

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de L'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de Jijel

Faculté des Sciences de la Nature et de
la Vie

Département de Biologie Moléculaire et
Cellulaire



جامعة جيجل

كلية علوم الطبيعة والحياة

قسم البيولوجيا الجزيئية و الخلية

Mémoire De Fin D'études Pour L'obtention Du Diplôme Des Etudes Supérieures en Biologie

جامعة محمد الصاديق بن يحيى
كلية علوم الطبيعة و الحياة
المكتبة
رقم الجرد : 2732

Option: Biochimie

Intitulée

Evolution de la qualité du miel au cours de sa conservation

Présenté devant le jury :

Examinateur : M^r LAÏB Saïd

Encadreur : M^{lle} BOURAD Dalila

Présenté par :

BOUTADJINE Rabiha

ZINEDDINE Madiha

Année Universitaire 2012-2013

REMERCIEMENTS

❖ *Nous remercions dieu qui nous a donné le courage et la volonté d'avoir réussi dans nos études.*

❖ *Notre encadreur : M^{lle} : Bourad Dalila, qui nous a encadré et surtout par ses conseils, ses connaissances.*

❖ *Nous remercions aussi les membres du jury d'avoir accepté d'examiner ce modeste travail.*

❖ *Nos vifs remerciements vont à tous les enseignants qui nous ont suivis durant nos années d'études.*

❖ *Enfin, nous adressons nos remerciements à toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.*

« MADIHA ET RABIHA »

Dédicace

Avec des grands sentiments et d'une joie immense que je dédie ce travail comme preuve de respect, de gratitude, et de reconnaissance à mes chers parents, qui sont à l'origine de mon existence

A ma très chère mère mon modèle à suivre qui m'a entouré d'amour et de tendresse et m'a appris la patience et le défit. et que le dieu la protège

A mon très cher père Mohammed notre bon dieu lui prolonge sa vie

A mon très cher mari Houcine, qui m'encourage tous le temps

A mes chères sœurs pour Qui je le sais, ma réussite est très importante pour vous

Surtout Dina

A mes chères frangins

A tous mes chers amis

A celle qui a partagé la perfection de ce mémoire Rabiha

D'une façon ou d'une autre, m'ont aidé pendant mon travail de fin d'études Certains par leurs conseils et leurs connaissances scientifiques, d'autres par Leur soutien et leur présence

Merci du fond du cœur

Madiha

Dédicace

Avec des grands sentiments et d'une joie immense que je dédie ce travail comme preuve de respect, de gratitude, et de reconnaissance à mes chers parents, qui sont à l'origine de mon existence

A l'esprit de mon très cher père, que la miséricorde de dieu soit sur lui

A ma très chère mère mon modèle à suivre qui m'a entouré d'amour et de tendresse et m'a appris la patience et le défit

A mes chers frangins : Mohammed, Idris, Ramdan

*A mes chers sœurs pour Qui je le sais, ma réussite est très importante pour vous.
Djamila, Nora, Hassiba, Leila, Chérifa, Nabila*

A ma très chère tante Malika

sans oublier Ayoub et Ahmed.

A celle qui a partagé la perfection de ce mémoire Madiha

A mes chers amis Asma, Faiza , Nabila , Ramdane, Salah qui m'ont encouragés

*D'une façon ou d'une autre, m'ont aidé pendant mon travail de fin d'études
Certains par leurs conseils et leurs connaissances scientifiques, d'autres par
Leur soutien et leur présence*

Merci du fond du coeur

Rabiha

Sommaire

Introduction	1
Partie théorique	
Chapitre I : Qualité du miel autant qu'un produit alimentaire	
I- Qualité du miel autant qu'un produit alimentaire	3
I-1-Le miel	3
I-1-1-Petite historique du miel	3
I-1-2-La définition du miel.....	3
I-1-3-La composition chimique de miel	4
I-1-3-1-Les éléments majeurs	5
a- L'eau	5
b- Les Glucides	5
I-1-3-2-Les éléments mineurs.....	6
a- Les acides	6
b- Les protéines	6
c- Les matières minérales	6
d- Les enzymes.....	7
e- Les vitamines.....	7
f- Les substances aromatiques.....	7
g- Les Matières pigmentaires	8
h- Les lipides	8
I-1-4- Les propriétés physico-chimiques du miel	8
a- La Densité	8
b- La Viscosité.....	8
c- La Chaleur spécifique.....	8
d- La Conductivité thermique.....	9
e- La Conductibilité électrique	9
f- L'indice de réfraction	9
g- La coloration	9

h-Le pH.....	9
i- La turbidité	9
j-La fluorescence	10
k- Le pouvoir rotatoire	10
l- La solubilité	10
m- La Cristallisation	10
n-l'acidité.....	10
o-l'HMF.....	10
I-2- La qualité des produits alimentaires... ..	10
I-2-1-Les composantes de la qualité d'un produit alimentaire	11
I-2-1-1-La qualité organoleptique ou sensorielle	11
I-2-1-2-La qualité nutritionnelle	11
I-2-1-3- La qualité hygiénique	11
I-2-1-4- La qualité marchande	11
I-2-2- La qualité du miel	11
Chapitre II : Altération du miel autant qu'un produit alimentaire	
II- Altération du miel autant qu'un produit alimentaire	14
II-1-l'Altération des produits alimentaires	14
II-1-1-La situation et origines de l'alimentation	14
II-1-1-1-La sécurités alimentaires	14
II-1-1-2-La transformation des aliments	14
II-1-1-3-La conservation	14
II-1-2-L'origine et la nature de la flore microbienne des aliments	15
II-1-3-L'action des micro-organismes dans les aliments	15
II-1-4-Les différents types d'altérations.....	16
II-1-4-1-L'altération physique	16
II-1-4-2-L'altération chimique et biochimique	16
II-1-5- Les facteurs d'altération des aliments.....	16
II-1-6- Les mécanismes d'altération	16
II-2-L'altération du miel.....	16

II-2-1-L'altération des Produits de la ruche	16
II-2-1-1- Par contamination microbienne.....	16
II-2-1-2-Par contamination chimique.....	17
II-2-2-La contamination des produits de la ruche	18
II-2-2-1-La contamination bactériologique	18
II-2-2-2-La contamination chimique	19
II-2-2-3-La contamination médicamenteuse	19
Chapitre III : Evolution de la qualité du miel au cours de sa conservation	
III - Evolution de la qualité du miel au cours de sa conservation	20
III -1-Les paramètres qui influencent sur la qualité du miel au cours de la conservation	20
III-1-1- la durée de la Conservation.....	20
III-1-2- la température	20
III-1-3- l'atmosphère	21
III-2-Les principales transformations physiques et chimiques du miel	21
III-2-1-La cristallisation	21
III - 2-1-1-La teneur en sucres	21
III-2-1-2-La température	22
III-2-1-3-La teneur en eau.....	23
III-2-2-L'hydroxyméthylfurfural (HMF)	24
III-2-3-La fermentation.....	25
III-2-4-L'aspect organoleptique de miel.....	25
Conclusion	26
Références bibliographiques	27
Annexes.....	31

CNEVA : Centre National d'Etudes Vétérinaires et Alimentaires.

DCD : direction de la coopération au développement.

dm³ : décimètre cube .

HCH : Hexachlorocyclohexane.

HMF : Hydroxyméthylfurfural.

UE : union européenne.

Figure 1 : la composition chimique du miel	4
Figure 2 : la composition du miel en glucides	5
Figure 3 : structure chimique de l'hydroxyméthylfurfural	24

Tableau I: Composition chimique des miels de forêt et des miels de fleur en g/100 g	4
Tableau II: Constituants minéraux du miel	7
Tableau III: Norme concernant la qualité du miel selon le projet du Codex Alimentaire (1993) et selon le projet de l'UE (1974).....	12
Tableau IV: Température de stockage et détérioration des enzymes du miel	20
Tableau V: Rapport fructose/glucose	22
Tableau VI: Effet de la Température sur la cristallisation	23
Tableau VII: Rapport Glucose /eau.....	23

Tableau I : Les sels minéraux et les oligo-éléments dans le miel de différentes provenances31

Tableau II : Le rapport entre la teneur en eau, la température et la viscosité de quelque sorte du miel.....31

Tableau III : La relation entre la teneur en eau et l'indice de réfraction du miel32

Tableau IV : La fiche de l'analyse sensorielle33

Tableau V : La durée nécessaire pour la formation de 40 mg HMF/kg de miel en fonction de la température de stockage34

« *Introduction générale* »

Le miel est la substance naturelle sucrée (produit sucrant 100% naturel: sucre prédigérés par l'abeille, sels minéraux, oligo-éléments et autres apports de l'abeille), produite par les abeilles mellifiques à partir du nectar de fleur ou des sécrétion provenant de parties vivantes de plantes ou d'excrétions d'insectes piqueurs-suceurs (miel de miellat) des parties vivantes de plantes, que les abeilles butinent, transforment et combinent avec les autres matières spécifiques qu'elles secrètent, et qu'elles emmagasinent, concentrent, et laissent murir dans les rayons de la ruche.

Le contexte mondial du marché du miel est caractérisé par une production évaluée par la FAO et la Commission européenne autour de 1,54 million de tonnes en 2010. L'Asie est la première région de production et représente environ 42 % de la production mondiale. En seconde place, l'Europe représente quant à elle 23 % de ce total. Depuis 2005, la production mondiale a progressé de 9% (France Agrimer, 2012).

La production nationale en miel est estimée en moyenne à 33 000 qx pour l'année 2011 avec un rendement de 4 à 8 Kg/ruche, ce qui est très faible par rapport aux potentialités mellifères qu'offre notre pays. Ainsi en 2011, l'Algérie a introduit plus de 150.000T de miel de Chine, d'Inde et d'Arabie Saoudite (Infos-CACQE, 2012).

Depuis 2005, l'Argentine est le principal exportateur mondial de miel avec 108.000 t (plus de 30 % du commerce mondial) et le premier fournisseur de l'Union européenne avec 71.000 t (soit 50 % du total des importations communautaires en 2005). L'évolution des prix dans ce pays a donc un impact immédiat sur le marché. Vu que la consommation de miel comme produit noble reste relativement stable, la quantité de miel disponible devrait influencer directement les prix (Etienne, 2007).

En général, il a été estimé que 70% du miel sont consommés au petit déjeuner, 10% comme dessert et au goûter, 10% dans les tisanes, et 10% comme remède (gorges, contre la grippe notamment).

Les livres saints comme le coron et la bible ne manquent pas de louer les vertus du miel, il est le symbole de la prospérité et de l'abondance.

Pourtant, depuis quelques décennies, de nombreuses recherches ont mis en évidence l'effet thérapeutique des produits de la ruche dans de nombreuses pathologies.

Depuis l'antiquité, le miel a été utilisé pour soigner, embellir la peau et embaumer les morts chez les égyptiens, Hippocrate disait que l'usage du miel conduisait à la plus extrême vieillesse, et le prescrivait pour combattre différents maux. IL est recommandé à tous les stades de la vie, dès le plus jeune âge et jusqu'à la vieillesse.

La consommation du miel en Algérie est très faible, elle est de l'ordre de 60 à 90 g/an/hab. Cette faiblesse résulte de l'érosion du pouvoir d'achat d'algériens d'une part, et des contraintes qui entravent l'essor de l'apiculteur d'autre part.

Le miel, au contraire a de nombreux autres aliments, peut se conserver pendant des années sans suspicion d'une détérioration par contre observation de la diminution de la qualité.

La rapidité de la dégradation dépend de la composition du produit ainsi que des conditions de sa conservation. Les principaux facteurs qui peuvent altérer sa qualité sont: La chaleur, la durée de stockage, l'humidité, sa teneur en eau, justifié par l'augmentation de l'HMF, la cristallisation, la fermentation...

Notre étude comporte trois chapitres qui sont ; la qualité du miel, altération du miel, et l'évolution de la qualité du miel au cours de sa conservation, qui permettent de saisir l'objectif de notre recherche qui est l'influence de la conservation sur la qualité du miel.

CHAPITRE I :

*« Qualité du miel autant
qu'un produit alimentaire »*

I-Qualité du miel autant qu'un produit alimentaire

Le produit alimentaire est un aliment issu de la production animale ou végétale consommé par des êtres vivants à des fins énergétiques ou nutritionnelles.

Le Larousse définit l'aliment comme ce qui sert de nourriture à un être vivant, les aliments sont des substances nutritives nécessaires à la croissance et à la vie de l'homme. Privé de nourriture, l'homme ne peut survivre (Sablonnière, 2001).

I-1-le miel

I-1-1- Petite historique du miel

-Le miel depuis la nuit des temps

L'abeille et aussi probablement le miel était sur la terre bien avant l'homme, comme nous l'on prouve des fossiles d'ambre jaune.

Le dessin le plus ancien de récolteurs de miel se trouve dans les grottes de las Arénas dans la région de valence et date d'environ 7000 ans avant JC (Anonyme, 2002b).

-Le miel chez les Egyptiens

Il y a 4500 ans avant JC, les égyptiens avaient déjà des abeilles dans des abris artificiels de terre cuite. L'abeille est considérée comme divine, le miel étaient la nourriture des dieux, le dieu du soleil .vers 3200 avant JC, les abeilles étaient le symbole des pharaons dans le langage hiéroglyphique.

D'après le roi Ramsès II, les fonctionnaires recevaient une partie de leur salaire sous forme de miel. C'était un important moyen de paiement ; contre un pot de miel on recevait un âne ou un bœuf (Leclant ,1968).

I-1-2-La définition du 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 (exp: tronc d'arbre....etc.) , 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. Ainsi Le miel de nectar est le miel qui provient des nectars de plantes. Le miel de miellat est le miel qui provient principalement d'excrétions d'insectes butineurs *Hemiptera* laissées sur les parties vivantes de plantes ou de sécrétions de parties vivantes de plantes (CODEX STAN 12-1981).

I-1-3-La composition chimique de miel (voire tableau I)

La composition chimique du miel varie en fonction de l'origine florale, la figure 1 représente la composition chimique du miel.

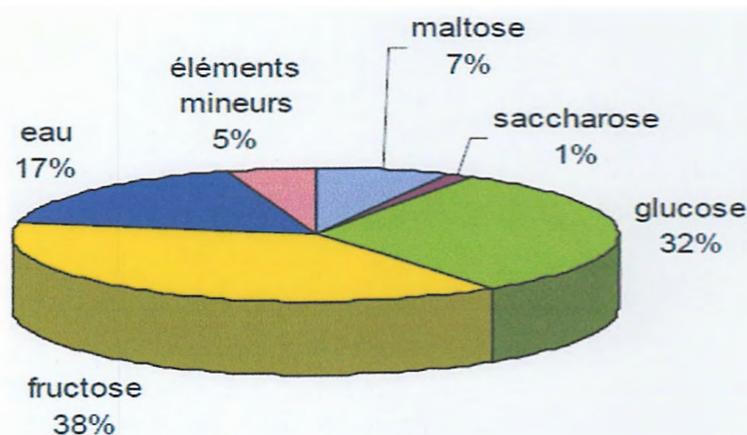


Figure 1: la composition chimique du miel.

Chauvin , (1968), signale que plusieurs facteurs peuvent influencer cette composition chimique tel que Les miels de miellats sont très souvent d'une couleur foncée, ils se cristallisent généralement peu, et contiennent moins de glucose et de fructose, mais d'avantage des sucres supérieurs (Miel de Sapin, Miel de Bruyère...) que les miels de nectar.

Tableau I: La composition chimique des miels de forêts et des miels de fleur en g/100 g (Bogdanov et *al.*, 2006).

Origine florale composition chimique	Miel de fleur		Miel de forêt	
	Moyenne	Min -Max	Moyenne	Min -Max
Eau	17,2	15-20	16,3	15-20
Monosaccharides				
Fructose	38,2	30-45	31,8	28-40
Glucose	31,3	24-40	26,1	19-32
Disaccharides				
Saccharose	0,7	0,1-4,8	0,5	0,1-4,7
Autres disaccharides	5,0	2-8	4,0	1-6
Trisaccharides				
Mélézitose	<0,1		4,0	0,3-22,0
Erlose	0,8	0,5-6	1,0	0,1-6
Autres trisaccharides	0,5	0,5-1	3,0	0,1-6
Polysaccharide non déterminé	3,1		10,1	
Totale des sucres	79,7		80,5	
Sels minéraux	0,2	0,1-0,5	0,9	0,6-2
Acides aminés, Protéines	0,3	0,2-0,4	0,6	0,4-0,7
Acides organiques	0,5	0,2-0,8	1,1	0,8-1,5
pH	3,9	3,5-4,5	5,2	4,5-6,5

Le spectre des différents types de sucres est parfois caractéristique pour certaines sortes de miel, Le fructose et le glucose peuvent être déterminés au moyen d'une méthode enzymatique.

Le miel contient un grand nombre d'acides organiques. La plupart d'entre eux sont ajoutés par les abeilles.

Aujourd'hui, au lieu de la teneur en matières minérales (cendres), on détermine la conductibilité électrique du miel. Elle est plus facilement mesurable et est utilisée principalement pour la caractérisation des miels monofloraux. Selon l'origine géographique et botanique des miels, la teneur en matières minérales et la conductibilité électrique seront différentes (Bogdanov et *al.*, 2004b).

I-1-3-1-Les éléments majeurs

a- L'eau

La teneur en eau est une caractéristique importante des miels, elle conditionne la conservation du produit, son poids spécifique, et comme elle peut aussi déterminer sa cristallisation, sa saveur et sa qualité (Louveaux, 1968a).

Selon Gonnet et Vache (1985). Lorsque les abeilles operculent les contenants du miel au niveau des alvéoles, la teneur en eau de celui-ci est de l'ordre de 17 % à 18 %.

Louveaux (1968a), ajoute que la teneur en eau des miels varie en fonction de leur origine florale, de la saison, de l'intensité de miellée, de la force de colonies d'abeilles, et de la technique de récolte.

b- Les Glucides (voire figure 2)

On trouve des monosaccharides (glucose et fructose) qui représentent 85% à 95% des sucres du miel mais c'est le fructose (lévulose) qui est presque toujours dominant, avec une teneur de 38% du poids du miel, tandis que la teneur en glucose est de 31%.

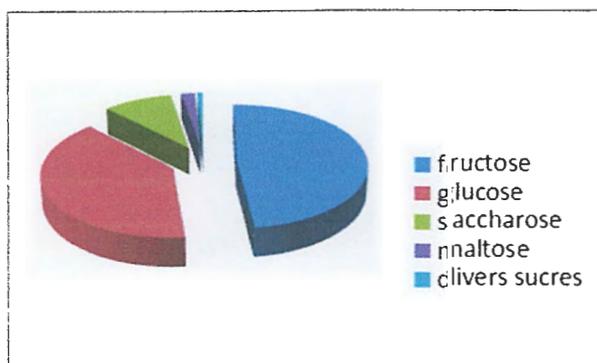


Figure 2 : la composition du miel en glucides.

On y trouve également du saccharose (1.5%) et du maltose (7.5%) ainsi que d'autres sucres présents à l'état de traces : isomaltose, nigérose, turanose, maltulose, isomaltulose, leucrose, kojibiose, néotrèhalose, gentiobiose, laminaribiose, mélézitose, erlose, 1-kertose, dextrantriose, raffinose, isopanose, isomaltotétraose, 6- α -glucosylsaccharose, arabogalactomannane, maltotriose, isomaltopentose, panose, isomaltotriose, 3- α -isomaltosylglucose, centose (Huchet et *al.*, 1996).

I-1-3-2-Les éléments mineurs

a- Les acides

Tous les miels ont une réaction acide. Ils contiennent des acides organiques, dont certains volatiles, et des lactones (Louveau, 1968a).

Le plus important est l'acide gluconique dont l'origine serait une bactérie, appelée *gluconobacter*, qui lors de la maturation du miel, transforme le glucose en acide gluconique. On y trouve également une vingtaine d'acides organiques comme l'acide acétique, l'acide citrique, l'acide lactique, l'acide malique, l'acide oxalique, l'acide butyrique, l'acide pyroglutamique et l'acide succinique. On y trouve des traces d'acide formique (un des constituants du venin), d'acide chlorhydrique et d'acide phosphorique. D'autres composés, les lactones dont la présence est constante, ont également une fonction acide. Le pH du miel peut varier de 3.2 à 4.5 en moyenne 3.9 (Huchet et al., 1996).

b- Les protéines

Les miels convenablement récoltés sont pauvres ou très pauvres en protéines (White, 1962).

Les protides sont présents en faible quantité (1.7 gramme par kilogramme de miel soit une teneur de 0.26%) et la teneur en azote est négligeable (de l'ordre de 0.041%). Il s'agit essentiellement de peptones, d'albumines, de globulines et de nucléoprotéines qui proviennent soit de la plante, soit de l'abeille. On y trouve également des acides aminés libres dont la proline, qui provient des sécrétions salivaires de l'abeille (Huchet et al., 1996).

Selon Gonnet (1982), Les recherches les plus récentes ont permis de mettre en évidence dans différents miels la présence de 19 acides aminés libres.

c- Les matières minérales (voire tableau II)

La teneur en sels minéraux selon White (1962), est de l'ordre de 0.169 % en moyenne. elle est donc faible ou très faible et sujette à des variations très importantes.

Louveau (1968b), signale que d'une façon générale, les miels clairs sont nettement moins riches en cendres que les miels foncés. Comme le montre le tableau suivant.

Tableau II: Constituants minéraux du miel (mg/kg) D'après (Louveaux, 1968a).

miels Eléments minéraux mg /Kg	Miels clairs			Miels foncés		
	Moy	Mini	Max	Moy	Mini	Max
Potassium (K)	205	100	588	1676	115	4733
Chlore (Cl)	52	23	75	113	48	201
Soufre(S)	58	36	108	100	56	126
Calcium(Ca)	49	23	68	51	5	266
Sodium (Na)	18	6	35	76	9	400
Phosphore (P)	35	23	50	47	27	58
Magnésium (Mg)	19	11	56	35	7	126
Silice (SiO ₂)	22	14	36	36	13	72
Silicium (Si)	8,9	7,2	11,7	14	5,4	28,3
Fer(Fe)	24.	1,2	4,8	9,4	0,7	35,5
Manganèse (Mn)	0,3	0,17	0,44	4,09	0,52	9,53
Cuivre(Cu)	0,29	0,14	0,70	0,56	0,35	1,04

Gonnet (1982), ajoute qu'on y trouve également à l'état de traces une trentaine d'éléments différents parmi lesquels le fer, le cuivre, le cobalt, le chlore, le soufre, le phosphore, le magnésium, le calcium, le sodium et le zinc (voire tableau I annexe).

d- Les enzymes

Le miel contient plusieurs enzymes dont la présence est liée à l'origine double du miel : animal ou végétal, le nectar, contient dès sa récolte des enzymes qui agissent sur les sucres ; les sécrétions de l'abeille viennent y ajouter les enzymes secrétés par les glandes pharyngiennes (Louveaux, 1968b).

De nombreuses enzymes se retrouvent dans le miel : l'invertase, l' α -amylase, la β - amylase, l' α -glucosidase et la glucose-oxydase capable de transformer le glucose en acide gluconique. Le miel contient aussi une catalase et une phosphatase. Ces diastases sont détruites par un chauffage exagéré du miel, il y a donc lieu d'éviter ce chauffage de miel si on veut bénéficier de leur action. Ainsi, leur dosage permet de détecter les fraudes liées au chauffage du miel (Huchet et *al.*, 1996).

e- Les vitamines

Le miel est relativement pauvre en vitamines, si on le compare à certains aliments. Les vitamines du miel ont presque toujours leur origine dans les grains de pollen, Louveaux (1968b), ajoute qu'il y a un grand nombre de vitamines, dont les quantités loin de pouvoir couvrir les besoins journalières de l'homme. On trouve essentiellement : les vitamines B1, B2, B3, B5, B6, et C, et accessoirement (en quantité négligeable): les vitamines (A, B8, B9, D, K).

f- Les substances aromatiques

On dénombre plus de cinquante substances aromatiques qui peuvent permettre l'identification de l'origine des miels, car elles proviennent presque exclusivement de la plante (Huchet et *al.*,

1996). Louveaux (1968b), ajoute que ces substances donnent l'arôme et le goût spécifique d'un miel déterminé, mais qui ont par ailleurs des vertus thérapeutiques.

g-Les Matières pigmentaires

Le miel contient des produits pigmentaires qui donnent la couleur au miel et qui n'ont pas encore fait l'objet d'études approfondies. Louveaux (1968b), ajoute qu'elles sont probables qu'elles appartiennent aux groupes des caroténoïdes et des flavonoïdes.

La coloration est une caractéristique physique très importante des miels car elle est en relation avec l'origine florale et la composition, elle va de l'incolore au noir en passant par le blanc, le jaune, le brun ambré et le brun vert, en général les miels d'agrumes sont plus clairs que ceux des forêts (Louveaux, 1985).

h- Les lipides

Le miel est pauvre en lipides, ceux qu'on y trouve sont probablement des microparticules de cire qui échappent à la filtration (Huchet et *al.*, 1996). Louveaux (1968b), identifie cependant, des glycérides et des acides gras tels que l'acide palmitique, les acides oléiques et linoléiques.

I-1-4- Les propriétés physico-chimiques du miel

a- La Densité

La densité d'un miel homogène est le rapport, exprimé en nombre décimal, de la masse volumique de ce miel à la masse volumique de l'eau pure à 4 °C. (La masse volumique s'exprime en kg/dm³). La densité du miel varie approximativement de 1,39 à 1,44 à 20 °C (Gonnet, 1982). 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 (Louveaux, 1985).

b- La Viscosité

La majorité des miels ont une viscosité normale, ils suivent les lois de Newton sur l'écoulement des fluides (Louveaux, 1968). Selon Huchet et *al.* (1996), La viscosité du miel dépend de trois facteurs qui sont, sa teneur en eau, sa composition chimique et de sa température (voire tableau II annexe).

La viscosité est très élevée à basse température. Elle décroît rapidement lorsque la température augmente (Gonnet, 1982). Pour 30 à 35°C température de la ruche, la viscosité est minimale, C'est pourquoi les apiculteurs sont contraints, au cours des opérations de centrifugation, d'extraction et de mise en pots, et d'opérer à température suffisamment élevée (Huchet et *al.*, 1996). Louveaux (1968b), ajoute que cette viscosité est également accrue par la quantité de la matière colloïdale contenue dans le miel aussi, les miels foncés ont une viscosité plus élevée que les miels clairs.

c-La 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, la chaleur spécifique est de 0.54 fois plus à celle de l'eau 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. Louveaux (1968b), ajoute que la Chaleur spécifique varie très peu d'un miel à l'autre.

d- La 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., 2004a).

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

e- La Conductibilité électrique

La conductibilité électrique est la propriété d'un corps de permettre le passage du courant électrique. C'est donc l'inverse de la résistivité (Gonnet, 1982).

Louveaux (1968a), signale que le miel a une conductibilité électrique dans de fortes proportions suivant sa teneur en eau et sa teneur en matières minérales

f- 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 de miel est d'autant plus élevé que sa teneur en eau est plus basse (Gonnet, 1982).

IL 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 (Louveaux, 1985) comme le représente le tableau III annexe.

g-La coloration

La coloration est une caractéristique physique importante des miels car elle est en rapport avec leur origine florale et avec leur composition (Gonnet, 1982).

La couleur d'un miel étant un caractère très important sur le plan commercial (Louveaux, 1985).

h-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 est acide et son pH 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- 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, 1968b).

j-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.

k- Le pouvoir rotatoire

Le Pouvoir rotatoire des miels concerne leur action sur la lumière polarisée. La majorité des miels font tourner à gauche la lumière polarisée, mais il existe des miels dextrogyres, qui par conséquent font tourner le plan de polarisation à droite. Le pouvoir rotatoire du miel est une donnée peu significative, car les divers sucres qu'il contient ont tous un pouvoir rotatoire différent (Louveaux J, 1985).

l- La solubilité

Selon Louveaux (1968b), le miel est soluble dans l'eau et l'alcool dilué, mais insoluble dans l'alcool fort, l'éther, le chloroforme et le benzène.

m- 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/100 g ou dont le rapport glucose/eau est inférieure 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.*, 2004a).

n-L' Acidité

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

o-Le HMF

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.*, 2004a)

I-2- la qualité des produits alimentaires

Mesure dans laquelle un aliment ou un service répond aux besoins et attentes qui ont été communiquées, qui vont de soi ou qui ont été imposées (par le client, le consommateur et la loi). Pour les produits alimentaires, il s'agit en règle générale de la sécurité, de la santé et du bien-être du consommateur (Sablomnière, 2001).

La qualité selon la norme NFX 50 120 représente l'ensemble des propriétés et caractéristiques d'un produit ou service qui lui confère l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés ou implicites. Il s'agit de la sécurité, de la salubrité, des propriétés alimentaires et organoleptiques, des services envisagés et de la conformité à la réglementation.

I-2-1-Les composantes de la qualité d'un produit alimentaire

I-2-1-1-La qualité organoleptique ou sensorielle

La qualité organoleptique ou sensorielle est déterminée dans le jugement du plat présenté,

au premier regard à cause de son odeur, le consommateur peut être amené à accepter ou à refuser un plat (Branger et *al.*, 2007).

A ces critères, s'ajoute la qualité psychosensorielle ou affective qui diffère selon l'origine socioculturelle du consommateur (image de produit).

Ceci correspond au plaisir apporté par l'aliment à partir de sentiments ou de souvenirs qu'il évoque, et de la valeur symbolique que chacun peut lui donner (Sablonnière, 2001).

I-2-1-2-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 (Sablonnière, 2001).

I-2-1-3- 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 (Sablonnière, 2001).

I-2-1-4- la qualité marchande

La qualité marchande regroupe l'ensemble des facteurs qui poussent le consommateur à acheter le produits .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)

I-2-2- La qualité du miel (voire tableau III)

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 (Schweitzer, 2004).

Le miel vendu en tant que tel ne doit pas contenir d'ingrédient alimentaire, y compris des additifs alimentaires, et seul du miel pourra y être ajouté. Le miel ne doit pas avoir de goût, d'arôme ou de contamination inacceptable provenant de matières étrangères absorbées durant sa transformation et son entreposage. Le miel ne doit pas avoir commencé à fermenter ou être effervescent. Ni le pollen ni les constituants propres au miel ne pourront être éliminés sauf si cette procédure est inévitable lors de l'élimination des matières inorganiques ou organiques étrangères.

-Le miel ne doit pas être chauffé ou transformé à un point tel que sa composition essentielle soit changée et/ou que sa qualité s'en trouve altérée.

- Aucun traitement chimique ou biochimique ne doit être utilisé pour influencer la cristallisation du miel (CODEX STAN ,1981).

Selon Bogdanov et *al* (2001). Les deux paramètres essentiels fixant les limites de qualité et de fraîcheur d'un bon miel, hormis les critères d'origine botaniques, sont : la teneur en eau qui doit être inférieure à 18 % et la teneur en hydroxyméthylfurfural que l'on cherchera à maintenir de préférence à un seuil inférieur à 40 mg/kg.

Tableau III: Norme concernant la qualité du miel selon le projet du Codex Alimentaire (1993) et selon le projet de l'UE (1974).

Caractéristiques qualitatives	Exigences	Recommandations
	UE	Codex
Eau (g/100g)		
Miel, en général	max.21	max. 21
Miel de bruyère, miel de trèfle	max. 23	max. 23
Teneur apparente en sucres réducteurs (g/100 g)		
Miel de fleurs	mini. 65	mini. 65
Miel de miellat, ou mélanges avec miel de fleurs	mini. 60	mini. 60
Teneur apparente en saccharose (g/100g)		
Miel en général	max. 5	max. 5
Miel de miellat, ou mélanges avec miel de fleurs (miel d'acacias, de lavande, de Banksia, d'Eucryphia)	max. 10	max. 10
substances non hydrosolubles (g/100 g)	0,1	0,1
Sels minéraux (g/100g)		
Miel en général	max. 0,6	max. 1
Miel de miellat ou mélanges de miel de fleurs	max. 1	pas d'indication

Caractéristiques qualitatives	Exigences	Recommandations
	UE	Codex
Acides libre (milliéquivalent/ Kg)	40	40
Indice d'amylase (en unités de schade)		
Miel en général	mini. 8	mini. 3
Miels pauvres en enzymes, comme le miel d'acacias, de fleurs d'oranger	mini. 3	pas d'indication
Hydroxyméthylfurfural (mg/kg)	max. 40	max. 80

L'analyse sensorielle (voir tableau IV annexe)

Disposer d'une méthode d'évaluation de la qualité est un préalable indispensable à la mise en place des signes distinctifs de qualité. Les paramètres analytiques physico-chimiques ne suffisent évidemment pas à cerner les caractéristiques organoleptiques d'un produit, et l'analyse sensorielle reste une composante majeure de l'évaluation. Elle implique que le dégustateur puisse traduire son jugement de manière rationnelle et reproductible, en s'appuyant sur une grille d'analyse (Bogdanov et *al.*, 2001).



CHAPITRE II :

*« Altération du miel autant
qu'un produit alimentaire »*

II-Altération du miel autant qu'un produit alimentaire

II-1-l'Altération des produits alimentaires

II-1-1- La situation et l'origine de l'alimentation

Dans les temps les plus reculés, l'homme vivait de la cueillette et de la viande des animaux sauvages qu'il chassait. Il y a environ 10 000 ans, il a commencé à sélectionner des plantes spécifiques et à développer l'élevage domestique. Il s'agissait là des prémices de l'agriculture. Depuis lors, le domaine agricole a subi des changements drastiques. Au cours de ce siècle, de nouvelles technologies et méthodes de cultures ont été développées. Elles ont grandement contribué à accroître la variété des ressources agricoles disponibles pour le fermier et à améliorer la productivité des cultures et de l'élevage.

L'amélioration du nourrissage du sol et la défense des cultures et des animaux contre les insectes nuisibles et les maladies constituent leur souci quotidien pour satisfaire aux besoins alimentaires d'une population mondiale de plus en plus importante et pour répondre à la demande du consommateur pour une alimentation sûre et saine.

La recherche et le développement uniront toujours leurs efforts pour permettre au fermier de devenir encore plus productif, chercheront à améliorer sans cesse la sécurité et la salubrité de l'alimentation, tout en limitant l'impact de toutes ces mesures sur l'environnement. Tels sont les défis auxquels est confronté le monde agricole à l'aube de ce siècle (Becila, 2009).

II-1-1-1-La sécurité alimentaire

Sous le terme sécurité alimentaire est entendue : La garantie que les aliments n'entraînent pas de conséquences néfastes pour la santé du consommateur quand ils sont préparés et ingérés, en tenant compte du but et de la manière de les consommer. La sécurité alimentaire est dès lors un élément essentiel de la qualité alimentaire mais est souvent confondue avec celle-ci.

La sécurité alimentaire est une exigence minimale qui ne se négocie pas. Alors que souvent ce terme est utilisé pour désigner l'innocuité des aliments, c'est à dire l'assurance que les aliments ne causeront pas de dommage au consommateur quand ils sont préparés et/ou consommés conformément à l'usage auquel ils sont destinés (Anonyme, 2008c).

II-1-1-2-La transformation des aliments

Tous les produits agricoles doivent être transformés d'une manière ou d'une autre avant d'être consommés.

L'industrie alimentaire crée une large gamme de denrées et joue un rôle majeur par l'accessibilité à une alimentation variée et nutritive tout en:

- préservant les nutriments naturels.
- fournissant des denrées alimentaires faciles à préparer à la maison.
- confrontant le consommateur à des choix incomparables (Anonyme, 2008a).

II-1-1-3-La conservation

La conservation des aliments comprend un ensemble de procédés de traitement dont le but est de conserver les propriétés gustatives et nutritives et les caractéristiques de texture et de couleur des denrées alimentaires, ainsi que leur comestibilité, et d'éviter d'éventuelles intoxications alimentaires.

La conservation est généralement définie comme une méthode utilisée pour préserver un état existant ou pour empêcher une altération susceptible d'être provoquée par des facteurs chimiques (oxydation), physiques (température, lumière) ou biologiques (microorganismes). La vitesse d'altération dépend des caractéristiques intrinsèques liées à l'aliment et aux conditions extrinsèques qui sont liées à l'environnement (Elatyqy, 2010).

II-1-2-L'origine et la nature de la flore microbienne des aliments

Les aliments sont d'origine végétale ou animale. La flore normalement associée aux plantes et aux animaux est donc potentiellement présente. De plus, un apport microbien exogène est souvent inévitable (environnement, contact, manipulations, etc.)

- **La contamination industrielle**

Le matériel industriel est une source de contamination (Guiraud et Galzy, 1998), en particulier les surfaces poreuses (plan de travail) les outils et les machines etc.

Lors de la préparation de produits à partir des matières premières diverses. Les traitements technologiques peuvent induire ou favoriser la dispersion de la flore de contamination. Les déchets industriels sont aussi une source potentielle de contamination.

- **La contamination par les manipulateurs**

Les flores commensales et pathogènes de l'homme sont proches de celles des animaux (Guiraud et Galzy, 1998), La contamination peut provenir aussi bien de personnes saines que malades ou guéries. Les contaminations par manipulation sont:

Des contaminations de contact, essentiellement par les mains, dont les germes incriminés (*Staphylococcus*, *Streptococcus*, contamination fécale, *Salmonella* etc....) Sont surtout véhiculées par la peau saine ou par des plaies, abcès ou furoncles. Des contaminations aéroportées (toux, éternuement) ; Contamination par les vêtements.

- **La contamination par l'environnement**

Air et sol sont riches en bactéries (Guiraud et Galzy, 1998)

Eau et sol peuvent contenir :

Bactéries : *Achromobacter*, *Enterobacter*, *Bacillus*, *Micrococcus* etc.....

Levures : *Aspergillus*, *Rhysopus*, *Penicillium* etc....

Moisissures : *Saccharomyces*, *Torula* etc....

II-1-3-L'action des micro-organismes dans les aliments

Le développement des micro-organismes dans un aliment peut avoir deux actions néfastes et variées (Becila, 2009) :

- Affecter la qualité intrinsèque de l'aliment et donc sa valeur commerciale (modification de texture et d'aspect, altération de la valeur alimentaire, altération des qualités organoleptiques, dégradation du conditionnement etc....)
- Dangereux pour la santé en étant responsables d'intoxications dues à la formation de substances toxiques (amines), ou même d'infections ou toxi-infections intestinales bénignes.

II-1-4-Les différents types d'altérations

Il existe en effet différents types (Becila , 2009) :

II-1-4-1-L'altération physique : Chocs, blessures, changements d'état, variation de la teneur en eau, changement de couleur.

II-1-4-2-L'altération chimique et biochimique : Oxydation (rancissement) par les enzymes (brunissement enzymatique, lyses, destruction des vitamines et de certains nutriments)

II-1-5- Les facteurs d'altération des aliments

On peut classer les facteurs d'altération des aliments selon leur caractère intrinsèque ou extrinsèque (Bourgeois et *al.*, 1988).

Les premiers sont relatifs à l'aliment et les seconds proviennent de l'environnement.

Les facteurs intrinsèques : pH, humidité, activité ou disponibilité de l'eau, potentiel d'oxydo- réduction, structure physique de l'aliment et présence d'agents antimicrobiens naturels.

Les facteurs extrinsèques : température, humidité relative, gaz présents (CO₂, O₂), types et quantités de microorganismes ajoutés.

II-1-6- Les mécanismes d'altération

Les propriétés intrinsèques des aliments et les facteurs extrinsèques appliqués aux aliments influenceront les mécanismes d'altération microbiens, chimiques, biochimiques et physiques des aliments qui résulteront en une perte de la qualité organoleptique. Les aliments vivent, vieillissent et meurent selon des cycles biologiques naturels (anonyme, 2008c)

II-2-L'altération du miel

II-2-1-L'altération des Produits de la ruche

II--2-1-1-par contamination microbienne

Lors de l'analyse bactériologique des miels, quatre catégories de micro-organismes sont recherchées (Clément, 1995):

- la flore mésophile totale (bactéries se multipliant entre 30 °C et 38 °C) : introduite par les abeilles, elle est sans conséquence pour le consommateur et n'a pas d'action néfaste sur le miel. Elle fait partie de l'environnement et se constitue presque exclusivement de *Bacillus*, souvent à l'état de spores .
- la flore mycélienne et les levures banales : les champignons filamenteux du genre *Aspergillus* sont rares et se trouvent à l'état dormant (spores). Le miel étant un milieu pauvre en protides, leur activité métabolique n'est pas favorisée .
- les levures osmophiles : ce sont des organismes glucidophiles inféodés à la végétation et capables de se développer sur des milieux possédant une pression osmotique

élevée. Leur recherche est très importante car les levures du genre *Saccharomyces* sont des agents de la fermentation alcoolique qui altèrent les miels et modifient leur conservation. Ces levures proviennent des pollens et des pattes, langues et jabots des abeilles, contaminés au contact des nectars floraux et éventuellement des fruits mûrs ; elles risquent de provoquer une fermentation, surtout si le taux d'humidité est important (Fléché et al., 1997).

-les germes témoins de contamination entérique : pour ces germes, sont recherchés les streptocoques du groupe D de Lancefield (ou entérocoques), les coliformes et *Escherichia coli*, les salmonelles dont l'absence est impérative et enfin les anaérobies sulfite réducteurs (comme *Clostridium perfringens*). Ces germes peuvent contaminer le miel, la gelée royale, le pollen au cours des manipulations nécessaires au conditionnement, effectuées dans de mauvaises conditions hygiéniques. *Clostridium botulinum* n'est pas recherché systématiquement. La mise en évidence de la toxine botulinique est parfois réalisée (Colin et al., 1986).

De 1980 à 1996, le CNEVA a analysé 393 miels. Les résultats sont satisfaisants sur les 393 miels analysés, 329 sont dits de bonne qualité, soit 83,7 % : absence de flore occasionnelle et de salmonelle, taux de levures inférieur à 100 par gramme de miel, flore mésophile totale inférieure à 500 germes par gramme de miel.

Cette bonne qualité bactériologique des miels doit être mise en relation avec ses propriétés (Laws, 1993). Le miel constitue un milieu hostile à la multiplication bactérienne : il est pauvre en matières organiques azotées (protides ~ 0,5 %), il est acide (pH = 3,9), l'eau libre (non liée aux sucres) est réduite par la forte teneur en sucres réducteurs, le potentiel d'oxydo-réduction est bas et la pression osmotique élevée ; enfin il y a très peu d'oxygène dissous. Outre ses caractères physico-chimiques défavorables à la multiplication des germes, le miel est bactériostatique grâce à la présence d'enzymes secrétées par l'abeille et de substances biologiques issues des nectars (Molan, 1992).

II-2-1-2-par contamination chimique

Trois types d'agents de contamination sont contrôlés : les pesticides, les produits de traitement des colonies et les métaux lourds.

L'analyse des pesticides est réalisée à l'aide d'une technique multi-résiduelle par chromatographie en phase gazeuse complétée éventuellement par un spectromètre de masse la tétracycline et l'oxytétracycline sont dosées par Chromatographie liquide haute performance. Quant aux métaux lourds, ils sont dosés par spectrométrie d'absorption atomique après minéralisation (Flamini, 1986).

Si l'on considère les taux de pesticides les plus fréquents, Dejonckere et al. (1996), ont constaté que parmi les miels contenant des résidus, 8 % ont un taux de produits chimiques supérieur à 0,02 mg/kg - limite acceptée pour certains produits issus de l'agriculture biologique - alors que les limites maximales de résidus, calculables selon les règles de l'Organisation mondiale de la santé (LMR fixées en fonction de la dose journalière acceptable, de la consommation moyenne journalière de l'aliment, du poids corporel moyen et complétées par un indice de sécurité pour tenir compte de l'apport de résidus par l'absorption d'autres aliments), seraient comprises, pour le miel, entre 0,1 et 12,8 mg/kg selon la molécule ; On peut donc conclure que le miel est un aliment très peu pollué par les pesticides. Il y a peu de résultats publiés dans d'autres pays que la France sur la présence dans les miels de pesticides ou de produits de traitements de la varroase

Les pourcentages de miels pollués par des métaux lourds ne sont pas significativement différents qu'il s'agisse d'enquêtes ou d'analyses réalisées en routine. Si l'on considère maintenant l'origine des miels, ce qui est possible pour les plans de surveillance pour lesquels cette origine est indiquée, on constate que les miels étrangers sont nettement plus pollués par le plomb .

Si l'on compare les taux de plomb retrouvés dans certains miels avec les taux présents dans l'environnement de l'abeille, on peut admettre l'hypothèse d'une pollution intervenant après la récolte, par l'utilisation de conteneurs impropres à cet usage, avec transfert des ions métalliques vers le miel (Fléché et *al.*, 1997).

Les analyses des produits de la ruche sont moins fréquentes que pour les miels. Selon Fléché et *al.* (1997), les résultats des analyses de pollen confirment l'hypothèse formulée à propos des miels, à savoir que les demandes d'analyses semblent découler d'une suspicion de pollution : les taux de pesticides sont en moyenne deux fois plus élevés que ceux décelés lors d'enquêtes. Quant aux taux de métaux lourds, ils sont multipliés par 200 pour le cadmium et par 2 000 pour le plomb. Pour ce dernier élément, le taux moyen extrêmement élevé est à mettre sur le compte de trois des treize échantillons positifs pour lesquels les quantités dépassent 200 mg/kg.

Les analyses effectuées sur la gelée royale ont montré que celle-ci est assez souvent polluée par des pesticides, mais à des taux faibles comme les miels. Ces gelées royales proviennent de Chine et de Thaïlande et c'est l'hexachlorocyclohexane (HCH) qui est le plus fréquemment rencontré (13 fois). La contamination de la propolis pose, comme pour le pollen, le problème des voies utilisées par les polluants. Ce qui est remarquable, ce sont les taux élevés, aussi bien des pesticides que des métaux lourds. On peut formuler l'hypothèse d'une concentration des polluants dans les matières cireuses qui sont récoltées par l'abeille sur les bourgeons de différents végétaux et complétée par l'abeille elle-même qui véhicule ces polluants, mais bien sûr ceci devra être confirmé. Malgré une pollution non négligeable des pollens et de la propolis, compte tenu des très faibles quantités consommées ou utilisées, ces produits ne peuvent constituer un danger pour la santé humaine (Fléché et *al.*, 1997).

Des travaux de nombreux chercheurs ont permis de mettre en évidence que la cire fixait le fluvalinate et que la quantité de fluvalinate dans les cires avait tendance à augmenter au fil du temps avec la multiplication des traitements de la varroase (Fernández Muñoz et *al.*, 1995).

Selon De Greef et *al.* (1994). Les résultats obtenus au CNEVA peuvent être complétés par ceux obtenus en Belgique : de 1989 à 1993 le pourcentage d'échantillons contaminés par le fluvalinate est passé de 25 % à 95 % avec des taux compris, le plus souvent, entre 1 et 10 mg/kg (Fléché et *al.*, 1997).

En Europe, environ 2 200 tonnes de cire sont utilisées par an, essentiellement par l'industrie cosmétique et, dans une moindre proportion, par l'industrie pharmaceutique. Ces faits nous conduisent à inférer que les risques pour la santé humaine sont limités (Fléché et *al.*, 1997).

II-2-2-La contamination des produits de la ruche

II-2-2-1-La contamination bactériologique

Les micro-organismes qui peuvent être rencontrés dans les produits de la ruche ont deux origines différentes : une flore habituelle, mésophile et mycélienne et un microbisme

occasionnel (résultat des manipulations nécessaires au conditionnement). De nombreuses recherches ont été menées sur la flore intestinale de l'abeille et de la larve (Gilliam et Prest, 1987). et sur les micro-organismes qui colonisent le pollen ramené à la ruche (Gilliam, 1979). Ces recherches ont mis en évidence une importante flore banale constituée de bactéries, levures et champignons, largement répandus dans la nature (sur les végétaux, le sol, dans les eaux) comme *Erwinia*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium* et, moins fréquemment, *Clostridium botulinum* (Fencia et al., 1993), ainsi que des entérocoques plus spécifiques d'homéothermes, hébergés à titre transitoire par l'abeille. Ces micro-organismes ramenés dans la colonie peuvent se retrouver sur les rayons et les parois de la ruche (Fléché et al., 1997).

II-2-2-2-La contamination chimique

L'abeille est en contact permanent avec notre environnement naturel. Celui-ci est pollué par différentes émissions issues essentiellement de l'activité humaine. Ainsi, chaque année, sont disséminés dans l'atmosphère 7 200 tonnes de cadmium, 410 000 tonnes de plomb, 11 000 tonnes de mercure et plus de 2 millions de tonnes de pesticides (Laws, 1993).

II-2-2-3-La contamination médicamenteuse

Les colonies d'abeilles sont traitées régulièrement contre le parasite *Varroa jacobsoni* et occasionnellement contre les loques, la nosérose, l'acariose. Les traitements sont effectués habituellement au redémarrage des colonies en fin d'hiver ainsi qu'à l'automne, avant la pause hivernale (Fléché et al., 1997).

CHAPITRE III :

*« Evolution de la qualité du
miel au cours de sa
conservation »*

III -1- Les paramètres qui influencent sur la qualité du miel au cours de la conservation

III-1-1- la durée de la Conservation

Le miel est un produit périssable qui subit au cours du temps un certain nombre de modifications aboutissant inévitablement à la perte de ses qualités essentielles. La rapidité de la dégradation dépend de la composition du produit ainsi que des conditions de sa conservation. Ainsi, étant très hygroscopique, le miel confiné en atmosphère humide absorbe l'eau rapidement.

A température élevée, on observe alors une dégradation plus ou moins rapide des sucres, dégradation qui s'effectue essentiellement aux dépens du fructose et s'accompagne de la formation d'hydroxyméthylfurfural. La gravité de cette altération, à laquelle est associée une augmentation du taux de l'acidité et une disparition rapide des enzymes, est directement liée à de mauvaises conditions de stockage. Certains miels sont plus fragiles que d'autres en fonction de leur acidité naturelle. En effet, tous les miels dont le pH est inférieur à 4 se dégradent plus vite que ceux de caractéristique inverse. Il convient donc de garder le miel dans des locaux frais où la température ne dépasse pas 20°C. Si le miel à stocker présente un risque de fermentation, il faudra impérativement le pasteuriser ou le conserver à une température de 4 à 5°C (Huchet et *al.*, 1996).

III-1-2- la température (voire tableau IV)

Dès 1933, les Allemands savaient que la chaleur et un entreposage prolongé favorisaient l'accumulation d'HMF (voire tableau V annexe), et ce n'est qu'en 1950 que des méthodes quantitatives étaient établies et officialisées. De même, il était aussi connu que l'activité enzymatique du miel pouvait diminuer par la chaleur et par un entreposage prolongé.

Bien qu'il existe différents enzymes dans le miel, c'est la diastase qui a été la plus étudiée en fonction de la qualité, puisque cet enzyme est ajouté par l'abeille. La diastase, appelée aussi amylose, est un enzyme qui permet la transformation de l'amidon en glucose. L'activité diastasique et la concentration en HMF ont été standardisés pour devenir la norme suivante:

- Indice diastasique > 8 si [HMF] < 40 mg/kg ou
- Indice diastasique > 3 si [HMF] < 15 mg/kg (Bogdanov et *al.*, 1999).

Tableau IV: Température de stockage et détérioration des enzymes du miel (White et *al.*, 1964)

Température de stockage, °C	Temps nécessaire à la formation de 40 mg d'HMF/Kg miel	Durée de demi-vie* diastase	Durée de demi-vie invertase
10	10 - 20 années	35 années	26 années
20	2 - 4 années	4 années	2 années
30	0,5 - 1 années	200 jours	83 jours
40	1 - 2 moins	31 jours	9-6 jours
50	5 - 10 jours	5-4 jours	3-1 jours
60	1 - 2 jours	1 jour	7-4 heures
70	6 - 20 heures	5-3 heures	47 minutes

* Durée de demi-vie: durée pour réduire de moitié l'activité enzymatique

On peut observer sur ce tableau que la température d'entreposage entraîne des modifications importantes dans le miel. A 10 °C, l'activité enzymatique se maintient et la valeur HMF volontiers prise comme indicateur du temps d'entreposage et l'influence de la chaleur reste stable durant de nombreuses années (Gallmann, 2007).

III-1-3- l'atmosphère

Comme si le miel est un produit très hygroscopique, donc il doit être conservé à l'abri de l'air, surtout l'air humide, car en raison de sa forte concentration en sucres, il risque de se charger en eau dès que l'humidité relative de l'air ambiant est supérieure à 56% (Gonnet, 1982). Il est donc nécessaire de le stocker en emballages étanches que possible.

Un miel laissé au contact d'une atmosphère saturée d'humidité prend 1,08% en moyenne par jour pendant les 20 premiers jours. Au bout de trois mois environ, son taux atteint 55,2%, soit une augmentation de poids de 84,4%. C'est essentiellement l'action de l'oxygène de l'air sur les sucres, qui peut se traduire par un brunissement accéléré du miel, et une dégradation de la qualité au niveau aromatique du produit (Gonnet, 1982).

III-2-Les principales transformations physiques et chimiques du miel

III-2-1-La cristallisation

Le miel est une solution sucrée sursaturée. La cristallisation du miel est ainsi un processus naturel (Bogdanov, 1987).

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

(White, 1962), a établi une échelle de granulométrie qui présente une hiérarchie de cristallisation allant de 0 (miel totalement liquide) à 9 (cristallisation complète et dure). Les cristaux peuvent être facilement observés à l'aide d'un polarimètre ou simplement entre deux feuilles de plastique Polaroid, cependant, la cristallisation du miel est généralement appréciée par analyse sensorielle.

En ce cas elle est simplement qualifiée de très fine, fine, assez grossière, homogène, irrégulière, etc... appréciation laissée à la discrétion de l'observateur.

III - 2-1-1-La teneur en sucres

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

Tableau V: Rapport fructose/glucose (Dailly, 2008)

Zone solide	Zone métastable	Zone liquide
Cristallisation rapide*	Cristallisation lente**	Cristallisation rare***
0,9 1	1,1 1,2 1,3	1,4 1,5 1,6 1,7

* Cristallisation rapide : complète au bout d'un mois

** Cristallisation lent : 1 à 12 mois

*** Cristallisation rare : +de 12 mois

Rapport Fructose/Glucose	Ferme%	Tartinable%	Onctueux%	Fluide%
0,90-0,95	25	75	0	0
0,95-1,00	41	50	9	0
1,00-1,05	33	52	13	2
1,05-1,10	3	62	24	10
1,10-1,15	8	51	41	0
1,15-1,20	6	34	53	6
1,20-1,25	0	20	32	48
1,25-1,30	5	25	45	25
1,30-1,35	0	0	45	55
1,35-1,40	0	0	100	0
1,40-1,45	0	0	0	100
1,45-1,50	0	33	0	67
>1,50	0	0	0	100

Ces données théoriques concordent avec les observations sur terrain. Le rapport fructose/glucose est donc un bon indicateur pour prédire la cristallisation. Un rapport inférieur à 1,05 (ex : miel de colza) va produire des miels fermes, un rapport supérieur à 1,45 (ex : miel d'acacia) va produire des miels liquides (Dailly, 2008).

III-2-1-2-La température (voire tableau VI)

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

Tableau N°VI: effet de la Température sur la cristallisation (Dailly, 2008)

Echantillon	Température de stockage	%de cristallisation après 10 jours	Type de cristallisation
1	38°C	20	Très granuleuse
2	35°C	40	Très granuleuse
3	27°C	60	Granuleuse
4	24°C	85	Granuleuse
5	21°C	95	Moyenne
6	18°C	100	Moyenne
7	16°C	100	Fine
8	13°C	100	Très fine
9	10°C	100	Fine
10	7°C	50	*
11	2°C	5	*
12	-1°C	0	*

* impossible de juger, la viscosité est trop élevée

La solubilité des sucres augmente lorsque la température augmente. Le miel à l'extraction est généralement liquide; lorsqu'on diminue la température, la limite de solubilisation est dépassée et le miel va former des amorce de cristaux (on passe dans la zone de sursaturation). L'étape de croissance des cristaux peut alors débuter (Dailly, 2008).

III-2-1-3-La teneur en eau (voire tableau VII)

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

Tableau VII: Rapport Glucose /eau (Dailly, 2008)

Zone liquide				Zone métastable				Zone solide			
Cristallisation rare				Cristallisation lente				Cristallisation rapide			
1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2	2,3	2,4	

Rapport Glucose/Eau	Ferme	Tartinable	Onctueux	Fluide
1, 30-1,40	0%	0%	0%	100%
1,40-1,50	0%	0%	0%	100%
1,50-1,60	0%	10%	20%	70%
1,60-1,70	0%	8%	71%	21%
1,70-1,80	0%	36%	30%	33%
1,80-1,90	3%	19%	65%	13%
1,90-2,00	8%	46%	42%	4%
2,00-2,10	7%	48%	30%	15%
2,10-2,20	20%	60%	13%	7%
2,20-2,30	29%	57%	9%	6%
2,30-2,40	41%	56%	4%	0%
2,40-2,50	36%	60%	4%	0%
>2,50	86%	14%	0%	0%

Plus la teneur en eau d'un miel est élevée, plus la solution des sucres sera diluée. Le rapport glucose/eau est un indicateur permettant d'anticiper les réactions du miel. Plus ce rapport est faible, plus le miel contient de l'eau (proportionnellement à la quantité de glucose présent) et plus le miel aura tendance à rester à l'état liquide. Plus ce rapport est élevé, plus le miel cristallisera rapidement (Dailly, 2008).

III-2-2-L'hydroxyméthylfurfural (HMF)

L'Hydroxyméthylfurfural est un dérivé de déshydratation des sucres simples : le fructose. Il est un très bon indice de dégradation car en général des valeurs d'HMF supérieures à 40 mg/kg sont révélatrices d'une perte de qualité ; en effet, plus la teneur en HMF est faible, plus la qualité de miel s'affirme

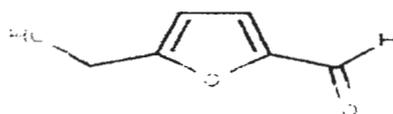


Figure 3 : structure chimique de l'hydroxyméthylfurfural

Marceau *et al.*, (1994), signale que le principal critère d'évaluation mesurable de la qualité du miel est la concentration en Hydroxyle méthyle furfural. D'un point de vue législatif, tous les miels analysés sont conformes aux normes de Codex alimentaire qui limitent l'HMF

à 60 mg/kg. , cette proposition d'un taux maximal plus élevé se base sur le faite que dans les pays chauds, la teneur en HMF augmente rapidement avec la durée de stockage.

les valeur élevés en HMF pourra être expliqué par :

- la teneur élevée en eau, selon (Marceaux *et al.*, 1994), une teneur en eau élevée favorise la transformation des sucres en HMF.
- l'excès de la chaleur et l'entreposage prolongé sont des facteurs encore plus importants dans ce processus (Marceaux *et al.*, 1994).

- une acidité élevée du miel favorisent la dégradation du fructose en HMF (Gonnet, 1982 et Marceaux et *al.*, 1994)
- Louveaux (1968a), mentionne que la pasteurisation peut augmenter très sensiblement la couleur et le taux de l'HMF.

La teneur en HMF d'un miel est pratiquement nulle au moment de la récolte, elle augmente progressivement, lentement tout d'abord pour s'accélérer par la suite. L'HMF est un indicateur de la fraîcheur et le surchauffage du miel.

III-2-3-la fermentation

Les levures sont des matières actives naturelles et toujours présentes dans le miel, champignons microscopiques responsables de fermentations alcooliques. Ces derniers proviennent du nectar, mais également de pollutions accidentelles dues aux abeilles ou intervenant après la récolte (Louveaux, 1985). Le sucre bloque la prolifération de ces levures. Selon Gonnet, (1982), la fermentation peut intervenir lorsque plusieurs facteurs favorables sont réunis:

- Une teneur en eau du miel supérieure à 18%,
- La présence de levures vivantes en quantité suffisante,
- Une température voisine de 16°C, ou comprise entre 10 et 25°C.

III-2-4-L'aspect organoleptique de miel

-On observe l'arborescence. Cela se traduit par une formation d'amalgame de cristaux de sucre hétérogène dans la masse de miel. On peut parfois la confondre avec la séparation de phase (White, 1962).

-une séparation de phase, le pot de miel est cristallisé au fond et liquide sur le dessus, la partie solide souvent très granuleuse. La partie liquide subira invariablement une fermentation. Ce phénomène est dû à un vieillissement trop important de miel (Louveaux, 1968b).

-Mousse blanche d'aspect farineux à la surface de pot de miel ce sont des microbulles d'air qui remontent à la surface, surtout si le miel a été long à cristalliser (Bogdanov, 1999a).

« *Conclusion* »

Le miel constitue un milieu hostile à la multiplication bactérienne, le miel est bactériostatique grâce à la présence d'enzymes secrétées par l'abeille et de substances biologiques issues du nectars.

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, soit au sein de la colonie lors de traitements médicamenteux ; pollutions par les manipulations au cours du conditionnement et pollutions au cours du stockage par transfert de molécules étrangères (métaux) du contenant vers le contenu.

Le miel, au contraire à de nombreux autres aliments, peut se conserver pendant des années sans suspicion d'une détérioration par contre observation de la diminution de la qualité.

La teneur en eau, acidité, densité, teneur en sucres réducteurs, teneur en substances insoluble dans l'eau, activité de diastase, conductibilité électrique, teneur en HMF, teneur en pollen, sont des critères de qualité spécifique relatifs à la composition du miel ; certains sont caractéristiques à sa conservation

Le miel est un produit qui se conserve très bien. Certes il ne se valorise pas avec le temps, mais il vieillit bien, car les bactéries ne peuvent pas se multiplier dans un milieu sucré. Néanmoins une teneur élevée en eau peut favoriser sa dégradation par une fermentation, un miel fermenté ne doit pas être utilisé pour la consommation humaine.

Ainsi, les chocs thermiques entraînent par conséquence une dépréciation gustative. La température est le principal facteur qui dégrade les sucres conduisant ainsi à la formation d'hydroxyméthylfurfural qui altère la qualité du miel.

La lumière réduit les propriétés antibiotiques du miel, ainsi que l'oxygène de l'air dégrade la qualité de miel.

La cristallisation, l'hydroxyméthylfurfural (HMF), sont des processus parfaitement naturel qui se produit, même si le miel est cristallisé, à une valeur en HMF inférieur à 40mg /kg selon les normes de l'union européenne il peut être consommé sans crainte pour la santé.

« Références bibliographiques »

- 1-Anonyme.** 2002a. Commission internationale du miel In Brevet de technicien supérieur, qualité dans les industries alimentaires et les bio-industries.session 2006.p: 8
- 2-Anonyme.** 2002b. Miel maya honing, des abeilles et des hommes. *Ed française.* P: 10-11.
- 3-Anonyme.** 2011. Règlement Concours Régional des Miels de Lorraine. P: 7.
- 4-Becila A.** 2009. Préventions des altérations et des contaminations microbiennes des aliments .thèse en vue de l'obtention du diplôme de post-graduation spécialisée. Option alimentation, nutrition et santé, université de Constantine. P: 20-24.
- 5-Bogdanov S.** 1987. La cristallisation et la qualité de miel. P: 84-92.
- 6-Bogdanov S.** 1999a. Stockage - cristallisation e liquéfaction du miel. Centre suisse de recherche apicoles. P: 1-05.
- 7-Bogdanov S., Lullmann C., martin P.**1999b. Qualité du miel et norme international relative au miel. Rapport de la commission international du miel. *Abeille C^{ie} N° 71.* P: 4-12.
- 8-Bogdanov S., Lullmann C., Martin P.** 2001. Qualité du miel et norme international relative au miel. Rapport de la commission international du miel. *Abeille Cie N° 71.* P: 4-20.
- 9-Bogdanov S., Bieri K., Gremaud g.** 2004b. Produits apicoles, Miel, Agroscope Liebefeld-Posieux, Station fédérale de recherches en production animale et laitière (ALP). Centre de recherches apicoles, *Liebefeld-Berne.* P: 11-31.
- 10-Bogdanov S., Ruoff K., Oddo P L.**2004a. Physicochemical methods for the characterisation of unifloral honeys. *Apidologie* P : 17-35.
- 11-Bogdanov S., Gallmann P., Stangaciu S., Theodore C T.** 2006 .Produit apicole et santé. *ALP Forum.* N°41F. P: 8-17.
- 12-Bourgeois C M., Mescle J F., Zucca J .**1988. Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité alimentaires in préventions des altérations et des Contaminations microbiennes des aliments .thèse en vue de l'obtention du diplôme de post-graduation spécialisée. Option alimentation, nutrition et santé, université de Constantine. P: 20-24.
- 13-Branger A., Richer M M., Roustel S.** 2007. Alimentation et processus technologique. *Ed Digion.* P: 11-196.
- 14-Chauvin R.** 1968. Les glandes critères et la cire. biologie et physiologie générale in traité de biologie de l'abeille. Tome III. *Ed Masson et Cie.* P: 530-540.
- 15-Clément M C.** 1995. Contrôle microbiologique des miels in Contamination des produits de la ruche et risques pour la santé humaine : situation en France, Centre national Faucon Unité Abeille. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* 16 (2). P: 610-616.
- 16-Codex Norme Pour Le Miel Codex Stan 12-1981.** P: 1-6.

17-Colin M E., Flamini C., Malaussène J., Pourtallier J. 1986. La qualité des miels du commerce in Contamination des produits de la ruche et risques pour la santé humaine : situation en France, Centre national Faucon Unité Abeille . *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* 16 (2). P :610-616.

18-Dailly H. 2008. Cristallisation du miel, le savoir et le faire. *abeilles & Cie.* n°124.
P: 25-27.

19-De Greef M., De Wael L., Van Laere O. 1994. The determination of the fluvalinate residues in the Belgian honey and beeswax in Contamination des produits de la ruche et risques pour la santé humaine : situation en France, Centre national Faucon Unité Abeille . *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* 16 (2). P: 610-616.

20-Dejonckere W., Steurbaut W., Drieghe S., Verstraeten R., Braeckman H. 1996. Monitoring of pesticides residues in Contamination des produits de la ruche et risques pour la santé humaine : situation en France, Centre national Faucon Unité Abeille. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* 16 (2). P: 610-616.

21-El atyqy M. 2010. Techniques de conservation des aliments.

22-Etienne B. 2007. Globalisation du marché du miel. Les Effets Pervers. *Abeilles & C^{ie}.* N°117. P: 29.

23-Fenicia L., Ferrini A M., Aureli P., Pocecco M. 1993. A case of infant botulism associated with honey feeding in Italy Contamination des produits de la ruche et risques pour la santé humaine : situation en France, Centre national Faucon Unité Abeille. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* 16 (2). P: 610-616.

24-Fernández Muñoz M A., Sancho M T., Simal Gandara J ., Creus Vidal J M., Huidobro J F., Simal Lozano J. 1995. Organochlorine pesticide residues in Galician (N.W. Spain) Honeys in Contamination des produits de la ruche et risques pour la santé humaine : situation en France, Centre national Faucon Unité Abeille. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* 16 (2). P: 610-616.

25- Flamini C. 1986. Analyse de divers types de résidus en apiculture in Contamination des produits de la ruche et risques pour la santé humaine : situation en France, Centre national Faucon Unité Abeille. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* 16 (2). P: 610-616.

26-Fléché C., Clément M .C., Zeggane S., Faucon J.P. 1997. Contamination des produits de la ruche et risques pour la santé humaine : situation en France. Centre national Faucon Unité Abeille. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* 16 (2). P: 610-616.

27-France Agrimer. 2012. Audit économique de la filière apicole française. P: 8.

28-Gallmann P. 2007. Durée de conservation minimale, maintenant aussi pour le miel. Centre de recherches apicoles, Station de recherche Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, 3003 Berne. P: 1-2.

- 29-Gilliam M.** 1979. Microbiology of pollen and bee bread: the yeasts in Contamination des produits de la ruche et risques pour la santé humaine : situation en France, Centre national Faucon Unité Abeille. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* 16 (2).P :610-616.
- 30- Gilliam M., Prest D .B.** 1987. Microbiology of feces of the larval honey bee, *Apis mellifera* Contamination des produits de la ruche et risques pour la santé humaine : situation en France, Centre national Faucon Unité Abeille. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* 16 (2). P: 610-616.
- 31-Gonnet M.**1982. Le miel ; composition, propriétés, conservation. INRA station expérimentale d'apiculture. P: 1-18.
- 32-Gonnet M., Vache G.** 1985. Le goût du miel. L'analyse sensorielle et les applications diverses d'une méthode d'évaluation de la qualité des miels. *Ed UNAF Paris.* P : 146.
- 33-Guiraud J ., Galzy S.** 1998. Microbiologie alimentaire in préventions des altérations et des contaminations microbiennes des aliments .thèse en vue de l'obtention du diplôme de post-graduation spécialisée. Option alimentation, nutrition et santé, université de Constantine. P: 20-24.
- 34-Horn H., Lüllmann C.** 1992. Das grosse Honigbuch. Verlag Ehrenwirth In Produits apicoles, Miel, Agroscope Liebefeld-Posieux, Station fédérale de recherches en production animale et laitière (ALP). Centre de recherches apicoles, Liebefeld-Berne. P: 11-39.
- 35-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.
- 36-Infos-cacqe n°:00.2012.** Le miel, une denrée à promouvoir. P: 2.
- 37- Laws E . A.** 1993. Aquatic pollution in Contamination des produits de la ruche et risques pour la santé humaine : situation en France, Centre national Faucon Unité Abeille. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* 16 (2). P: 610-616.
- 38-Leclant J.** 1968. L'Abeille et le Miel dans l'Egypte pharaonique in *Traité de Biologie de l'Abeille. Ed Masson paris.* P :50-52.
- 39-Louveaux J.** 1985. Le miel. *Cah. Nutr. Diét.* 20 (1). P: 57-70.
- 40-Louveaux J.** 1968a. Composition propriété et technologie du miel. Les produits de la ruche in traité de biologie de l'abeille. Tome III. *Ed Masson et Cie* . P: 277-389.
- 41-Louveaux J.** 1968b. L'analyse pollinique des miels in *Traité biologique de l'abeille. Tome III. Ed Masson et Cie* . P: 324-361.
- 42-Marceau J., Noreau J., Houle E.** 1994. Les HMF et la qualité du miel. 15(2). Fédération des Apiculteurs du Québec. service de zootechnie, MAPAQ. P: 04.
- 43-Molan P.**1992.The antibacterial activity of honey. The nature of the antibacterial activity in Contamination des produits de la ruche et risques pour la santé humaine : situation en France, Centre national Faucon Unité Abeill. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* 16 (2).P :610-616.

44-Sablomnière B. 2001. Technologie alimentaire. *ellipses edition marketing S.A* .P :25-106.

45-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.

46-White J .1962. Composition of American honeys in traité de biologie de l'abeille. Tome III. *Ed Masson et Cie*. P: 324-350.

47-White J., Kushnir I., Subers M. 1964. Effect of storage and processing temperatures on honey quality In Produits apicoles, Miel, Agroscope Liebefeld-Posieux, Station fédérale de recherches en production animale et laitière (ALP). Centre de recherches apicoles, Liebefeld-Berne. P: 11-31.

LISTE DES SITES ELECTRONIQUES :

1-<http://www.alimentationinfo.org/fra/qualiteb1.htm>-5 mai 2008a.

2-Diffusion du savoirs.uomlr.fr/balado/wp-content/uploads/2007/10/poly-cours-bio-stia2-007.pdf -03 juin 2008b).

3-<http://www.alimentationinfo.org/fra/qualiteb1.htm>-04 juin 2008c.

Annexes

Tableau N°I : les sels minéraux et les oligo-éléments dans le miel de différentes provenances (Bogdanov, 2004)

les sels minéraux et les oligo-éléments	mg/kg	les sels minéraux et les oligo-éléments	mg/kg
Potassium	200 - 1500	Manganèse	0,2 - 10
Sodium	16 - 170	Chrome	0,1 - 0,3
Calcium	40 - 300	Cobalt	0,01 - 0,5
Magnésium	7 - 130	Nickel	0,3 - 1,3
Fer	0,3 - 40	Aluminium	3 - 60
Zinc	0,5 - 20 <0,02	Cuivre	0,2 - 6,0
Plomb ²	0,8	Cadmium	<0,005 - 0,15

Tableau N°II : Rapport entre la teneur en eau, la température et la viscosité de quelques sorte du miel (Horn et Lüllmann 1992)

Sorte de miel	Teneur en eau%	Température	Viscosité (mPa · mn)
Miel d'acacia (liquide)	17,8	20 °C	114,4
	17,8	35 °C	25,6
	19,8	20 °C	59,2
	21,8	20 °C	31,8
Miel de sapin (liquide)	17,1	20 °C	184,4
	19,1	20 °C	74,7
	21,4	20 °C	37,3
Miel de fleurs (crémeux, cristallisation fine)	17,4	20 °C	1578,2
	19,4	20 °C	375,4
	21,4	20 °C	129,5

Tableau N°III: Relation entre la teneur en eau et l'indice de réfraction du miel.
(Commission internationale du miel, 2002a).

Teneur en eau g/100g	Indice de réfraction 20°C	Teneur en eau g/100g	Indice de réfraction 20°C
13.0	1.5044	19.0	1.4890
13.2	1.5038	19.2	1.4885
13.4	1.5033	19.4	1.4880
13.6	1.5028	19.6	1.4875
13.8	1.5023	19.8	1.4870
14.0	1.5018	20.0	1.4865
14.2	1.5012	20.2	1.4860
14.4	1.5007	20.4	1.4855
14.6	1.5002	20.6	1.4850
14.8	1.4997	20.8	1.4845
15.0	1.4992	21.0	1.4840
15.2	1.4987	21.2	1.4835
15.4	1.4982	21.4	1.4830
15.6	1.4976	21.6	1.4825
15.8	1.4971	21.8	1.4820
16.0	1.4966	22.0	1.4815
16.2	1.4961	22.2	1.4810
16.4	1.4956	22.4	1.4805
16.6	1.4951	22.6	1.4800
16.8	1.4946	22.8	1.4795
17.0	1.4940	23.0	1.4790
17.2	1.4935	23.2	1.4785
17.4	1.4930	23.4	1.4780
17.6	1.4925	23.6	1.4775
17.8	1.4920	23.8	1.4770
18.0	1.4915	24.0	1.4765
18.2	1.4910	24.2	1.4760
18.4	1.4905	24.4	1.4755
18.6	1.4900	24.6	1.4750
18.8	1.4895	24.8	1.4745
		25	1,4740

Tableau N°IV :La fiche de l'analyse sensorielle (Anonyme, 2011).

Fiche d'analyse sensorielle descriptive d'un miel	
Date:.....	Nom du dégustateur:.....
Ech. N°:.....	Origine florale:.....
État physique:.....	Provenance:.....
EXAMEN VISUEL (Couleur • propreté • homogénéité • cristallisation): NOTE: /5	
SENSATIONS OLFACTIVES PERÇUES (intensité • qualités • défauts): NOTE: /5	
SENSATIONS GUSTATIVES PERÇUES (arômes • saveurs • arrière-goûts éventuels • intensité • qualités • défauts): NOTE: /5	
SENSATIONS TACTILES PERÇUES (sur miel liquide ou cristallisé): NOTE: /5	
JUGEMENT GLOBAL DU DÉGUSTATEUR (très supérieur • supérieur • bon • moyen • limite • médiocre • inférieur • très inférieur):	
NOTE TOTALE: /20	

Tableau N°V : Durée nécessaire pour la formation de 40 mg HMF/kg de miel en fonction de la température de stockage (White et al., 1964).

Température (°C)	Durée pour la formation de 40 mg HMF/kg
4	20 - 80 ans
20	2 - 4 ans
30	0,5 - 1 an
40	1 - 2 mois
50	5 - 10 jours
60	1 - 2 jours
70	6 - 20 heures

Présenté par :	Examineur : M ^r Laïb Saïd	Date de soutenance : 19-06-2013
Boutadjine Rabiha	Encadreur : M ^{lle} Bourad Dalila	Heure : 11: 45-12 :45
Zineddine Madiha		

Résumé :

Le miel, consommé par l'homme depuis la nuit des temps, est un des rares nobles produits qui ait conservé son caractère entièrement naturel. Certes il ne se valorise pas avec le temps, mais s'il vieillit bien, même s'il est conservé dans de bonnes conditions.

La teneur en eau, acidité, densité, teneur en sucres réducteurs, teneur en substances insoluble dans l'eau, activité de diastase, conductibilité électrique, teneur en HMF, teneur en pollen, sont des critères de qualité spécifique relatifs à la composition d'un miel.

Pour conserver au miel naturel sa plus haute qualité, il doit être entreposé dans des conditions favorables. Il peut se conserver pendant des années sans altération. Idéalement, le miel doit être conservé à température ambiante. Bien qu'étant un produit naturel, le miel peut se modifier au cours de sa conservation.

Les critères de qualité tels que l'hydroxyméthylfurfural (HMF), la cristallisation, l'activité de l'amylase (α amylase), sont utilisés pour apprécier les détériorations dues à sa conservation.

Les mots clés : Miel, Qualité, Conservation. Hydroxyméthylfurfural

Summary :

Honey consumed by humans since the dawn of time, is one of the few products that has retained its natural character entirely. While he does not value over time, but it ages well.

The water content, acidity, density, reducing sugar content, content of insoluble substance in water, diastase activity, electrical conductivity, HMF, and the pollen content are specific criteria of quality related honey in the composition.

To keep the natural honey its highest quality, it must be stored under favorable conditions. It can be stored for years without alteration. Ideally, the honey should be stored at room temperature. Despite being a natural product, honey may change during its conservation.

Quality criteria such as hydroxyméthylfurfural (HMF), crystallization, amylase activity (α amylase), are used to assess the damage caused by its conservation.

Key words: honey, quality, conservation. Hydroxyméthylfurfural

ملخص:

العسل يستهلكه البشر منذ قدم الزمن، هو واحد من المنتجات القليلة التي احتفظت بطابعها الطبيعي تماما

إن محتوى الماء، الحموضة، الكثافة، المحتوى من السكر، المادة غير قابلة للذوبان في الماء، نشاط الدياستاز، التوصيل الكهربائي HMF، ومحتوى حبوب اللقاح هي معايير محددة للجودة والمتعلقة بالمكونات الكيميائية للعسل.

للحفاظ على العسل الطبيعي في أعلى مستوى من الجودة، يجب أن يتم تخزينه في ظروف مثالية ويمكن تخزينه لسنوات دون تغيير، إذ ينبغي حفظ العسل في درجة حرارة ملائمة. فعلى الرغم من كونه منتج طبيعي إلا أنه يتعرض لتغيرات أثناء حفظه.

تستخدم معايير الجودة مثل التبلور، التخمر (HMF) L'hydroxymethylfurfural ونشاط الأميلاز لتقييم الأضرار التي تلحق بالعسل أثناء حفظه.

الكلمات المفتاح : عسل، جودة، حفظ. Hydroxyméthylfurfural .