

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

**Université Abbes Laghrour de kenchela**

Faculté des Sciences de La Nature et de la Vie

Département de biologie moléculaire et cellulaire



## **Mémoire de fin d'études**

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : science de la nature et de la vie

Filière : science biologique

Spécialité : Biochimie appliquée

### *Thème*

**Etude des propriétés physico-chimiques et microbiologiques de miel récolte de la région d'est algérien**

**Présenté par:**

- Agaba nassiba
- Aounallah yasmina

**Soutenu le: 18/07/2021**

Devant le membre de jury :

<b>Présidente :</b>	Berkani Cherifa	Docteur Université de Khenchela
<b>Promoteur :</b>	Badis Zakaria	Docteur Université de Khenchela
<b>Examineur :</b>	Takouachet Radhouane	Docteur Université de Khenchela



2020/2021

# REMERCIEMENT

*Tout d'abord, nous tenons à remercier Dieu, De nous avoir donné la santé, la volonté et la patience pour mener à terme notre formation de master et pouvoir réaliser ce travail de recherche.*

*Nous tenons à exprimer nos profonds remerciements à notre encadreur Mr BADI ZAKARIA qui nous a fourni le sujet de ce mémoire et nous a guidés, de ses précieux conseils et suggestions, et la confiance, qu'il nous a témoignés tout au long de ce travail. Ce mémoire n'aurait jamais pu voir le jour sans le soutien actif des membres de notre famille, surtout nos parents qu'ils nous ont toujours encouragé moralement et matériellement et à qui on tient à les remercier. Enfin on tient à exprimer vivement nos remerciements avec une profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à sa réalisation, car un projet ne peut pas être le fruit d'une seule personne.*





# Dédicace



*Avec un énorme plaisir , un cœur ouvert et une immense joie , que je dédie mon travail à mes très chers , respectueux et magnifiques parents que nulle dédicace ne puisse exprimer mes sincères sentiments , pour leur patience illimitée , leur encouragements contenu , leur aide , en témoignage de mon profond amour et respect pour leurs grands sacrifices .*

*A Ma chère grand-mère qui m'encourage et qui m'a prié dieu tout au long de mon parcours d'étude.*

*A mes chers sœurs : hidaya , maram , sadjida et amina .*

*A mon cher frère: souhaib .*

*En particulier à mon binôme aounallah yasmina et tous mes amis et surtout chekhab rayen .*

*A toute personnes qui m'ont encouragée ou aidé au long de mes étude.*

*Nassiba*





# Dédicace



Je dédie ce modeste travail

À mon père

Je veux saluer mon père et la personne qui m'a connu et a su faire de moi la femme que je suis, les mots ne peuvent exprimer toute ma gratitude .

À ma mère

je dédie cet humble acte à ma mère, couronne de ma tête, , pour la soutenir tout au long de ma vie de ma naissance à nos jours.

A mes chers frères et mes adorables mes sœurs qu'aucun mot ne pourra décrire leur dévouement et leur soutien pour vous exprimer tout mon affection et ma tendresse.

A mon mari, ton encouragement et ton soutien étaient la bouffée d'oxygène qui me ressourçait dans les moments pénibles.

A mes collègues, à ma famille et à ceux qui me sont chers.

A mes chers amis que l'amitié sincère nous a liées ,en témoignant les bons moments passé ensemble.

YASMINA





*Tables des  
Matières*

**Table des matières**

**Remerciement**

**Dédicaces**

**Liste des Figures**

**Liste des Tableaux**

**Liste des abréviations**

**Introduction générale** **01**

**Chapitre I : synthèse bibliographique**

**1. L'apiculture** **03**

**1.1. Historique** **03**

**1.2. L'importance de la filière apicole** **03**

**1.2.1. L'apiculture en Algérie** **03**

**1.2.2. L'apiculture à khenchela** **03**

**1.3. Potentialités mellifères et répartitions géographiques** **04**

**1.4. Aspect commercial et économique** **04**

**1.4.1. Dans le monde** **04**

**1.4.2. En Algérie** **05**

**1.4.3. La production du miel à khenchela** **05**

**1.5. L'abeille** **06**

**1.5.1. Définition** **06**

**1.5.2. Description des races d'abeilles Algériennes** **06**

**1.5.3. L'habitat de l'abeille** **07**

**1.5.4. Les habitants et produits de la ruche** **09**

**Chapitre II : les caractéristiques de miel**

**2. Miel** **14**

**2.1. Provenance du miel** **14**

**2.1.1. Nectar** **14**

**2.1.1.1. Composition du nectar** **14**

**2.1.1.2. La récolte du nectar par les butineuses** **15**

**2.1.1.3. Transformation de nectar en miel** **15**

**2.1.1.4. La déshydratation du miel** **16**

**2.1.2. Miellat** **16**

**2.1.3. Composition du miellat** **16**

**2.1.4. La récolte du miellat par l'abeille** **16**

**2.2. Principales différences entre miel de nectar et miel de miellat** **16**

<b>2.3. Classification des miels</b>	<b>18</b>
2.3.1. En fonction de l'origine sécrétoire	18
2.3.2. En fonction de l'origine botanique	18
2.3.3. En fonction de la couleur	18
2.3.4. En fonction de l'origine géographique	19
2.3.5. En fonction du mode de production et /présentation	19
<b>2.4. Le miel local</b>	<b>20</b>
<b>2.5. Le miel importé</b>	<b>20</b>
<b>2.6. Composition chimique</b>	<b>21</b>
2.6.1. Les glucides	21
2.6.2. L'Hydroxyméthylfurfural	21
2.6.3. Teneur en eau	21
2.6.4. Les protides	21
2.6.5. Sels minéraux	21
2.6.6. Les acides organiques	21
2.6.7. Les Vitamines	22
2.6.8. Les lipides	22
2.6.9. Les Enzymes	22
<b>2.7. Les propriétés organoleptiques du miel</b>	<b>22</b>
2.7.2. La couleur	22
2.7.3. La texture	22
2.7.4. Le goût et les arômes	23
2.7.4 L'odeur	23
<b>2.8. Les propriétés physico-chimiques du miel</b>	<b>23</b>
2.8.1. Les propriétés physiques	23
2.8.1.1. La densité	23
2.8.1.2. La viscosité	23
2.8.1.3. La chaleur spécifique	23
2.8.1.4. La conductivité électrique	23
2.8.1.5. L'indice de réfraction	24
2.8.1.6. La turbidité	24
2.8.1.7. La solubilité	24
2.8.1.8. L'hygroscopicité du miel	24

<b>2.8.2. Propriétés chimiques</b>	<b>24</b>
2.8.2.1. Le pH	24
2.8.2.2. L'acidité	24
<b>2.9. Les propriétés biologiques du miel</b>	<b>24</b>
2.9.1. La valeur alimentaire et diététique	24
2.9.2. La valeur thérapeutique	25
<b>2.10. Les étapes de la récolte</b>	<b>26</b>
2.10.1. La récolte du miel	26
2.10.1.1. Pose des hausses	27
2.10.1.2. Sélection des cadres de miels à récolter	27
2.10.1.3. Mise en place d'un chasse-abeille	27
2.10.2. Désoperculassions	27
2.10.3. Centrifugation	28
2.10.4. Filtration	28
2.10.4.1. Maturation et écumage	28
2.10.5. Pasteurisation	28
2.10.6. Conditionnement	29
2.10.7. Stockage et mise en pot	29
2.10.7.1. Mise en pot directe	29
<b>2.11. Principales différences entre miel artisanal et miel industriel</b>	<b>29</b>
<b>2.12. Principales modifications physiques, chimiques et biologiques subies par le miel pendant le stockage</b>	<b>31</b>
2.12.1. Influence du milieu atmosphérique	31
2.12.1.1. Absorption d'humidité	31
2.12.1.2. Influence de la cristallisation	31
2.12.1.3. Influence du chauffage et du vieillissement naturel	33
2.12.1.4. Fermentation	34
<b>2.13. Réglementation du miel</b>	<b>35</b>
2.13.1. La qualité du miel	35
2.13.2. Les facteurs essentiels de composition et de qualité	35
2.13.3. Réglementation et législation du miel	35
<b>2.14. Emballage du miel</b>	<b>36</b>

<b>2.15. Etiquetage et commercialisation du miel</b>	<b>37</b>
<b>Chapitre III : matériel et méthodes</b>	
<b>3. Matériel et méthodes</b>	<b>39</b>
<b>3.1. L'échantillonnage</b>	<b>39</b>
<b>3.2. Matériels</b>	<b>40</b>
<b>3.3. Méthodes d'analyses</b>	<b>41</b>
<b>3.4. Analyse sensorielle</b>	<b>44</b>
<b>3.5. L'analyse statistique</b>	<b>45</b>
<b>3.6. L'analyse microbiologique</b>	<b>46</b>
<b>3.7. Evaluation du pouvoir antibactérien</b>	<b>46</b>
<b>3.7.1. Préparation des échantillons du miel</b>	<b>46</b>
<b>3.7.2. Méthode des puits de diffusion</b>	<b>46</b>
<b>3.8. Le mode opératoire</b>	<b>47</b>
<b>Chapitre IV : Résultats et discussion</b>	
<b>4.1. Résultats de l'analyse physicochimique</b>	<b>49</b>
<b>4.1.1. Teneur en eau</b>	<b>49</b>
<b>4.1.2. Teneur en sucre totaux</b>	<b>50</b>
<b>4.1.3. pH</b>	<b>51</b>
<b>4.1.4 Acidité</b>	<b>52</b>
<b>4.1.5. L'hydroxyméthylfurfural (HMF)</b>	<b>53</b>
<b>4.1.6. Conductivité électrique</b>	<b>54</b>
<b>4.2. Résultats de l'analyse sensorielle</b>	<b>56</b>
<b>4.2.1. Caractères d'apparences</b>	<b>58</b>
<b>4.3. Résultat de l'analyse microbiologique</b>	<b>59</b>
<b>4.3.1. Expression des résultats</b>	<b>59</b>
<b>4.3.2. la méthode de spectrophotométrie (Méthode modifier)</b>	<b>59</b>
<b>4.3.3. La détermination de CMI</b>	<b>60</b>
<b>4.3.4. Le pouvoir antibactérienne des miels</b>	<b>60</b>
<b>4.3.4.1. Méthode de puits de diffusion</b>	<b>60</b>
<b>4.3.4.2. La méthode de spectrophotométrie</b>	<b>63</b>
<b>4.3.5. La détermination de la concentration minimale inhibitrice</b>	<b>64</b>
<b>4.3.5.1. Par la méthode de puits de diffusion</b>	<b>64</b>

## *Tables des matières*

---

<b>4.3.5.2. Par la méthode de spectrophotométrie</b>	<b>64</b>
<b>Conclusion générale</b>	<b>67 – 68</b>
<b>Références Bibliographiques</b>	<b>70 – 73</b>
<b>Annexes</b>	<b>75 - 78</b>
<b>Résumé</b>	<b>/</b>



*Liste des  
Figures*

## *Liste des figures*

---

### Liste des figures :

<b>Figure N° 1</b>	Anatomie d'une abeille	<b>06</b>
<b>Figure N° 2:</b>	<i>Apis mellifera sahariensis</i>	<b>07</b>
<b>Figure N° 3</b>	<i>Apis mellifera intermissa</i>	<b>07</b>
<b>Figure N° 4</b>	Ruche d'abeille moderne	<b>08</b>
<b>Figure N° 5</b>	Ruche d'abeille traditionnelle	<b>08</b>
<b>Figure N° 6</b>	Cire d'abeille	<b>10</b>
<b>Figure N°7</b>	Propolis	<b>10</b>
<b>Figure N° 8</b>	Pollen	<b>11</b>
<b>Figure N° 9</b>	Gelée Royale	<b>11</b>
<b>Figure N°10</b>	Miel	<b>12</b>
<b>Figure N°11</b>	Diagramme résume les différentes étapes de la formation de miel	<b>17</b>
<b>Figure N°12</b>	Les différents types de miel selon la couleur	<b>18</b>
<b>Figure N°13</b>	Couteau à désoperculer	<b>27</b>
<b>Figure N° 14</b>	Herse à désoperculer	<b>27</b>
<b>Figure N°15</b>	Extracteur manuel	<b>28</b>
<b>Figure N°16</b>	Technologie du miel	<b>30</b>
<b>Figure N°17</b>	Séparation de phases	<b>32</b>
<b>Figure N° 18</b>	Marbrures	<b>32</b>
<b>Figure N° 19</b>	Photos des miels importés	<b>39</b>
<b>Figure N°20</b>	histogramme de variation des teneurs en eau des miels importés analysés	<b>49</b>
<b>Figure N°21</b>	Représentation graphique de la teneur moyenne en sucre des miels	<b>50</b>
<b>Figure N°22</b>	Représentation graphique des valeurs de pH des miels analysés	<b>52</b>
<b>Figure N°23</b>	Représentation graphique des valeurs de l'acidité libre des miels importés	<b>53</b>
<b>Figure N°24</b>	Représentation graphique du taux de HMF des miels locaux	<b>54</b>
<b>Figure N°25</b>	Représentation graphique des valeurs de la conductivité électrique des miels importés analysés	<b>55</b>
<b>Figure N° 26</b>	mesure de l'activité antibactérienne de six échantillons du miel vis-à-vis <i>Staphylococcus aureus</i> par la méthode de puits	<b>60</b>
<b>Figure N°27</b>	le pouvoir antibactérien des miels testés selon la méthode de puits	<b>62</b>
<b>Figure N°28</b>	mesure de l'activité antibactérienne de quatre miels vis-à-vis	<b>63</b>

## *Liste des figures*

---

*staphylococcus aureus* par la méthode de spectrophotométrie  
**Figure N° 29** la microplaque de six miels testés vis-à-vis *staphylococcus aureus* **64**



*Liste des  
Tableaux*

## *Liste des Tableaux*

---

### Liste des tableaux :

<b>Tableau I</b>	La production nationale en miel (Ministère de l'Agriculture et développement rural)	<b>05</b>
<b>Tableau II</b>	Principales différences entre miel du nectar et de miellat	<b>17</b>
<b>Tableau III</b>	Les différents miels selon la couleur	<b>19</b>
<b>Tableau IV</b>	Propriétés et indications thérapeutiques plus spécifiques attribuées aux principaux miels uni-floraux	<b>25 - 26</b>
<b>Tableau V</b>	L'influence de la température du stockage sur la détérioration des enzymes et l'apparition des HMF	<b>34</b>
<b>Tableau VI</b>	Effet de la teneur en eau sur le risque de fermentation de miel	<b>35</b>
<b>Tableau VII</b>	Matériels utilisés pour l'analyse physicochimique	<b>40</b>
<b>Tableaux VIII</b>	Matériels utilisé pour analysé sensorielle	<b>40</b>
<b>Tableau IX</b>	Analyse organoleptique des miels analysés avec les nombres de dégustateurs	<b>56 – 57</b>
<b>Tableau X</b>	les valeurs de la concentration minimale inhibitrice par les six miels testés sur <i>staphylococcus aureus</i>	<b>65</b>



*Liste des  
Abréviations*

## *Liste des Abréviations*

---

### **Liste d'abréviation**

**T** : tonnes.

**Kg** : kilogramme.

**D** : la densité.

**B** : le degré Baumé.

**ml** : millilitres.

**G** : gramme.

**V** : volume.

**Vm** : volume volumique.

**Mm** : millimètre.

**T** : température.

**Da** : Dinar.

**Ans** : année.

**%**: pourcentage.

**HMF** :Hydroxyméthylfurfural.

**J** : joules.

**M<sub>eq</sub>** : la masse équivalente.

**Min** : minute.

**mg** : milligrammes.

**J** : jours.

**H** : hydrogène.

**P**: protons.

**Cm** : centimètre.

## *Liste des Abréviations*

---

**Kcl:** Chlorure de potassium.

**L:** litres.

**nm :** nanomètre

**BBT :** bleu bromothymol.

**UV :** ultra violette.

**N :** normalité.

**M :** masse.

**AL :** acidité libre.

**Veq :** volume équivalent.

**CMI<sub>0</sub> :** signifier la concentration minimale non inhibitrice de la population microbienne.

**CMI<sub>50</sub> :** signifier la concentration minimale inhibitrice de la moitié de la population microbienne.


**CMI<sub>100</sub> :** signifier la concentration minimale inhibitrice de toute la population microbienne

**CMB :** concentration minimale bactéricide.

**NaOH ;** hydroxyde de sodium.

**C °:** Degrés Celsius.

**W :** La teneur en cendres.



*Introduction*  
*Générale*

## *Introduction générale*

---

### **Introduction**

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

L'Algérie possède des capacités mellifères très abondantes et variées, et un climat favorable pour toute exploitation apicole. La production apicole annuelle est de l'ordre de 10.000 tonnes actuellement et devra atteindre 15.000 tonnes/an à l'horizon de 2025 (DSA, 2015). Concernant la région de kenchela la production dépasse les 15 Kilogrammes par ruche.

Une production de 2 980 quintaux de miel a été réalisée dans cette wilaya, durant la campagne 2014/2015, selon la Direction Locale des Services Agricoles (DSA). Malgré ce rendement, son prix de vente reste toujours élevé. Par conséquent, la satisfaction des besoins des consommateurs est assurée par le recours aux importations. Ces miels sont nettement moins chers que les miels Algériens. Le vide juridique en matière d'importation et l'absence d'une législation rigoureuse pénalisent l'apiculture locale devant l'ouverture du marché international surtout avec l'émergence des fraudes dans la composition des miels. Dans l'intérêt de déterminer la qualité des miels locaux et d'évaluer le respect des normes requises ainsi que de connaître leurs compositions, nous effectuerons une étude des caractéristiques physicochimiques et microbiologique de ces six types de miel.

Notre travail consistera en une étude comparative des résultats obtenus par cette dernière.

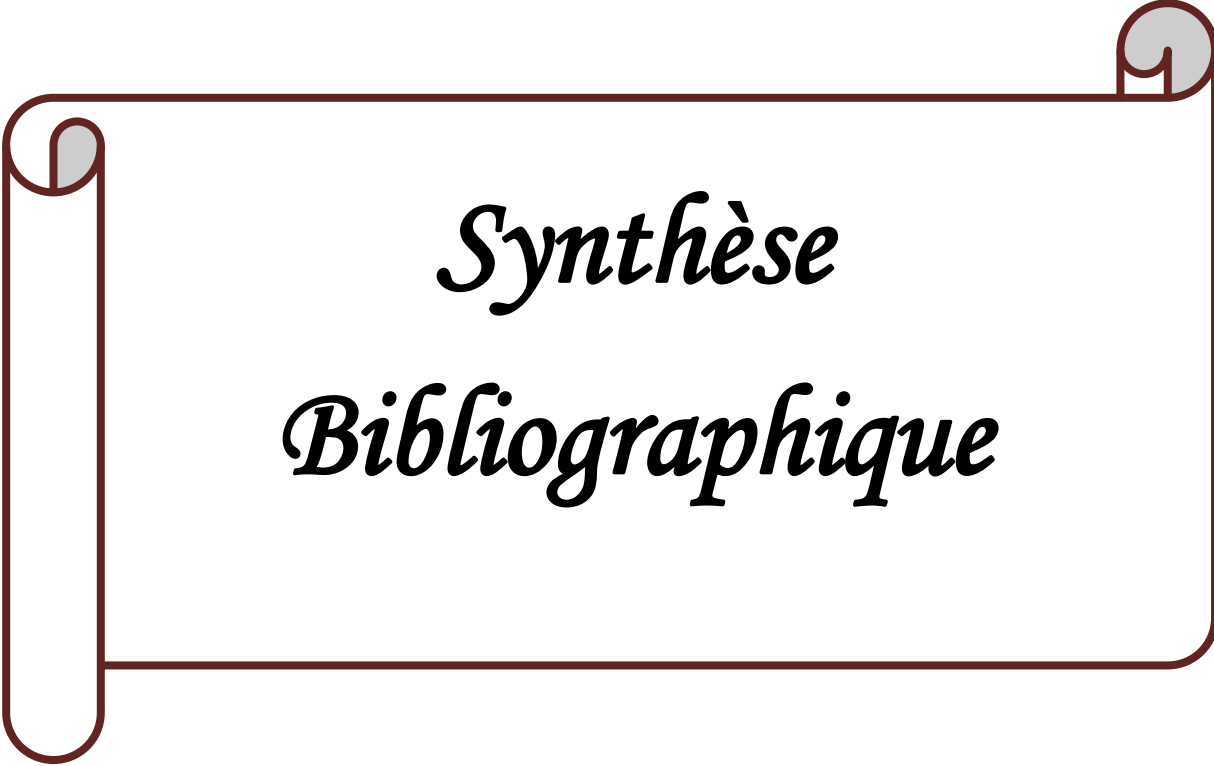
Le plan du travail sera divisé en trois parties :

La première partie sera réservée pour la synthèse des données bibliographiques concernant l'apiculture, abeille et miel.

La deuxième partie comportera le matériel et les méthodes d'analyses utilisées

La troisième partie regroupera les résultats expérimentaux obtenus et leur discussion.

# *Chapitre I*



## *Synthèse Bibliographique*

**1. L'apiculture****1.1. Historique**

L'abeille mellifère, a vécu à l'état sauvage 10 à 20 millions d'années avant l'apparition de l'homme (PHILIPPE, 2007). Ce dernier commence à la domestiquer en lui confectionnant divers abris (paniers, troncs d'arbres creux et poteries).

Les premières traces de récolte de miel par l'homme remontent à 12 mille ans comme en atteste une peinture rupestre découverte en 1921 dans la grotte d'araignée (Espagne) (LE CONTE,2006b). L'apiculture, une solide tradition apicole, existe dans beaucoup de compagnes africaines, et cette activité joue un rôle important au sein de l'économie rurale. Au cours du siècle passé, alors que le flot de connaissances se répandait sur le sujet, les méthodes d'élevage se sont nettement améliorées (PETER,2008).

**1.2. L'importance de la filière apicole****1.2.1. L'apiculture en Algérie**

Les premiers signes apicoles découverts en Algérie, sont ceux des mosaïques dont certaines cases sont ornées d'abeilles dans les ruines romaines de TIMGAD à Batna, d'autres découvertes historiques de pierres tombales, indiquent des apiculteurs tenant des rayons de miel à Djemila(Sétif).

Les ruches Algériennes étaient de formes variées, allongées, carrées, ou en forme cylindrique. C'est sous la colonisation Française que l'apiculture algérienne a commencé à évoluer, en passant des pratiques apicoles traditionnelles vers des pratiques modernes, avec la fondation de l'association algérienne des apiculteurs en 1884 par le médecin REISSER à Bordj Menail. C'est seulement à partir des années soixante-dix que la ruche moderne a envahi toutes les campagnes avec l'amélioration des techniques d'exploitation à l'aide des différents programmes de développement.

**1.2.2. L'apiculture à khenchela**

D'après la Direction des Services Agricoles, l'Aurès en général est une nature favorable à la culture des abeilles et des essaims. Culture de tradition familiale pour les campagnards, ils disposaient de quelques ruches traditionnelles en liège. Durant les années 1970, l'état des ruches en bois avec des cadres. Certains ont un peu industrialisé cette élevage qui ne nécessite ni d'effort, ni de réel investissement. L'activité apicole a enregistré une source 15 dernières années où la production de miel est passée de 190 quintaux en2000 à 2980 quintaux en 2015, soit une augmentation de 1468%, la DSA informe que le nombre de ruches pleines est passé, de 55 000 unités en 2000 à 104 370 unités en 2015. Toutefois, et de l'avis du président de l'association des apiculteurs professionnels du massif du Djurdjura, la production de miel

reste "en deçà de la demande locale". "L'avancée du béton et les feux de forêts qui réduisent l'espace mellifère de la wilaya ainsi que le dérèglement climatique influencent négativement cette production (DSA, 2015).

#### **1.4.Potentialités mellifères et répartitions géographiques**

Le potentiel apicole de l'Algérie est important. Le pays est riche de possibilités apicoles. L'abeille d'Algérie, très proche de l'abeille noire d'Europe, est robuste et bien acclimatée. A l'exception des régions désertiques des hauts plateaux et du Sud, l'apiculture est largement pratiquée dans les régions montagneuses à population dense (l'Aurès, la Kabylie), dans les plaines littorales (la Mitidja), dans les vallées des grands oueds (Oued el Kébir, la Soummam, l'Isser, l'Oued el Hammam).

L'activité apicole est intimement dépendante des ressources mellifères dont dispose le pays et qui sont très riches et variées. L'apiculture est pré- dominante dans les régions suivantes :

- zone du littoral: miel d'agrumes et eucalyptus.
- zone de montagne (Aurès) : miel de toutes fleurs, lavande, carotte sauvage et bruyère.
- Hauts plateaux: miel de sainfoin, romarin et jujubier.
- Maquis et forêts : miel toutes fleurs et miellat.

#### **1.4. Aspect commercial et économique**

##### **1.4.1. Dans le monde**

Selon GOUT (2011), La production mondiale annuelle de miel est de l'ordre de 1,1million de tonnes. Elle peut fluctuer sensiblement d'une année à l'autre et les recueillies sont inégalement fiables suivant les pays. La chine est le premier pays producteur de miel (217 000 tonnes). Viennent ensuite les Etats-Unis (87 000 tonnes), le Mexique (56000tonnes), la Russie (48000tonnes), le Canada (33000tonnes),France(32 000tonnes),la Hongrie (14 000 tonnes) et l'Italie (10 000 tonnes).

Les plus grands consommateurs de miel sont les Grecs avec 1,6Kg par habitant par an, suivis par les Suisses et les Allemands qui en consomment respectivement 1,5 et 1,3 Kg par habitant par an. La France est en quatrième position, mais avec seulement 700g par habitant par an (AITLOUNIS, 2012).

En toute logique, la chine est le premier pays exportateur de miel (83 000 tonnes). On retrouve ensuite l'Argentine (62 000 tonnes), la France (35 000 tonnes), le Mexique (24 000 tonnes) et le Canada (10 000 tonnes).

### 1.4.2. En Algérie

Les pays d'Afrique du Nord disposent d'importantes potentialités mellifères, mais la production de miel reste faible. Cette faiblesse du niveau de production est due au manque de maîtrise des techniques de production intensive de la part des apiculteurs, aux changements climatiques ainsi qu'à la faiblesse de la transhumance, c'est-à-dire le déplacement des ruches en fonction de la production du nectar par fleur ou «miellée».

En Algérie, la production apicole annuelle est de l'ordre de 6.000 tonnes actuellement et devra atteindre 10.000 tonnes/an à l'horizon 2019 (DSA, 2015).

"L'Algérie s'est engagée depuis l'an 2000 dans le développement de l'apiculture en l'érigeant en filière vu son impact sur le développement durable et la sécurité alimentaire, et ce, à travers des programmes visant sa modernisation et son intensification (AITLOUNIS, 2012).

**Tableau I** : La production nationale en miel (Ministère de l'Agriculture et développement rural)

Année	Quantité (qx)	Rendement kg/ruche	Taux de Consommation	Prix Da/kg
2010/ 2011	25 430	4 à 6	90 g/habitant /an	1200-2000
2011/2012	30 000			2000- 3000
2012/2013	40 610	4 à 8		
2014	33 000			

### 1.4.3 La production du miel à khenchela

La saison 2019 a battu de mémoire de spécialiste tous les records depuis au moins 30 ans.

Une production de 2 980 quintaux de miel a été réalisée dans la wilaya de khenchela, durant la campagne 2014/2015, selon la Direction Locale des Services Agricoles (DSA). Cette production a été réalisée par 4416 apiculteurs qui disposent d'un patrimoine global de 104370 ruches pleines réparties à travers le territoire de la wilaya, durant la même campagne, d'un total de 45 100 essaims.

Khenchela en particulier produit le miel le plus cher au monde mais qui n'a jamais été mis sur les circuits commerciaux internationaux. Le miel de jujubier, est le miel qui détient des records en matière de prix.

Khenchela en particulier produit le miel le plus cher au monde mais qui n'a jamais été mis sur les circuits commerciaux internationaux. Le miel de jujubier, est le miel qui détient des records en matière de prix.

Quatre communes de la wilaya sont classées comme meilleures productrices de miel (DSA, 2015). Il s'agit de :

- ✓ bouhmama : 179.4 quintaux.
- ✓ chechar : 133.15 quintaux.
- ✓ khireine : 120 quintaux.
- ✓ zoui : 105 quintaux.

## 1. 5.L'abeille

### 1.5.1. Définition

Le mot « abeille » vient du nom latin *Apis* qui signifie la « mouche à miel », elle fait partie des insectes sociaux. Il existe plus de 20000 espèces d'abeilles qui sont d'un intérêt majeur pour la pollinisation, ainsi que dans la survie, la dissémination et l'évolution de 80% de plantes à fleurs (VAISSIERE, 2006).

*Apis mellifera*, ou abeille mellifique, est une espèce dont les diverses races sont cultivées pour produire du miel, du pollen, de la gelée royale, de la propolis, de la cire et, dans certains cas, du venin. Parmi ces différentes races, la plus productive et la plus appréciée est sans aucun doute la *ligustica*, connue dans le monde entier sous le nom d'abeille italienne. Du point de vue morphologique, le corps de l'abeille se divise en trois parties : tête, thorax et Abdomen (RAVAZZI, 2007) (Figure 1).

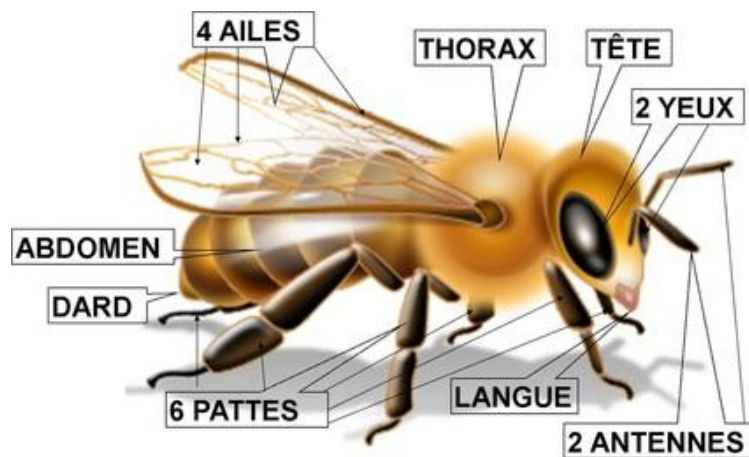


Figure N° 1 : Anatomie d'une abeille (CLÉMENT, 2010).

### 1.5. 2. Description des races d'abeilles Algériennes

Parmi les plus répandues en Algérie on trouve :

- *Apis mellifera sahariensis* (ou abeille Sahara)

Selon FRÈRE (2010), l'*Apis mellifera sahariensis* est définie comme suit :

- ✓ elle vit dans le sud marocain, en bordure de la frontière algérienne et du Sahara.
- ✓ elle est de couleur jaune-rouge, très douce, butine très loin (plus de 5 km).
- ✓ elle résiste aux températures les plus élevées .
- ✓ résistante aux vents de sable fréquents.



Figure N° 2 : *Apis mellifera sahariensis* (CLÉNENT, 2009).

➤ *Apis mellifera intermissa*

Elle est également appelée *Apis mellifera corffra* , abeille punique , abeille tunisienne ou abeille noire ( FRERE ,2010).

- ✓ localiser au Nord Algérien, au Maroc, et en Tunisie.
- ✓ Bonne reproductrice de miel. peu agressive.
- ✓ Supporte mal les hivers rigoureux.



Figure N° 3 : *Apis mellifera intermissa* (CLÉMENT, 2010).

#### 1.5.4. L'habitat de l'abeille

L'apiculteur met à la disposition de chacune de ses colonies une caisse en bois la « ruche à cadres ». Sur la face antérieure de celle-ci est aménagée une fente, c'est le trou de vol, par où les abeilles entrent.

Une ruche est une structure artificielle, presque fermée, abritant une colonie d'abeilles butineuses qui vit, produit du miel et élève de nouvelles générations d'abeilles.

Il s'agissait autrefois d'une structure tressée ou creusée dans un tronc mort. L'équivalent naturel de la ruche est souvent nommé "nid" qui est une matrice dense de cellules hexagonales de cire d'abeille. Les abeilles utilisent les cellules pour le stockage de la nourriture (miel et pollen), et pour le renouvellement de la population (œufs, larves et pupes). Seules les espèces du sous-genre *Apis* sont élevées dans des ruches construites par l'Homme, mais seulement deux espèces ont pu être domestiquées (*Apis mellifera* en occident et *Apis cerana* en Orient).

À l'état naturel, les abeilles sauvages peuvent établir leur colonie à l'air libre, à partir d'un essaim suspendu à une branche d'arbre, dans des anfractuosités, cavité d'un arbre creux (vivant ou mort), anfruosité dans la roche, cheminée ou cavité dans une construction (KARL VON FRISCH, 2011).



**Figure N° 4 :** Ruche d'abeille moderne  
(CLÉMENT, 2010).



**Figure N° 5:** Ruche d'abeille traditionnelle  
(CLÉMENT,2010)

**1.5.4. Les habitants et produits de la ruche****➤ Les habitants**

Trois castes structurent la société des abeilles : la reine, les ouvrières et les faux bourdons. Fort différents sur le plan morphologique comme dans leur espérance de vie, les membres de chaque caste assurent une tâche particulière. Chez les abeilles, chacun travaille dans l'intérêt du groupe, et la vitalité de ce dernier dépend de la survie de chacun. Au sein de la ruche en effet, aucun individu ne peut vivre seul (CLÉMENT, 2009).

**❖ Reine**

Issue d'un œuf similaire à celui de l'ouvrière, mais pendu dans une cellule royale accroché aux rayons, la larve de la reine, nourrie uniquement avec la gelée royale, émerge seize jours plus tard. La reine peut vivre trois ou quatre ans, elle pond des œufs et régule les activités de la colonie grâce aux phéromones que secrètent ses glandes mandibulaires (CLÉMENT, 2009).

**❖ Les ouvrières**

Ce sont des femelles qui forment la caste la plus nombreuse, leur système buccal permet la récolte du nectar ou du miellat qu'elles emmagasinent dans leurs jabots. Leurs pattes arrières sont munies d'outils adaptés à la récolte du pollen et de la propolis. L'espérance de vie d'une ouvrière varie au cours de l'année de quatre à cinq semaines pour les abeilles d'été à plusieurs mois pour les abeilles d'hiver (CLÉMENT, 2009).

**❖ Les faux-bourdons**

Les mâles naissent vingt-quatre jours après la ponte des œufs déposés dans des alvéoles plus grandes que celles des ouvrières. Ils font leur apparition au printemps lorsque la colonie s'est fortement développée et que les jeunes reines commencent à naître. Leur rôle unique consiste en effet à assurer la fécondation de ces reines (CLÉMENT, 2009).

**➤ Les produits de la ruche****❖ La cire**

La cire d'abeille, substance sécrétée par les abeilles pour construire les rayons de leur ruche. Une grande partie de la cire prélevée dans les ruches ou lors de l'extraction du miel et reconditionnée en feuilles gaufrées, puis recyclées par les abeilles. Les apiculteurs confectionnent aussi des bougies aux formes variées. Elle entre également dans la composition de nombreux produits cosmétiques (CLEMENT, 2009).



**Figure N° 6 :** Cire d'abeille (CLÉMENT, 2009).

#### ❖ La propolis

La propolis est un matériau recueilli par les abeilles à partir de certains végétaux. Cette résine végétale est utilisée par les abeilles comme mortier et anti-infectieux pour assainir la ruche. L'origine du mot propolis est associée au grec *pro* qui signifie « devant, en avant de », et *polis*, « la cité ». Elle contient des flavonoïdes et des composés phénoliques, et sa pharmacologie est étendue (CLÉMENT, 2009).



**Figure N°7:** Propolis (CLÉMENT, 2009).

#### ❖ Pollen

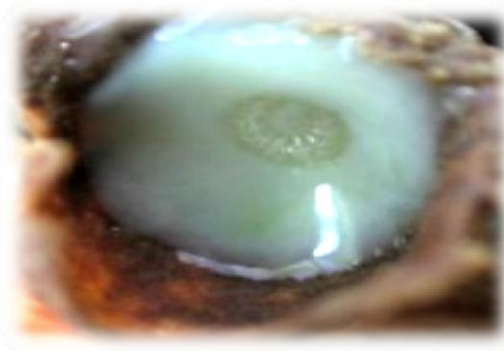
Farine ou poussière qui constitue, chez les végétaux supérieurs, l'élément fécondant mâle de la fleur : ce sont de minuscules grains de forme plus ou moins ovoïde de quelques dizaines de micromètres de diamètre, initialement contenus dans l'anthère à l'extrémité des étamines (CLÉMENT, 2009). Selon EMILIE FREDOT, (2009) le pollen possède la Composition suivante: (protéines : 35-40%, glucides : 35-40% et des lipides : environ 5%.



**Figure N° 8:** Pollen (CLÉMENT, 2009).

❖ **Gelée Royale**

C'est une substance blanchâtre sécrétée par les abeilles ouvrières, c'est le produit le plus élaboré de la ruche. Elle constitue un complément alimentaire exceptionnel aux effets rapides et puissants servant à l'alimentation des jeunes abeilles de la ruche puis destinée uniquement à la reine. Elle est composée de 65% d'eau, 15% de protéines et 12% de glucides (FREDOT, 2009).



**Figure N° 9 :** Gelée Royale (CLÉMENT, 2009).

❖ **Venin**

Ce produit, synonyme de piqûre et de douleurs, est très difficile à récolter et encore très peu utilisé en médecine. Il est surtout employé pour le traitement des rhumatismes en raison de ses propriétés anti-inflammatoires (CLÉMENT, 2009).

**❖ Miel**

Le miel est le seul produit au monde qui soit consommé par l'homme et fabriqué par l'insecte ; de couleurs et de saveurs variées, paré de mille vertus, il parvient sur notre table telle que les infatigables ouvrières l'ont élaboré, en prélevant les ressources dans leur environnement sans ajout ni transformation naturel et authentique (CLÉMENT, 2009).



**Figure N°10 : Miel (CLÉMENT, 2009).**

# *Chapitre II*



*Les caractéristiques  
De miel*

## **2. Miel**

### **2.9. Provenance du miel**

La sève élaborée, matière première du miel, est extraite des vaisseaux du liber de la plante par deux manières principales :

- ✓ par les nectaires élaborant le nectar.
- ✓ par des insectes piqueurs-suceurs (pucerons principalement), excréant du miellat.

La sève élaborée absorbée par les pucerons, chemine dans leur tube digestif où les molécules de sucre sont fractionnées puis recombinaées. Ainsi se forme le mélizitose.

L'intestin des pucerons absorbe les éléments nécessaires à l'insecte, et l'excédent est expulsé sous forme de gouttelettes de miellat que les abeilles viennent sucer sur le corps même du puceron ou sur les feuilles. Les butineuses ajoutent de la salive au nectar ou au miellat qu'elles recueillent, ce qui le rend fluide et surtout l'enrichit en enzymes, catalyseurs biochimiques à l'origine de la transformation des sucres dans le miel. Elles remplissent leur jabot puis transportent le miellat ou le nectar jusqu'à leur ruche. Là, elles distribuent leur butin aux ouvrières d'intérieur et aux mâles. Miellat et nectar passent à plusieurs reprises d'une abeille à une autre en subissant chaque fois une addition de salive qui transforme les sucres. Déposé dans les alvéoles, le miel sera concentré, et protégé ; il achèvera là, sa transformation biochimique (CLEMENCE,2005).

#### **2.1.1 .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). Le nectar reste accumulé sur le nectaire ou passe dans un organe spécialisé, le plus souvent un éperon dans lequel il est protégé de la dessiccation (KARL VON FRISCH, 2011).

##### **2.1.1.1. Composition du nectar**

Le nectar se forme à partir de la sève de la plante, mais sa composition diffère de celle de la sève, c'est une solution aqueuse plus ou moins visqueuse en fonction de sa teneur en eau qui peut être très variable. La matière sèche représente 5 à 80 % du nectar.

Cette matière sèche est formée de 90% de sucres dont les plus courants sont le saccharose, le glucose et le fructose. Outre les sucres, largement majoritaires, on peut trouver des acides organiques (acide fumarique, acide succinique, acide malique, acide oxalique), des protéines dont des enzymes et des acides aminés (acide glutamique, acide aspartique, méthionine, sérine, tyrosine...), des substances aromatiques et des composés inorganiques (phosphate entre autre). Tous ces éléments vont donner aux miels leurs couleurs et leurs arômes (CLEMENCE, 2005).

### **2.1.1.2. La récolte du nectar par les butineuses**

Les nectaires sont généralement situés au fond de la corolle des fleurs. Pour y accéder, la butineuse doit pénétrer dans la fleur et allonger sa langue. Elle aspire le nectar, par pompage et par capillarité. Lorsque son jabot est rempli, elle rentre à la ruche où elle transfère le nectar "prédigéré" aux ouvrières manutentionnaires; cet échange de nourriture se nomme trophallaxie. Chaque fleur butinée laisse dans le miel sa carte identité, au travers de son nectar mais surtout au travers de ses micro-éléments (pigment, arôme, grain de pollen...).

### **2.1.1.3. Transformation de nectar en miel**

#### **• Dans le tube digestif des abeilles**

Le changement de la solution sucrée en miel commence déjà dans le jabot de la butineuse où diverses enzymes entrent en action. À la ruche, le nectar récolté et "prédigéré" par la butineuse est pris en charge par de plus jeunes abeilles, qui se l'échangent plusieurs fois (trophallaxie) et l'enrichissent en matières spécifiques et notamment en enzymes.

Les principales enzymes sont:

- la diastase qui permet de modifier l'amidon;
- L'invertase qui divise le saccharose en glucose et en fructose;
- Le glucose oxydase qui, à partir du glucose, produit de l'acide gluconique et du peroxy de d'hydrogène.

Au fil des échanges entre les abeilles, la composition de la miellée évolue. Des sucres se scindent, d'autres s'assemblent afin de former de nouveaux sucres plus complexes. Les ouvrières complètent ainsi la transformation commencée dans le jabot de la butineuse.

#### **2.1.1.4. La déshydratation du miel**

Quand la butineuse arrive à la ruche, la teneur en eau du nectar est supérieure à 50%. Le miel va être déshydraté par les ouvrières. Pour cela, elles régurgitent à plusieurs reprises une goutte de leur jabot et l'étalent dans l'atmosphère sèche de la ruche. Quand la concentration en eau atteint 40 à 50%, elles entreposent le miel dans les cellules. Les abeilles ventilent également la ruche: elles font rentrer de l'air extérieur que la colonie va chauffer à plus de 30°C et de ce fait, le miel va s'assécher. L'air chaud chargé d'humidité est rejeté vers le milieu extérieur. La teneur en eau du miel doit ainsi être abaissée jusqu'à atteindre environ 18%. La cellule est alors fermée avec un opercule de cire qui permet une bonne conservation. La colonie dispose en réserve d'un aliment hautement énergétique, stable, de longue conservation et peu sensible aux fermentations (CLEMENCE, 2005).

#### **2.1.2. Miellat**

Le miellat est un produit sucré élaboré par divers insectes à partir de la sève des végétaux et dont se nourrissent certaines abeilles et fourmis. L'origine du miellat est restée longtemps un mystère. Dans l'antiquité, deux écoles s'affrontaient, l'une soutenant la thèse d'une origine végétale, l'autre d'une origine animale. Pour ceux qui croient à la thèse végétale, le miellat est une sécrétion des feuilles produite sous certaines conditions météorologiques. Les partisans de l'origine animale considèrent que ce sont les insectes, les pucerons, qui excrètent une substance sucrée après avoir sucé la sève des plantes. Depuis, on sait que le miellat provient des insectes et non des plantes (PROST, 2005).

#### **2.1.3. Composition du miellat**

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

#### **2.1.4. La récolte du miellat par l'abeille**

Les récoltes de miellat ont lieu entre la fin du printemps et l'été. Les quantités récoltées sont très variables d'une année à l'autre. En effet, les pucerons sont très sensibles aux conditions météorologiques défavorables, et sont exposés à de multiples prédateurs (coccinelles, punaises, guêpes). Il faut noter qu'en présence d'une abondance de nectar, cette source est délaissée par les abeilles. Les butineuses recueillent le miellat par léchage et remplissent progressivement leur jabot. Ce dernier plein, elles regagnent la ruche (PROST, 2005).

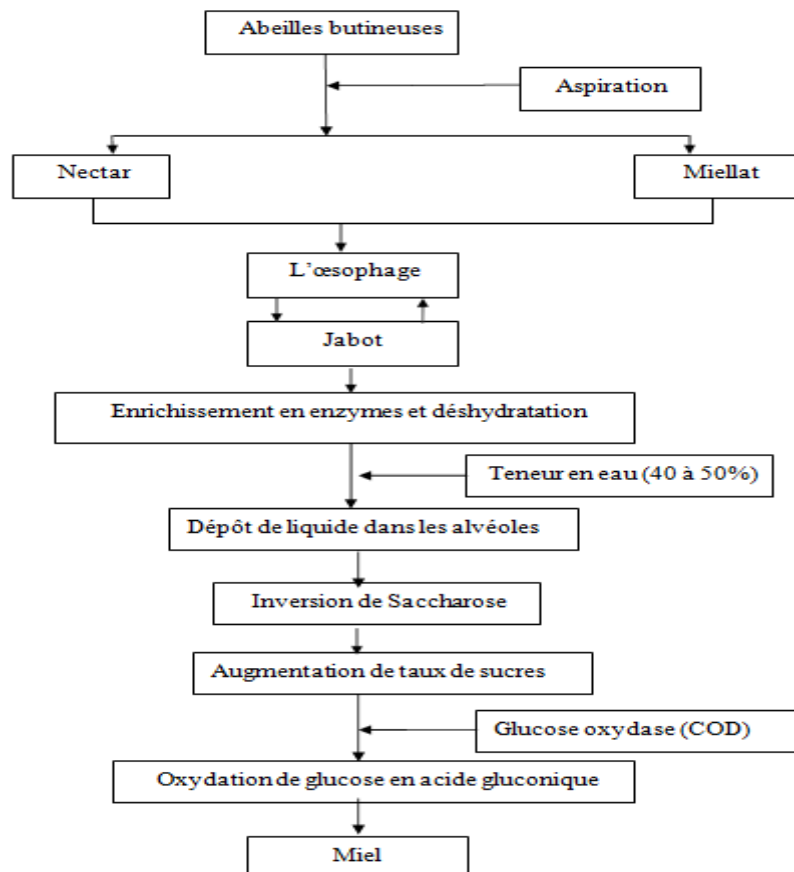
#### **2.10. Principales différences entre miel de nectar et miel de miellat**

Le miel de miellat est de couleur plus sombre et possède un goût plus prononcé que le miel de nectar. Il possède également des sucres plus complexes comme le mélizitose ou l'erlose, qui

sont formés dans le tube digestif des abeilles. Il est aussi plus riche en azote, en acides organiques et en minéraux (figure 11) (KARL VON FRISCH, 2011).

**Tableau II :** Principales différences entre miel du nectar et de miellat (BRUNEAU, 2002).

Composants		Miel de miellat	Miel de nectar
pH		4.5	3.9
Minéraux (cendre)		0.58%	0.26%
Fructose et Glucose		61.6%	74%
Autres sucres exprimés en % des sucres totaux	Mélézitose	8.6%	0.2%
	Raffinose	0.84%	0.03%
	Maltose + isomaltose	9.6%	7.8%



**Figure N°11 :** Diagramme résume les différentes étapes de la formation de miel (AIT LOUNIS, 2012).

## 2.11. Classification des miels

### 2.3.1. En fonction de l'origine sécrétoire

- ✓ Miel de fleurs ou de nectars, obtenus à partir du nectar des plantes;
- ✓ Miel de miellat, obtenu à partir des sécrétions des insectes suceurs, ou à partir des sécrétions provenant des plantes.

### 2.3.2. En fonction de l'origine botanique

#### ✓ Miel monofloral (unifloral)

Les miels monofloraux sont élaborés à partir du nectar, ou du miellat, collecté par les abeilles d'une espèce végétale unique ou prépondérante. Leur récolte, quoique fluctuante, est relativement régulière. Il n'existe pas de miel monofloral à 100% (CLÉMENT, 2009).

#### ✓ Miel multifloral

Les miels polyfloraux de saveurs et de couleurs très variables sont issus du nectar ou du miellat de différentes plantes (CLÉMENT, 2009).

### 2.3.6. En fonction de la couleur

La grande variété de couleurs des miels dépend de la diversité de nos terroirs et des paysages qui les composent (figure 12). Produit naturel par excellence, le Miel possède des couleurs qui dépendent directement de la flore, source de vie pour la ruche. (Tableau III).



**Figure N°12 :** Les différents types de miel selon la couleur (KARL VON FRISCH, 2011).

**Tableau III** : Les différents miels selon la couleur (CLEMENCE, 2005).

Miels monofloraux	Couleur du miel
Miel d'acacia	Très clair, limpide, couleur jaune pâle avec des reflets verts.
Miel de bourdaine	Foncé à brun roussâtre selon la cristallisation.
Miel de cerisier	Couleur ambrée rougeâtre
Miel de châtaignier	De couleur ambre sombre, il devient marron à l'état solide.
Miel de chêne	Coloration très sombre
Miel de colza	Clair à l'état liquide, il devient gris clair ensuite.
Miel de framboisier	Couleur jaune pâle, ambrée claire
Miel de lavande	Très clair à blanc
Miel de lierre	Couleur ambre à brun selon sa cristallisation
Miel de luzerne	Doré très clair avec des reflets de gris.
Miel de pissenlit	Comme la fleur, jaune éclatant
Miel de romarin	Très clair, presque blanc
Miel de ronce	Coloration roussâtre
Miel de sapin (de miellat)	Très foncé avec des teintes de vert selon les régions
Miel de sarrasin	Couleur d'un brun dense
Miel de tilleul	Couleur variable, jaune plus ou moins sombre
Miel de tournesol	Coloration Jaune vif à jaune pâle

### 2.3.7. En fonction de l'origine géographique

En rapport avec la flore habituelle d'une région bien déterminée (miel des Alpes, d'Anjou, de Corse, du Gâtinais, de Provence, des Vosges, etc).

### 2.3.8. En fonction du mode de production et /présentation

- ✓ miel enrayons.
- ✓ miel avec morceaux de rayons.
- ✓ miel égoutté : obtenu par égouttage des rayons désoperculés.
- ✓ miel centrifugé : obtenu par centrifugation des rayons désoperculés.
- ✓ miel pressé : obtenu par pressage des rayons, avec ou sans chauffage (45°C au maximum).
- ✓ miel filtré : obtenu par élimination des matières étrangères, ce qui entraîne l'élimination de quantités significatives de pollen (AIT LOUNIS, 2012).

### **2.12. Le miel local**

Différentes qualités de miel sont produites en Algérie. Les abeilles butinent les fleurs et donnent la propriété du miel. Ainsi les spécialistes en dénombrent dans notre pays pas moins de dix sortes différentes. Il s'agit de miel d'oranger, d'eucalyptus, de la carotte sauvage, du romarin, de lavande, de jujubier, de loubaina (cultivé dans le sud), de mirte, de l'arbousier, et en fin, de toutes les fleurs du printemps.

Ces différents miels sont soit issus d'extraction des ruches modernes ou de passage (des ruches traditionnelles). En l'absence de labels permettant leur identification, c'est-à-dire dont l'origine florale est inconnue, ils sont commercialisés sous le nom de miel de toutes fleurs (HUSSEIN, 2005).

Il existe différentes formes de commercialisation du miel local, soit :

- ✓ dans le cadre restreint : de producteurs à d'autres consommateurs.
- ✓ par l'intermédiaire des amis;
- ✓ lors des foires d'exposition.
- ✓ à travers la coopérative apicole.

Certains apiculteurs livrent une partie réduite à la coopérative ; l'autre partie est conditionnée et revendue aux consommateurs et aux revendeurs. L'existence de plusieurs intermédiaires dans sa commercialisation fait que le miel est vendue à des prix élevés sur le marché (JUSTINE, 2005).

### **2.13. Le miel importé**

L'insuffisance de la production et la vente mal organisée de miel sur le marché Algérien, fait que le miel local est souvent absent du circuit officiel de commercialisation. C'est pourquoi chez les petits commerçants et dans des grandes surfaces, on trouve du miel importé.

Le miel importé provient principalement des pays de l'Union Européenne (notamment l'Espagne, l'Allemagne et la France) et des pays asiatiques (l'Arabie Saoudite, la Chine, et l'Inde).

La plupart de ces miels sont commercialisés comme des miels toutes fleurs ayant subies une utilisation effrénée de pesticides, et à des prix bas par rapport aux miels locaux, la vérification de leur qualité est indispensable, surtout avec l'émergence des fraudes (JUSTINE, 2005).

## **2.14. Composition chimique**

Le miel des abeilles est un aliment naturel reconnu pour son goût unique et ses vertus, c'est pourquoi de nombreuses études ont déjà été menées.

### **2.6.1. Les 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).

### **2.6.2. 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.

### **2.6.3. Teneur en eau**

La teneur en eau est en moyenne de 17 %, mais le miel étant un produit biologique, ce chiffre peut fluctuer. Il faut noter que certains miels de Bruyères et de Trèfle peuvent contenir jusqu'à 22-25% d'eau (FREDOT, 2009).

### **2.6.4. Les 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, 2009).

### **2.6.5. 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).

### **2.6.6. Les acides organiques**

Le miel contient aussi des acides. Le plus important est l'acide gluconique mais on trouve aussi 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. A l'état de traces, le miel contient de l'acide formique, de l'acide chlorhydrique et de l'acide phosphorique (CLEMENCE,2005).

#### **2.6.7. Les vitamines**

Le l'acide succinique. A l'état de traces, le miel contient de l'acide formique, de l'acide chlorhydrique et de l'acide phosphorique (CLEMENCE,2005).

Miel contient essentiellement des vitamines du groupe B. Parfois on y trouve aussi de la vitamine C, ainsi que les vitamines A, Ket D.

#### **2.6.8. Les 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).

#### **2.6.9. Les enzymes**

Selon HENRI CLÉMENT. (2009), de nombreuses enzymes existent dans le miel: l'invertase, l'  $\alpha$ -amylase, la  $\beta$ -amylase, l'  $\alpha$ -glucosidase, glucose oxydase, la catalase et la phosphatase. Elles proviennent soit du nectar (origine végétale), soit des sécrétions salivaires des abeilles (origine animale).

### **2.15. Les propriétés organoleptiques du miel**

Les miels récoltés peuvent être très divers, tant par leur coloration que par leur consistance et leur arôme.

#### **2.7.1 La couleur**

En fonction de ses origines florale et géographique, le miel peut présenter différents coloris. Il existe des miels limpides comme de l'eau, des miels jaunes, ambrés, verdâtres, rougeâtres, et certains presque noirs. À l'exception du violet et du bleu la couleur des miels varie à l'infini. Les pigments colorent et aromatisent les miels. Ce sont principalement des caroténoïdes, des xanthophylles et des flavonoïdes (CLEMENCE, 2005).

#### **2.7.5. La texture**

Cristallisé finement ou grossièrement, dur ou souple, pâteux ou liquide, le miel peut se présenter sous de nombreux aspects. S'il est parfaitement fluide au moment de son extraction, le miel ne reste cependant pas dans cet état de façon indéfinie. La vitesse de cristallisation varie avec la composition en sucres, la teneur en eau, la température de conservation.

**2.7.6. Le goût et les arômes**

Suivant son origine florale, le miel peut présenter une grande variété de saveurs et d'arômes différents. Il existe une roue d'odeurs et d'arômes qui permet de décrire, les sensations perçues tant au niveau olfactif que gustatif lors de la dégustation d'un miel.

**2.7.5 L'odeur**

Dans les différents miels, les odeurs varient considérablement mais s'évaporent très rapidement. Elles sont végétales, florales ou fruitées, puissantes ou non, fines, lourdes, vulgaires. Une odeur de fumée ou de fermentation est un défaut (FREDOT, 2009).

**2.16. Les propriétés physico-chimiques du miel****2.8.1. Les propriétés physiques****2.8.1.9. La densité**

La densité d'un miel homogène est le rapport exprimé en nombre décimal de la masse volumique de ce miel sur la masse volumique de l'eau pure à 4°C. (La masse volumique s'exprime en  $\text{kg/m}^3$ ). La densité du miel varie approximativement de 1,39 à 1,44 à 20°C. Le miel est donc un produit relativement dense. Les variations de la densité proviennent surtout des variations de la teneur en eau. Plus un miel est riche en eau et moins il est dense.

On peut pratiquement se servir de la densité comme moyen de connaître la teneur en eau d'un miel (KARL VON FRISCH, 2011).

**2.8.1.10. La viscosité**

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

**2.8.1.11. 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 a 17 % d'eau, sa chaleur spécifique est de 0,54 à 20°C. Cela veut dire qu'il faut approximativement deux fois moins d'énergie (de joules) pour réchauffer du miel que pour réchauffer la même masse d'eau (KARL VON FRISCH, 2011).

**2.8.1.12. La conductivité électrique**

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

**2.8.1.13. L'indice de réfraction**

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

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

**2.8.1.14. 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, etc... (CLÉMENT, 2009).

**2.8.1.15. La solubilité**

Selon PROST, (2005), le miel est soluble dans l'eau et l'alcool dilué, mais insoluble dans l'alcool fort, l'éther, le chloroforme et le benzène.

**2.8.1.16. L'hygroscopicité du miel**

Le miel tend à absorber l'humidité de l'air et, si on le laisse trop longtemps dans une atmosphère humide, cette absorption peut être considérable. Un miel "normal", contenant 18% d'eau, peut atteindre, au bout de trois mois, une hygrométrie de 55% : son poids a alors augmenté de 84%. D'autre part, lorsqu'on veut dessécher le miel, il est nuisible de le maintenir en atmosphère rigoureusement sèche, parce qu'il se forme en surface une pellicule dure qui empêche le reste d'eau des évaporer.

**2.9.2. Propriétés chimiques****2.9.2.1. Le pH**

Le miel est acide et son pH oscille en moyenne entre 3.5 et 6.

**2.8.2.2. L'acidité**

L'acidité provient d'acides organiques existant dans le miel mais aussi de sa fermentation. L'ancienne norme prescrit une valeur maximale de 40meq/kg, dans le projet du *Codex Alimentarius*, (2001), elle a été augmentée à 50meq/kg. Il existe des miels ayant une teneur naturelle en acide plus élevée.

**2.10. Les propriétés biologiques du miel****2.10.4. La valeur alimentaire et diététique**

Le miel est un aliment glucidique à haute valeur énergétique (320 calories par 100 g ou 13400 joules / kg) il est composé essentiellement d'un couple d'hexoses:

- ✓ le glucose, qui est assimilé directement;
- ✓ le fructose, qui est assimilé après une légère transformation.

Le miel présente sur le sucre ordinaire l'avantage de contenir des sels minéraux ainsi que des substances aromatiques qui rendent sa consommation plus agréable. Le miel est un aliment très favorable à la croissance des jeunes enfants (PROST, 2005), et il est adapté aux personnes âgées ainsi qu'aux sportifs. De part sa richesse en éléments biologiques, le miel peut être introduit dans certains régimes alimentaires mais il n'est pas considéré comme un aliment complet car il est pauvre en protides, en lipides, et en vitamines (BLASA *et al*,2007).

**2.10.5. La valeur thérapeutique**

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

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

**Tableau IV:** Propriétés et indications thérapeutiques plus spécifiques attribuées aux principaux miels uni-floraux (AIT LOUNIS,2012).

<b>Origine botanique</b>	<b>Propriétés plus spécifiques</b>	<b>Indicateurs plus particulières</b>
<b>Acacia</b>	- Régulateur intestinal	- Paresse intestinal, notamment chez le jeune enfant
<b>Bruyère</b>	Antiseptique des voies urinaires et diurétiques ; -Antianémique ; - Dynamogénique des voies respiratoires et des voies urinaires.	- Affections de l'arbre urinaire dans son ensemble et dans le régime diététique de l'insuffisance rénale et chronique; - Certains anémies; - Etats de fatigue en général; - convalescences ; Sénescences.
<b>Eucalyptus</b>	Antiseptique des voies respiratoires et des voies urinaires.	- Affection touchant à la sphère respiratoire et à l'arbre urinaire dans leur ensemble.
<b>Oranger</b>	- Antispasmodique; - Sédatifnerveux	- Etats spasmodiques d'origines diverses ; - Nervosisme en général et troubles qui en découlent : insomnies, palpitations

<b>Sapin</b>	Antianémique ; - Antiseptique et anti - inflammatoire des voies respiratoires; - Diurétique.	- Certaines anémies; - Affection touchant à la sphère respiratoire dans tout son ensemble; - Affections de l'arbre urinaire dans son ensemble et dans le régime diététique de l'insuffisance rénale et chronique
<b>Lavande</b>	- Antiseptique et anti- inflammatoire des voies respiratoires; - Antispasmodique ; - Sédatif nerveux.	Affection touchant à la sphère respiratoire dans tout son ensemble; - Rhumatismes chroniques (arthrose).
<b>Thym</b>	Antiseptique général	Maladies infectieuses en général touchant aussi bien les sphères respiratoires, digestives et urinaires.
<b>Tilleul</b>	Antispasmodique ; - Sédatif nerveux.	- Etats spasmodiques d'origines diverses ; -Nervosisme en général et troubles qui en découlent : insomnies, palpitations.
<b>Trèfle</b>	Dynamogénique	- Etats de fatigue; - Convalescences; - Efforts physiques (chez les sportifs en particulier.

## **2.11. Les étapes de la récolte**

### **2.11.1. La récolte du miel**

Il s'agit de différentes techniques qu'utilise l'apiculteur pour enlever les cadres du miel de la ruche. La récolte s'opère à la fin de la floraison de la plante qui caractérisera le miel.

Dans le cadre d'un miel de toutes fleurs, la récolte est réalisée lors des floraisons les plus tardives. A la fin de la miellée, quand les cadres sont remplis de miel et operculés, l'apiculteur ramasse les hausses des ruches et les ramène dans sa miellerie afin d'extraire le miel (ADAM, 2010).

### **2.10.1.1. Pose des hausses**

La récolte de miel se prépare dès la pose des premières hausses. Lorsque la colonie est suffisamment développée. Le moment de la pose des hausses est important et dépend de la situation géographique, du climat et de l'environnement botanique. Une pose prématurée risque d'entraîner une mortalité larvaire préjudiciable au développement de la colonie, ou une ponte de la reine dans cette hausse et non dans le corps de la ruche. Une pose tardive favorise l'essaimage par manque de place dans la ruche. Il est possible d'empiler plusieurs hausses en assurant que la structure corps-hausse soit stable (ADAM,2010).

### **2.10.1.2. Sélection des cadres de miels à récolter**

Lors de la récolte, il est important de sélectionner les cadres parfaitement operculés. Un tri parmi les cadres est effectué régulièrement au cours de la saison apicole afin de déposer les cadres operculés dans les hausses situées en haut de la ruche, et les cadres les plus vides dans la hausse la plus proche du corps de la ruche afin de faciliter son remplissage.

### **2.10.1.3. Mise en place d'un chasse-abeille**

Deux jours avant la récolte, il est conseillé de placer un chasse-abeille entre les corps et les hausses à récolter afin de limiter le nombre d'abeilles présentes dans les hausses. Les abeilles restantes seront balayées délicatement le jour de la récolte (ADAM, 2010).

### **2.11.2. Désoperculassions**

L'apiculteur retire, à l'aide d'une lève cadres, les cadres remplis de miel. Il doit désoperculer les alvéoles gorgées de miel. Plusieurs outils permettent d'effectuer ce travail: le couteau à désoperculer, la herse, méthode manuelle et la machine caillas (méthode mécanique).



**Figure N°13:** Couteau à désoperculer  
(CLEMENCE, 2005)



**figure N° 14 :** Herse à désoperculer  
(CLEMENCE ,2005)



**Figure N°15 :** Extracteur manuel (CLEMENC, 2005)

### **2.11.3. Centrifugation**

Une fois libéré de leurs opercules, les cadres sont placés dans la centrifugeuse, en les répartissant de manière équilibrée selon leurs poids. La rotation s'effectue par la suite jusqu'à ce que tout le miel contenu dans les alvéoles soit projeté contre les parois. Le miel qui glisse le long des parois, s'accumule au fond de l'extracteur et récupéré par l'apiculteur après ouverture de la vanne (CLEMENCE,2005).

### **2.10.4. Filtration**

Le miel est récupéré et transvaser dans le maturateur muni de filtres de diamètres décroissants. En effet, à la fin de l'extraction, le miel contient de nombreux débris et impuretés, en particulier des débris de cire ou de pollen, qu'il est nécessaire d'éliminer (CLEMENCE, 2005).

#### **2.10.4.1.Maturation et écumage**

C'est une simple décantation dans un récipient qui doit être en acier inoxydable ou le miel abandonne ses impuretés (débris de cire, amas de pollen), ainsi que les bulles d'air incorporées pendant l'extraction qui se rassemblent en surface du maturateur .On les enlève au moyen d'une écumoire ou d'une pelle. La durée de maturation est de 2 à 8jours selon PROST, (2005) et PHILIPPE, (2007).

### **2.10.5. Pasteurisation**

La pasteurisation consiste à porter le miel à une température de 78°C pendant 6 à 7minutes, puis le refroidir rapidement. L'appareillage comporte principalement des plaques chauffantes

parallèles entre lesquelles le miel circulera en lames minces (PROST,2005). Le miel pasteurisé est à l'abri des fermentations puisque les levures ont été détruites, et il se conservera à l'état liquide pendant au moins six mois.

### **2.10.6. Conditionnement**

En règle générale, la conservation du miel se fera à température constante qui ne dépasse pas 20°C dans un récipient étanche, placé dans un endroit sec et à l'abri de la lumière. Grâce à la haute teneur en sucres, il se conserve très longtemps. Il se consomme idéalement dans les deux ans. Un miel cristallisé supporte mal les excès de température (plus de 25°C), qui risquent de provoquer l'effondrement de sa structure cristalline.

S'il est liquide, une température d'environ 25°C est souhaitable. Il faudra cependant le consommer rapidement, idéalement dans les 6 mois. Un miel trop humide sera conservé à 11°C, pour éviter qu'il ne fermente pas. Comme les miels absorbent l'eau, les pots seront fermés avec un couvercle hermétique et on évitera de les stocker dans un endroit trop humide.

En hiver des marbrures blanchâtres peuvent apparaître sur les parois du pot. Il s'agit la plupart du temps, de microscopiques bulles d'air qui demeurent prisonnières entre la paroi du pot et la masse de miel, et qui se rétractent en cristallisant (AIT LOUNIS,2012).

### **2.10.7. Stockage et mise en pot**

La mise en pot du miel, dernière étape du conditionnement, peut avoir lieu directement après l'extraction ou alors plus tard s'il avait été stocké en fûts. Le miel doit être entreposé dans un endroit frais et sec. La température idéale avoisine les 12°C. Bien qu'un miel traité dans les conditions optimales soit très stable, le vieillissement est une réalité non négligeable. Il existe deux méthodes différentes pour la mise en pot.

#### **2.10.7.1.Mise en pot directe**

C'est la plus employée par les professionnels, pour au moins deux raisons principales :

- ✓ Les récoltes et les extractions ont lieu au moment où on a le plus de travail sur les ruches et donc au moment où on a le moins de temps à consacrer à la mise en pots.
- ✓ La demande des consommateurs n'étant pas toujours facile à prévoir, il est plus prudent de faire des mises en pots en fonction des circonstances.

### **2.11. Principales différences entre miel artisanal et miel industriel**

Toutes ces étapes depuis la récolte jusqu'au stockage sont appliquées pour la préparation d'un miel artisanal « miel de table » un produit naturel par excellence, exempt de tout additif ou résidus, agréablement aromatisé et de bonne qualité.

Il existe aussi une catégorie de miel qui peut concurrencer le miel artisanal, c'est « le miel industriel » qui est produit en grandes quantités. Il revient donc à des prix relativement bas. Il suit presque les mêmes étapes de la technologie du miel artisanal mais avec un grand perfectionnement (AITLOUNIS,2012).

La principale différence entre ces deux miels, réside dans le traitement thermique que subi le miel industriel. Cette opération est surtout valable pour les miels dont la quantité de glucose est comprise entre 28 et 35%, (figure16).

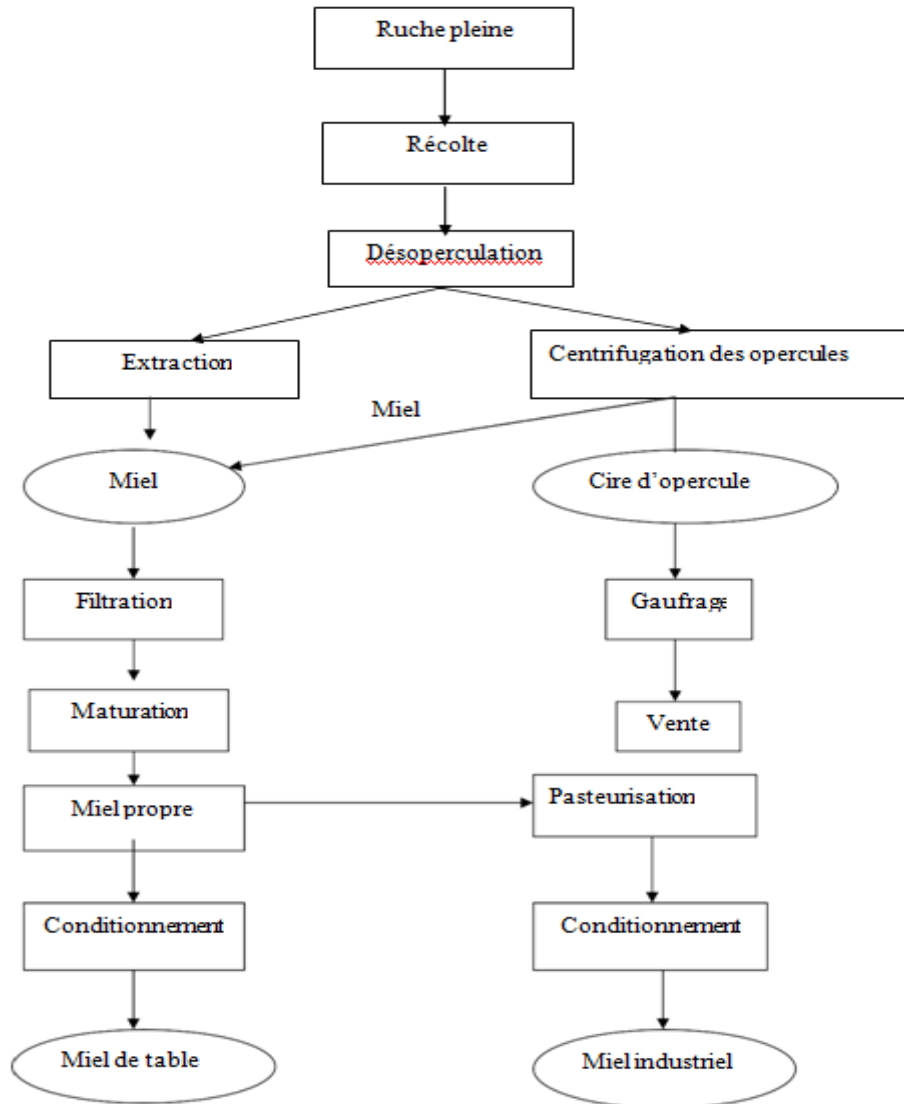


Figure N°16: Technologie du miel (PROST, 2005).

## **2.12. Principales modifications physiques, chimiques et biologiques subies par le miel pendant le stockage**

Comme tout produit biologique, le miel subit au cours du temps des modifications qui ont une importance plus ou moins grande sur sa conservation (ADDAD et HABBACI,2007).

### **2.15.1. Influence du milieu atmosphérique**

#### **2.15.1.1. Absorption d'humidité**

En raison de ses propriétés très hygroscopiques, le miel tend à s'équilibrer toujours avec l'humidité de l'air, d'ailleurs en atmosphère humide (plus de 60%), l'absorption d'eau peut se poursuivre longtemps et gagner très lentement en profondeur. Peu à peu la teneur en eau atteint les valeurs favorables à la fermentation (ADDAD et HABBACI,2007).

#### **2.15.1.2. Influence de la cristallisation**

Un miel cristallisé est généralement plus fragile que ne l'est le même produit à l'état liquide. Sa conservation est donc plus difficile à assurer. Les principaux accidents qui peuvent se produire pendant et après la cristallisation d'un miel sont :

##### **❖ Les cristallisations incomplètes ou fractionnées**

Ce sont des cristallisations défectueuses. Elles se produisent souvent après un chauffage mal contrôlé du miel et lorsque la plus grande partie des cristaux primaires est détruite. Dans ces conditions, la cristallisation est très lente et s'accompagne d'une formation de gros cristaux qui s'agglomèrent et se précipitent sur le fond ou migrent vers les parois d'emballage en produisant des masses cristallines compactes séparées les unes des autres par le miel resté liquide. Le seul remède est la refonte totale et homogène du lot de miel et éventuellement sa cristallisation dirigée (ADDAD et HABBACI,2007).

##### **❖ Séparation des phases**

La fragilité du réseau cristallin peut résulter d'un excédent d'eau combinée à l'action de la gravité. Les molécules des différents sucres sont stabilisées par des liaisons « hydrogène ». Ces liaisons sont cependant assez faibles. Les miels sont également soumis à l'action de la gravité. Cette force tend à faire descendre les molécules les plus denses (les sucres).

Ces molécules de sucres ont tendance à se tasser vers le bas avec libération d'eau. Plus le miel contient d'eau, plus vite le phénomène va s'amorcer, c'est la séparation de phases. L'augmentation de l'humidité dans la partie supérieure est irréversible, un tel miel n'est plus commercialisable. Si un miel a une structure cristalline trop faible, il faudra le conserver à l'état liquide, la pasteurisation est dans ce cas la solution la plus recommandable (ADDAD et HABBACI, 2007).



**Figure N°17** : Séparation de phases (BARTHOLOMEUS, 2010).

❖ **Arborescence**

Un miel en arborescence est un miel liquéfié par chauffage qui se recristallise de façon anarchique, en arborescence. Cela modifie l'aspect extérieur du miel et n'attire pas le consommateur, mais n'altère pas le goût du miel FERHAT et *al*, 2014).

❖ **Marbrures**

Des marbrures plus ou moins hétérogènes sur les parois du récipient, révèlent une rétraction du miel à l'intérieur du pot sous l'effet du froid. Il crée une fine poche d'air, le miel se déshydrate et blanchit ; il présente des traînées blanches au moment de la mise en pot ou de l'extraction (FERHAT et *al*, 2014).



**Figure N° 18**: Marbrures (BARTHOLOMEUS, 2010).

**2.15.1.3. Influence du chauffage et du vieillissement naturel**

Un miel chauffé ou stocké dans de mauvaises conditions, subit des dégradations variables mais irréversibles. Un chauffage modéré maintenu pendant un temps long aura les mêmes effets sur le miel qu'un chauffage intense pratiqué pendant un temps court.

L'importance des transformations subies par le miel est donc étroitement liée au rapport température/temps de chauffage dans lequel intervient néanmoins le facteur «composition du produit». Cependant, un miel chauffé à une température de 85°C ou plus, est entièrement détruit par la caramélisation.

Les principales altérations affectant un miel chauffé de manière excessive ou ayant subi un long vieillissement à température ambiante sont dues soit à :

- ✓ des réactions chimiques : dégradation lente des sucres (fructose) et formation d'H.M.F.
- ✓ des réactions biologiques : le fléchissement plus ou moins accentué en présence d'H.M.F de l'activité enzymatique. L'invertase est la plus sensible des enzymes car elle disparaît rapidement après un chauffage de 5 minutes à 80°C. l'amylase décline progressivement, et la gluco-oxydase est de loin, la plus résistante, elle perd 10% de son activité pendant ce chauffage (ADDAD et HABBACI,2007).

L'importance de toutes ces dégradations chimiques ou biochimiques est liée, hormis les conditions de chauffage ou de conservation, à la composition du produit. En effet, d'une manière générale, plus la teneur en eau d'un miel est élevée, plus le pH est bas, plus les transformations subies par le produit seront profondes et se résument dans les points suivants :

- ✓ la teneur en H.M.F augmente;
- ✓ l'acidité libre augmente;
- ✓ le taux de sucres réducteurs baisse sensiblement;
- ✓ l'activité enzymatique faiblit. La disparition des arômes qui se sont placés peu à peu par des substances colorées d'odeur désagréable et de goût amer. Ces substances proviennent de transformations biochimiques complexes qu'on appelle « réactions de Maillard », ainsi la couleur du miel devient plus foncée lors du stockage en présence de la lumière ou de la chaleur (BARTHOLOMEUS, 2010)(Tableau V).

**Tableau V:** L'influence de la température du stockage sur la détérioration des enzymes et l'apparition des HMF (APIDOR, 2012).

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	0,5-1année	200 jours	83 jours
40	1-2mois	31 jours	9,6 jours
50	5-10jours	5 ,4 jours	1,3 jour
60	1-2 jours	1 jour	4,7 jours
70	6-20 heures	5.3 heures	47 inutes

#### 2.15.1.4. Fermentation

C'est l'accident le plus grave, il provoque une altération profonde et irréversible du miel. La fermentation est due à la présence des levures osmophiles qui ne peuvent se développer dans le miel qu'en présence de plusieurs facteurs favorables (BARTHOLOMEUS, 2010).

Le miel peut fermenter dans les rayons avant la récolte lorsque l'humidité ambiante est très élevée et lorsque l'abeille n'a pas suffisamment concentré le nectar.

La fermentation se fait aux dépend des sucres réducteurs du miel et les produits de métabolisme des ferments sont :

- ✓ le dégagement de CO<sub>2</sub> (présence de bulle ou d'écumes qui remonte à la surface du pot);
- ✓ la production d'acides fixes ou volatils;
- ✓ la production d'alcool surtout le glycérol. Le dosage de celui-ci a été considéré Récemment comme un critère de qualité, c'est un indicateur pertinent de la fermentation en raison de la corrélation observée entre sa teneur dans le miel et le nombre de levures. Actuellement, une valeur supérieure à 300mg/Kg signifie un état de fermentation du miel (ADDAD et HABBACI,2007) (Tableau VI) ci-après.

**Tableau VI** : Effet de la teneur en eau sur le risque de fermentation de miel (PHILIPE, 2007).

<b>Teneur en eau du Miel</b>	<b>Effet de la richesse en levures- nombre de germes pour 1gramme de miel.</b>
<b>Moins de 17,1%</b>	Pas de fermentation quelle que soit la richesse en levures.
<b>17,1 à 18,0%</b>	Pas de fermentation si le nombre de levures ne dépasse pas 1000.
<b>18,1 à 19,0%</b>	Pas de fermentation si le nombre de levures ne dépasse pas 10.
<b>19,1 à 20,0%</b>	Pas de fermentation si le nombre de levures ne dépasse pas 01.
<b>Plus de 20%</b>	Danger de fermentation dans tous les cas.

## 2.16. Réglementation du miel

### 2.16.1. La qualité du miel

Un miel de qualité doit être un produit sain, extrait dans de bonnes conditions d'hygiène, conditionné correctement, qui a conservé toutes ses propriétés d'origine et qui les conservera le plus longtemps possible. Il ne doit pas être adultéré et doit contenir le moins possible (peut-on encore dire pas du tout) de polluants divers, antibiotiques, pesticides, métaux lourds...etc (SCHWEITZER, 2004).

### 2.16.2. Les facteurs essentiels de composition et de qualité

Selon *le Codex Alimentarius* (2001), le miel vendu ne doit pas contenir d'ingrédient alimentaire, y compris les additifs alimentaires, et seul du miel pourra y être ajouté. Le miel ne doit pas avoir de matières, de goûts, d'arômes ou de contaminations inacceptables provenant de matières étrangères absorbées durant sa transformation et son entre posage.

Le miel ne doit pas avoir commencé à fermenter. 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.

### 2.16.3. Réglementation et législation du miel

En vue de la vente, l'apiculteur doit répondre à certaines exigences et règles sur le plan juridique et législatif, concernant son produit qui est le miel.

D'une façon particulière, l'apiculteur algérien et les différents organismes responsables du contrôle de qualité et de la répression des fraudes dans la vente des marchandises et des

falsifications des denrées alimentaires sont obligés d'appliquer la réglementation française. Cela est dû à l'absence en Algérie des textes réglementaires concernant le miel.

### ❖ Les dénominations de vente

Vu la directive du conseil du 20 décembre 2001 relative au miel, vu l'agence française de sécurité sanitaire des aliments en date du 30 octobre 2002 ; le conseil d'état entendu, Décrète:

- ✓ la dénomination « miel » est réservé au produit défini dans le décret du 30 juin 2003 et est utilisé dans le commerce pour désigner ce produit. Les qualificatifs « naturel », « pur » et « sain » ne sont pas admis.
- ✓ par rapport à l'ancienne réglementation deux nouvelles dénominations de vente peuvent être utilisées. Il s'agit du « miel filtré » et du « miel destiné à l'industrie ».
- ✓ le miel filtré : c'est le miel obtenu par l'élimination des matières étrangères inorganiques et organiques d'une manière qui a pour résultat l'élimination de quantités significatives de pollen. Cependant, le pollen est important pour déterminer l'origine botanique et géographique du miel. Donc ce type de miel qui a subi des filtrages minutieux à fin d'améliorer sa limpidité, doit être muni d'une étiquette à fin d'y rendre le consommateur attentif.
- ✓ Le miel destiné à l'industrie, est un miel présentant des caractéristiques telles qu'il ne peut être utilisé qu'à des fins industrielles ou, en tant qu'ingrédient dans d'autres denrées alimentaires destinées à être transformées et qui peut présenter un goût étranger ou avoir commencé à fermenter ou avoir fermenté ou avoir été surchauffé, dans l'ancienne réglementation « miel de pâtisserie » pouvant être utilisé. Désormais, la dénomination « miel destiné à l'industrie » est obligatoire pour désigner ce produit dans le commerce.
- ✓ la dénomination de vente peut être complétée par des indications ayant trait à l'origine Florale ou végétale « miel de fleur », « miel de miellat », ou bien par les indications ayant trait à un mode d'extraction « miel en rayon », « miel avec morceaux de rayons ».

### 2.17. Emballage du miel

Pour l'emballage du miel, il n'y a pas d'exigences particulières. L'emballage doit être propre, en bon état, doit être séparé facilement du miel et doit être approprié pour entrer en contact avec le miel. On peut le vérifier comme suit : soit par la mention « compatible pour les denrées alimentaires » ou « compatible pour les denrées et boissons » ou le symbole du verre

avec la fourche. Si des doutes subsistent, une déclaration doit être demandée au producteur d'emballage.

### **2.18. Etiquetage et commercialisation du miel**

L'étiquetage doit répondre aux critères suivants : Mentions sur l'étiquette : le nom du produit (miel), le contenu en grammes, le nom et l'adresse du producteur ou de l'importateur, le code du lot et la date limite de conservation ; cette durée est d'environ 18 mois pour une bonne qualité de miel. Ces indications peuvent être complétées par des informations précisant l'origine florale ou végétale (par exemple « miel d'agrumes »).

L'origine géographique peut aussi être indiquée sur l'étiquette, à condition que le produit provienne entièrement de la région indiquée (MUTSAERS *et al*, 2005).

# *Chapitre III*



*Matériel  
Et méthodes*

**3. Matériel et méthodes**

Les analyses ont été effectuées à l'Université Abbes Laghrour Khenchela au laboratoire pédagogique de la faculté de biologie.

Une concerne l'évaluation physico-chimique et microbiologique qui a pour but de déterminer la composition du miel par l'analyse de quelques paramètres comme : la teneur en eau, la densité, l'acidité libre qui sont des indicateurs de la qualité et d'autres tests comme le pH et la conductibilité électrique donnant des informations sur l'origine florale du miel.

Une concerne l'analyse sensorielle qui a porté sur la détermination de paramètres organoleptiques notamment: la couleur, consistance, odeur, gout, et arôme.

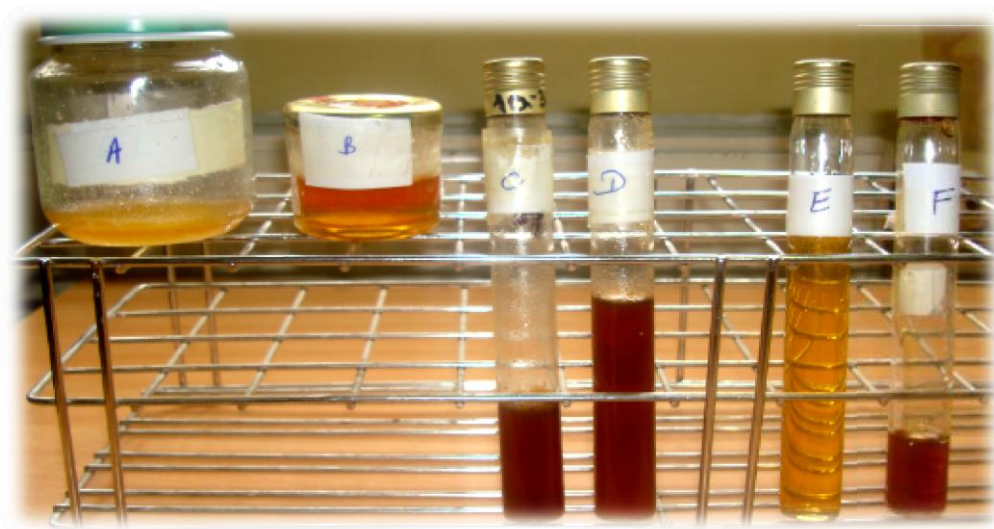
**3.1.L'échantillonnage**

Pour l'échantillonnage nous avons travaillé sur six miels locaux

- Les échantillons ont été codés comme suit: (A, B, C, D, E et F).

Les échantillons ont été pris chez des apiculteurs et de différentes régions.

Ces échantillons ont été conservés dans des pots en verre hermétiquement fermés, à l'abri de la lumière et de l'humidité.



**Figure N° 19:** Photos des miels importés.

3.2. Matériels

Les tableaux ci- dessous résumant les différents paramètres analysés et les matériels utilisés.

**Tableau VII** : Matériels utilisés pour l'analyse physicochimique

Analyse	Paramètres	Matériels (Références)	Verrerie
Physico- chimique	Teneur en eau	Réfractomètre	Tubes a essais
	Teneur en sucre	(ATC)	Bain marie
	Densité	Réfractomètre	/
	Acidité libre	/	Bécher, balance,
	pH	pH-mètre (HANNA-pH210 Microprocessor)	burette, agitateur.
	Conductibilité électrique	Conductimètre (WTW Serie inoLab cond.720)	Bécher, balance, Agitateur (Stuart)
H.M.F	Spectrophotomètre [BIOMate (3)]	Tubes à essais Béchers Entonnoirs Pipetes de 0.5ml Pipetes de 5 ml Papier filtre	

**Tableaux VIII** : Matériels utilisé pour analysé sensorielle

Analyse	Matériels
Sensorielles	Pots en verre Cuillères Gobelets L'eau minérale

### 3.3.Méthodes d'analyses

#### 3.3.1. Détermination de la teneur en sucre et en eau par la réfractométrie

Les teneurs en sucre et en eau des échantillons de miel sont obtenues par le réfractomètre portable qui est un instrument servant à mesurer trois paramètres:

- ✓ le degré Baumé qui permet de calculer la densité du miel;
- ✓ le degré Brix qui renseigne sur la teneur totale en sucre;
- ✓ le taux d'humidité contenue dans le miel en pourcentage.

Le miel analysé doit être parfaitement liquide. Si le produit est présenté à l'état cristallisé, il est nécessaire de le refondre avec précaution dans un bain marie à une température comprise entre 35 et 40°C.

Après refroidissement à température ambiante, une goutte de miel est déposée sur la platine du prisme du réfractomètre (préalablement étalonné avec de l'eau distillée) et repartie en couche mince. La lecture est faite à travers l'oculaire au niveau de la ligne horizontale de partage entre une zone claire et une zone obscure (bleue).

L'obtention des valeurs de la teneur en sucre et en eau sont lues directement sur le réfractomètre (teneur en sucre est exprimée en Brix et celle de l'eau en pourcent (%)).

- le degré Baumé lu sur le refractomètre peut être calculé comme suit:

$$B^{\circ} = \text{Brix} / 0,55$$

- en utilisant la formule ci-dessous nous pouvons déduire la densité du miel

$$d = 145 \div (145 - B^{\circ})$$

**d** : la densité;

**B°** : le degré Baumé

#### 3.3.2. Détermination du pH

Le pH ou « Potentiel Hydrogène », est la mesure de l'activité chimique des ions hydrogènes ( $H^+$ ) (protons) en solution. Il est la mesure du coefficient caractérisant l'acidité ou la basicité d'un milieu.

Nous avons procédé comme suit :

- ✓ peser 10g de miel les dissoudre dans quelque ml d'eau distillée puis ajuster à 100ml dans une fiole jaugée.

- ✓ agiter puis les transvaser dans un bécher, puis mettre l'électrode du pH mètre dans la solution diluée du miel.
- ✓ lire la valeur sur l'appareil. Le pH est mesuré à l'aide d'un pH mètre à 20°C.

L'étalonnage de pH mètre est nécessaire avant son utilisation avec des solutions tampons (tampon de pH 7 et tampon de pH 4) il faut rincer l'électrode avec l'eau distillée avant et après chaque mesure et sécher.

### 3.3.3. Détermination de l'acidité libre

L'acidité mesurée est celle d'une solution de miel à 10% à une température ambiante. On titre les acides libres du miel par du NaOH jusqu'à pH 7 en présence du bleu de bromothymol comme indicateur de fin de réaction.

Nous avons procédé comme suit :

- ✓ préparer une solution de miel à 10%.
- ✓ remplir les burettes avec 10ml de NaOH à 0.05N.
- ✓ peser une prise d'essai de 5g de la solution de miel à 10% notée m.
- ✓ ajouter 2 à 3 gouttes de bleu de bromothymol (BBT). Le milieu réactionnel se colore en jaune.
- ✓ titrer avec du NaOH à 0.05N jusqu'à coloration du milieu réactionnel en vert Emeraude.
- ✓ relever le volume équivalent de NaOH noté Veq.

L'acidité libre est calculée en suivant la formule ci-dessous :

$$AL = \frac{1000 * V_{eq} * 0.05N}{m}$$

**AL** : acidité libre;

**Veq** : volume équivalent de NaOH en (litre);

**m** : masse de la prise d'essai en (Kg).

### 3.3.4. Détermination de la conductivité électrique selon la méthode de Vorwohl (1966)

La conductivité électrique un bon critère pour déterminer l'origine botanique d'un miel et , notamment , pour différencier les miels de nectar des miels de miellat. la conductivité est étroitement liée à la teneur en minéraux et l'acidité du miel.

Elle est notée  $\sigma$  (sigma) et son unité est le Siemens /mètre ou  $\mu$  Siemens/cm. La norme prévoit en général :

- ✓  $\sigma \leq 500 \mu\text{S/cm}$  pour les miels de nectar;
- ✓  $500 \leq \sigma \leq 800 \mu\text{S/cm}$  les miels mixtes;
- ✓  $\sigma \geq 800 \mu\text{S/cm}$  pour les miels de miellat et le châtaignier.

La technique est basée sur la mesure de la résistance électrique à 20°C. Pour cette analyse nous avons préparé une solution de miel à 20% dans laquelle nous introduisons la cellule conductimétrique, la valeur est ensuite affichée sur l'écran de l'appareil.

#### Remarque

L'étalonnage du conductimètre est nécessaire avant son utilisation, ceci est réalisé avec la solution KCl à 0.01mol /litre, la cellule conductimétrique doit être rincé avec l'eau distillée et sécher délicatement, avant et après chaque mesure.

#### 3.3.5. Détermination d'Hydroxy-Méthyle-Furfural (HMF) (Méthode de WHITE)

La détermination de la teneur en HMF est basée sur la détermination de l'absorbance UV à 284 nm. Dans le but d'éviter l'interférence des autres composés à cette longueur d'onde, on détermine la différence entre les absorbances d'une solution aqueuse claire de miel et la même solution après addition de méta bisulfite de sodium. La teneur en HMF est calculée après substitution de l'absorbance de base à 336nm.

##### ❖ Mode opératoire

- peser 5g du miel dans un bécher, dissoudre dans 25ml d'eau distillée puis ajuster à 50ml.
- ajouter 0.5ml de la solution carrez I (15g d'Hexacyanoferrate de potassium dans 100 ml d'eau distillée).
- ajouter 0.5ml de la solution carrez II (30g d'acétate de zinc dans 100ml d'eau).
- préparer une solution de méta bisulfite de sodium diluée dans 100ml d'eau distillée (0.2g/100ml).
- ajouter une goutte de l'éthanol pour éliminé la mousse.
- filtrer la solution en utilisant un papier filtre, en jetant la première dizaine de ml de filtrat.
- pipeter 5ml dans deux tubes à essai.
- 1<sup>er</sup> tube ajouter 5ml d'eau distillée et on mélange (solution – échantillon).
- 2<sup>ème</sup> tube ajouter 5ml de la solution méta bisulfite de sodium (solution de référence) .

L'expression des résultats est comme suit:

$$\text{HMF mg/kg} = [A_{284} - A_{336}] \times 149.7 \times 5 / W$$

$A_{284}$ : absorbance à 284nm;

$A_{336}$ : absorbance à 336 nm;

$W$  : le poids en grammes de l'échantillon du miel.

### 3.4. Analyse sensorielle

L'analyse sensorielle est un ensemble de méthodes permettant de mesurer les perceptions sensorielles, on parle aussi de sensimétrie ou de métrologie sensorielle.

Cette analyse porte sur les points suivants:

- ✓ l'apparence qui fait appel au sens d'observation (couleur, aspect, consistance, etc);
- ✓ un examen olfactif qui permet de déceler et arômes et les odeurs;
- ✓ la dégustation qui permet d'apprécier les saveurs du miel et de distinguer les différents goûts à savoir goût sucré, acidité ou amertume, on peut aussi apprécier la finesse et cristallisation.

Selon leurs origines, les miels présentent des caractères visuels, olfactifs, gustatifs diversifiés. L'examen organoleptique d'un produit est la fiche descriptive donnée par l'ensemble des perceptions sensorielles ressenties par le consommateur. Il peut ainsi apprécier ses qualités essentielles mais aussi ses défauts.

L'analyse sensorielle a été menée par un jury de dégustateurs composé de 10 individus, ces derniers sont des connaisseurs en miels (apiculteurs ou revendeurs de miel), les échantillons sont présentés dans des pots en verre, le nom des miels n'est pas mentionné sur les pots, leur nomenclature est codée et cette dernière est établi en fonction de l'origine des miels.

Les échantillons sont manipulés avec une spatule en plastique. Après chaque dégustation, un bain de bouche avec de l'eau minérale est nécessaire ainsi que la consommation d'un quartier de pomme afin de ne pas être influencé par le goût précédent. Un questionnaire est mis à la disposition de chaque dégustateur afin qu'il puisse instantanément noter tout ce qu'il perçoit.

**❖ Le dégustateur**

Le dégustateur est amené à percevoir, identifier, et qualifier le goût, l'odeur et l'arôme de différents miels. Il doit être capable de faire preuve de sensibilité olfactive et gustative de discrimination qualitative et quantitative, et doit avoir une capacité à mémoriser les odeurs et décrire ses perceptions.

**3.4.1. Les différentes phases de la dégustation****➤ Phase visuelle**

Les dégustateurs examinent la couleur, l'intensité, la fluidité, l'limpidité, l'homogénéité, la cristallisation et la propreté du miel.

**➤ Phase olfactive**

Le dégustateur réalise cette phase rapidement avant que son odorat ne soit saturé par l'odeur du miel. Il peut déterminer le caractère végétal, floral ou fruité, la puissance de l'odeur et ces défauts (fumée, fermentation, etc).

La technique est très simple, il suffit de tenir le pot de miel par le bas et d'humer profondément pour avoir la perception de l'odeur.

**➤ Phase gustative**

Pendant cette phase, le dégustateur recherche les saveurs (sucré, acide, salé, amer) et la flaveur par la voie rétro-nasale. Il détermine la sensation tactile sur la langue (cristallisation, taille des graines), la puissance, la persistance et le caractère botanique.

La technique consiste à prendre un peu de miel avec la spatule, à le garder dans la bouche en insalivation quelques secondes puis à le projeter vers le fond de la bouche pour percevoir les arômes, la sapidité et d'éventuel arrière-goûts.

Pour effectuer ces analyses, chaque dégustateur doit remplir un questionnaire distribué et répondre en toute subjectivité.

**3.5.L'analyse statistique**

- ✓ Pour réaliser notre travail nous avons utilisé logiciel Statistica qui nous a permis comparer les moyennes des différents paramètres analysés les différents types de miel.
- ✓ A fin , nous avons utilisé l'Excel pour tracer les graphes .

**3.6.L'analyse microbiologique****3.6.1. Provenance des souches microbiennes****3.6.1.1. Origine**

La souche choisie *Staphylococcus aureus* est une souche clinique qui prélevée à partir d'une sonde urinaire du service de réanimation de CHU « centre hospitalo- universitaire de Tlemcen » .elle a été isolé et identifie par l'équipe de l'hygiène hospitalière de notre laboratoire.

**3.6.2. Pouvoir pathogène**

*S. aureus* est responsable de nombreux types d'infections chez l'homme et compte parmi les agents pathogènes les plus souvent isolés des infections nosocomiales et communautaires (N.Mesaros et al, 2007).

Et peut provoquer des infections respiratoire et urinaire (Harris et al, 2002) et présentant une multi résistance envers la majorité d'ATB disponibles et les plus communément utilisés dans notre pays.

**3.6.3. Préparation de l'inoculum bactérienne**

L'abréviation de la souche *staphylococcus aureus* : st

La suspension bactérienne est inoculée dans le bouillon Trypton Soja (TSB) à  $37\pm 2^{\circ}\text{C}$ , la charge bactérienne a été ajusté à une densité optique de 0.08 à 0.1 par le spectrophotomètre ce qui correspond à une charge d'environ  $10^8$  UFC/ml [(Eucast, 2000 ; Sib,2007)].

**3.7. Evaluation du pouvoir antibactérien**

Les méthodes d'évaluations de l'activité antibactérienne *in vitro* des miels sont nombreuses et donnent parfois des résultats différents selon les conditions expérimentales adoptées par chaque manipulateur [(Suhr et Nielsen, 2003) ; (djenadi,2011)].

**3.7.1. Préparation des échantillons du miel**

Les échantillons du miel utilisés pour les tests antibactériens sont soit purs à 100% ou dilués à 75%, 50%, 25%, 12, 5% (v/v). Les séries de dilutions ont été préparé instantanément dans l'eau physiologique stérile pour un volume finale de 4ml.

**3.7.2. Méthode des puits de diffusion**

Il s'agit d'un test simple de criblage et de sensibilité, en utilisant une méthode dite de diffusion avec des puits creusé dans le milieu Mueller Hinton [(Perez et al, 1990) ; (Murat et al, 2004)].

Cette méthode de puits à été modifié dans notre laboratoire où on a utilisé les pipettes pasteur flambées et refroidies pour creuser des puits de 0,8mm de diamètre comportant environ 100  $\mu\text{l}$  d'échantillon de miel pur ou dilué.

Cette technique est répertoriée et décrite dans différentes publications. [(Osho et Bello, 2002) ;( Assegid et *al.*, 2004) ;( Melissa et *al.*, 2004)].

### **3.8.Le mode opératoire**

On dépose 0,1 ml de chaque souche puis on étal en surface du milieu Mueller Hinton (MH) par écouvillonnage. Nos échantillons du miel ont été versés avec une seringue stérile pour les miels purs et par micropipettes pour les miels dilués dans les puits creusés à raison de cinq puits par boîte. L'incubation se fait à  $37^{\circ}\pm 2C$  pendant 24h à 48h. Et Nos expériences sont réalisées en triple.

# *Chapitre IV*



## *Résultat Et discussion*

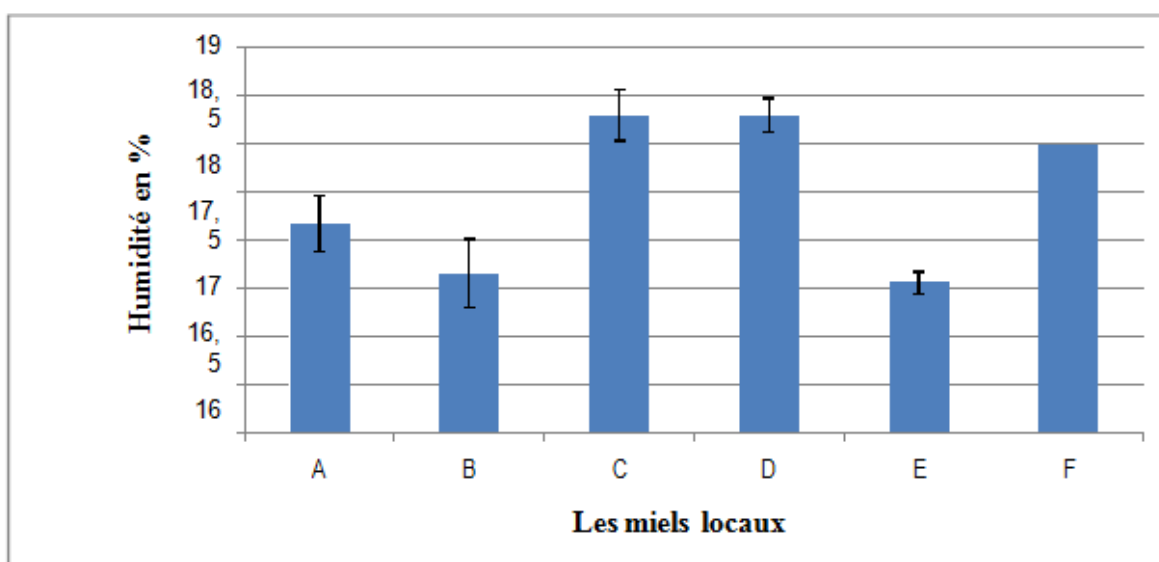
#### 4.1. Résultats de l'analyse physicochimique

##### 4.1.1. Teneur en eau

La teneur en eau est un facteur hautement important car il permet l'estimation du degré de maturité des miels et renseigne sur sa stabilité biochimique, notamment, sa fermentation et une éventuelle cristallisation aux cours du stockage (KÜCÜK *et al*,2007).

Les teneurs en eau des différents miels analysés dans notre étude expérimentale sont présentées dans les figures (figure 21) suivantes:

**Remarque :** Il est à noter que chaque résultat de toutes les analyses réalisées représente la moyenne de trois essais.



**Figure N°20 :** histogramme de variation des teneurs en eau des miels importés analysés

Les résultats obtenus varient entre 14,66 et 18,3%. Pour la majorité des miels analysés (locaux ou importés), ils présentent des valeurs dans les normes. Par contre certains ont des teneurs élevées en eau qui peuvent être expliquées par :

- ✓ Une maturation incomplète dans les rayons, liée à une récolte précoce ou prématurée;
- ✓ L'extraction de ces miels a été faite dans un milieu et/ou temps humide;
- ✓ Un mauvais conditionnement, car le miel est hygroscopique, il peut aussi bien absorber ou perdre l'humidité de l'air suivant l'atmosphère humide ou sèche.

Le miel B présentent un teneur faible en eau avec un valeur de 15.5% , ceci peut etre expliqué par :

- ✓ l'extraction qui est effectuée durant une période très chaude;
- ✓ une déshydratation au cours de conservation et stockage.

Par contre ces derniers offrent une très bonne aptitude à la conservation.

Selon GONNET (1982), en dessous de 15% d'eau, la fermentation n'intervient jamais.

#### 4.1.2. Teneur en sucre totaux

Le taux de sucre varie peu d'un miel à un autre, se situant toujours entre 70 et 90 Brix quelque soit le miel, il avoisine toujours les 80 Brix. Les substances butinées et transformées en miel par les abeilles contiennent à peu près toujours le même taux de sucre, quelque soit l'origine florale, toute fois, la concentration en sucre d'un nectar peu varié énormément d'une fleur à l'autre de 4 à 60%.

Le glucose et le fructose sont les principaux sucres présents et représentent à eux seuls près de 90% des sucres du miel (BRUNEAU, 2009).

La teneur en sucre est obtenue par la lecture sur l'échelle de Brix, cette donnée est approximative car elle dépend fortement du type de miel.

Le degré Brix correspond à ce que donnerait la mesure d'une solution pure de saccharose, diluée dans de l'eau distillée. Un degré correspondant à 1% en poids de saccharose dans la solution.

Les teneurs en sucres totaux des différents miels analysés dans notre étude expérimentale sont présentés dans la figure 22

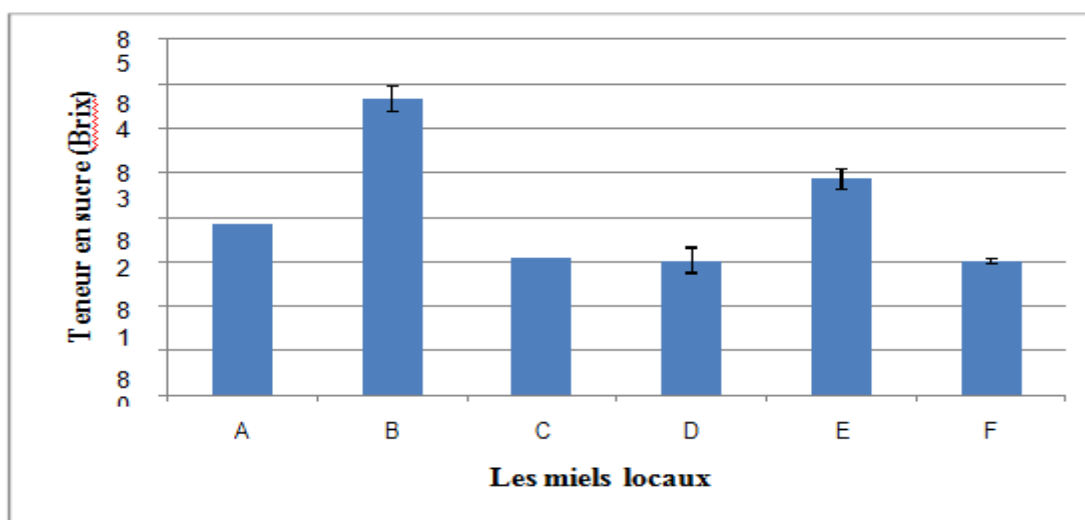


Figure N°21 : Représentation graphique de la teneur moyenne en sucre des miels

La teneur en sucres totaux varie de 78,33 à 87,33 pour les miels locaux, et varie de 80 à 83,66 pour les miels locaux.

Selon les normes du *Codex Alimentarius* et le projet de l'Union européenne, la teneur en sucre du miel ne doit pas dépasser une valeur de 82,5 Brix pour les miels issus du nectar et entre 60 et 81 Brix pour les miels de miellat.

Lors de l'analyse des échantillons de miels, nous avons constaté que la plus faible teneur en sucre est de 78,33 Brix (D), cela est due à une dégradation des sucres qui se transforment en HMF, cela peut également être expliqué par une exposition des miels à des températures élevées, lors de leur stockage ou lors du réchauffement.

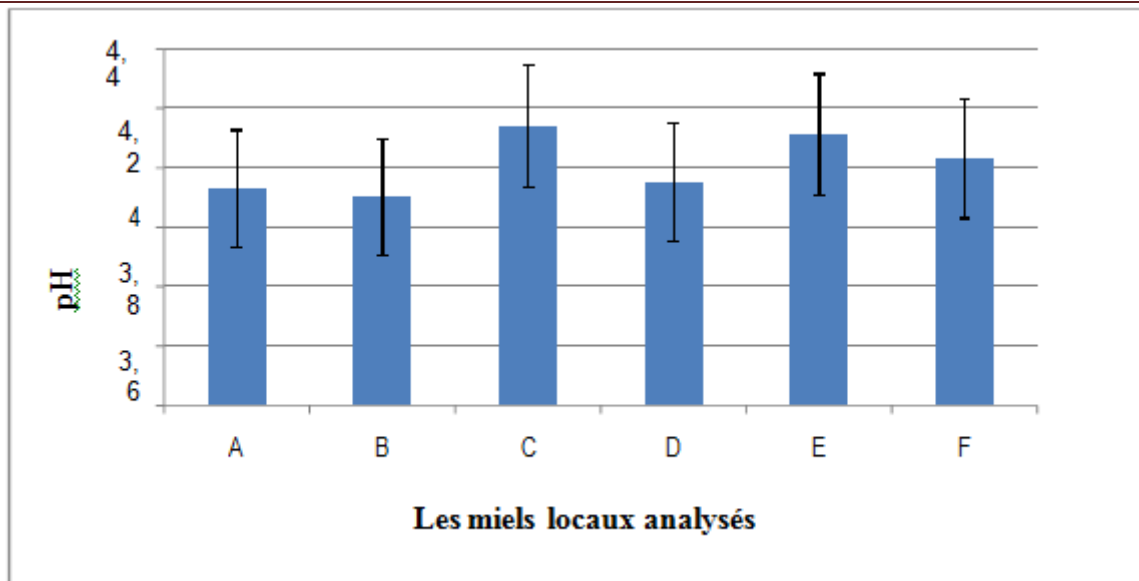
En ce qui concerne le miel ayant de teneur en sucre dépassant la limite maximale (B) présentant la valeur de 83,66, ceci peut être le résultat d'une fraude par ajout du sirop de sucre.

**Remarque :** le miel de bruyère, de lavande contiennent des taux de sucre élevés naturellement.

#### **4.1.3. pH**

La connaissance du pH d'un miel permet de fournir une bonne indication sur son origine et d'apporter de précieux indices sur son aptitude à résister plus ou moins bien à la dégradation au cours du stockage (JEANNE, 2005c).

L'analyse statistique des résultats de mesure de pH des miels locaux et ceux d'importation révèle qu'il n'existe pas de différence significative entre eux, au seuil de 5%, car après avoir effectué le test de normalité de Kolmogorov- Smirnov, nous avons obtenu un (p-value = n .s) et cela montre que nos valeurs de pH suivent une loi normale. Le test de Student a été réalisé sur deux échantillons indépendants, les figures ci-dessous montrent les résultats des valeurs de pH des miels étudiés.



**Figure N°22:** Représentation graphique des valeurs de pH des miels analysés

Pour ce qui concerne les miels d'importation, les valeurs de pH des différents échantillons sont comprises entre 3,90 et 4,14.

Selon WHITE et JEANNE (2005), le pH du miel varie dans un intervalle de 3,5 à 5,5, Alors que l'examen des résultats de nos différents échantillons montre que le pH mesuré est compris entre 3,72 à 4,27 et cela correspond parfaitement aux normes internationales.

Le pH est une mesure qui permet aussi la détermination de l'origine florale du miel; les miels issus du nectar ont un pH compris entre 3,5 et 4,5 par contre ceux provenant des miellats sont compris entre 5 et 5,5 (GONNET, 1986), les valeurs intermédiaires correspondent souvent à des mélanges de nectar et de miellat, dans notre cas tous nos échantillons locaux et ceux d'importation ont un pH n'excédant pas 4,5 donc on peut les classer comme étant des miels issus de nectar.

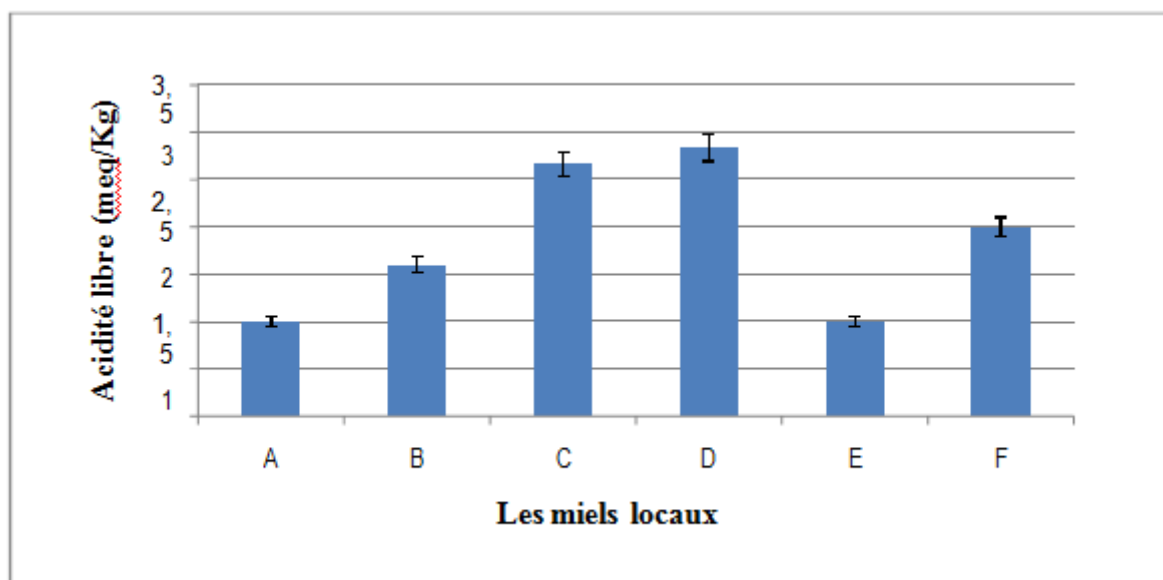
#### 4.1.4 Acidité

D'après BOGDANOV (1999), L'acidité est un critère de qualité important; elle donne des indications importantes sur l'état d'un miel. L'acidité des miels est essentiellement due à l'acide gluconique qui se présente dans tous les miels, il est produit à partir du glucose conjointement avec du peroxydehydrogène (eau oxygénée), en présence d'une enzyme «glucose -oxydase» sécrétée par l'abeille, ce qui confère au miel des propriétés antiseptiques (SCHWEITZER, 2005).

Après avoir effectué le test de normalité de Kolmogorov- Smirnov nous avons obtenu un (p-value=n. s), ce qui révèle que nos valeurs d'acidité libre entre les miels locaux et ceux

d'importation ne présentent pas une différence significative au seuil de 5%, et de cela on a procédé au second test qui est le test de Student pour deux échantillons indépendants.

Les graphes ci-dessous représentent les résultats d'acidité libre des différents échantillons des miels analysés.



**Figure N°23:** Représentation graphique des valeurs de l'acidité libre des miels importés

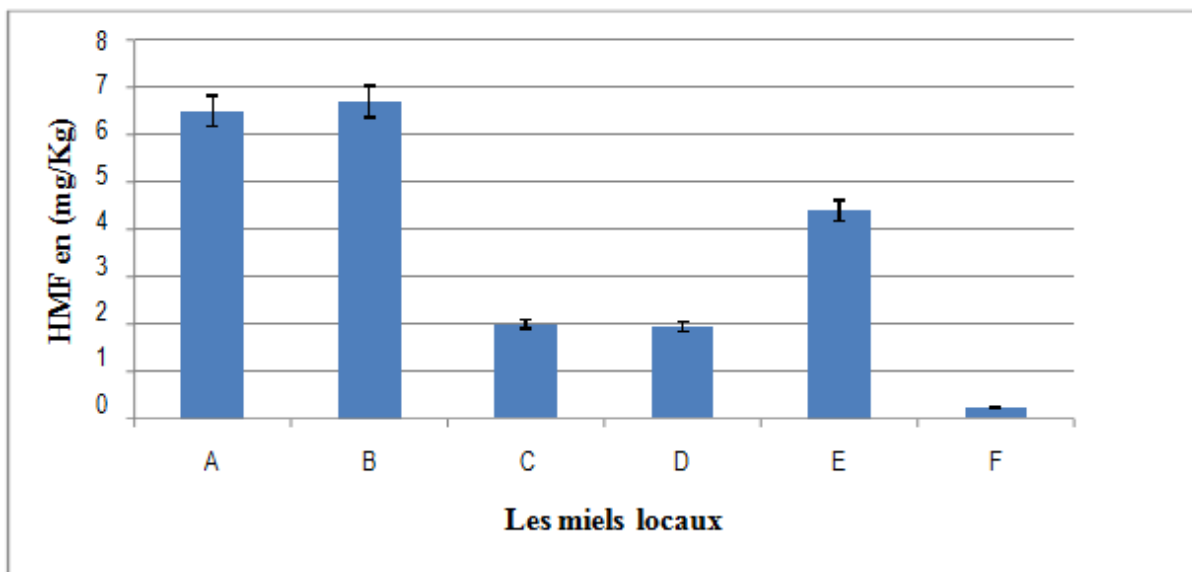
En ce qui concerne l'acidité des miels importés, ces valeurs fluctuent entre 1 et 2,83 milliéquivalent/ kg.

Ces résultats sont appréciables et coïncident parfaitement avec les normes préconisées par le *Codex Alimentarius* (50 Meq/Kg) et union Européen (40 Meq/Kg), ainsi tous nos miels analysés sont acides car le miel contient des acides organiques libres ou combinés sous forme de lactones (GONNET, 1982).

#### 4.1.5.L'hydroxyméthylfurfural (HMF)

L'hydroxyméthylfurfural (HMF) est un sucre qui provient de la lente dégradation du fructose et du glucose, naturellement présent à l'état de traces dans tous les miels à la récolte; (1à 3 mg /kg) (FALICCO *et al*, 2004 ; MAKHLOUFI *et al*, 2010), Ce taux augmente avec le chauffage ou lors du vieillissement de miel (MARCEAU *et al*,1994;KHALIL *et al*, 2010).

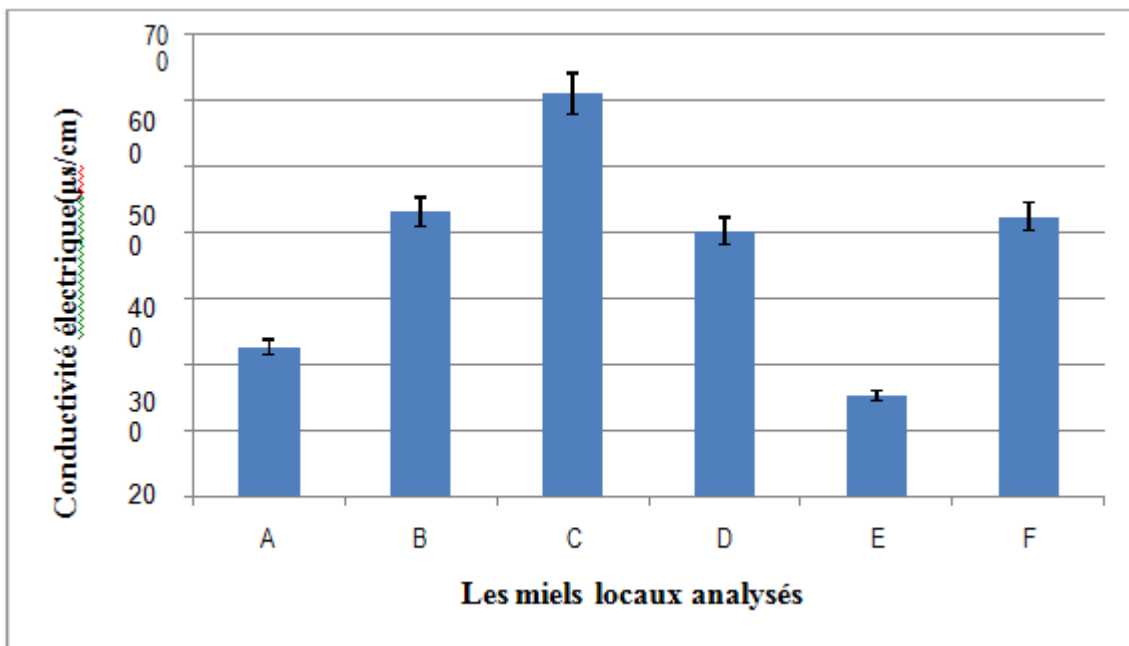
La concentration en HMF est reconnue comme indicateur du niveau de fraîcheur du miel (CORBELLA et COZZOLINO,2006), dont la teneur maximale tolérée dans le miel est de 40mg/Kg, Nos résultats représentés sur les (figures 25).



**Figure N°24:** Représentation graphique du taux de HMF des miels locaux

#### 4.1.6. Conductivité électrique

La conductivité est un bon critère de qualité lié à l'origine botanique du miel et très souvent utilisé dans la routine de contrôle. Il permet d'évaluer la teneur en cendres, cette dernière étant plus longue, coûteuse et comporte des erreurs plus élevées. Pour cela nous avons procédé à l'utilisation du conductimètre. La teneur en cendre représente une mesure directe de résidu inorganique après carbonisation du miel, tandis que la conductivité électrique mesure toutes les substances organiques et inorganiques (MALIKA *et al*, 2005 ; TERRAB *et al*, 2003).



**Figure N°25:** Représentation graphique des valeurs de la conductivité électrique des miels importés analysés

D'après le test de normalité de Kolmogorov- Smirnov , nous avons obtenu p- value ( $p = n.s$ ) c'est-à-dire, il n'y a pas une différence significative entre les valeurs obtenues donc elles sont gaussiennes et suivent une loi normale. Cela nous a permis d'appliquer le second test qui est le test de Student pour deux échantillons. La conductivité électrique des miels locaux analysés est comprise entre 133,13 et 752  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et entre 226,1 et 609,66  $\mu\text{S}/\text{cm}$  pour les échantillons importés, elle est conforme aux normes préconisées.




Selon GONNET (1986) les miels issus du nectar ont une conductivité électrique de 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , pour ceux issus du miellat, elle est de 800  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et pour les miels mixtes elle varie entre 500 à 800  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .


L'échantillon C a une valeur qui oscille entre 540 à 740  $\mu\text{S}/\text{cm}$  donc c'est de miel mixte. En revanche l'analyse du pH les classe dans la catégorie des miels du nectar donc leurs valeurs élevées en conductivité électrique sont dues principalement à leur forte pigmentation. La conductibilité électrique d'un miel est en rapport avec sa couleur, selon GONNET (1984) ; KASKONIENE et al, (2010) ; LOUVEAUX (1980), les miels foncés conduisent mieux le courant électrique que les miels clairs. Ils sont les plus riches en matières minérales ionisables, donc sont de bons conducteurs de courant (GONNET, 1982). Les sels sont apportés par le pollen, par le nectar des fleurs ou par les miellats (LOUVEAUX, 1976).



Une relation proportionnelle existe entre la conductivité électrique et le pH des miels les miels qui ont une conductivité électrique élevée présentent un pH élevé.

4.4.Résultats de l'analyse sensorielle

Tableau IX : Analyse organoleptique des miels analysés avec les nombres de dégustateurs

	<b>Aspect</b>	Consistance : liquide (8 individus) Couleur : jaune or (9 individus)
	<b>Odeur</b>	Intensité de l'odeur : fine (7 individus) Description : florale (4 individus)
	<b>Goût/arôme</b>	Sucrosité : bonne (4 individus) Saveur : sucré (3 individus) Intensité de la saveur : moyenne (3 individus) Arrière-goût : Camomilles (3 individus)
	<b>Aspect</b>	Consistance : épais (3 individus) Couleur : jaune orangé (4 individus)
	<b>Odeur</b>	Intensité de l'odeur : fine (4 individus) Description : florale (3 individus)
	<b>Goût/arôme</b>	Sucrosité : moyenne (3 individus) Saveur : sucré (3 individus) Intensité de la saveur : moyenne (4 individus) Arrière-goût : agréable (4 individus)
	<b>Aspect</b>	Consistance : épais (6 individus) Couleur : brun dance (3 individus)
	<b>Odeur</b>	Intensité de l'odeur : puissante (3 individus) Description : végétale (4 individus)
	<b>Goût/arôme</b>	Sucrosité : forte (5 individus) Saveur : sucré (4 individus) Intensité de la saveur : moyenne (3 individus) Arrière-goût : Caroube (3 individus)

	<b>Aspect</b>	Consistance : épais (6 individus) Couleur : brun foncé (5 individus)
	<b>Odeur</b>	Intensité de l'odeur : puissante (6) individus Description : boisé (4 individus)
	<b>Goût/arôme</b>	Sucrosité : moyenne (3 individus) Saveur : sucré (4) individus Intensité de la saveur : forte (5) individus Arrière-goût : mauvais (3) individus
	<b>Aspect</b>	Consistance : liquide (8) individus Couleur : jaune d'or (9) individus

		
	<b>Odeur</b>	Intensité de l'odeur : fine (5) individus Description : florale (4) individus
	<b>Goût/arôme</b>	Sucrosité : moyenne (5) individus Saveur : sucré (3) individus Intensité de la saveur : moyenne (4) individus Arrière-goût : doux (3) individus
	<b>Aspect</b>	Consistance : épais (6) individus Couleur : marron foncé (5) individus
	<b>Odeur</b>	Intensité de l'odeur : fine (3) individus Description : florale (4) individus
	<b>Goût/arôme</b>	Sucrosité : moyenne (3) individus Saveur : sucré (5) individus Intensité de la saveur : forte (4) individus Arrière-goût : d'épices (3) individus

L'analyse sensorielle est la troisième composition de l'évolution de la qualité du miel. L'analyse physicochimique ne suffit pas à cerner les caractéristiques organoleptiques d'un produit. Notre analyse est divisée en deux parties : les caractères d'apparences (couleur, consistance), et caractères organoleptiques (odeur, goût/arôme).

#### **4.4.1. Caractères d'apparences**

##### **✓ La couleur**

Est une caractéristique sensorielle importante des miels, elle varie en fonction de l'origine florale des produits. Actuellement, les techniques de référence internationales toujours en vigueur pour définir la couleur des miels sont fondées sur la méthode de Pfund.

Comme nous ne disposons pas de cet instrument la perception de la couleur par l'appréciation visuelle est très subjective. Toute technique mise en œuvre pour caractériser la couleur des miels est pratiquée sur un produit (miel) liquide. Les miels cristallisées doivent subir une fonte au préalable.

La coloration subit des modifications sous l'influence de divers facteurs. Les miels cristallisés changent de couleur deviennent plus clairs et deviennent plus foncés suite aux traitements thermiques (GONNET, 2004).

Pour nos échantillons la majorité sont des miels du nectar, ils présentent une coloration qui va du jaune or au brun foncé en passant par les gammes de jaune. Ce sont des miels butinés sur un tapis très varié et sans dominance, excepté les miels AL, BL et KL qui sont respectivement des miels de Lavande, de Sain foin et d'Inule visqueuse qui présentent une couleur claire. Aussi le miel local GL présente une couleur différente qui est le gris translucide cela peut être du à l'origine florale.

##### **✓ Odeur**

Dans les différents miels, leurs odeurs varient considérablement mais s'évaporent très rapidement. Elles sont d'origine végétale, florale ou fruitée, qui peut être puissante ou non, fine, lourde, ou vulgaire. Une odeur de fumée ou de fermentation est un défaut (MOKEDDEM,1997).

L'odeur est extrêmement variable et dépend des fleurs, le goût spécifique de chaque variété lui donne les caractères aromatique de la fleur dominante, tandis que pour les miels« toutes fleurs » ils proviennent d'une flore variée et par conséquent, leurs caractéristiques sensorielles sont plus difficiles à cerner (GONNET, 2004), c'est le cas de la plupart de nos échantillons leurs odeur est fine sauf pour certains miels qui présentent une odeur puissante (C, D, KL,OL et PL), cela peut s'expliquer par leur origine florale.

## 4.5. Résultat de l'analyse microbiologique

### 4.3.1. Expression des résultats

Les zones d'inhibition ont été mesurées deux fois par puits à des angles perpendiculaires, ainsi le totale de six mesures par échantillon du miel [(Jason et al, 2004)].

(Murat et al, 2007). Ont déterminé les intervalles suivant : <5mm inactive, 5,5-9 mm activité très basse, 12-15 mm activité moyenne et >15 mm activité élevé.

NB : les zones d'inhibition on obtient :

- ✓ Soit une zone translucide transparente avec absence totale de croissance
- ✓ Soit une zone où il ya une décroissance par rapport au tapis bactérienne Pour confirmer l'effet : si elle est bactéricide ou bactériostatique

On utilise une boîte de Pétri contient le milieu de culture neuf et on va repiquer l'intérieur de la zone d'inhibition et on voir s'il y'a présence ou absence de croissance microbienne. Si le résultat est positif c'est-à-dire il y'a une croissance on le considère comme un effet bactériostatique, si non s'il ya absence de croissance c'est un effet bactéricide.

### 4.3.2. La méthode de spectrophotométrie (Méthode modifier)

Cette technique a l'avantage de donner des pourcentages d'inhibition qui estiment plus exactement l'activité de nos échantillons du miel qui était approximative avec la technique des puits de diffusion.

Cette méthode repose sur la préparation des dilutions de miels avec le milieu de culture liquide bouillon Mueller Hinton (BMH) et la suspension bactérienne dont la concentration totale est 5% (v/v). Et cela pour pouvoir quantifier l'inhibition faite par le miel.

Cette fois-ci La détermination de l'activité antibactérienne de miel se fait soit dans des tubes à essai ou dans une microplaque de 96 puits. 200µl de chaque dilution à été déposé dans chaque puits.

- ✓ On incube sous agitation de 100 rpm les tubes et sans agitation les plaques à 37°±2C de 24h à 48h. La lecture des résultats se fait à l'aide de spectrophotomètre pour les tubes ou avec un lecteur des microplaques qui détermine les densités optiques de chaque dilution [(Carson et al, 1995 ; parente et al, 1995 ; Torres al, 2004)]
- ✓ On utilise la formule suivante pour estimer les pourcentages d'inhibition de nos échantillons du miel :

**Pourcentage de croissance= (DO de teste/DO de témoin) x 100 (Thomas et al, 2005).**

### 4.3.3. La détermination de CMI

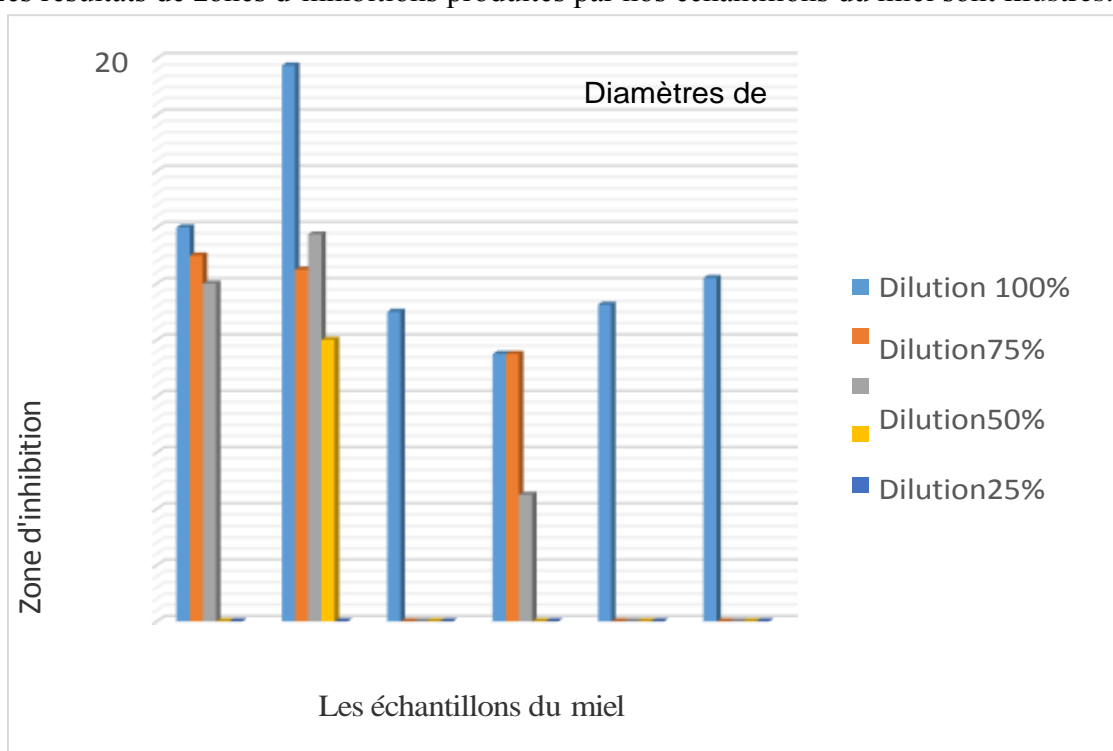
La CMI est définie comme étant la croissance la plus faible d'un agent antimicrobien qui inhibe la croissance visible d'un micro-organisme après l'incubation, et la CMB comme la plus faible concentration d'un agent antimicrobien qui tue 99.9% des micro-organismes après sous-culture sur le milieu la CMI0, CMI50 , CMI100 [(Cosentino et al, 1999) ; (Bellerbeck, 2000) ; (Andrews,2001)].

La détermination de la CMI se fait par deux techniques sur milieu solide : technique de puits de diffusion sur milieu (MH) et sur milieu liquide par la méthode de spectrophotométrie(MHB).

### 4.3.5. Le pouvoir antibactérienne des miels

#### 4.3.5.1. Méthode de puits de diffusion

Les résultats de zones d'inhibitions produites par nos échantillons du miel sont illustrés.



**Figure N° 26** : mesure de l'activité antibactérienne de six échantillons du miel vis-à-vis *Staphylococcus aureus* par la méthode de puits

Les miels purs de *Globularia alypum* et *Ajugareptans* donnent une activité élevée avec des diamètres des zones d'inhibitions allant de 15 mm à 20 mm et donnent une activité moyenne à des concentrations 75% et 50% et avérés inactifs à la concentration 12.5%

Les miels purs d'*Erucasativa*, *Zizifus lotus* et *Onobrychissativa* donnent une activité moyenne avec des zones d'inhibitions allant de 11 mm à 12.2 mm et sont inactifs à des concentrations allant de 75%, 50%, 25%, 12.5%.

Et par rapport de *Lavandulaofficinalis* c'est le miel qui donne la plus faible activité antibactérienne avec des zones d'inhibitions inférieurs à 10 mm pour le miel pur et Les concentrations 75% et 50% et l'absence totale aux concentrations plus basse 25% et 12.5% (Murat et al, 2007)

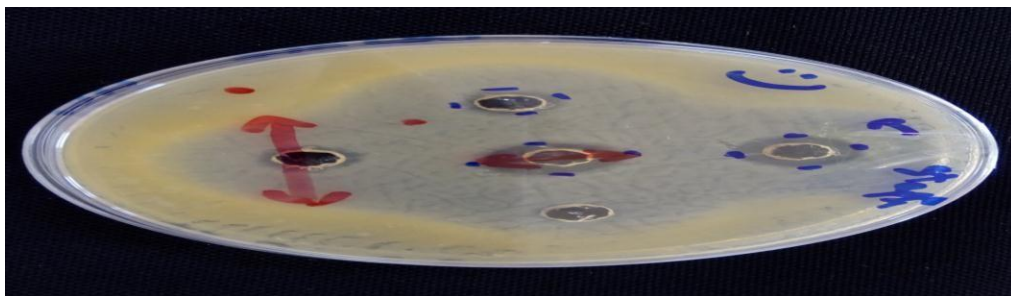
Sib A., (2007) testé l'activité antibactérienne de miel sur deux types de *Staphylocoque* (*S. aureus* sauvage et *S. aureus* ATCC 25923), elle a trouvé des zones d'inhibitions allant de 29.34 mm à 34 mm et donc ces résultats obtenus montre que notre souche clinique est moins sensible à l'action de miel par rapport de la souche de référence.

Nos résultats similaires à ceux des études de (C.Basualdo et al., 2007) qui a trouvé une activité de 93% d'échantillons du miel contre *staphylococcus aureus* avec des zones d'inhibitions allant de 5 à 24 mm ce qui concorde avec nos résultats

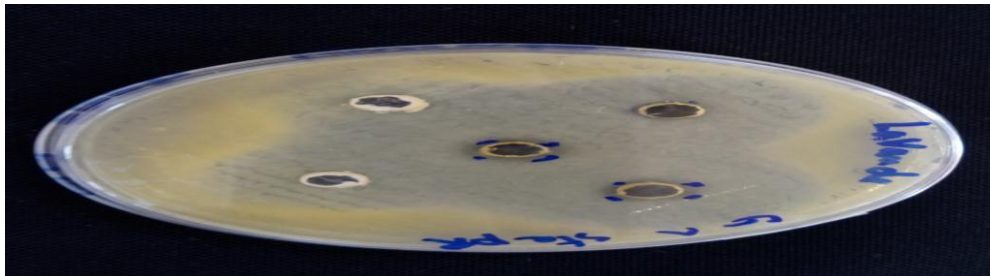
Les résultats de l'activité antibactérienne par la méthode de puits de diffusion montrent des zones d'inhibitions importantes autour des puits et ce là aussi concorde avec beaucoup de travaux similaires [(A shi A.M., 2000) ; (Alsomali et al et Obi et al., 1994) ; (Effem et al 1992) ;( Allen et al, 1991) ;( Molam et al,1998)]



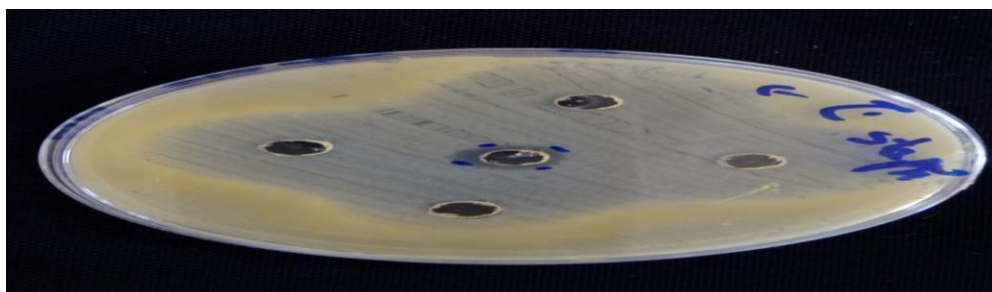
Le pouvoir antibactérien de miel Ajugareptans vis-à-vis *staphylococcus aureus*



Le pouvoir antibactérien de miel Globulariaaalpum vis-à-vis *staphylococcus aureus*



Le pouvoir antibactérien de miel lavadulaofficinalis vis-à-vis *staphylococcus aureus*

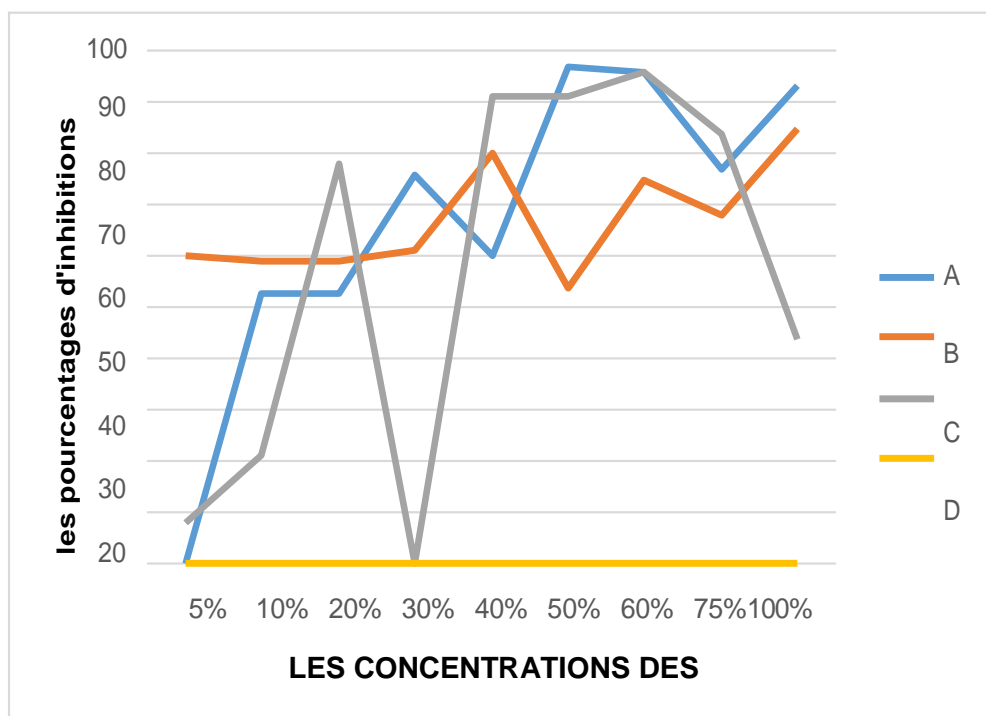


Le pouvoir antibactérien de miel Erucasativa vis-à-vis *syaphylococcus aureus*

**Figure N°27** : le pouvoir antibactérien des miels testés selon la méthode de puits

#### 4.3.4.2. La méthode de spectrophotométrie

La méthode de spectrophotométrie est une technique de diffusion en milieu liquide très sensible, simple, rapide et plus favorable à l'analyse statistique ; elle permet la détermination du pourcentage de CMI. (Lakhdar, 2015). Cette technique présente plusieurs avantages : réduire la manipulation et faciliter l'automatisation (Tomas et al. 2005), (Parente et al, 1995) écrit que l'inhibition de la croissance bactérienne peut être déterminée par simple mesure de densité optique.

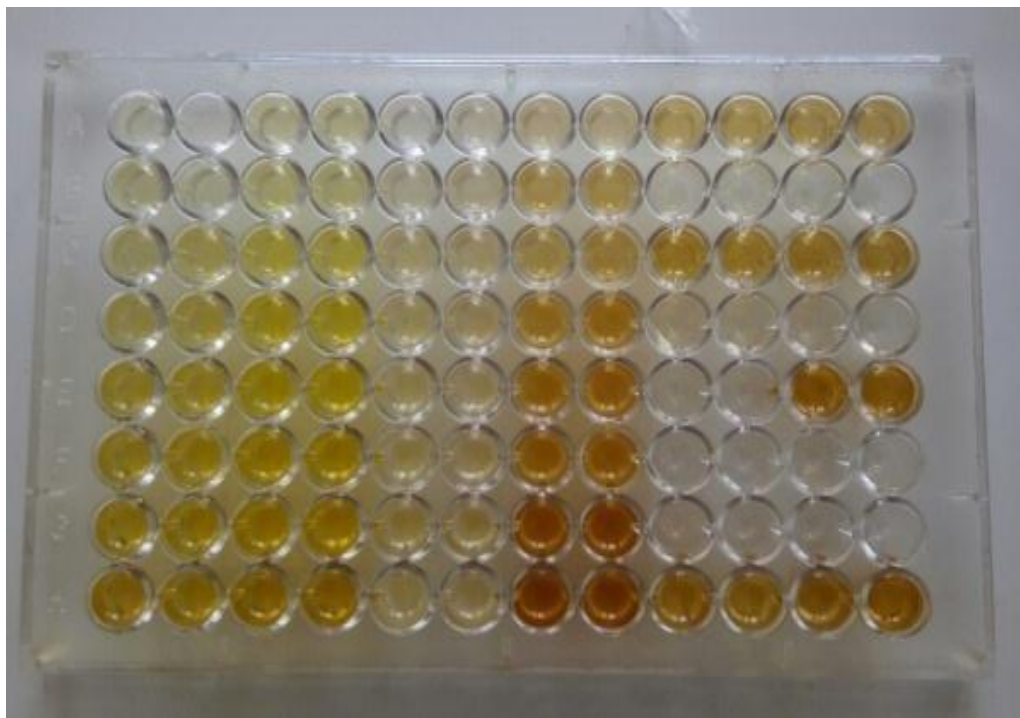


**Figure N°28** : mesure de l'activité antibactérienne de quatre miels vis-à-vis *staphylococcus aureus* par la méthode de spectrophotométrie

Les résultats obtenus par cette méthode montrent les différents pourcentages d'inhibitions des miels testés envers la souche *staphylococcus aureus*

On remarque que les échantillons A, B et C présentent une forte activité inhibitrice bactériostatique à toutes les concentrations testées par un pourcentage d'inhibition allant de 8% à 99% ; mais cette inhibition est bactéricide par le miel M1 avec un pourcentage d'inhibition de 97% à la concentration 50% (v/v), le miel B à la concentration 100% (v/v) nous donne un pourcentage d'inhibition 85%. Et le miel C à la concentration 60% (v/v) donne un pourcentage d'inhibition 96%. Pour le miel D on observe une absence totale de l'inhibition avec toutes les concentrations.

D'après ces résultats on constate que notre souche est fortement sensible à l'action des miels *Globulariaaalpum*, *Ajugareptans* et *Onobrychissativa* avec toutes les concentrations



**Figure N° 29:** la microplaque de six miels testés vis-à-vis *staphylococcus aureus*

#### 4.3.5. La détermination de la concentration minimale inhibitrice :

On détermine la CMI de six miels testés par deux méthodes

##### 4.3.5.1. Par la méthode de puits de diffusion

La concentration minimale inhibitrice est déterminée pour les six miels.

Les valeurs de CMI déterminées par la méthode de puits de diffusion varient entre 20% à 100% (les diamètres de zones d'inhibitions sont illustrés dans le tableau 2 dans l'annexe 2).

Ce qui est en accord avec les résultats de (Sib, 2007) qui a trouvé la CMI variant entre 20% à 75%.

##### 4.3.5.2. Par la méthode de spectrophotométrie :

Les valeurs de CMI déterminées par cette méthode varient entre 10% à 50%. Ce qui est en désaccord avec les résultats de (Hern et al, 2009) qui font la comparaison du miel Malaisien avec le miel de manuka en comparant la CMI par la méthode de spectrophotométrie et ils ont trouvés une valeur de CMI de 17.5 avec le miel Malaisien et de 12.5 avec le miel de manuka, ces deux sortes de miels testés contre la souche *staphylococcus aureus*.

**Tableau X** : les valeurs de la concentration minimale inhibitrice par les six miels testés sur *staphylococcus aureus*

Les miels	St			
	CM I <sub>0</sub>	CMI <sub>50</sub>	CMI <sub>100</sub>	CM B
<b>A</b>	-	<b>5%</b>	<b>30%</b>	<b>50%</b>
<b>B</b>	-	<b>60%</b>	<b>5%</b>	<b>20%</b>
<b>C</b>	<b>100%</b>	<b>10%</b>	<b>40%</b>	<b>50%</b>
<b>D</b>	-	<b>5%</b>	-	-
<b>E</b>	-	<b>5%</b>	<b>100%</b>	-
<b>F</b>	-	<b>40%</b>	<b>75%</b>	-

- CMI<sub>0</sub> : signifier la concentration minimale non inhibitrice de la population microbienne .
- CMI<sub>50</sub> : signifier la concentration minimale inhibitrice de la moitié de la population microbienne.
- CMI<sub>100</sub> : signifier la concentration minimale inhibitrice de toute la population microbienne
- CMB ; concentration minimale bactéricide.



# *Conclusion générale*

### Conclusion générale

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

L'étude que nous avons menée a permis d'évaluer la qualité des miels à partir de l'analyse des principaux paramètres physico-chimiques: la teneur en eau, la teneur en sucre, densité, pH, l'acidité libre, la conductivité électrique et enfin le HMF, et d'analyse sensorielle qui a porté sur la détermination des paramètres organoleptiques notamment: la couleur, consistance, odeur, goût, et arôme.

Au terme de ce travail, nous avons pu constater que la plupart des résultats de différents paramètres sont situés dans la fourchette des valeurs recommandées par le *Codex Alimentarius*, concernant les deux types de miels, mais ils présentent certaines variabilités concernant la teneur en eau et la teneur en sucres.

L'évaluation de la teneur en eau du miel est importante pour l'appréciation de sa qualité. Elle permet de connaître les conditions d'extraction et de stockage du miel, la fermentation, et l'environnement qu'il entoure. Les résultats obtenus montrent que la plupart des échantillons de miel étudiés contiennent un taux d'humidité qui correspond aux normes, donc ils sont protégés contre toutes altérations microbiennes, à l'exception de quelques échantillons (GL, HL, RL et B), qui présentent des teneurs non conformes aux normes qui peuvent être dû à un stockage dans des conditions inappropriées.

L'ensemble des miels analysés présentent des teneurs en sucres, correspondants aux normes.

Les résultats de l'acidité et du pH révèlent la conformité des échantillons locaux et ceux d'importation aux normes recommandées.

Le taux de H.M.F, tous les résultats sont conformes aux normes et constituent un excellent témoin de fraîcheur du miel, c'est à dire témoin de son âge et de son antécédent technologique.

Pour la densité, plus un miel est riche en eau, moins il est dense et dans notre étude, tous nos échantillons évoluent dans ce sens avec des résultats conformes aux normes.

Les résultats concernant la conductivité électrique sont conformes aux normes et nous ont permis de déduire que nos miels sont issus du nectar.

En ce qui concerne l'analyse sensorielle, elle est divisée en deux parties :

- ✓ appréciation des caractères d'apparence (couleur, consistance)
- ✓ appréciation des caractères organoleptiques (odeur, goût/arôme)

## Conclusion générale

---

Concernant la couleur la majorité sont des miels du nectar donc ils présentent une coloration qui va du jaune or au brun foncé en passant par les gammes de jaune.

La plupart de nos échantillons présentent une consistance épaisse par contre certains miels tels que (A et E), leur consistance est liquide.

L'odeur la plupart des échantillons leurs odeur est fine sauf certains miels (Cet D) qui présentent une odeur puissante. Et pour le goût/arôme, nous notons que les miels analysés présentent des goûts qui vont d'une douceur faible, moyenne puis bonne avec une intensité de saveur qui va de moyenne à forte, avec des arrière-goûts.

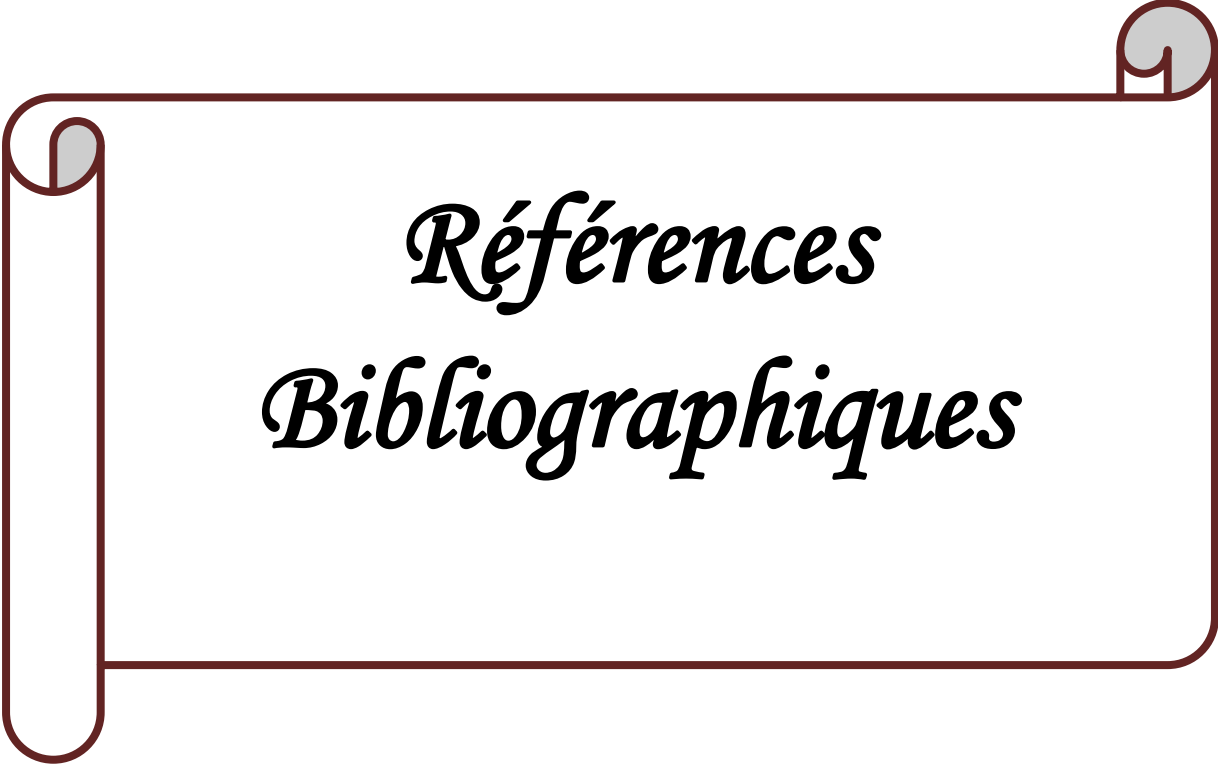
Les résultats de l'évaluation de potentiel bactérien indiquent selon Murat et al, 2004 que nos miels ont une activité antibactérienne élevée.

La sensibilité variable observée des miels monofloraux nous a permis de dire que les miels de *Globularia alypum*, *Ajuga reptans* et *Eruca sativa* sont plus actifs envers la bactérie *staphylococcus aureus* formatrice de biofilm car ils ont dévoilés une meilleure activité bactériostatique à toute les concentrations testés dont le pourcentage d'inhibition allant de 8% à 99%. Donc, on peut déduire que nos miels sont de bonne qualité thérapeutique.

A travers nos résultats, il est possible d'utiliser le miel comme des antibactériens naturels pour traiter les maladies provoquées par des germes pathogènes.

Vu l'importance thérapeutique prouvée du miel en médecine et dans le secteur de l'industrie pharmaceutique et cosmétique il serait intéressant de compléter ce travail par :

- ✓ la recherche d'autre variété de miel à activité antibactérienne.
- ✓ faire des applications cliniques de nos échantillons (essais in vivo).
- ✓ tester l'efficacité de ces miels contre les souches formatrices de biofilm.



*Références  
Bibliographiques*

### **Références Bibliographiques :**

**ADDAD Amel ., HABBACI Hanane. (2007).** Contribution à l'étude physico-chimique et sensorielle des miels de quelques localités de la Wilaya de Tizi-Ouzou, Mémoire d'Ingénieur d'Etat en Sciences Agronomiques, Université de Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou.

**AITLOUNIS Lydia. (2012).** Comparaison des caractéristiques physiques, polliniques, microbiologiques et organoleptiques de quelques miels locaux et ceux d'importation commercialisés, Mémoire d'Ingénieur d'Etat en Sciences Agronomiques spécialité Technologie Alimentaire, Université de Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou.

**BARTHOLOMEUS.T., BERQUE.B. BOUEIH JPL.T. MOLLET. (2010).** Lettre du développement apicole en Aquitaine.

**BLASA M., CANDIRACCI M. A. PIACENTI M. P. ANDPIATTI E. (2007).** Honeyflavonoids as protection agents againts oxidative damage to humainred blood cells. *Food Chemistry*, 104.P: 1635-1640.

**BOGDANOV S. (1999).** Stockage, cristallisation et liquéfaction des miels. Centre suisse de recherche apicole, P:25-26.

**BRUNEAU E. (2009).** Chapitre IX: Les produits de la ruche in Clément H.et al. Le Traité Rustica de l'apiculture Edition Rustica, Paris, 354-387.

**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.

**CORBELLA E. COZZOLINO D. (2006).** Classification of the floral origin of Uruguayan honeys by chemical and physical characteristics combiened with chemometrics *Lebensm- Wiss .u.-Technol.*, 39: 534-539.

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

**FALLICO B., ZAPPALA M. ARENA E. VERZERA A. (2004).** Effects of conditionng on HMF content in unifloral honeys. *Food Chemistry*, Volume 85, Issue 2, April 2004, Pages 305-313.

**FRÈRE ADAM. (2010).** ma méthode d'apiculture, édition Le courrier de livre 29, rue de condé, 75006 Paris.

**GONNET M. (1982).** Le miel : composition, propriétés, conservation. Ed. Echauffour. Argentan. Ornes, 9-12 pp.

## *Références Bibliographiques*

---

**GONNET.M.(1986).** L'analyse des miels. Description de quelques méthodes de contrôle de la qualité. Bulletin technique apicole, 54-13,(1),p17-36.

**GOUT JAKUES. (2011).**Panorama de l'apiculture dans le monde- les ruches du Bessillon marché de miel.7<sup>ème</sup> Edition, tout savoir sur l'abeille et l'apiculture.

**HENRI CLÉMENT. (2009).** L'abeille, sentinelle de l'environnement. Edition Alternatives, 33 Rue SAINT-ANDRÉ-DES-ARTS 75006Paris.

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

<http://www.afrique-science.info> [http://www.beekeepig.com/articles/fr/chimie\\_miel.htm](http://www.beekeepig.com/articles/fr/chimie_miel.htm)

<http://www.codexalimentarius.net/download/standards/310/CXC012e.pdf>.

**HUSSEIN. (2005).** l'Apiculteur en Afrique –Apimondia .Fédération internationale des apiculteurs.

**JEAN- LUC DARRIGOL. (2007).** Apithérapie Miel pollen propolis gelée royale Edition Dangles B.P.44-53960 BONCHAMP-LES-LAVAL Octobre 2007.

**JEAN- PROST. (2005)** Apiculture. Connaître l'abeille, conduire le rucher 7<sup>ème</sup> édition, Tec & Doc Lavoisier, 698p.

**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.

**Küçük M ., KOLAYLI S . KARAOLU S. ULUSOY E. BALTACI C AND CANDAN F.**

**(2007).** Biological activities and chemical composition of three honeys of different types of Anatolia .Food Chemistry, 100: 526-534.

**LOUVEAUX. (1970).** Atlas photographique d'analyse pollinique des miels. Tome III. Des annexes microphotographiques aux méthodes officielles d'analyse. Service de la répression des fraudes et du contrôle de la qualité, 24 pp.

**LOUVEAUX. J (1968).** L'analyse pollinique des miels, in Traité biologique de l'abeille, Tome 3. Édition Masson de Cie, Paris. Pp 324-361.

**MAKHOULFI C., KERKVLIT D. RICCIARDELLI D'ALBORE G. CHOUKRI A**

**.SAMRA R. (2010).** Characterization of Algerian honeys by palynological and physicochemical methods. Apidologie 41: 509-521.

## *Références Bibliographiques*

---

**MARCEAU. J., NOREAU. J et HOULE. E. (1994).** Les HMF et la qualité du miel.

**MOKEDDEM T. (1997).** Contribution à l'analyse physico-chimique et pollinique du miel d'oranger, région de Mitija. Thèse d'ingénieur en agronomie. Université des sciences et de la technologie de Blida.

**MUTSAERS. M., BLITTERSWIJK. H.V., LEVIN. L. V. KERKVLIT J. ET**

**DEWAERD.J.V (2005).** Produits de l'apiculture: propriétés, transformation et commercialisation. Agromisa ISBN CTA :92-9081-306-7.

**OUJNET KAHINA. (2012).** Etudes et enquêtes, le miel une denrée promouvoir. Infos- CACQE N° :00.pp : 01-03.

**PETER .D. PATERSON. (2008).**L'apiculture .Edition, Isobelle Bonnevie, Janvier 2008.

**PHILIPPE. J. (2007).** Le guide de l'apiculture .EditionEDISUD.

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

**RATIA G.** la nouvelle réglementation concernant le miel. Revue de France n° 850, p : 286- 290.

**RAVAZZI G. (2007).** Abeille et Apiculture, Edition De Vecchi S. A, Paris.

### **Références Webographiques**

**REMY R.** Le butin des butineuses. Revue : Test-achat, n°451, février 2002, p : 12-16. **Revue ADAAQ** info. P: 10-17. Biological activities and chemical composition of three honeyes of different types of Anatolia .Food Chemistry, 100:526-534.

**Revue PHARMACOL RES** éléments qui sont plutôt rares, les vitamines sont omniprésentes dans le miel, ainsi on en observe 5 principales

**SCHWEITZER PAUL. (2004).**Pouvez vous me faire une analyse pour savoir si ce miel est un miel de qualité.

**SCHWEITZER P. (2004).** Mauvaise herbe et apiculture, Laboratoire d'analyse et d'écologie.

**SCHWEITZER. (2005).** Un miel étrange... L'abeille de France n°920, Décembre 2005.

**TERRAB A., Diez MJ. HEREDIA FJ. (2002).** Characterization of Moroccan unifloral honeyes

## *Références Bibliographiques*

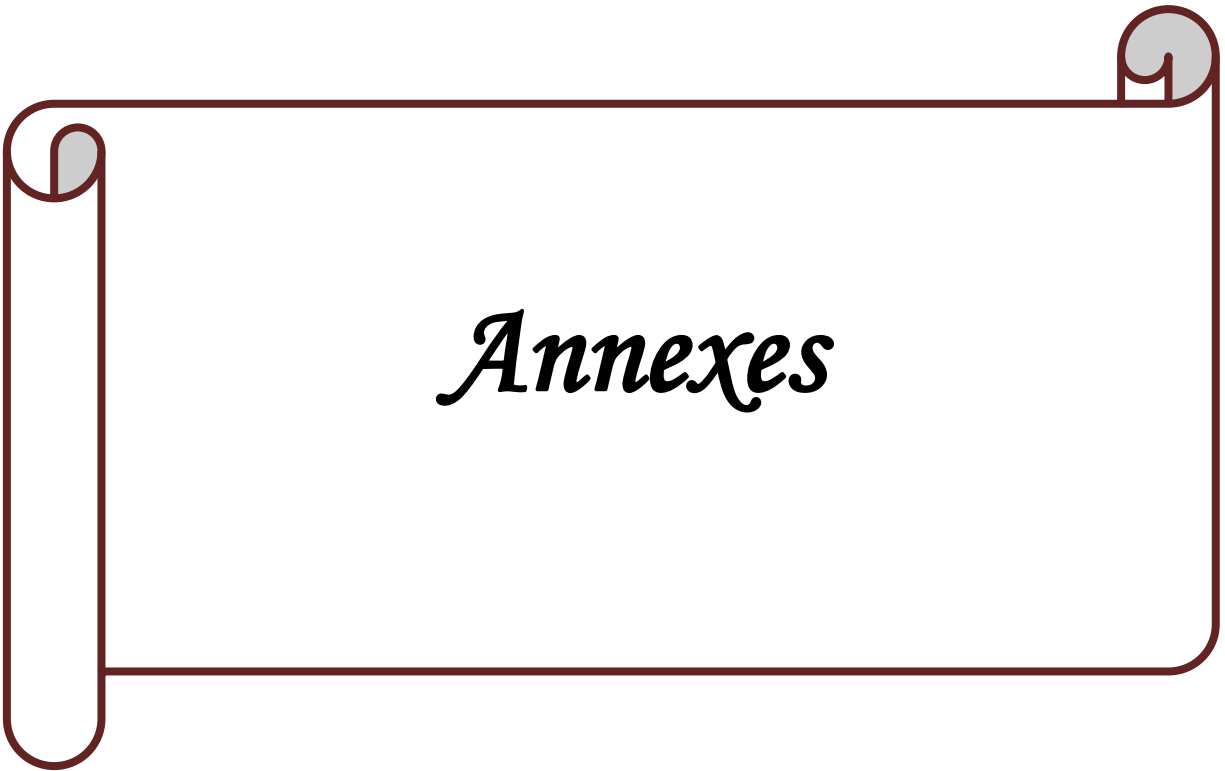
---

by their physicochemical characteristics. Food Chemistry, 79: 337-73. Traité de biologie de l'abeille. Editions Masson et Cie, Paris, Tome 3, p 277-324.

**VAISSIERE. (2006).** Pollinisation, apiculture et environnement. Traite Rustica de l'apiculture. 122p. Volume 15 numéros 2. Fédération des Apiculteurs du Québec .service de zootechnie.

**WHITE .JEANNE.F. (2005).** C. Le miel, éléments d'analyse. Bulletin technique apicole. Edition de l'O.P.I.D.A.32 (2), p: 69-76.

**WHITE J. (1980).** Hydroxyméthylfurfural and honey adulteration 1-ASSOC.OFFAMEL



## Annexes

**Annexe 1 :** tableau des diamètres des zones d'inhibition de l'activité antibactérienne De six miels testés par la méthode de puits

Les miels	diamètre de zones d'inhibitions en mm				
	100 %	75 %	50%	25 %	12,50 %
A	14	13	12	0	0
B	19,75	12,5	13,75	10	0
C	11	0	0	0	0
D	9,5	9,5	4,5	0	0
E	11,25	0	0	0	0
F	12,2	0	0	0	0

**Annexe 2 :** Tableau des moyennes des diamètres de zone d'inhibition de six miels testées par la méthode de puits de diffusion à la concentration 100%

LES MIELS	St
A	14
B	19.75
C	11
D	9.5
E	11.25
F	12.2

**Annexe 3 :** Tableau des pourcentages de la croissance de *staphylococcus aureus* envers les six miels par la méthode de spectrophotométrie.

Dilutions miels	5%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	75%	100%
A	193% 153%	72% 22%	72% 23%	40% 5%	40% 41%	3%	4%	23%	7%
B	3% 77%	2% 80%	1%	29% 49%	20%	33% 60%	18% 33%	32%	25% 6%
C	65% 120%	50% 108%	3% 41%	95% 113%	4% 14%	9% 0%	4%	16%	56% 56%

## Annexes

D	150% 161%	176% 157%	95% 113%	150% 202%	205% 208%	186% 161%	263%	236%	335% 202%
E						91% 78%		48%	70% 75%
F					60% 47%	41% 30%		19%	10% 6%

**Annexe 3 :** tableau des pourcentages d'inhibition de *staphylococcus aureus* par les six miels testés par la méthode de spectrophotométrie.

Dilutions Miels	5%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	75%	100%
A	0%	53%	53%	76%	60%	97%	96%	77%	93%
B	60%	59%	99%	61%	80%	54%	75%	68%	85%
C	8%	21%	78%	0%	91%	91%	96%	84%	44%
D	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
E	/	/	/	/	/	16%	/	52%	28%

## Annexes

**Annexe 3** : tableau de la croissance de *staphylococcus aureus* envers les six miels

Dilution Miels	5%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	75%	100%
A	$3,99 \times 10^8$	$3,34 \times 10^8$	$1,45 \times 10^8$	$8,1 \times 10^8$	$9,4 \times 10^8$	$7,2 \times 10^7$	$2,3 \times 10^7$	$6,1 \times 10^7$	$7,75 \times 10^8$
B	$4,89 \times 10^8$	$3,21 \times 10^8$	$3,12 \times 10^8$	$3,99 \times 10^8$	$2,98 \times 10^8$	$2,98 \times 10^8$	$5,9 \times 10^7$	$3,5 \times 10^7$	$3,6 \times 10^8$
C	$2,1 \times 10^8$	$3,66 \times 10^8$	$5,2 \times 10^8$	$2,39 \times 10^8$	$2,2 \times 10^8$	$1,1 \times 10^7$	$1,78 \times 10^8$	$7,9 \times 10^7$	$1,2 \times 10^9$
D	$3,59 \times 10^8$	$3,84 \times 10^8$	$2,39 \times 10^8$	$4,05 \times 10^8$	$4,75 \times 10^8$	$3,99 \times 10^8$	$6,56 \times 10^8$	$6,23 \times 10^8$	$6,18 \times 10^9$
E	/	/	/	/	/	$1,95 \times 10^8$	/	$3,15 \times 10^8$	$1,68 \times 10^7$
F	/	/	/	/	$1,23 \times 10^8$	$4,01 \times 10^8$	/	$3,2 \times 10^8$	$4,3 \times 10^8$
Témoins de $S_t = 2,3 \times 10^9$									

**Annexe 3** : Les concentrations minimales bactéricides de la souche *staphylococcus aureus*

les miels	CMB
A	50%
B	20%
C	60%

## Annexes

### Annexe 4: composition des milieux de culture et solution utilisées

#### (M.H) Muller Hinton

• Extrait de viande	2g	
• Caséine	17,5g	ou 38g de poudre déshydratée
• Amidon	1,5g	de Muller Hinton
• Agar	15g	
• Glucose	20g	
• E.D	1000ml	pH 7,4 ± 0,2

#### (G.N) gélose nutritif

• Extrait de viande	10g	
• Extrait de levure	2g	
• Peptone	10g	
• NaCl	5g	
• Agar	15g	
• E.D	1000ml	Ph ± 0,2

#### (B .M.H) bouillon Muller Hinton

• Extrait de viande	2g
• Caséine	17,5g
• Amidon	1,5g
• Glucose	20g
• E.D	1000ml

#### (T.S.B) bouillon Tryptone Soja

• Peptone (origine non-animale)	20g/L
• Glucose	2,5g/L
• NaCl	5g/L
• K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	2,5g/L

#### (E.D) Eau physiologique

• NaCl	9g
• E.D	1000ml



# *Résumé*

## Résumé

### Résumé

Le miel est un composé biologique très complexe d'une très grande diversité lui conférant une multitude de propriétés, aussi bien sur le plan nutritionnel que sur le plan thérapeutique. Dans le but de comparer la qualité du miel produit localement et celui issu d'importation, nous avons étudié vingt-trois échantillons récoltés en 2015 ; dix-sept d'origine locale et six importés de différents pays. Notre étude s'est portée sur l'évaluation physico-chimique ayant pour but de déterminer la composition du miel par l'analyse de quelques paramètres comme: la teneur en eau, la teneur en sucre, la densité, l'acidité libre, et l'Hydroxy- méthyle-furfural (HMF) qui sont des indicateurs de la qualité et d'autres tests comme la mesure de pH et la conductibilité électrique donnant des informations sur l'origine florale du miel. Nous avons aussi réalisé une analyse sensorielle qui a porté sur la détermination des paramètres organoleptiques notamment: la couleur, consistance, odeur, goût, et arôme.

Les résultats obtenus ont montré des valeurs plus en moins comprises dans l'ordre défini par le *Codex Alimentarius*, surtout en ce qui concerne les miels locaux par rapport aux miels d'importation.

**Mots clés:** Miel, qualité, analyse physico- chimique, analyse sensorielle, origine locale, origine importé.

### Summary

Honey is a very complex biological compound with a very wide diversity, which gives it many properties, both nutritionally as well as the rapeutically . In order to compare the quality of honey produced locally and that imported from abroad, we have studied on twenty three samples harvested in 2015; seventeen of them are produced locally and six others are from foreign origin. Our study concerned the physicochemical analysis in order to determine the honey composition thanks to some factors as: humidity, sugar content, density, acidity, and Hydroxy-methyl-furfural (HMF) which are the quality indicators, as well as other tests: measuring pH and electrical conductivity which gives information about floral origin. We have also realized sense analysis which concerned the determination of : color, consistency, smell, taste, and aroma.

The results obtained have shown that values are more or less included in the order defined by *codex alimentarius*, mainly on what deals with the locally produced honeys in comparison with the imported ones.

**Key words:** Honey, quality, physicochemical analysis, sense analysis, local origin, foreign origin



