Les contaminants organiques

Un exemple de produits chimiques organiques présents dans l'environnement sont les PCB (polychlorobiphényles) qui proviennent des huiles de moteur, des liquides de refroidissement et des lubrifiants, produits avant 1980. Ces substances sont toujours présentes dans l'environnement et peuvent contaminer les plantes et ainsi, les abeilles et leurs produits. Les quantités trouvées dans le miel sont faibles et sans danger, alors que celles trouvées dans la cire sont plus élevées. (Estep et al, 1977 ; Gayger et Dustmann, 1985 ; Anderson et Wojtas, 1986 ; Morse et al, 1987 ; Jan et Cerne, 1993).

III.2.3. La radioactivité

Exprimée en Becquerel par kilo (Bq/kg), peut être soit d'origine naturelle (dans le cas de l'isotope ^{40}K par exemple), soit d'origine accidentelle, suite à la catastrophe de Tchernobyl en 1986, des isotopes radioactifs tels que le ^{137}Cs ont été retrouvés dans certains miels. Plusieurs études sur la mesure de la radioactivité des miels dans différents pays ont été publiées. (Borawska et al, 2000, Devillers et Pharmdelegue, 2002). Aussi, la radioactivité n'est pas un problème pour la santé publique (Bogdanov, 2006) car la radioactivité du miel reste très rare.

III.2.4. Les organismes génétiquement modifiés (OGM)

La question des organismes génétiquement modifiés (OGM) est particulièrement importante car l'introduction de pollen dans le miel n'est pas forcément intentionnelle, mais la présence de pollen d'OGM, y compris en proportions infimes, oblige à une autorisation de commercialisation (Radisson, 2011).

III.2.5. Les insecticides

Une étude inédite montre qu'une grande majorité des miels produits dans le monde sont désormais contaminés par les insecticides de la famille des néonicotinoïdes, qualifiés de "tueurs d'abeilles". De la fleur au miel que nous consommons, c'est toute la chaîne alimentaire qui est affectée par ces pesticides, y compris nos organismes qui contiennent un mélange de substances toxiques à l'origine de l'effet cocktail.

Les insecticides de la famille des néonicotinoïdes sont fabriqués pour lutter contre certains insectes ravageurs comme les taupins, oscinies, pucerons, cicadelles, thrips et sitones sur les cultures, ils sont absorbés par les plantes et en contaminent tous les organes, y compris les fleurs, contaminant ainsi le pollen et le nectar. Par conséquent, ils affectent les pollinisateurs comme les abeilles qui exploitent le nectar des fleurs pour produire le miel que nous consommons ensuite... Au-delà des abeilles, les néonicotinoïdes touchent les invertébrés terrestres et aquatiques, mais aussi les vertébrés et bien sûr, nous-même. (notre-planete.info, 2017).

III.3. Les dangers chimiques liés à l'apiculture

III.3.1. Acaricides

Les acaricides sont une source de contamination importante, car ils doivent être utilisés pour la *Varroa destructor*.

- **Acaricides synthétiques**

Les acaricides de synthèse, comme fluvalinate, amitraze, coumaphos et bromopropylate, lipophiles. Pour la plupart liposolubles ils s'accumulent dans la cire et contaminent le miel dans une bien moindre mesure. (Al-Waili et al, 2012).

- **Acaricides naturels non toxiques**

En raison de la persistance des acaricides de synthèse, des acariens résistants aux pyréthroïdes et au coumaphos sont apparus dans de nombreux pays du monde (Milani, 1999). Ceci a conduit à l'utilisation accrue de mesures de contrôle alternatives avec des substances non-toxiques telles que le thymol et les acides organiques. Le thymol est liposoluble et volatil, tandis que les acides organiques sont solubles dans l'eau et non volatiles.

Ces substances sont issues de constituants naturels du miel et des plantes, sont réputés non toxiques et de plus en plus utilisées en tant que traitement contre la varroase. (Al-Waili et al, 2012).

III.3.2. Les antibiotiques

Utilisés pour le contrôle des maladies du couvain des abeilles, principalement des tétracyclines, la streptomycine, sulfamides, et chloramphénicol. Les résidus d'antibiotiques peuvent avoir des conséquences pour la santé publique de deux ordres. Ils peuvent d'une part, créer une pression de sélection favorisant l'émergence de certaines bactéries résistantes et d'autre part, la teneur en résidus dans les denrées alimentaires d'origine animale peut atteindre des niveaux toxiques pour le consommateur. (Lequet, 2010).

III.4. Les dangers micro biologique

Les caractéristiques du miel ne permettent pas le développement de la quasi-totalité des microorganismes grâce à (sa forte teneur en sucre, faible teneur en eau libre, pH acide...). Les bactéries qui causent le botulisme infantile sont le seul danger microbiologique pertinent associé au miel. Des formes résistantes de la bactérie *Clostridium botulinum* (les spores),

responsables de cette maladie, peuvent se trouver dans les poussières et certains sols. Ces spores peuvent se retrouver ensuite dans le miel.

D'après l'Agence nationale de sécurité sanitaire, de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES - avis du 13 juillet 2010), le botulisme infantile peut survenir après ingestion de spores de *Clostridium botulinum* chez des nourrissons de moins de 12 mois, leur flore intestinale étant immature. (Caractéristiques et sources des *Clostridium botulinum*, 2011).

III.5. Les dangers physiques

Il existe plusieurs dangers qui peuvent affecter la qualité du miel comme : cailloux ou poussières, métal, objets coupants, bois, fragments de matériel, fragments de verre, fragments d'abeilles et de petits animaux, déjection de rongeurs..., Ces dangers physiques peuvent résulter de contamination et/ou de mauvaises pratiques à plusieurs étapes depuis la récolte jusqu'à la consommation. Certaines maladies et lésions peuvent résulter de la présence de corps étrangers dans le miel, ils servent également à la perte des caractéristiques physicochimiques et organoleptiques du miel. Les dangers comme la présence de fragments de verre, de bois, de petits objets, devraient être classés comme critiques aux étapes de « mise en pot ».

Il conviendra de proposer des mesures de bonnes pratiques permettant délimiter la contamination par certains corps étrangers (par exemple les cailloux, poussières et métal). Ces mesures seraient plus efficaces que le retrait après extraction. (Anses, 2012).

III.6. Risques des contaminants sur la santé du consommateur

La contamination agricole par les pesticides et les antibiotiques est un problème difficile qui doit être résolu. Les produits apicoles, tels que le miel, sont largement consommés comme aliments et médicaments et leur contamination peut entraîner de graves risques pour la santé. Le miel et les autres produits apicoles sont pollués par les pesticides, les métaux lourds, les bactéries et les matières radioactives.

Les résidus de pesticides provoquent des mutations génétiques et une dégradation cellulaire, et la présence d'antibiotiques peut augmenter la résistance des agents pathogènes

humains ou animaux. De nombreux cas de botulismes infantiles ont été attribués au miel contaminé.

Le miel peut être très toxique lorsqu'il est produit à partir de certaines plantes. L'ingestion de miel sans connaître sa source et sa sécurité peut être problématique, donc il doit être étiqueté pour explorer son origine, sa composition et indiquer clairement qu'il est exempt de contaminants.

Le miel qui n'est pas soumis à des analyses et à une stérilisation ne doit pas être utilisé chez les nourrissons et ne doit pas être appliqué sur des plaies ou utilisé à des fins médicinales. (National library of medicine, 2020).

III.7. Moyens de maîtrise des dangers

III.7.1. Les dangers microbiologiques

III.7.1.1. Spores botuliques

Afin d'éviter ce genre de dangers microbiologique il est recommandé de respecter certaines consignes comme éviter de déposer les hausses ; les cadres et le lève-cadre au sol, surélever la ruche ; protéger les hausses lors de leurs transports et leurs stockages ; utiliser des équipements propres qui permettent d'éviter des souillures et travailler dans des locaux propres avec des vêtements propres et mains propres. Enfin, il faut fermer hermétiquement les contenants. (Anses, 2011).

III.7.2. Les dangers chimiques

Les dangers chimiques à gestion particulière comme les Pesticides (d'origine non apicole) et Métaux lourds, pour leurs maîtrises ils ont conseillé : de dialoguer en premier lieu avec le voisinage sur la nature de traitements agricoles, pour ensuite choisir l'emplacement des ruches et la miellerie.

Les dangers chimiques maîtrisables par l'apiculteur tels que les acaricides et les antibiotiques leurs maîtrise se réalise par l'utilisation des médicaments autorisés et le respect des consignes d'utilisation ; et absence de traitement contre les nuisibles en même temps que la production ou de stockage des denrées alimentaires ; et l'utilisation du matériel apte au

contact alimentaire, propre et en bon état ; ensuite proscrire les peintures contenant des substances pesticides dangereuses (insecticides, fongicides) qui peuvent se retrouver dans les produit de ruches ; puis éviter l'utilisation des répulsifs chimiques ou les combustibles polluants ; faut renouveler les cires. (Anses, 2011).

III.7.3. Les dangers physiques

En tout ce qui concerne les dangers physiques, pour les maîtriser et éviter toute contamination du genre. D'abord, on doit arrêter de poser les cadres et le lève cadre sur le filtre de miel ; travailler dans des locaux propres on utilise un matériel neuf ; vérifier le bon état des contenants et les nettoyer si besoin avant l'utilisation. Enfin fermer hermétiquement les futs et les contenants une fois remplis. (guide des bonnes pratiques apicoles, 2018).

III.8. Connaître la réglementation sur les limites de résidus dans les produits de la ruche

La réglementation impose des limites maximales de résidus (LMR) dans les denrées alimentaires pour les substances utilisées comme traitement vétérinaire ou phytosanitaire. Les LMR sont des concentrations réglementaires établies au niveau européen et définissant la concentration maximale d'une substance pharmacologiquement active dans une denrée alimentaire au-delà de laquelle elle ne peut plus être consommée et par conséquent commercialisée. Ces seuils sont établis en prenant en compte la toxicité de la substance et l'exposition possible du consommateur de denrées, pour garantir le niveau d'exposition le plus sûr pour le consommateur.

III.8.1. Les LMR des acaricides dans le miel (utilisés comme médicaments vétérinaires)

D'après le règlement (UE) n° 37/2010 concernant le miel, il y a deux LMR chiffrées pour les acaricides :

LMR de l'amitrazé dans le miel : 200 µg/kg ;

LMR du coumaphos dans le miel : 100 µg/kg. (Anses, 2022)

III.8.2. L'absence de LMR pour les antibiotiques dans les produits de la ruche

Il n'existe pas de LMR pour les antibiotiques dans le miel. D'après l'avis de l'AFSSA (Agence française de sécurité sanitaire des aliments, devenue ANSES) du 18 septembre 2002, relatif à l'évaluation du risque éventuel lié à la présence de résidus de tétracyclines et de streptomycine dans le miel : « Dans le cas du miel, aucune LMR n'a été fixée pour les tétracyclines et pour la streptomycine. En l'absence de LMR, il a été pris comme seuil de non-conformité la limite de quantification de ces substances, soit 15 µg/kg pour les tétracyclines et 10 µg/kg pour la streptomycine. » Selon ce texte, lorsqu'un miel présente une concentration en antibiotique supérieure à ces limites, il ne peut pas être commercialisé. (composition et contaminants du miel, 2018).

III.8.3. Des limites en plomb dans le miel

Teneur maximale en plomb dans le miel : depuis le 1er janvier 2016, une teneur maximale en plomb dans le miel a été définie au niveau européen : 0,1 mg/kg. (guide des bonnes pratiques apicoles, 2018).

III.9. Les méthodes de détection

III.9.1. Méthodes de détection des résidus d'antibiotique

Actuellement, les antibiotiques sont les principaux contaminant du miel. Ils se trouvent dans le miel sous forme : Sulfamides, Aminoglycosides, Tétracyclines, Amphénicols, dans l'analyse de routine du miel, les antibiotiques sont généralement testés par :

1. Dépistage, détermination des échantillons positifs : Test Charm II, ELISA.
2. Détermination quantitative des échantillons positifs par HPLC, LC-MS. (Apiacta38, 2003).

III.9.2. Méthodes de détection de pesticides :

Dans la plupart des cas, les techniques utilisent l'extraction du miel par SPE ou des solvants organiques, suivie d'une séparation sur chromatographie capillaire avec détection

ECD, NPD ou MS. Pour les méthodes de détection pesticides les plus couramment utilisés sont les méthodes chromatographie gazeuse et hplc. (Apiacta38, 2003).

III.9.3. Méthodes de détections des métaux lourds

Les métaux lourds tell que le (Pb, Cd et Zn), sont ceux qui se trouvent dans le miel, on peut les détecté par 2 méthodes :la première consiste à traiter les cendres des échantillons étudiés après calcination avec des acides forts et effectuer un dosage de ces éléments traces. Dans la deuxième, le niveau des éléments traces Pb, Cd et Zn a été déterminés par spectrophotomètre d'absorption atomique (SAA). (Kebbi, 2018).

III.9.4. Méthodes de détection des OGM :

Une méthode d'immunologie de détection des OGM a été développée dans des laboratoires ensuite testée avec succès sur un pétunia transgénique, La technique est relativement peu coûteuse et permet d'obtenir le séquençage d'un nouvel OGM en deux jours. Elle est applicable à tout type d'organismes génétiquement modifiés : végétaux, animaux ou bactéries compris le miel. L'emploi de cette technique d'identification permettrait de savoir où elles s'insèrent et de comprendre leurs fonctionnements dans les cellules. (Anses, 2020).

III.9.5. Méthodes de détection de la radioactivité

La spectrométrie gamma est une des techniques de mesures utilisée en physique nucléaire pour quantifier un grand nombre de radionucléides via l'énergie de rayonnements gamma émis. Elle s'appuie notamment sur la physique des semi-conducteurs mis en jeu dans la détection par des détecteurs composés d'une particule, On l'utilise également pour identifier la radioactivité dans les aliments compris le miel. (Meurens, 2000).

Chapitre IV :
Guide des bonnes pratiques
Apicoles

IV. Guide de bonnes pratiques apicoles

IV.1. Présentation

L'apiculteur se situe au début de la chaîne de production ce qui fait de lui un producteur primaire. La sécurité alimentaire du miel dépend donc de la façon dont l'apiculteur va gérer ses ruches, travailler au rucher, extraire le miel, le faire mûrir et le mettre en pot. Ainsi il est de la responsabilité de l'apiculteur de tout mettre en œuvre pour assurer la sécurité sanitaire du miel, de la ruche jusqu'au pot de miel. Si malgré tout un problème arrive (consommateur qui se plaint de la qualité du miel...) l'apiculteur doit être en mesure de retrouver l'origine du miel, du problème et d'améliorer ses pratiques de production. (Citronelle, 2015).

IV.2. Au niveau de la ruche

IV.2.1. Choix du matériel

- **Les ruches**

De préférence des ruches d'un modèle standard et unique sur toute l'exploitation pour faciliter le renouvellement du matériel. Qui pourront être facilement déplacées, visitées, traitées et nettoyées, avec des cadres mobiles, indispensables pour des visites approfondies et qui permettant une bonne aération des colonies.

Protéger les ruches en bois des dégradations liées à l'usure, l'humidité et des attaques de xylophages. Choisir des traitements adaptés à la production de miel, de pollen ou de gelée royale (non toxiques pour le consommateur) et non toxiques pour les abeilles (huile de lin, cire microcristalline, peintures sans insecticide ni fongicide, lasures sans solvant...).

Si tout ou partie de la ruche est en plastique, faut s'assurer qu'il est de qualité alimentaire (vérifier la présence du logo ou demander un certificat d'alimentarité au fabricant). (GBPA, 2018).

- **Files des cadres et feuilles de cire**

- Les fils des cadres doivent être en acier inoxydable. Il ne faut pas utiliser les fils de fer et les fils de cuivre car ils peuvent rouiller (ou s'oxyder) et contaminer le miel.
- La production de cire (où est stocké le miel) par les abeilles peut être facilitée en leur apportant des feuilles de cire gaufrée (ou des feuilles recyclées) qu'elles finiront de construire. (Citronelle, 2015).

✓ Peinture

Ne pas utiliser de peinture à l'intérieur de la ruche, sur la planche d'envol, et sur les cadres. (Intoxication des abeilles et du miel avec les métaux lourds contenus dans la peinture). Aussi il est recommandé de peindre l'extérieur de la ruche pour protéger le bois. (Cirad, 2015).

IV.2.1.1. Grille à reine

Il est possible d'utiliser une grille à reine pour empêcher la reine de pondre dans la hausse. Elle doit être en plastique alimentaire ou en métal inoxydable (de 4.2mm de largeur). Cependant si la reine a tendance à remonter dans la hausse il est possible de laisser cette hausse comme corps de ruche et d'en superposer un autre en plus (réserve de miel), l'apiculteur pourra ainsi renforcer sa colonie. (Cirad, 2015).

IV.2.1.2. Lève cadre et brosse souple

- ✓ Le lève cadre permet de décoller les cadres de la hausse. Pendant l'inspection des ruches ou pour la récolte.
- ✓ La brosse souple permet de chasser les abeilles du cadre (permet de ne pas trop enfumer le cadre).

IV.2.1.3. Enfumoir et combustibles

L'enfumoir doit produire une fumée blanche et froide et ne pas présenter de risque de brûlure pour l'apiculteur, cette dernière ne doit pas être en contact directe avec les cadres.

Le combustible ne doit pas être du carton ou tout autre matériel contenant de la colle ou de l'encre (papiers colorés). Il peut être de l'aloès, boîte d'œuf ou sac goni sans encre. (Rodrigues, 2015).

IV.2.2. Entretien du matériel

IV.2.2.1. Entretien des ruches

Gratter d'abord le bois (ruche, couvre cadre, planche, nourrisseurs...) pour éliminer la cire et la propolis ; collecter et éliminer ces déchets, ensuite désinfecter le bois par passage à la flamme pendant environ trois minutes. Le bois doit prendre une couleur brune. On doit toujours terminer par un rinçage à l'eau potable. Enfin si ya présence de spores pathogènes pour les neutraliser en plonge les éléments de la ruche en bois, dans la cire micro-cristalline (10 minutes à 150°C). (GBPA, 2018).

IV.2.2.2. Entretien des cadres

Pour les cadres, tout d'abord un tri est nécessaire avant stockage, et on veille à enlever ceux présentant des traces de moisissures, ainsi que les cadres trop noirs (20% des cadres doivent être enlevés tous les ans). Ensuite la cire de ces cadres est soit éliminée, soit refondue. Enfin pour les désinfecter, les plonger dans un bain désinfectant et les rincer. Dans le cas de maladies bactériennes, tous les cadres doivent être détruits par le feu. (Malagasy, 2019).

IV.2.2.3. Entretien du petit matériel

Nettoyer et désinfecter la brosse à abeilles dans un bain désinfectant, et pour l'enfumeur le nettoyer par grattage. (GBPA, 2018).

En cas de maladies contagieuses, il est conseillé de ne pas voyager avec le matériel du rucher, ou alors on le désinfecte entre deux visites (par exemple : passage à la flamme nue). (Lequeux, 2009).

IV.2.3. Stockage du matériel

Pendant les périodes sans miellée, les hausses peuvent être laissées sur les ruches les plus fortes afin qu'elles soient nettoyées et conservées à l'abri de la fausse teigne.

Les ruches, hausses et cadres non occupés et sans cire, doivent être stockés à l'abri de l'humidité. (Malagasy, 2019).

IV.2.4. Choix de l'emplacement des ruches

L'emplacement, les ruches doivent être le plus propre possible, ordonnés et rangés pour une meilleure hygiène. et dans un environnement riche en flore et variée, sec, à l'abri du vent, à l'ombre pendant les grosses chaleurs. Les ruches doivent être distantes de plus de 20 mètres de la voie publique ou d'une habitation. Et si l'emplacement est En zones de grandes cultures mellifères ou de vergers, il est vivement conseillé de dialoguer avec les propriétaires ou les locataires pour connaître les traitements effectués et prévus ou la présence de cultures OGM. S'il n'y a pas de ressources naturelles en eau dans les environs, prévoir un abreuvoir avec de l'eau potable. (Malagasy, 2019).

IV.2.5. Travaux au rucher

- **Hygiène et sécurité de l'apiculteur**

Se protéger le visage, les bras et les mains au mieux avec une combinaison intégrale, Assurer l'hygiène, l'ordre et la propreté du rucher. (Volbert, 2017).

- **Ouverture de la ruche**

Vérifier l'état de l'enfumeur (enlever les cendres et le nettoyer), puis enfumer l'entrée de la ruche, et avec la lève cadre, décoller délicatement le toit puis le couvre cadre. Et pour les parties internes de la ruche ne doivent jamais être en contact avec le sol. (Risque de contamination par la bactérie responsable du botulisme). Enfin Secouer le cadre, pour évacuer les abeilles, en évitant que les abeilles ne se blessent. (GBPAR, 2015).

- **Manipulation des cadres**

Décoller délicatement le cadre (avec un lève cadre). Et une fois soulevé, maintenez le cadre à la verticale pour éviter que les cadres ne se frottent entre eux et perce les rayons et ou écrase les abeilles et la reine. Et ne jamais poser les cadres sur le sol (risque de contamination bactérienne). (GBPAR, 2015).

- **Feuilles de cire et ajout de cadres**

Installer la feuille de cire, puis la fondre au niveau du fil en inox, et pour la flamme ou la source de chaleur ne doit pas brûler la cire (toxique pour la ruche).Renouveler 20% des cires de la ruche 1 fois par an. Et pour le cadre faut toujours respecter l'ordre établis par la ruche. (GBPAR, 2015).

- **Gestion du couvain**

Les cadres du couvain doivent contenir une réserve de miel.et faut évaluer la ponte de la reine, et pour son renouvellement, soit l'apiculteur il attend que la colonie élève une nouvelle reine, soit il introduit une nouvelle. (Moal, 2019)

- **Gestion de la hausse**

Vérifier que la reine n'a pas pondu dans la hausse, et que le miel à l'intérieur des cadres ne fermente pas. Si les abeilles ne travaillent plus dans la hausse : procéder à un nourrissage de compensation ou retirer la hausse. (Moal, 2019)

- **Fermeture de la ruche**

Faut respecter l'ordre initial des cadres et les placer de façon à ne pas blesser les abeilles.

- **Récolte du miel**

La récolte doit se faire sur les colonies fortes (beaucoup d'abeilles dans la colonie), puis retirer les hausses lorsque les cadres sont déjà bien operculés, et de préférable les retirer par temps sec. Il est conseillé de contrôler l'humidité de son miel avec un réfractomètre avant le retrait des hausses, qui Permet de savoir si le miel présente un risque de fermentation et nécessite une déshumidification, enfin placer les cadres dans une caisse propre et fermable avec un couvercle pour les emmener jusqu'à la miellerie. En évitant les pillages, et les contaminations. (Moal, 2019) .

- **Transport de la hausse**

Le transport se fait directement après la récolte, pour les hausses doivent être amenées le plus vite possible à la miellerie, en évitant la poussière et l'humidité. (Malagasy, 2019).

IV.2.6. Nourrissement

Le nourrissement en période de récolte est interdit (risque d'altération de la qualité du miel). Et Si nécessité de nourrir, faut utiliser du miel produit par les mêmes ruches, comme on peut également utiliser du sucre alimentaire, mais en sirop, dilué et chauffé avec de l'eau désinfectée par une ébullition de 10 min. (destructions des spores pathogènes de l'eau).

Faut arrêter tout nourrissement au début de la floraison, il doit être arrêté avant que les abeilles commencent à stocker le nectar (contamination du miel). (Citronelle, 2015).

IV.2.7. Pathologie

IV.2.7.1. Identification

Chaque apiculteur doit se faire enregistrer auprès de l'autorité compétente. Puis Il possèdera un numéro d'immatriculation qu'il devra marquer sur toutes ses ruches et à l'entrée du rucher, de plus il est conseillé de numéroter toutes ses ruches pour assurer la traçabilité.(Bruneau, 2010).

IV.2.7.2. Mesures préventive

- ✓ Travailler avec des colonies fortes ayant toujours des ressources suffisantes du pollen.
- ✓ Réaliser un suivi régulier afin de détecter les problèmes le plus vite possible. (Lequeux, 2009).

IV.2.7.3. Les maladies à déclaration obligatoire et mesure à prendre

L'acariose, la loque américaine, la loque européenne, le petit coléoptère des ruches *Aethina tumida*, la varroase et l'acarien *Tropilaelaps* sont des maladies dites « à déclaration obligatoire » et si on soupçonne leur présence faut :

- ✓ Déclarer leurs présences le plus rapidement possible aux services vétérinaires. Interdiction d'acheter des essaims provenant des zones infectées.
- ✓ Eviter tout transport d'abeille de ces zones (nettoyage des récipients contenant du miel par exemple)
- ✓ Interdiction de transhumer dans les zones présumées infectées. (Malagasy, 2019).

IV.2.7.4. Traitement

Traiter avec les produits autorisés. Si impossible, des méthodes naturelles (huiles essentielles...).

- ✓ Tout traitement doit être inscrit avec, la ruche, le nom du médicament, la dose, la date, la quantité, et les résultats observés. Garder les emballages et ordonnance des médicaments. (Malagasy, 2019).

IV.3. Dans la miellerie

IV.3.1. Rappel de la réglementation

Le règlement classe le miel comme « produit primaire », avec le lait cru et les œufs. Article 2 Chapitre 1 du règlement (CE) n° 852/2004 du Parlement européen. Préparer, traiter, transformer, manipuler, entreposer, exposer, vendre ou La vente d'animaux ou de produits animaux est soumise à déclaration et Directeur des Services vétérinaires avec identifiant.

Les conditions sanitaires d'installation des mielleries sont régies par les règlements précités. Les professionnels doivent respecter les règles d'hygiène et identifier tous les aspects de leurs activités, c'est important du point de vue de l'hygiène et de la sécurité des produits. Les mesures de sécurité appropriées sont définies, mises en œuvre, observées et mises à jour conforme à la méthode HACCP. Pour aider le Personnel professionnel à respecter la réglementation, guides de bonnes pratiques d'hygiène Au niveau national par des organisations professionnelles avec l'aide de scientifiques et d'ingénieurs. Ceguide est ensuite validé par un administrateur.

Il n'existe pas actuellement de guides de bonne pratique hygiène apicole. Ce dernier est en cours de de développement. (guide de miellerie, 2007).

IV.3.2. Retrait des abeilles

Éviter la présence d'abeilles dans les hausses avant de les rentrer dans la salle d'extraction.

- L'idéal est de laisser séjourner les hausses avec les abeilles restantes et d'occulter le local en ne laissant qu'une petite entrée de lumière ouverte vers l'extérieur (chasse-abeilles), par laquelle les abeilles s'en iront.
- absence totale d'abeilles lors du conditionnement du miel (après filtration). (Citronelle, 2015).

IV.3.3. Hygiène des personnes

Pour que ce critère soit respecté, il est recommandé de : suivre une bonne hygiène Personnelle ; avoir des vêtements propres et adaptés (éviter la perte de cheveux) ; ne pas Avoir de maladies infectieuses / contagieuses. Pas de blessures/ coupures ; et ne pas fumer, de boire ou de manger dans la miellerie. (Cirad, 2015).

IV.3.4. Caractéristiques de la miellerie

Pour une bonne production, la miellerie doit répondre à certains critères ; elle doit être Fermée, à l'abri des odeurs fortes (cuisine, garage, épandage de fumier). La miellerie doit être hermétique aux insectes (l'extraction doit se faire en l'absence d'abeilles), les hausses ne doivent pas contenir d'abeilles, elle doit posséder un chasse abeilles pour que les abeilles puissent sortir de la miellerie mais ne pas y rentrer, éviter toute source de contamination(fenêtre non fermable, présence d'animaux, d'insectes, poussière, etc.),doit être aussi facilement nettoyable (imperméabilité du sol, des murs et du plafond), et possède une arrivée d'eau potable , et du matériel nécessaire pour se nettoyer les mains et les sécher avant et pendant l'extraction, il est interdit de stocker des produits chimiques dans la miellerie . (Cirad, 2015).

IV.3.5. Entretien des locaux

La miellerie doit être nettoyée à l'eau chaude et à l'aide d'un détergent (savon) puis d'un désinfectant (javel) avant et après chaque période d'extraction du miel.

Tout matériel en contact direct avec le miel doit être nettoyé et désinfecté entre chaque lot de miel différent. (Citronelle, 2015).

IV.3.6. Aménagement des locaux permanents

❖ Le sol :

Idéalement le sol doit être étanche et lavable, lisse pour faciliter l'enlèvement de la propolis. Pour permettre un raclage facile de la propolis, les plinthes pourront être droites. Une bonne évacuation des eaux est nécessaire.

❖ Les murs et portes :

Les parties qui peuvent recevoir des projections de miel ou entrer en contact avec les Hausses doivent être lavables, aussi il faut une bonne solidité des matériaux (idéalement, pas de plâtre).

❖ Le plafond et l'éclairage :

Le plafond doit être facilement dépoussiérable. Prévoir un bon éclairage et une protection autour de l'éclairage (protection contre les chocs).



Figure 8 : Aménagement des locaux permanents. (univers du miel , 2014)

❖ Sanitaires, lave-mains

- Lave-mains :

Idéalement avec système d'essuie-mains qui évite les recontaminations (rouleau à dévidage central...), équipé d'un robinet « mains libres ». Avec eau potable ou répondant aux normes de potabilité.

- Pour permettre une bonne hygiène : présence de toilettes sans communication directe avec la miellerie.

❖ Nature du matériel

L'idéal, pour le matériel de miellerie entrant en contact avec le miel, est l'acier inoxydable, et de qualité alimentaire résistant à l'acidité du miel. Les parties du matériel en contact direct avec le miel ne peuvent pas être en bois.



Figure 9 : Kit de miellerie. (Ma miellerie , 2021).

❖ Entretien du matériel

Avant usage, vérification de l'état général de la propreté des récipients et de l'absence de rouille et d'éléments mal fixes. Avant chaque récolte, laver les surfaces en contact avec le miel avec de l'eau de distribution ou aux normes de potabilité et si nécessaire avec des produits de désinfection reconnus par le SPF. Avant utilisation ; l'état de propreté du matériel doit être vérifié. Les axes et roulements des appareils au-dessus du

miel ou en contact avec celui-ci doivent être lubrifiés avec des graisses adaptées pour l'industrie agro-alimentaire. (Lequeux, 2009).

IV.3.7. Humidité

L'humidité du miel doit être contrôlée sur cadres et avant la mise en pot à l'aide d'un réfractomètre. L'humidité relative du miel doit être inférieure à 20 %. Les locaux où sont stockés les hausses et le miel doivent avoir une humidité relative inférieure à 55%. Ils peuvent être contrôlés avec un déshumidificateur d'air. (Citronelle, 2015).

IV.3.8. Type de matériel utilisé en contact direct avec le miel.

Tous les équipements doivent être en acier inoxydable ou de qualité compatible avec l'usage alimentaire, et aussi l'utilisation du bois où tout autre métal qui présente des traces de rouille est interdite. (Bruneau, 2010).

IV.4. Opérations sur le miel

IV.4.1. Choix des cadres à extraire

Le miel est prêt pour l'extraction quand : Il n'est pas trop liquide (un miel liquide peut contenir des spores de levures et des moisissures qui le feront fermenter). Ce miel est à laisser aux abeilles, l'humidité inférieure à 19% (en cas d'humidité trop élevée, les cadres peuvent être « séchés » en salle de déshumidification ou sont retournés à la ruche et sont extraits une autre fois). Il ne présente pas de signe de fermentation (odeur ou bulles dans le miel) , ni de suspicion de nourrissage / sirop de sucre (détection au goût) – si oui rendre le cadre aux abeilles. Les cadres sont operculés à 100%. (Bruneau, 2010).

IV.4.2. Désoperculation

Les cadres sont désoperculés des deux côtés avec du matériel adapté (en inox ou de qualité alimentaire). Les opercules sont stockés à part : le miel est recyclé par reléchage par les abeilles ou par passage pour en récupérer le miel. La cire d'opercule est fondue et gaufrée pour en faire de nouvelle feuille. (Citronelle, 2015).

IV.4.3. Extraction

L'extraction est faite avec un extracteur manuel ou automatique en acier inoxydable. Lors de la mise en place de cette étape, Faire attention à n'insérer aucun matériel étranger, et toujours équilibrer l'extracteur pour ne pas le désaxer. Limiter au maximum les manipulations de l'extraction entre l'étape de désoperculation d'extraction et de filtration.

IV.4.4. Déshumidification du miel en hausse

Séchage des hausses en fonction de l'humidité :

- Soit par le passage d'un courant d'air chauffé (max. 50°C).
- Soit par le passage d'un air déshumidifié. (Lequeux, 2009).

IV.4.5. Filtration

Vérifier le bon état du filtre (inox ou de qualité alimentaire), l'idéal est de séparer la filtration en plusieurs étapes :

- Filtre simple : mailles entre 0.5 mm et 1 mm
- Filtre fin : mailles entre 0.2mm et 0.5 mm (l'utilisation du filtre fin est obligatoire)

La filtration doit empêcher le passage des particules visibles dans le miel (cire etc.) Il faut surveiller que l'écoulement ne soit pas trop rapide et éviter tout débordement (s'il y a débordement il faut recommencer toute la filtration). (Lequeux, 2009).

IV.4.6. Maturation et écumage

La maturation est réalisée dans un lieu où l'humidité de la pièce est contrôlée (Déshumidificateur). Le miel mature dans un récipient en inox ou de qualité alimentaire fermable. La température idéal pour la maturation du miel est généralement de 20°C.

Eviter de faire reposer le miel dans une pièce où le toit est en tôle (fortes variations de température). L'écumage est réalisé avec du matériel en inox ou de qualité alimentaire (cuillère), il peut aussi être réalisé par décantation (dépôt de l'écume sur les parois du décanteur et sortie du miel vers le bas). Le temps minimum de maturation est de 3 jours. (Citronelle, 2015).

IV.4.7. Gestion des co-produits

- Après la récolte, les opercules sont stockés dans des récipients fermés.
- Ils sont traités (centrifugation, refonte...) le plus rapidement possible.
- En cas de récupération du miel pour la consommation, ce temps ne peut excéder une semaine.

IV.5. Traçabilité

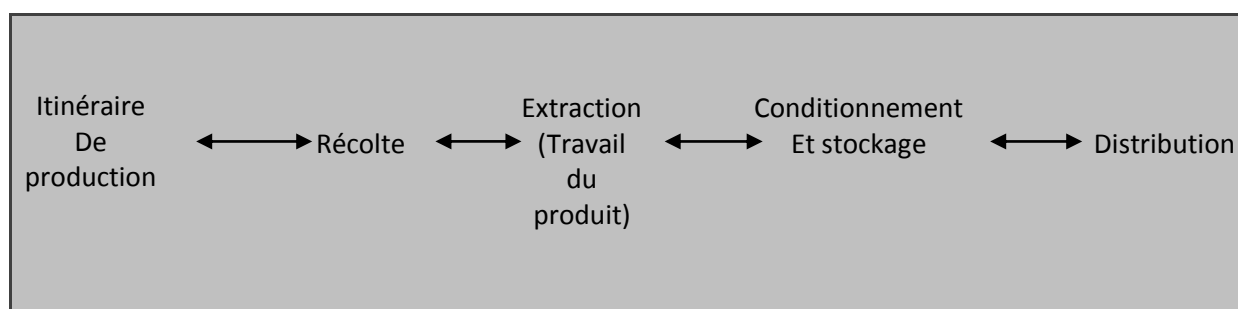
IV.5.1. Définition

Possibilité de suivi à toutes les étapes de la production Agro-alimentaire, distribution, circuits de distribution, alimentation Pour animaux comestibles.

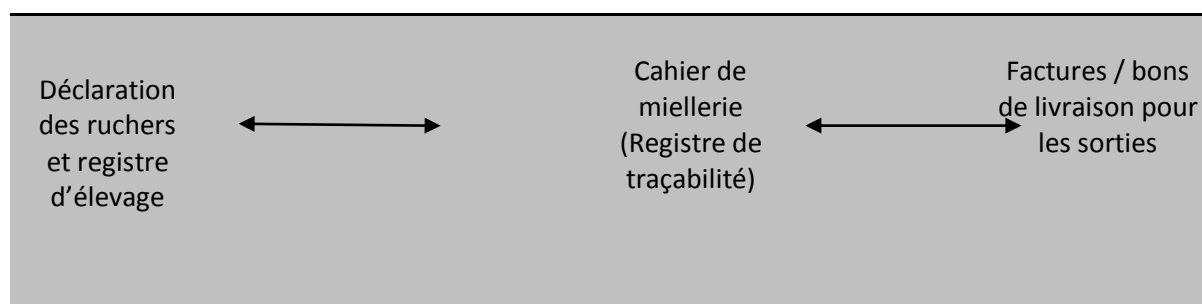
IV.5.2. Mettre en place un système de traçabilité en apiculture

➤ Le registre de traçabilité doit permettre

- ❖ D'assurer des liens entre les différentes étapes de la production de miel, de gelée royale et de pollen Pouvoir "monter" du produit fini au site de production et "descendre" de là De la zone de production au produit fini. Par exemple, pour le miel, vous devriez pouvoir monter Traçabilité du pot de miel à la zone de production et depuis la zone de production dans un pot de miel.



- ❖ D'assurer un lien avec les autres documents de l'exploitation :



❖ D'assurer un lien entre chaque opérateur :



Le système de traçabilité doit bien s'intégrer dans les pratiques commerciales de l'apiculteur.

En cas de problème sanitaire, le système de traçabilité doit permettre :

Identifier les lots pertinents.

"Remontez" les différentes étapes de ce produit pour déterminer la cause du problème.

Fournir des informations aux consommateurs et au gouvernement Feu. (guide des bonnes pratiques apicoles dans la miellerie, 2018).

➤ **Choisir la forme du registre de traçabilité :**

Le formulaire Registre de traçabilité (ou cahier de miellerie) est gratuit.

✓ **Recommandation :**

- Utiliser des cahiers reliés et numérotter les pages (ne pas utiliser de feuilles mobiles à éviter la perte d'une partie de la production) ;
- Utilisation de fichiers informatiques.
- Choisissez des supports qui se conservent facilement pendant 5 ans.

IV.6. Mise en pot

Les pots sont neufs, nettoyés (avec du produit vaisselle), stérilisés (à l'eau bouillante) et de qualité alimentaire. Les couvercles doivent permettre une fermeture hermétique, l'idéal est de ne pas utiliser les couvercles en plastique à clip.

- **Stockage du miel en pot :**

- À température constante (idéal : 20°C variations acceptable de 15 à 22 °C).
- Au sec, humidité inférieure à 19%.

- À l'abri des rayons du soleil et à l'abri de sources de pollution organoleptique. (guide des bonnes pratiques apicoles dans la miellerie, 2018).

IV.6.1. Etiquetage du miel

- On peut mentionner une origine botanique (mono florale, double appellation ou détail des fleurs butinées). Dans ce cas, une analyse spécifique est nécessaire.
- On peut mentionner des critères de qualité s'ils sont vérifiables et s'ils apportent une amélioration par rapport au produit de base.
- Les appellations miel « pur », « naturel », « d'abeilles » ... sont interdites. (Lequeux, 2009).

IV.6.2. Stockage du miel en longue durée

Les mentions légales qui doivent figurer sur l'étiquetage : Dénomination de vente : miel ou miel de fleurs ou miel de nectar ou miel de miellat. Date de durabilité (max. 2 ans après la date de mise en pots) et conditions de conservation décrites. Poids net. Nom et adresse de l'apiculteur (du conditionneur ou du vendeur). Pays de récolte du miel. N° de lot ou autre (ex. « analyse ») pour assurer la traçabilité. N° de lot ou autre (ex. « analyse ») pour assurer la traçabilité. En cas de mélange avec un miel récolté en dehors de la Belgique, on doit noter les pays d'origine sur l'étiquette.

- On peut y ajouter une origine géographique à condition que tout le miel concerné soit produit dans la zone.
- On peut mentionner une origine botanique (mono florale, double appellation ou détail des fleurs butinées). Dans ce cas, une analyse spécifique est nécessaire.
- On peut mentionner des critères de qualité s'ils sont vérifiables et s'ils apportent une amélioration par rapport au produit de base.
- Les appellations miel « pur », « naturel », « d'abeilles » ... sont interdites. (Bruneau, 2010).

Conclusion

Conclusion

Le miel est l'un des produits d'origine animale les plus élaborés. A travers cette recherche bibliographique, nous avons tiré un ensemble de conclusions pertinentes : le miel est un aliment contenant des sucres simples facilement assimilable, il est donc un aliment énergétique par excellence. Le miel contient aussi des oligoéléments (minéraux, vitamines et autres) déterminants sa valeur alimentaire et pharmacologique.

Le miel peut cependant être une source de danger pour le consommateur, si les conditions de production de récolte et conditionnement ne sont pas respectées. En effet, le miel peut être contaminés par des produits chimiques (pesticides, antibiotiques, acaricides), mais aussi par des microorganismes tels que les levures et les spores bactériennes. La maîtrise de ces dangers est une exigence réglementaire, et qui passe par la mise en place des bonnes pratiques apicoles, via le respect des recommandations inscrites dans le guide des bonnes pratiques apicoles (GBPA) et par un système de traçabilité permettant de responsabiliser le producteur en cas d'apparition d'un problème de qualité dans les miels qu'il a produits et commercialisés.

Références bibliographiques

A

Al-Waili, N., Salom, K., Al-Ghamdi, A., et Ansari, J. (2012). Antibiotic, pesticide, and microbial contaminants of honey: Human health hazards, *The Scientific World Journal*, 9p.

Anderson J.F., Wojtas M.A. (1986) Honey bees (Hymenoptera: Apidae) contaminated with pesticides and polychlorinated biphenyls, *J. Econ. Entomol.* 79, 1200–1205.

B

Beekman, M., Ratnieks, F.L.W. 2000. Long-range foraging by the honey-bee, *Apis mellifera* L. *Funct. Ecol.* 14, 490–496.

Bonté, F., & Desmoulière, A. (2013). Le miel : Origine et composition. *Actualités Pharmaceutiques*, 531, 18–21.

Borawska M.H., Kapala J., Hukalowicz K., Markiewicz R. (2000) Radioactivity of honeybee honey, *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 64, 617– 621.

Boutigny, AL., Fioriti, F. and Rolland, M. Targeted MinION sequencing of transgenes. *Sci Rep* 10, 15144 (2020). doi.org/10.1038/s41598-020-71614-6

Buba, F., Gidado, A., Shugaba, A. 2013. Analysis of biochemical composition of honeysamples from North-East Nigeria. *Biochem Anal Biochem.* 2 (3), 139.

Buchmann, S.L., Shipman, C.W. 1991. Foraging distances flown by honey bee colonies : analyses using Mathematica software. *Am. Bee J.* 131,771.

C

Chauvin, R. 1968. Ed. *Traité de biologie de l'abeille*, Tome II : Système nerveux, comportement et régulations sociales, Tome III : Biologie appliquée, Masson et Cie, Paris.

CLEMENCE HOYET. (2005), le miel : de la source a la thérapeutique. Thèse pour obtenir : le diplôme d'état de docteur en pharmacie, université Henri Poincaré - Nancy, France.

E

EMILLIE FREDOT. (2009). *Connaissance des alimentaires et nutritionnelles de la diététique*. Deuxième édition. Edition TEC&DOC, 11, rue Lavoisier, Paris.

Emmanuelle H., J. C. (1996). *les constituants chimiques du miel*. Galerie virtuelle apicole.

EMMANUELLE H., JULIE C. et LAURENT G., 1996 - *Les Constituants Chimiques du Miel*. Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaire. APISERVICES, Galerie Virtuelle apicole.

Estep C.B., Menon G.N., Williams H.E., Cole A.C. (1977) Chlorinated hydrocarbon insecticide residues in Tennessee honey and beeswax, *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 17, 168–174.

F

Fakhim-Zadeh K., Lodenius M. (2000) Schwermetalle im Honig, Pollen und den Honigbienen Finnlands, *Apiacta* 35, 85–95.

Fredot. (2005).

Frisch, K. V. (2011). *vie et moeurs des abeilles*. paris: Edition Albin Michel. Gayger J., Dustmann J.H. (1985) Rückstandsuntersuchungen von Bienenprodukten Wachs, Honig und Pollen, *Arch. Lebensmittelhyg.* 36, 93–96.

G

Gonnet, M. (1982). *Le miel : composition, propriétés et conservation*, Ed, OPIDA, 1-30p.


H

HENRI CLÉMENT. (2010). *L'abeille, sentinelle de l'environnement*. Edition Alternatives, 33 Rue SAINT-ANDRÉ-DES-ARTS 75006 Paris.

J

Jan J., Cerne K. (1993) Distribution of some organochlorine compounds (PCB, CBz, and DDE) in beeswax and honey, *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 51, 640–646.

K



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.

L

Leita L., Muhlbachova G., Cesco S., Barbattini R., Mondini C. (1996) Investigation of the use of honey bees and honey bee products to assess heavy metals contamination, Environ. Monit. Assess. 43, 1–9.

Lequet, L. (2010). Du nectar à un miel de qualité : contrôles analytiques du miel et conseils pratiques à l'intention de l'apiculteur amateur. Thèse de doctorat vétérinaire, Université Claude Bernard, Lyon, 193p.

Louveaux, J. (1968). L'analyse pollinique des miels. In Traité biologique de l'abeille, Tome 3, Edition Masson de Cie, Paris, 324-361.

M

Morse R.A., Culliney T.W., Gutenmann W.H., Littman C.B., Lisk D.J. (1987) Polychlorinated biphenyls in honey bees, Bull. Environ. Contam. Toxicol. 38, 271–276.

P

PIERRE JEAN-PROST. (2005). Apiculture, connaître l'abeille, conduire le rucher. 7ème Edition, J.B. BAIUIERE, Paris.

PIERRE JEAN-PROST. (2005). Apiculture, connaître l'abeille, conduire le rucher. 7ème Edition, J.B. BAIUIERE, Paris.

Porrini C., Ghini S., Girotti S., Sabatini A.G., Gattavecchia E., Celli G. (2002) Use of honey bees as bioindicators of environmental pollution in Italy, in: Devillers J., Pham-Delègue M.H. (Eds.), Honey bees: Estimating the environmental impact of chemicals, Taylor & Francis, London and New York, pp. 186–247.

R

Radisson, L. (2011). La commercialisation de miel contaminé par du pollen issu d'un OGM est soumise à autorisation, actu-environnement.com. In Lanzelotti P. Analysis of Pyrrolizidine Alkaloids content in honey using authenticated standards « ad hoc » extracted from Argentine bee plants, Abstracts Book of Apimondia, 157, 194p.

Références web

- Anses.* (2011, 01). Récupéré sur www.anses.fr:
<https://www.anses.fr/fr/system/files/MIC2010SA0234Fi.pdf>. consulté le: 12 août 2022.
- Anses.* (2012, 03 15). Récupéré sur www.anses.fr:
<https://www.anses.fr/fr/system/files/MIC2011sa0170.pdf>. consulté le: 15 août 2022.
- Anses.* (2020). Récupéré sur <https://www.anses.fr/fr/content/une-nouvelle-technique-permet-d%E2%80%99identifier-les-ogm-non-r%C3%A9perti%C3%A9s>. consulté le: 15 août 2022.
- Anses.* (2022, 09 22). Récupéré sur www.anses.fr: <https://www.anses.fr/fr/content/limites-maximales-de-r%C3%A9sidus-lmr-de-m%C3%A9dicaments-v%C3%A9t%C3%A9rinaires>. consulté le: 12 août 2022.
- Apiacta38.* (2003). Récupéré sur researchgate.net: https://www.researchgate.net/profile/Stefan-Bogdanov/publication/228500546_Current_status_of_analytical_methods_for_the_detection_of_residues_in_bee_products/links/55c20abf08aebc967defce93/Current-status-of-analytical-methods-for-the-detection-of-residues. consulté le : 24 juillet 2022.
- Boghen.* (2016, 12). *fiche technique 15*. Récupéré sur www.technopole.nc:
https://www.technopole.nc/sites/default/files/ft-015-criteres_qualite_miel.pdf. consulté le: 25 juillet 2022.
- Boulahbel.* (2020). *Cours de Production du Miel*. Récupéré sur umc.edu.dz:
<https://fac.umc.edu.dz/snv/faculte/BA/2020/Chapitre%20II%20R%C3%A9colte%20du%20miel.pdf>. consulté le: 22 juin 2022.
- Bruneau.* (2010). *Guide des bonnes pratiques apicoles* . Récupéré sur
file:///C:/Users/33662/Desktop/gdbp-franc_br.pdf. consulté le: 12 juin 2022.
- Caractéristiques et sources des Clostridium botulinum.* (2011). Récupéré sur
<https://www.anses.fr/fr/system/files/MIC2010SA0234Fi.pdf>. consulté le: 15 septembre 2022.
- Cirad.* (2015). Récupéré sur <file:///C:/Users/33662/Desktop/2015-Guide+des+bonnes+pratiques+apicoles+Rodrigues-MLM.pdf>. consulté le: 21 septembre 2022.
- Cirad.* (2015). Récupéré sur <file:///C:/Users/33662/Desktop/2015-Guide+des+bonnes+pratiques+apicoles+Rodrigues-MLM.pdf>. consulté le: 21 septembre 2022.
- Citronelle, R.* (2015, 10). *guide des bonnes pratiques apicole*. Récupéré sur
<file:///C:/Users/33662/Desktop/2015-Guide+des+bonnes+pratiques+apicoles+Rodrigues-MLM.pdf>. consulté le: 24 septembre 2022.
- CODEX ALIMENTARIUS.* (1981, 12). Récupéré sur CODEX ALIMENTARIUS:
file:///C:/Users/33662/Downloads/cxs_012f-1.pdf. consulté le: 02 juin 2022.
- codex alimentarius.* (2019). Récupéré sur [codex alimentarius](http://codex.alimentarius). consulté le: 05 juin 2022.
- Codex alimentarius.* (2019). Récupéré sur [Codex alimentarius](http://Codex.alimentarius). consulté le: 05 juin 2022.

- composition et contaminants du miel.* (2018). Récupéré sur file:///C:/Users/33662/Desktop/b39ad87c9f603e76bd1a88d50b0ba1e1fd1ad016.pdf.consulté le: 17 juillet 2022.
- Danielle Lobreau-Callen ., M.-C. C. (2000, 06 10). *techniques de l'ingenieur.* Récupéré sur techniques-ingenieur.fr: <https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/procedes-chimie-bio-agro-th2/filiere-de-production-produits-d-origine-animale-42432210/les-miels-f7000/>.consulté le: 02 août 2022.
- Emmanuelle H., J. C. (1996). *les constituants chimiques du miel.* Galerie virtuelle apicole.consulté le: 05 octobre 2022.
- Frisch, K. V. (2011). *vie et moeurs des abeilles.* paris: Edition Albin Michel.consult le: 12 juin 2022.
- GBPA. (2018, 6). Récupéré sur file:///C:/Users/33662/Desktop/589b2081dbc52229f4f0518d365a7fceafd13f01.pdf.consulté le: 21 août 2022.
- GBPAR. (2015). Récupéré sur file:///C:/Users/33662/Desktop/2015-Guide+des+bonnes+pratiques+apicoles+Rodrigues-MLM.pdf.consulté le: 22 août 2022.
- guide de miellerie.* (2007, 01). Récupéré sur file:///C:/Users/33662/Downloads/guide_miellerie.pdf.consulté le: 02 octobre 2022.
- Guide des bonnes pratiques.* (2018). Récupéré sur file:///C:/Users/33662/Desktop/b39ad87c9f603e76bd1a88d50b0ba1e1fd1ad016.pdf.consulté le: 26 septembre 2022.
- guide des bonnes pratiques apicoles.* (2018). Récupéré sur file:///C:/Users/33662/Desktop/b39ad87c9f603e76bd1a88d50b0ba1e1fd1ad016.pdf.consulté le: 28 septembre 2022.
- guide des bonnes pratiques apicoles dans la miellerie.* (2018, 06). Récupéré sur file:///C:/Users/33662/Downloads/1cfb70f33e56466116588379b4215c327fcf19c5.pdf.consulté le: 02 octobre 2022.
- guide-du-miel.* (2013). Récupéré sur www.guide-du-miel.com: <https://www.guide-du-miel.com/Lemiel/Miels-polyfloraux.html>.consulté le: 12 obtobre 2022.
- Guide-du-miel.* (2013). Récupéré sur www.guide-du-miel.com: <https://www.guide-du-miel.com/Lemiel/Miels-monofloraux.html>.consulté le: 12 obtobre 2022.
- Hidaoa. (2010-2011). *IKERODAK.* Récupéré sur KERODAKUarchive.org: https://ia800903.us.archive.org/26/items/2ConstitutionGenetiqueEtLoiDeHardyWeinberg_201612/10-le-miel.pdf.consulté le: 19 juin 2022.
- <http://www.guide-du-miel.com/Liens.html>. (2019, 12 09). Récupéré sur [guide du miel](http://www.guide-du-miel.com): <http://www.guide-du-miel.com/Lemiel/Miels-monofloraux.html>.consulté le: 13 obtobre 2022.
- Kebbi, R. M. (2018, 02 11). *Dépot Dspace/Manakin.* Récupéré sur <http://www.univ-bejaia.dz>: <http://www.univ-bejaia.dz/xmlui/handle/123456789/6937?show=full>.consulté le: 28 juillet 2022.

- Lequeux, R. • (2009, 03 19). *guide des bonnes pratiques apicoles* . Récupéré sur file:///C:/Users/33662/Desktop/gdbp-franc_br.pdf.consulté le: 08 octobre 2022.
- Ma miellerie* . (2021). Récupéré sur <https://www.mamiellerie.com/kits-miellerie/>.consulté le: 30 octobre 2022.
- Malagasy, F. N. (2019). *guide des bonnes pratiques apicoles*. Récupéré sur file:///C:/Users/33662/Desktop/guide-imprimable1.pdf consulté le: 12 octobre 2022.
- Meurens. (2000). L'analyse du miel en quelques secondes.consulté le: 07 septembre 2022.
- Meurens.M. (2000). L'analyse du miel en quelques secondes.consulté le: 09 septembre 2022.
- MOAL, L. (2019). *Quali Reg*. Récupéré sur file:///C:/Users/33662/Desktop/2015-Guide+des+bonnes+pratiques+apicoles+Rodrigues-MLM.pdf.consulté le: 05 octobre 2022.
- National library of medicine*. (2020, 10 26). Récupéré sur www.ncbi.nlm.nih.gov: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7692231/>.consulté le: 30 juillet 2022.
- NF. (1991). " [NF V 35 001 (1991)] *le miel*. Récupéré sur [technique d'ingenieur](http://www.techniques-ingenieur.fr): <https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/procedes-chimie-bio-agroth2/filiere-de-production-produits-d-origine-animale-42432210/les-miels-f7000/>.consulté le: 17 août 2022.
- notre-planete.info*. (2017, 10 06). Récupéré sur www.notre-planete.info: <https://www.notre-planete.info/actualites/72-miel-contamination-pesticides-neonicotinoides>.consulté le: 14 septembre 2022.
- ouarda, B. (2017, 07 12). Récupéré sur file:///C:/Users/33662/Downloads/BOUCIF-Ouarda-ElWahida.pdf.consulté le: 29 juin 2022.
- Rodrigues. (2015). Récupéré sur file:///C:/Users/33662/Desktop/2015-Guide+des+bonnes+pratiques+apicoles+Rodrigues-MLM.pdf.consulté le: 25 mai 2022.
- Techniques apicoles*. (2018, 06 12). Récupéré sur mielsdanicet.com: <https://mielsdanicet.com/fr-ca/recolte-du-miel-un-travail-par-etapes/>.consulté le: 29 septembre 2022.
- univers du miel* . (2014). Récupéré sur <https://www.apiculture.net>/blog/la-composition-du-miel-n93.consulté le: 28 octobre 2022.
- Volbert. (2017). Récupéré sur file:///C:/Users/33662/Desktop/2015-Guide+des+bonnes+pratiques+apicoles+Rodrigues-MLM.pdf.consulté le: 27 mai 2022.

Résumé

Le miel est la substance naturelle sucrée produite par les abeilles mellifiques à partir du nectar des fleurs ou des sécrétions provenant de parties vivantes de plantes ou d'excrétions d'insectes laissées sur les parties vivantes de plantes. Il est largement consommé grâce à ses propriétés thérapeutiques et nutritionnelles. Au cours de son élaboration par l'abeille, et par la suite son extraction par l'apiculteur, le miel peut être contaminé par plusieurs sources de contaminants de différentes natures : biologiques, chimiques et physiques qui peuvent mettre en danger la santé du consommateur ; et afin de maîtriser ces risques, il est recommandé aux apiculteurs, par les services compétents, de prendre les mesures nécessaires, via la mise en place des bonnes pratiques apicoles et de la traçabilité.

Mot clés : nectar, miel, risque sanitaire, conformité, Bonnes pratiques apicoles.

Summary

Honey is the natural sweet substance produced by honey bees from the nectar of flowers or secretions from living parts of plants or excretions of insects left on living parts of plants. It is widely consumed thanks to its therapeutic and nutritional properties. During its elaboration by the bee, and subsequently its extraction by the beekeeper, honey can be contaminated by several sources of contaminants of different natures: biological, chemical and physical which can endanger the health of the consumer; and in order to control these risks, it is recommended to beekeepers, by the competent services, to take the necessary measures, through the implementation of good beekeeping practices and traceability.

Keywords: nectar, honey, health risk, compliance, Good beekeeping practices.