

République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mohamed El Bachir El-Ibrahimi Bordj  
Bou Arreridj  
Faculté des sciences de la nature et de la vie et  
sciences de la terre et de l'univers  
Département Sciences biologiques

جامعة محمد البشير الإبراهيمي « برج بوعريريج »  
كلية علوم الطبيعة والحياة و علوم الأرض و الكون  
قسم علوم البيولوجية



# Mémoire de fin d'études

Présenté en vue de l'obtention  
du diplôme de: master

**Filière: Biologie**

**Option: Analyse et contrôle de qualité des denrées  
alimentaires**

**Thème**

**Recherche de la contamination chimique et  
microbiologique du miel produit dans la région de  
Bordj Bou Arreridj**

**Présenté par:**

Bahlouli Salma

Tebbani Sabrina

Soutenue le : 25/06/2014

**Jury de soutenance:**

**Président: Bahloul A.**

**Encadreur: Diafat A.**

**Examineur: Meribai A.**

**Examineur: Djenidi R.**

**M.C.A: BBA.**

**M.C.B: BBA.**

**M.C.A: BBA.**

**M.A.A: BBA.**

**Juin 2014**

# Sommaire

Liste des tableaux	
Liste des Figures	
Liste des Annexes	
Résumé	
Introduction.....	1
<b>Chapitre I : Généralité sur le miel</b>	
I. Le miel .....	2
I.1. Définition .....	2
I.II. Historique.....	2
II. Les types de miel .....	2
III. Origine du miel .....	3
IV. La morphologie de l'abeille .....	4
IV.1. Rôle biologique de l'abeille .....	4
IV.2. Fabrication du miel par les abeilles .....	5
<b>Chapitre II : Composition et propriétés du miel</b>	
II.1. La composition chimique du miel .....	7
II.1.1. Les éléments majeurs .....	7
II.1.2. Les éléments mineurs .....	7
II.2. Propriété du miel .....	9
II.2.1. Les valeurs nutritionnelles et diététiques du miel .....	9
II.2.2. Les propriétés thérapeutiques du miel .....	10
<b>Chapitre III : contamination de miel</b>	
III.1. La contamination chimique .....	12
III.1.1. Les pesticides .....	12
III.1.2. Traitement des ruches .....	12
III.1.3. Résidus de métaux lourds .....	12
III.1.3.1. Définition des métaux lourds .....	13
III.1.3.2. Les caractéristiques des métaux lourds .....	13
III.1.3.3. Exposition de l'abeille aux métaux lourds .....	14
III.1.3.4. L'effet toxique des Métaux lourds sur la santé humaine .....	14
III.2. La contamination microbiologique .....	17
III.2.1. La flore mésophile totale .....	17
III.2.2. la flore mycélienne et les levures banales .....	17
III.2.3. les levures osmophiles .....	17

III.2.4. les germes témoins de contamination entérique .....	18
--	----

## **Chapitre IV : Matériels et Méthodes**

IV. Matériels et Méthodes .....	19
IV.1. Matériels.....	19
IV.1.1. Produits chimiques et milieux de culture .....	19
IV.1.2. Appareillages .....	19
IV.2. Méthodes .....	19
IV.2.1. La collecte des données statistiques .....	19
IV.2.2. La collecte des échantillons .....	20
IV.3. Analyses physico-chimiques .....	20
IV.3.1. Le pH .....	20
IV.3.2. La détermination de l'acidité .....	20
IV.3.3. La détermination de la conductivité électrique .....	21
IV.3.4. La détermination de la teneur en eau (Humidité) .....	22
IV.3.5. La détermination de l'hydroxyméthylfurfural (HMF) .....	23
IV.3.6. La détermination de la matière insoluble dans l'eau .....	24
IV.3.7. La détermination de la couleur du miel .....	25
IV.3.8. La détermination de l'activité diastasique .....	25
IV.3.9. La détermination de l'origine botanique (la mellissopalynologie) .....	27
IV.3.10. La détermination de la teneur en cendre .....	28
IV.3.11. Détermination des minéraux .....	28
IV.3.11.2. Appareillage .....	29
IV.3.11.3. Préparation des gammes étalons et dosage des échantillons .....	29
IV.3.11.3. 1. Le Fer .....	29
IV.3.11.3.2. Le Zinc .....	29
IV.3.11.3. 3. Le Magnésium .....	29
IV.3.11.3. 4. Le Sodium .....	29
IV.4. La contamination chimique du miel .....	29
IV.4.1. Détermination des métaux lourds .....	29
IV.4.3. Principe .....	30
IV.4.4. Le dosage du plomb .....	30
IV.4.5. Le dosage du cadmium .....	30
IV.5. Analyse microbiologique .....	30
IV.5.1. Réalisation des dilutions décimales .....	30
IV.5.2. Dénombrement de la flore aérobie mésophile totale (FAMT) .....	30
IV.5.3. Dénombrement des coliformes totaux et fécaux .....	31

IV.5.4. Recherche Escherichia coli .....	31
IV.5.5. Recherche des streptocoques fécaux .....	31
IV.5.6. Recherche des Clostridium sulfito-réducteurs .....	31
IV.5.7. Recherche des staphylococcus aureus .....	32
IV.5.8. Recherche des salmonelles .....	32
IV.5.9. Isolement et Dénombrement des bactéries lactiques thermophiles .....	32
IV.5.9.1. Isolement des lactobacilles thermophiles .....	32
IV.5.9.2. Isolement des lactocoques thermophiles .....	32
IV.5.9.3. Dénombrement .....	32

## **Chapitre V : Résultats et discussions**

V. Résultats et discussions .....	33
V.1. Résultats .....	33
V.1.1. Etude statistique .....	33
V.1.2. Les paramètres physico-chimiques .....	36
V.1.2.1. Le pH .....	36
V.1.2.2. La détermination de l'acidité libre, combinée et total .....	36
V.1.2.3. La conductivité électrique à 20°C .....	36
V.1.2.4. L'humidité .....	36
V.1.2.5. La détermination de la teneur en Hydroxyméthylfurfural .....	39
V.1.2.6. La détermination de la teneur en matière insoluble dans l'eau .....	39
V.1.2.7. La détermination de la couleur du miel .....	39
V.1.2.8. La détermination de la teneur en Cendre .....	39
V.1.2.9. La détermination de l'activité de diastase .....	39
V.1.2.10. La détermination de l'origine botanique .....	41
V.1.2.11. La détermination des minéraux .....	43
V.1.3. Contamination chimique .....	45
V.1.3.1. Détection des métaux lourds .....	45
V.1.4. Analyse microbiologique du miel .....	49
V.2. Discussions .....	55
Conclusion .....	65

Références bibliographiques

Annexe

## *Remerciements*

Nous *tenons tout d'abord 'Allah'* tout puissant de nous donné la force et la patience pour accomplir ce modeste travail.

En second lieu, nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à notre encadreur **Mr. Diafat Abdelouahab.**, pour son aide et ses précieux conseils au cours de ces années, pour sa sympathie, sa disponibilité, ses idées, ainsi que *pour l'orientation, la confiance, qui a constitué un apport considérable sans lequel ce travail n'aurait jamais vu le jour.*

Nous remercions **Mr. Bahloul.A.**, *d'avoir accepté* de juger notre travail en tant que président.

Nos Sincères remerciements aux **Mr. Meribai. A., Mr Djenidi. R.**, *d'avoir acceptés d'examiner notre travail.*

Nous tenons à remercier tous les professeurs qui nous ont enseigné et qui par leurs compétences nous ont soutenu dans la poursuite de nos études.

*Nos sincères remerciements s'adressent aussi à l'ensemble des collaborateurs du laboratoire de chimie et de Microbiologie.*

*Je n'oublie pas mes parents* pour leur contribution, leur soutien et leur patience.

Enfin, nous remercions toute personne ayant contribué de près ou de loin a la réalisation de ce travail.

**A vous tous, un grand Merci.**

# Dédicace

À mes parents, aucune dédicace ne peut exprimer ce que je dois pour leur efforts  
et leur sacrifices.

Que Allah les protège et leurs préserve bonheur et santé.

À ma sœur et mes frères.

Vous vous êtes dépensés pour moi sans compter.

En reconnaissance de tous les sacrifices consentis par tous et  
Chacun pour me permettre d'atteindre cette étape de ma vie.

Avec toute ma tendresse.

À mon grand père et ma grande mère.

À Youssef pour son précieux soutien pour avoir cru en moi

À mes oncles, mes tantes, cousins et cousines.

Vous avez de près ou de loin contribué à ma formation.

Affectueuse reconnaissance

À mes amis Salma, Sameh, Salima, Ibtissem, Asma  
et à leurs familles.

À tout la famille *Tebhani*

À mes camarades d'auditoires et tous ceux de la faculté des sciences de l'Université de  
Bachir El Ibrahimy et à leurs familles Meilleurs vœux de succès dans vos études.

Je dédie ce travail

*Tebhani Sabrina*

# Dédicace

À mes parents, aucune dédicace ne peut exprimer ce que je dois pour leurs efforts et leurs sacrifices.

Que Allah les protège et leurs préserve bonheur et santé.

À mon frère et sœur Saleh et Dine Marimene Rania Safa

Vous vous êtes dépensés pour moi sans compter.

En reconnaissance de tous les sacrifices consentis par tous et

Chacun pour me permettre d'atteindre cette étape de ma vie.

Avec toute ma tendresse.

À mes grands-pères et mes grands-mères.

À mes oncles, tantes, cousins et cousines.

Vous avez de près ou de loin contribué à ma formation.

Affectueuse reconnaissance

À mes amis Sabrina, Soumia, Amina, Naziha, Wissem, Chahinez et à leurs familles.

À tout la famille Bahlouli

À mes camarades d'auditoires et tous ceux de la faculté des sciences de l'Université de

Bachir El Ibrahim et à leurs familles Meilleurs vœux de succès dans vos études.

Je dédie ce travail

Bahlouli Salma

## **Introduction**

Le miel est une substance naturelle sucrée, élaboré par l'abeille, à partir du nectar, ou du miellat, il contient de nombreux composés tels que : les sucres, les protides, les enzymes et les composés phénoliques.

Le miel a plusieurs propriétés thérapeutiques, antiseptiques, antianémiques et antitussives, il est doué d'un pouvoir bactériostatique important, par sa haute teneur en sucres (plus de 95% de la matière sèche), sa faible teneur en eau (14 à 20%), son acidité et la présence de substances à activité antibactérienne (peroxyde d'hydrogène libre et inhibine).

L'abeille, pour les besoins de la colonie, prospecte des surfaces importantes de son environnement. Elle récolte le nectar, le miellat, et les grains de pollen et également des matières cireuses (sur les bourgeons) pour élaborer la propolis. Elle entre en contact avec de nombreux micro-organismes et substances chimiques qu'elle retient à la surface de son corps, sur les poils, la cuticule, les pattes et qu'elle absorbe.

Trois types d'agents de contamination sont contrôlés : les pesticides, les produits de traitement des colonies et les métaux lourds. Donc l'abeille peut être utilisée comme indicateur biologique de pollution.

D'après les recherches bibliographiques aucune étude n'a été effectuée sur la contamination microbiologique et chimique (métaux lourds), dans la région de Bordj Bou Arreridj; c'est dans ce contexte précis, se situe l'objectif de notre étude, qui consiste à effectuer une analyse physico-chimique et microbiologique de 30 échantillons du miel, relative à la région de BBA, Notre recherche est constituée de 2 parties :

La première partie est une analyse bibliographique qui porte une généralité sur le miel, la composition du miel, et les voies de contamination du miel.

La deuxième partie expérimentale qui porte sur la détermination des paramètres physico-chimiques du miel, l'origine florale du miel et la détermination de la contamination chimique (métaux lourds) et microbiologique du miel.

## **I. Le miel**

### **I.I. Définition**

Le mot « miel » est issu du latin, mellis qui signifie « miel » et « douceur » apparenté au grec meli, melitos ainsi qu'au gothique milith. Le miel est ainsi étroitement lié à la notion de douceur, autant dans la littérature que dans l'esprit du consommateur (Laudine, 2010).

Le miel est la substance sucrée naturelle produite par les abeilles à partir du nectar des plantes ou des sécrétions provenant de parties vivantes des plantes ou des excréments laissés sur elles par des insectes suceurs qu'elles butinent, transforment en les combinant avec des matières spécifiques propres, déposent, déshydratent, entreposent et laissent mûrir dans les rayons de la ruche (Codex Alimentarius, 2003).

### **I.II. Histoire**

Le miel est un aliment connu depuis longtemps et a toujours eu une place privilégiée dans beaucoup de civilisations et de croyances (Lefief-Delcourt, 2010). Les Egyptiens utilisaient le miel comme offrande aux dieux, pour la production des médicaments, pour des soins de beauté, pour panser les blessures, et comme agent sucrant dans la préparation de pains et gâteaux, ils utilisaient ainsi le miel, la cire et la propolis, pour embaumer leurs morts et les empêcher de se putréfier. Les Grecs et les Romains appliquaient le miel sur la peau pour ses propriétés adoucissantes, régénératrices, nourrissantes et hydratantes. Hippocrate (460-377 avant J.-C.), disait que l'usage du miel conduisait à la plus grande vieillesse, (Domerego, 2002). Au Moyen Age, le miel était utilisé dans la réalisation de pansements sans désinfection préalable des blessures. Dans la tradition musulmane, des fleuves de miel coulent au paradis (Hoyet, 2005 ; Laudine, 2010).

## **II. Les types de miel**

Il existe de nombreuses variétés de miel qui peuvent être classées de façon diverses :

### **II.1. Les miels monofloraux (unifloraux)**

Un miel dit monofloral est issu d'un nectar, ou d'un miellat, collecté par les abeilles sur un végétal unique et particulièrement attractif pour ces insectes. Cette définition stricte n'est vraiment avérée qu'en certains cas particuliers, notamment sur les grandes cultures (Gonnet, 1982).

Les miels monofloraux possèdent des caractéristiques palynologiques, physico-chimiques et organoleptiques spécifiques (Bogdanov, 2003).

## **II.2. Les miels multif floraux (poly floraux)**

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

## **III. Origine du miel**

Le miel vient des plantes par l'intermédiaire des abeilles et cela à partir du nectar recueilli dans la fleur, ou du miellat recueilli sur les plantes, selon qu'il vient du nectar ou du miellat, il existe l'origine directe et indirecte (Prost, 1987).

### **III.1. L'origine directe**

Le nectar est un liquide sucré et mielleux, il se produit à la surface des parties spéciales appelés nectaires, qui sont en forme de turgescences, situés soit sur les feuilles, appelés nectaires extra floraux, soit sur les fleurs, (sépalés, pétales, carpelles) appelés nectaires floraux, retrouvés par exemple chez la plante de Thym. Pour recueillir un litre de nectar, on estime qu'il faut entre 20000 et 100000 voyage des abeilles (Gonnet, 1982 ; Donadieu, 1984 ; Louveaux, 1968 ; Ziegler, 1968).

Le nectar est le résultat de plusieurs transformations biochimiques complexes dues au métabolisme de la plante, ces transformations sont à l'origine des différents goûts retrouvés dans les miels. Les principaux constituants du nectar sont l'eau et les sucres (saccharose, glucose, fructose) (Ziegler, 1968), la teneur en eau est fortement variable de 20 à 95%, et cela selon les espèces et selon les facteurs de l'environnement (météorologiques, situation géographique...), le nectar contient aussi des acides organiques, des acides aminés des protéines, des enzymes des vitamines et des substances aromatiques. Ces substances sont présentes en faible quantité ne dépasse pas 1%, la composition en sucres est relativement fixe pour une espèce ou même pour une famille botanique donnée (Louveaux, 1982).

Le nectar attire les abeilles qui le récoltent et le ramènent à la ruche. Pendant la collecte du nectar, que s'effectue la pollinisation des fleurs (Gonnet, 1982).

### **III.2. L'origine indirecte**

Le miellat est un produit plus complexe que le nectar faisant intervenir un intermédiaire, généralement, des insectes de la famille des Homoptères tel que les pucerons, leur pièces buccales sont disposées pour piquer et absorber les aliments liquides telle que la sève des végétaux et rejettent l'excédent des matières sucrées sous forme des gouttelettes, que les abeilles récupèrent sur les feuilles des plantes (Vache et Gonnet, 1982).

Les miellats représentent une ressource alimentaire importante pour les abeilles lorsqu'elles ne trouvent pas une autre source alimentaire. Certain auteur distinguent deux

types de miellat, le miellat de puceron, et le miellat végétal qui se produit dans les journées chaudes à sécheresse prolongée séparée par des nuits relativement froides et humides (Gonnet, 1982). Le miellat des pucerons est composé généralement des sucres le mélizitose, le glucose, et dextrine et de gommages, de protéines et d'acides aminés, de vitamines tel que la thymine et la biotine, de minéraux et d'acides organiques (acides nitriques et acides maliques) (Kloft, 1968).

#### IV. La morphologie de l'abeille

L'abeille a un poids moyen d'environ 0,1 gramme (AFSSA, 2005). Les abeilles appartiennent au groupe des hyménoptères, avec les fourmis et les guêpes. L'abeille est un insecte, possède six pattes, également deux paires d'ailes reliées par une série de minuscules crochets, un corps divisé en trois parties distinctes : tête, thorax et abdomen (Lambert, 2012).

Il y a trois sortes d'abeilles dans la ruche : les ouvrières, qui sont des femelles non reproductrices, les mâles, pour féconder les reines, et la reine qui est aussi la mère de toute la colonie (Cintas, 2007).

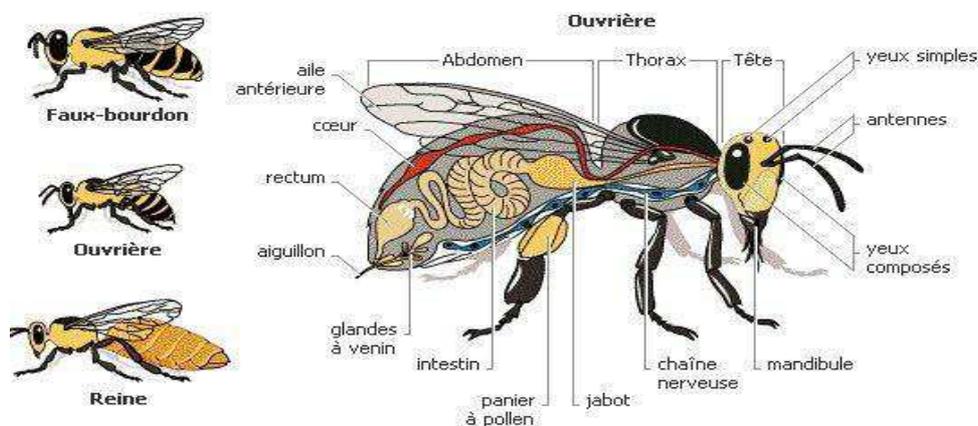


Figure N° 1 : morphologie de l'abeille (Pelletier, 2010).

#### IV.1. Rôle biologique de l'abeille

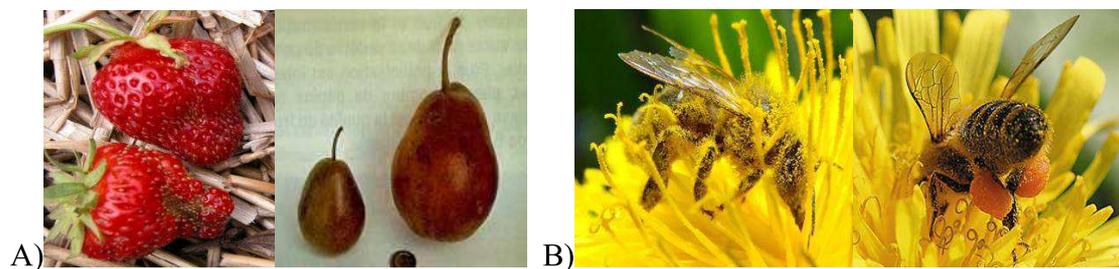
Les abeilles jouent un rôle vital pour les écosystèmes. C'est pourquoi Albert Einstein déclarait "si l'abeille venait à disparaître il ne resterait que quelques années à vivre pour l'être humain" (Laramee, 2007).

##### IV.1.1. Pollinisation

La pollinisation est le transfert du pollen des anthères (la partie mâle de la fleur) aux stigmates (la partie femelle de la fleur). La pollinisation est la méthode de reproduction pour les plantes à fleurs et la façon de créer des fruits pour les arbres fruitiers. Ceux-ci utilisent le pollen provenant des étamines pour transmettre leurs gamètes mâles aux gamètes femelles

localisées dans les stigmates. Le vent est un véhicule utilisé pour certaines fleurs mais ce n'est pas le plus efficace (Louveaux, 1982).

La pollinisation de la plupart, comme les plantes entomophiles, est avantagée par la présence des insectes. Ce type de plante possède des fleurs odorantes aux couleurs vives avec une bonne ration de nectar afin de favoriser l'attirer des pollinisateurs. Cinq grands groupes de plantes cultivées sont concernés par cette forme de pollinisation : les arbres fruitiers (pommier, cerisier, etc.), les petits fruits (fraisier, framboisier, etc.), les oléagineux (tournesol et colza), les légumes (melon, tomate, etc.), les productions de graines et semences (luzerne, trèfle, etc.) et les semences légumières (carotte, oignon, etc.) (Pelletier, 2010).



**Figure N ° 2 :** A) Pollinisation faite par le vent versus par l'abeille. B) la récolte du pollen par l'abeille (Antario 2009, Wikipédia).

#### IV.1.2. Bio-indication

La bio-indication est d'utiliser des organismes vivants (végétaux, insectes ou animaux) pour indiquer la présence de polluants dans l'environnement, Ces organismes, appelés bio-indicateurs, permettent de mesurer naturellement le degré, les effets ainsi que l'étendue de la pollution (Laramee, 2007).

Plusieurs caractéristiques éthologiques et morphologiques font de l'Apis mellifera un détecteur écologique fiable et irréprochable (Porrini et al., 2003). Elle prélève des échantillons dans presque tous les secteurs environnementaux (sol, végétation, eau et air) lors de ces activités de butinage, fournissant ainsi plusieurs indicateurs pour chaque saison.

### IV.2. Fabrication du miel par les abeilles

#### IV.2.1. Transformation du nectar

Une butineuse effectue entre 20 et 50 voyages par jour, chacun demandant environ 15 minutes. Le rayon d'action moyen se situe entre 500 m et 2 km, elle prélève sur les fleurs le nectar, sécrète par des glandes dites nectarifères, présenté sur de nombreuses plantes.

Le changement de la solution sucrée en miel commence déjà lors du voyage, au cours duquel elle est accumulée dans le jabot de l'abeille. C'est dans son tube digestif que s'amorce la longue transformation, des enzymes agissent sur le nectar. Le saccharose sous l'action de l'invertase, se transforme en glucose, fructose, maltose et autres sucres (Bessas, 2008).

#### **IV.2.2. L'emmagasinage**

Les modifications physico-chimiques se poursuivent dès l'arrivée à la ruche. A son retour, la butineuse régurgite, la passe aux ouvrières, qui elles-mêmes la communique à d'autres et ainsi de suite. D'individu en individu, la teneur en eau s'abaisse en même temps que le liquide s'enrichit de sucres gastriques et de substances salivaires : invertase, diastase, et gluco-oxydase. D'autres sucres qui n'ont pas existé au départ sont synthétisés simultanément. La goutte épaisse et déversée ensuite dans une alvéole, d'où l'eau du miel s'évapore (Bessas, 2008).

#### **IV.2.3. Maturation**

La solution sucrée transformée (contenant 50% d'eau) va subir une nouvelle concentration par évaporation, qui se fait sous double influence ; D'abord de la chaleur régnant dans la ruche qui est d'environ 36 °C ; ensuite de la ventilation par le travail des ventileuses qui entretiennent un puissant courant d'air ascendant par un mouvement très rapide de leurs ailes (Bessas, 2008). Dans la ruche, le miel se garde bien, car il est très concentré en sucre. Mais on dit que les abeilles, pour plus de sécurité, injectent dans chaque cellule une gouttelette de venin et celui-ci est un produit conservateur. Quand tout ce travail sera terminé, la cellule pleine du miel sera fermée par un opercule de cire (Bernadette et Roger, 1985).

## **II.1. Composition chimique du miel**

Les principaux constituants chimiques du miel sont proches de ceux du nectar ; l'eau, les glucides (monosaccharides tels que le glucose et le fructose ou polysaccharides tels que le maltose, le saccharose, le mélézitose, l'erlose), les acides organiques (libres ou combinés sous formes de lactones), les protides et les matières minérales. Le miel contient également les enzymes provenant des sécrétions salivaires de l'abeille ; la diastase ou amylase (qui provoque la dégradation de l'amidon en dextrine puis en maltose) et l'invertase (qui provoque la scission du saccharose en fructose et en glucose). On y trouve aussi des vitamines, des arômes, des lipides, du glycérol (résultat d'une fermentation), des grains de pollens, des levures, des grains d'amidon, des spores de champignons, des algues, etc (Rossant et al., 2011). Enfin, le 5-hydroxy-2-méthylfurfural (HMF) est un composant retrouvé systématiquement à l'état de traces dans le miel. Le miel doit, dans la mesure possible, être exempt de matières organiques et inorganiques étrangères à sa composition (particules de cire, résidus ou contaminants) (Jean, 2005).

### **II.1.1. Les éléments majeurs**

#### **II.1.1.1. la teneur eau**

L'humidité du miel favorisant sa fermentation, il ne faut pas que sa teneur en eau dépasse 20% (Laudine, 2010).

#### **II.1.1.2. Les glucides**

Les glucides représentent 95 à 99 % de la matière sèche du miel. C'est-à-dire que l'eau et les sucres ensemble forment la quasi-totalité du miel (Louveaux, 1985).

On trouve des monosaccharides (glucose et fructose) qui représentent 85% à 95% des sucres du miel mais c'est le fructose (lévulose) qui est presque toujours dominant, avec une teneur de 38% du poids du miel, tandis que la teneur en glucose est de 31%. On y trouve également du saccharose (1.5%) et du maltose (7.5%) ainsi que d'autres sucres présents à l'état de traces : isomaltose, turanose, maltulose, leucrose, kojibiose, néotrèhalose, gentiobiose, laminaribiose, mélézitose, erlose, 1-kertose, dextrantriose, raffinose, isopanose, isomaltotétraose, 6-a-glucosylsaccharose, maltotriose, isomaltopentaose, panose, isomaltotriose, 3-a-isomaltosylglucose, centose (Emmanuelle et al., 1996).

### **II.1.2. Les éléments mineurs**

#### **II.1.2.1. Les acides**

Les miels contiennent des acides organiques (dont certains sont volatils), ainsi que des lactones. Leur provenance est diverse ; certains sont issus du nectar directement, d'autres sont

le fruit de réactions enzymatiques et de fermentations. Les acides identifiés dans le miel sont ; l'acide gluconique (constituant acide majoritaire, issu du glucose), les acides butyriques, l'acide acétique, l'acide formique, l'acide lactique, l'acide succinique, l'acide malique et l'acide citrique. L'acidité totale est la somme des acides libres et des lactones. Légalement, elle ne doit pas dépasser 50 milliéquivalents par kg. Pour les miels destinés à l'industrie, la limite tolérée est de 80 milliéquivalents (Décret n°2003-587 du 30 juin 2003).

#### **II.1.2.2. Les protéines**

Les miels convenablement récoltés sont pauvres ou très pauvres en protéines (Khenfer et al., 2001). Ils sont présents en faible quantité dans le miel (0,26 %) et la teneur en azote est négligeable, de l'ordre de 0,041 %. Ils proviennent des nectars, des sécrétions des abeilles et des grains de pollen. Il y'a surtout des peptones, albumines, globulines, nucléoprotéines et tous les acides aminés essentiels comme la proline, la trypsine, l'histidine, l'alanine, la glycine, la méthionine, etc. La proline est le plus abondant des acides aminés du miel. La quantité de proline donne une indication sur la qualité du miel, et elle ne doit pas être inférieure à 183 mg/ kg (Meda et al., 2005).

#### **II.1.2.3. matières minérale**

Les matières minérales ou cendres ont une teneur inférieure à 1% (elle est en général de l'ordre de 0.1%). On y trouve, dans l'ordre d'importance, du potassium, du calcium, du sodium, du magnésium, du cuivre, du manganèse, du chlore, du phosphore, du soufre et du silicium ainsi que plus de trente oligo-éléments. Leur teneur dépend des plantes visitées par les abeilles ainsi que du type de sol sur lequel elles poussent (Emmanuelle, 1996).

#### **II.1.2.4. les enzymes**

De nombreuses enzymes existent dans le miel ; l'invertase, l' $\alpha$ -amylase, la  $\alpha$ -amylase, une catalase. Elles proviennent soit des nectars (origine végétale), soit des sécrétions salivaires des abeilles (origine animale). L'invertase est responsable de l'hydrolyse des disaccharides.

Les amylases transforment l'amidon en glucose. La glucose-oxydase donne de l'acide gluconique et du peroxyde d'hydrogène à partir du glucose.

Ces enzymes étant thermolabiles, leur présence ou leur absence peut servir d'indicateur de surchauffe du miel.

#### **II.1.2.5. Les vitamines**

Le miel contient une quantité infime de vitamines, probablement issues des quelques grains de pollen qu'il renferme (Laudine, 2010 ; Donadieu ,1984). Ajoute qu'il y a un grand nombre de vitamines, dont les quantités loin de pouvoir couvrir les besoins journalières de

l'homme. On trouve essentiellement ; les vitamines B1, B2, B3, B5, B6, et C, et accessoirement (en quantité négligeable) ; les vitamines (A, B8, B9, D, K.).

#### **II.1.2.6. Matières pigmentaires**

Le miel contient des produits pigmentaires qui donnent la couleur au miel et qui n'ont pas encore fait l'objet d'études approfondies (Donadieu, 1984 ; Louveaux, 1985). Ajoute qu'elles sont probables qu'elles appartiennent aux groupes des caroténoïdes et des flavonoïdes. La coloration est une caractéristique physique très importante des miels car elle est en relation avec l'origine florale et la composition, elle va de l'incolore au noir en passant par le blanc, le jaune, le brun ambré et le brun vert, en général les miels d'agrumes sont plus clairs que ceux des forêts (Louveaux, 1985 ; Weiss, 1985 ; Prost, 1987 in Djerd, 2008).

#### **II.1.2.7. Les lipides**

Le miel est pauvre en lipides ; ceux qu'on y trouve sont probablement des microparticules de cire qui échappent à la filtration (Huchet et al., 1996; Louveaux 1985), identifie cependant, des glycérides et des acides gras tels que l'acide palmitique, les acides oléiques et linoléiques.

#### **II.1.2.8. Les substances aromatiques**

Les substances aromatiques ne sont pas importantes quant à leur poids. On dénombre plus de cinquante substances aromatiques qui peuvent permettre l'identification de l'origine des miels, notamment l'antranilate de méthyle, le diacétyl, l'acétaldéhyde, l'acétone et l'isobutyraldéhyde, car elles proviennent presque exclusivement du plant. Depuis quelques années, plusieurs auteurs s'efforcent de trouver des marqueurs de l'origine florale des miels. Certains pensent que les substances aromatiques sont de bons candidats. Dans une publication récente (Sesta et al., 2008) est étudié l'antranilate de méthyle, comme possible facteur caractéristique des miels des plantes du genre Citrus (oranger, citronnier, mandarinier, pamplemoussier, clémentinier, etc.). Ses résultats montrent qu'en réalité cette substance aromatique ne peut pas servir de marqueur pour ces miels unifloraux (Sesta et al., 2008).

## **II.2. Propriété du miel**

Le miel possède plusieurs propriétés, diététiques et thérapeutiques.

### **II.2.1. Les valeurs nutritionnelles du miel**

L'intervention des abeilles dans la transformation du nectar en miel ne se borne pas à l'évaporation de l'eau excédentaire et à la transformation des sucres. Grâce à sa forte teneur en glucides, le miel est en premier lieu un aliment énergétique ; il est particulièrement indiqué en cas de fatigue générale et surtout pour les convalescents. C'est l'aliment idéal des sportifs. Il est souvent utilisé par les sportifs pour sa valeur énergétique ; 310 kCal / 100g. Il est

cependant moins calorique que le sucre (environ 405 kCal / 100g), ce qui en fait un aliment apprécié des diététiciens (Gout, 2009).

## II.2.2. Les propriétés thérapeutiques du miel

Le miel a plusieurs propriétés thérapeutiques (propriétés antiseptiques, antianémiques et antitussives par exemple) (Guarch, 2008 et Chanaud, 2010).

### II.2.2.1. Les propriétés cicatrisantes du miel

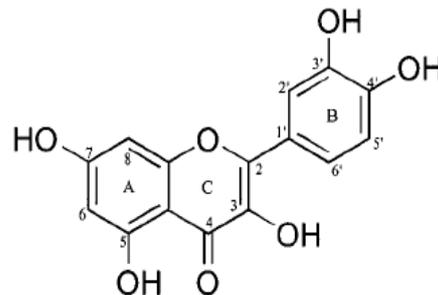
Le miel est reconnu depuis longtemps comme favorisant la cicatrisation des plaies qu'elles soient profondes, étendues, nécrosées, surinfectées (Ndayisaba et al., 1992). Il possède une forte osmolarité qui provoque un "appel" de lymphes et de plasma qui draine les exsudats et favorise l'arrivée massive des cellules entrant dans le processus de cicatrisation (macrophages, Fibroblastes...) (Lusby et al., 2002).

### II.3.2.2. Propriétés antibactériennes du miel

Le miel a été testé sur des souches bactériennes présentant des résistances aux antibiotiques (Cooper et al., 2002). Du fait de sa viscosité, le miel va former une barrière protectrice qui va préserver la zone à traiter de toute surinfection, leur pH est suffisamment acide (entre 3 et 6) pour inhiber le développement de nombreux microorganismes pathogènes, et la production enzymatique de peroxyde d'hydrogène ou inhibine qui sert d'agent "stérilisant" (White, 1962 ; Lusby et al, 2005; Ahmed et al, 2012). Il existe d'autres facteurs antibactériens dans le miel à l'état naturel: les flavonoïdes (Taormina et al, 2001). Les acides phénoliques (Dimitrova et al., 2003 ; Wahdan, 1998 ; Molan, 1999).

### II.3.2.3. L'effet antioxydant

Le miel est riche en flavonoïdes leur importance particulière a été accordée aux propriétés antioxydantes, ils ont la capacité de piéger directement les Radicaux libres (Cotelle, 2001; Lin et Weng, 2006 ; Heim et al, 2002). Il limite aussi la peroxydation des lipides (Gheldof et al., 2002) et notamment du LDL cholestérol.



**Figure N°3 :** Structure générale du noyau des flavonoïdes  
(D'après Heim et al., 2002).

#### **II. 3. 2.4. L'effet anti-inflammatoire**

Le miel a un effet anti inflammatoire par la réduction des œdèmes, les exsudats ainsi que les douleurs engendrés par les lésions cutanées (Abuharfeil et al., 1999).

#### **II. 3. 2.5. L'activité antifongique**

Le miel a une efficacité comparable aux antifongiques soit cutanées soit vaginales (Obaseiki-Eboret al., 1984). et pour traiter les mycoses, les concentrations en miel sont plus élevées que pour obtenir un effet antibactérien (AI-Waili, 2004).

#### **II.3.2.6. L'activité antivirale**

Les Herpès Simplex Virus (HSV) provoquent des lésions très douloureuses soit au niveau labial, soit au niveau génital. Ces virus se "réveillent" plus ou moins fréquemment consécutivement à un traumatisme, certains composants présents dans le miel sont connus pour leurs effets anti-viraux sur l'HSV comme les flavonoïdes, le cuivre (Amoros et al., 1992 ; Sagripanli et al., 1997). Le monoxyde d'azote (NO) jouerait aussi un rôle anti-viral (Torre, 2002).

#### **II.3.2.7. L'activité antifongique**

Asadi-Pooya et al., (2003), ont démontré que la croissance des mycobactéries était inhibée lorsque l'on ajoute du miel (à des concentrations de 10% à 20%) au milieu de culture.

#### **II.3.2.8. Effet anti-néoplasique**

Le miel inhibe in vitro la croissance des cellules cancéreuses, il semble capable de provoquer l'apoptose des cellules cancéreuses (Swellam et al., 2003).

### **III.1. La contamination chimique**

L'abeille est en contact permanent avec notre environnement naturel. Celui-ci est pollué par différentes émissions issues essentiellement de l'activité humaine (Fleche et al., 1997). Trois types d'agents de contamination sont contrôlés ; les pesticides, les produits de traitement des colonies et les métaux lourds.

#### **III.1.1. Les pesticides**

Les pesticides les plus fréquemment recherchés dans le miel sont les organochlorés, les organophosphorés et les carbamates (Laudine, 2010).

D'après Bogdanov, (2006), la plupart des pesticides retrouvés dans les miels sont des organochlorés. La plupart des valeurs obtenues sont inférieures à 0,5 mg/kg. Par rapport aux autres aliments, le miel ne participe que de manière minime à la dose journalière admissible de pesticides ingérée.

#### **III.1.2. Traitement des ruches**

Les principaux contaminants humains ont lieu lors du traitement des ruches pour lutter contre les maladies des abeilles, les principales étant la varroase l'agent responsable est *Varroa jacobsoni*, la loque américaine l'agent responsable de cette maladie est *Bacillus* et la loque européenne l'agent responsable de cette maladie est *Melissococcus pluton* (Laudine, 2010).

Les apiculteurs, pris au dépourvu, s'autorisaient quelques dérives et recettes personnalisées plus ou moins douteuses pour combattre ces maladies, et étaient tentés d'utiliser des substances interdites telles que la fumagiline pour traiter la nosérose ou l'oxytétracycline pour traiter la loque américaine. Cela explique que des résidus d'antibiotiques sont parfois retrouvés dans le miel (Faucon et al., 2002).

#### **III.1.3. Résidus de métaux lourds**

Les métaux lourds issus de l'industrie et des transports polluent l'air, l'eau et le sol. Si les ruches se situent à proximité d'une zone polluée, le miel risque de contenir des résidus de ces métaux, notamment du plomb et du cadmium. A l'heure actuelle, aucune LMR n'a encore été fixée pour les métaux lourds (Laudine, 2010).

Les résultats d'analyses montrent que le miel est relativement peu contaminé, contrairement aux abeilles. Là aussi, certains auteurs pensent que l'abeille filtre les métaux lourds de l'environnement (Devillers et Pham-delegue, 2002). Et qu'elles peuvent, elles et leurs produits, servir de bio-indicateurs pour une contamination par des métaux lourds dans

un rayon de 3 km autour de la ruche (Bromenshenk et al., 1991; Devillers et Pham-Delegue, 2002).

Il faut toutefois rester prudent quant à l'interprétation de ces résultats car les métaux lourds peuvent également contaminer le miel au cours de son extraction ou de sa conservation. D'après (Flamini, 1986). l'analyse des métaux lourds est réalisée par spectrophotométrie d'absorption atomique.

### **III.1.3.1. Définition des métaux lourds**

D'un point de vue purement chimique, les éléments de la classification périodique formant des cations en solution sont des métaux.

D'un point de vue physique, le terme « métaux lourds » désigne les éléments métalliques naturels, métaux ou dans certains cas métalloïdes (environ 65 éléments), caractérisés par une forte masse volumique supérieure à  $5 \text{ g.cm}^3$  (Adriano, 2001).

D'un autre point de vue biologique, on en distingue deux types en fonction de leurs effets physiologiques et toxiques ; métaux essentiels et métaux toxiques.

Les métaux essentiels sont des éléments indispensables à l'état de trace pour de nombreux processus cellulaires et qui se trouvent en proportion très faible dans les tissus biologiques. Certains peuvent devenir toxiques lorsque la concentration dépasse un certain seuil. C'est le cas du cuivre (Cu), du nickel (Ni), du zinc (Zn), du fer (Fe). Par exemple, le zinc (Zn), à la concentration du milli molaire, est un oligo-élément qui intervient dans de nombreuses réactions enzymatiques (déshydrogénases, protéinase, peptidase) et joue un rôle important dans le métabolisme des protéines, des glucides et des lipides (Kabata-Pendias et al., 2001).

Les métaux toxiques ont un caractère polluant avec des effets toxiques pour les organismes vivants même à faible concentration. Ils n'ont aucun effet bénéfique connu pour la cellule. C'est le cas du plomb (Pb), du mercure (Hg), du cadmium (Cd).

### **III.1.3.2. Les caractéristiques des métaux lourds**

Les caractéristiques chimiques du plomb du cadmium et du mercure sont présentées dans le tableau :

**Tableau N °01** : Les caractéristiques chimiques du plomb, du cadmium, du zinc, du fer.

	<b>Plomb</b>	<b>Cadmium</b>	<b>Fer</b>	<b>Zinc</b>
<b>Masse atomique</b>	<b>270</b>	<b>112</b>	<b>55,845</b>	<b>65,409</b>
<b>Masse volumique (g/ cm<sup>3</sup>)</b>	<b>11.35</b>	<b>8.6</b>	<b>7,874</b>	<b>7. 15</b>
<b>Température de fusion (°C)</b>	<b>327</b>	<b>320.9</b>	<b>1 535</b>	<b>419,5</b>
<b>Température d'ébullition (°C)</b>	<b>1.740</b>	<b>765</b>	<b>2 750</b>	<b>907</b>
<b>Symbole chimique</b>	<b>Pb</b>	<b>Cd</b>	<b>Fe</b>	<b>Zn</b>
<b>Minerai d'origine</b>	<b>Galène</b>	<b>Scories du zinc</b>	<b>le sulfure de zinc</b>	<b>Roches</b>

### III.1.3.3. Exposition de l'abeille aux métaux lourds

Le corps de l'abeille est en grande partie recouvert de poils qui capturent les matières et autres substances qu'elle rencontre en vol. Elle est hautement sensible à la plupart des antiparasitaires qui peuvent être présents en cas d'épandage inapproprié dans l'environnement (par exemple durant la floraison, en présence de flore spontanée, en présence de vent, etc.) (Roévros et al, 2004). Les résidus qu'on peut retrouver sur le corps des abeilles ou dans les produits de la ruche, ou encore en présence des métaux lourds qu'il est possible de détecter par des analyses de laboratoire (Sabatini, 2005).

Les butineuses, qui constituent à peu près 10% de toute la ruche, sont infatigables dans leur activité de récolte de différentes substances (nectar, pollen, miellat et eau) dans tous les milieux (terrain, végétation, eau et air) (Roévros et al., 2004). Pendant leurs voyages, sur une superficie qui peut atteindre 7 km<sup>2</sup>, les abeilles récoltent les substances potentiellement polluées et interceptent sur leur corps des particules aérodispersées (Sabatini, 2005).

### III.1.3.4. L'effet toxique des Métaux lourds sur la santé humaine

#### a) Plomb (Pb)

Les effets sur le cerveau sont très importants, en particulier sur le développement neurologique des enfants. C'est surtout le développement de l'intelligence qui est considérablement entravé. Dans les os, l'empoisonnement au plomb provoque un désordre de la production sanguine. Il engendre donc leucémies, anémies, lymphomes, toutes les tumeurs du système hématopoïétique (Reichel et al., 2010).

**Absorption**

Les composés du plomb sont surtout absorbés dans les poumons (jusqu'à 70% sous forme d'aérosols) et dans le tube digestif (8%) (Reichelet al., 2010).

**Toxicité aiguë**

Lors d'une intoxication au plomb, les premiers symptômes cliniques se manifestent à partir d'une plombémie de 1µg/ml. La toxicité due au Pb se caractérise par l'apparition de coliques saturniques importantes, de signes neurologiques, d'insomnie, d'apathie, de stupeur, d'agressivité, d'ataxie, de ralentissement de la conduction nerveuse, de monoparésie et de monoplégie brachiales, etc. (Reichel et al., 2010).

**Toxicité chronique**

Elle se caractérise par l'apparition d'une anémie, d'un ictère, d'un liseré au plomb au niveau des gencives (Les Bords des gencives se colorent en gris-noirâtre) d'une anorexie, de gastralgies, etc. sous l'effet d'une mobilisation spontanée du plomb stocké dans le squelette (provoquée par des phénomènes qui aboutissent à la dégradation des os)

L'inhibition de la caprogénase et de la ferrochélatase entraîne une augmentation de la coproporphyrine III dans les urines (colorant brun qui colore la peau témoignant de l'apparition de l'ictère) et de la protoporphyrine IX dans les érythrocytes. Le blocage de l'insertion de fer conduit en fin à une anémie hypochrome microcytaire (Reichel et al., 2010).

**b) Cadmium (Cd)**

Le cadmium est un polluant extrêmement toxique (Godt et al., 2006). Quelle que soit son origine, le cadmium présent dans le sol ne se décompose ni par voie chimique, ni par voie biologique. Il est accumulé dans les strates superficielles des sols et peut être entraîné par les eaux de ruissellement pour atteindre les nappes phréatiques profondes. Dans le cas d'une accumulation de cadmium dans les strates superficielles des sols, il peut être absorbé par les plantes, ce qui représente un problème majeur pour la santé humaine. Une exposition au cadmium entraîne un grand nombre d'effets nocifs, les lésions rénales et le cancer figurant parmi les plus graves (Godt et al., 2006).

**Absorption**

Les composés contenant du cadmium sont absorbés par inhalation dans les poumons (jusqu'à 50% sous forme d'aérosols) ou par ingestion dans le tube digestif (jusqu'à 5% selon la composition alimentaire) (Reichel et al., 2010).

**Toxicité aiguë**

En cas d'inhalation de composés du Cd les premiers signes cliniques sont : la toux, des maux de tête et de la fièvre. Après un temps de latence de 24 heures, se développe une

pneumopathie clinique avec œdème pulmonaire et insuffisance. Chez l'homme, la dose l'étaile liée à une inhalation est de  $6 \text{ mg/m}^3$  8h. Lors d'une ingestion de Cd, on observe des vomissements et l'apparition de diarrhées (Reichel et al., 2010).

### **Toxicité chronique**

Elle se caractérise par la formation d'un liseré de Cd au niveau du collet dentaire, par un début de dégénérescence des muqueuses nasopharynx âgées, avec hyposmie et anosmie, par un emphysème et par de graves lésions rénales. (Reichel et al., 2010).

### **c) Mercure (Hg)**

Hg puis les composés du mercure sont aujourd'hui utilisés en électrotechnique, dans les unités de production du chlore et des lessives alcalines, comme catalyseurs, comme phytosanitaires, et comme antiseptiques en médecine, ainsi que dans les amalgames dentaires. Du mercure peut être libéré au-dessus des centres de crémation. L'Hg existe avec les nombres d'oxydation : 0, +1 et +2.021. (Reichel et al., 2010).

### **Absorption**

Les voies de pénétration du mercure sont l'inhalation (de vapeurs), l'ingestion et l'absorption percutanée. Elles dépendent de la forme chimique du mercure.

### **Inhalation**

Les vapeurs provenant du mercure (mercure métal) ou du diméthylmercure, grâce à leur liposolubilité, diffusent facilement à travers la membrane des alvéoles pulmonaires et passent dans le sang : l'absorption est d'environ 80%.

Il semble qu'une partie des vapeurs peut traverser la cavité nasale et remonter jusqu'aux bulbes olfactifs, puis gagner le système nerveux central (cerveau, hypothalamus, et surtout hypophyse) par migration axonale (Reichel et al., 2010).

### **Ingestion**

L'absorption après ingestion du cation méthylmercure est de 90% à 100% au niveau du tractus intestinal.

Une partie des vapeurs est avalée et absorbée par le tractus gastro-intestinal, mais cette absorption digestive est très faible : moins de 0,01 L'absorption digestive des ions mercuriques est d'environ 5 à 10% (Reichel et al., 2010).

### **Absorption percutanée**

Certains composés organomercuriques ainsi que le mercure métallique peuvent traverser la peau mais les accidents sont plus rares. Ainsi une chimiste américaine est morte en 1996 après absorption à travers un gant en latex et la peau de quelques gouttes de diméthylmercure (Picot et Proust, 1998).

**Toxicité aigüe**

Une action de Hg° à des concentrations élevées (1 à 3 mg/m<sup>3</sup>) pendant une courte période (1 à 3 heures) conduit à des manifestations d'intoxication aigüe dont les signes cliniques sont ceux d'une pneumopathie (Reichel et al., 2010).

**Toxicité chronique**

Lors de longues expositions répétées à l'Hg° (0,1 à 0,2), on observe des tremblements, de l'érythème mercuriel, une hypersialorrhée, des stomatites et gingivites, un goût de métal en bouche (Reichel et al., 2010).

**III.2. La contamination microbiologique**

Les micro-organismes qui peuvent être rencontrés dans les produits de la ruche ont deux origines différentes ; une flore habituelle, mésophile, mycélienne et un microbisme occasionnel (Fleche et al., 1997). Un certain nombre de micro-organismes peuvent être répertoriés dans le miel. Cette présence s'explique par une contamination via les pollens, le contenu digestif des abeilles, la poussière, l'air, les fleurs... .

En effet, les intestins des abeilles contiennent 1% de levures, 27% de bactéries Gram+ et 70% de bactéries diverses dont les Gram-. L'autre source de contamination du miel est constituée par l'Homme, les équipements, les récipients, l'atmosphère lors de la récolte et du conditionnement (Irlande, 2010).

Ces microorganismes ramenés dans la colonie peuvent se retrouver sur les rayons et les parois de la ruche.

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

**III.2.1. La flore mésophile totale**

Introduite par les abeilles, elle est sans conséquence pour le consommateur et n'a pas d'action néfaste sur le miel. Elle fait partie de l'environnement et se constitue presque exclusivement de Bacillus, souvent à l'état de spores (Fleche et al., 1997).

**III.2.2. La flore mycélienne et les levures banales :**

Les champignons filamenteux du genre Aspergillus sont rares et se trouvent à l'état dormant (spores). Le miel étant un milieu pauvre en protides, leur activité métabolique n'est pas favorisée (Fleche et al., 1997).

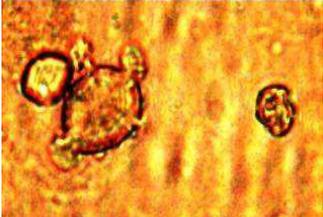
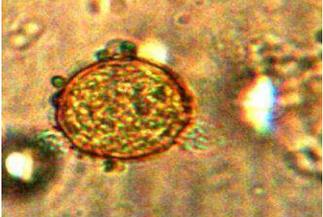
**III.2.3. Les levures osmophiles :**

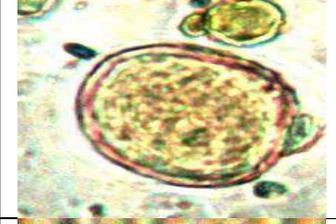
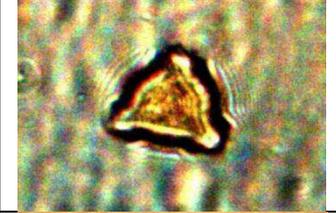
Ce sont des organismes glucidophiles inféodés à la végétation et capables de se développer sur des milieux possédant une pression osmotique élevée. Leur recherche est très importantes car les levures du genre Saccharomyces sont des agents de la fermentation qui

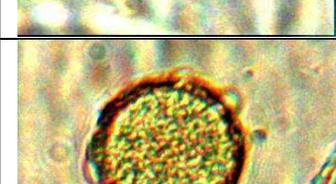
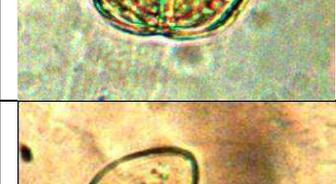
altèrent les miels et modifient leur conservation. Ces levures proviennent des pollens et des pattes, langues et jabots des abeilles, contaminés au contact des nectaires floraux et éventuellement des fruits mûrs ; elles risquent de provoquer une fermentation, surtout si le taux d'humidité est important (Fleche et al., 1997).

#### **III.2.4. Les germes témoins de contamination entérique :**

Les coliformes et *Escherichia coli*, les salmonelles dont l'absence est impérative et enfin les anaérobies sulfite-réducteurs (comme *Clostridium perfringens*). Ces germes peuvent contaminer le miel, la gelée royale, le pollen au cours des manipulations nécessaires au conditionnement, effectuées dans de mauvaises conditions hygiéniques (Fleche et al., 1997).

Grains des pollens	Caractéristiques	Plantes
	<p>Zinnia acerosa</p>	
	<p>Artemisia frigida Willd.</p>	
	<p>Licania hypoleuca</p>	
	<p>Trèfle violet</p>	
	<p>Le pin</p>	
	<p>Chicorée sauvage</p>	
	<p>Eucalyptus fibrosa</p>	

	<p>Fabaceae (Mimosoideae) <i>Acacia aroma</i></p>	
	<p><i>Phleum pratense</i> L.</p>	
	<p>Bouleau</p>	
	<p><i>Exellodendron coriaceum</i> Chrysobalanceae</p>	
	<p>Melastomataceae <i>Miconia chamissois</i></p>	
	<p>Asteraceae <i>Lessingianthus adenophylles</i></p>	
	<p>Fabaceae Mimosoideae</p>	
	<p>Cyperaceae</p>	

	<p>Lierre Heera helix L</p>	
	<p>Achillea sp</p>	
	<p>Helianthus annuus L.</p>	
	<p>Chenopodium album L.</p>	
	<p>Myrtaceae</p>	
	<p>Trifolium sp</p>	
	<p>Euphorbiaceae</p>	
	<p>Vicia sp</p>	

**Tableau (1) : la table de de Chataway, (1935)**

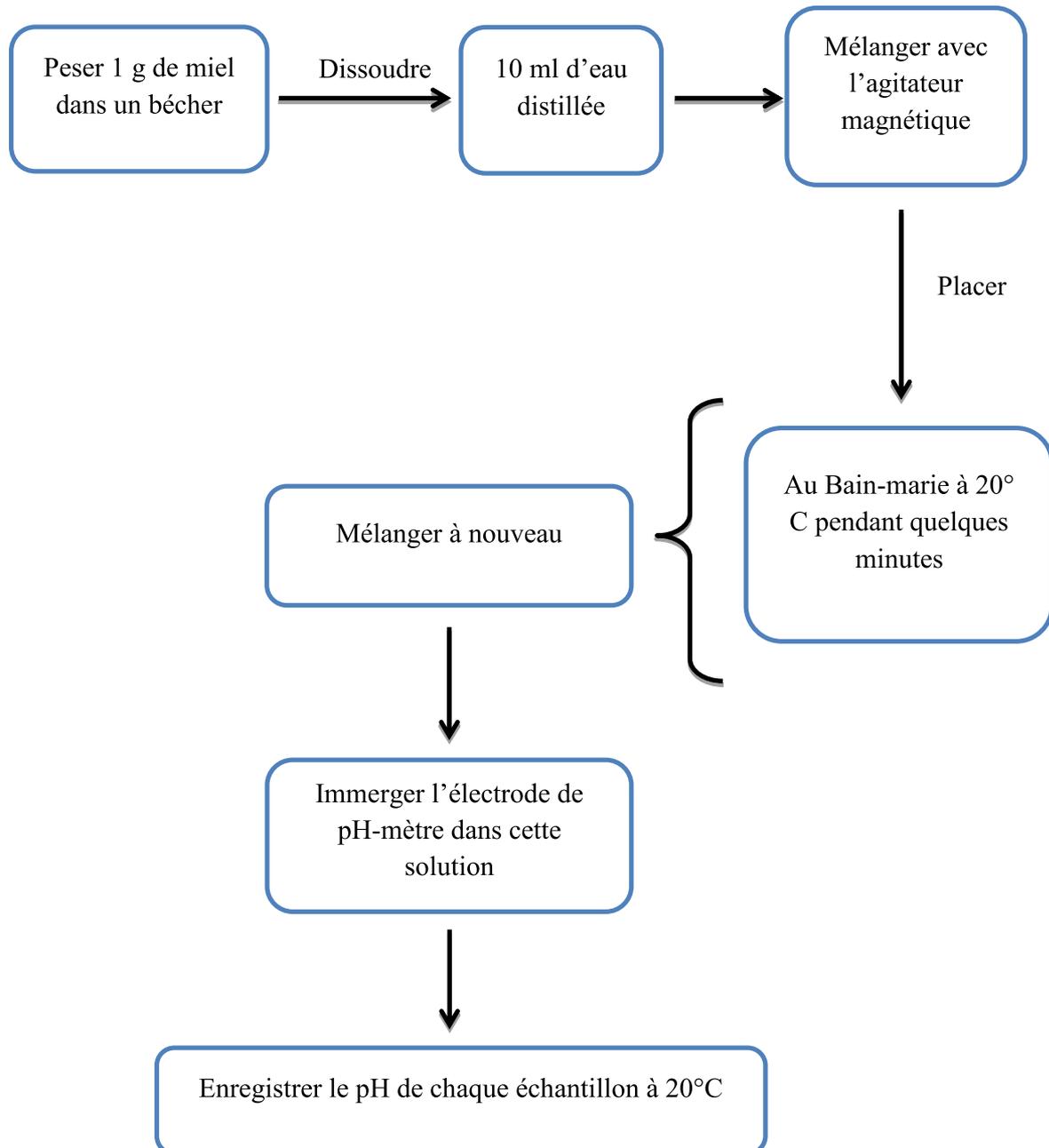
Teneur en eau	Indice de réfraction (IR)	Teneur en eau	Indice de réfraction (IR)	Teneur en eau	Indice de réfraction (IR)
<b>g/ 100g</b>	<b>20 °C</b>	<b>g/ 100g</b>	<b>20 °C</b>	<b>g/ 100g</b>	<b>20 °C</b>
<b>13.0</b>	1.5044	<b>17.0</b>	1.4940	<b>21.0</b>	1.4840
<b>13.2</b>	1.5038	<b>17.2</b>	1.4935	<b>21.2</b>	1.4835
<b>13.4</b>	1.5033	<b>17.4</b>	1.4930	<b>21.4</b>	1.4830
<b>13.6</b>	1.5028	<b>17.6</b>	1.4925	<b>21.6</b>	1.4825
<b>13.8</b>	1.5023	<b>17.8</b>	1.4920	<b>21.8</b>	1.4820
<b>14.0</b>	1.5018	<b>18.0</b>	1.4915	<b>22.0</b>	1.4815
<b>14.2</b>	1.5012	<b>18.2</b>	1.4910	<b>22.2</b>	1.4810
<b>14.4</b>	1.5007	<b>18.4</b>	1.4905	<b>22.4</b>	1.4805
<b>14.6</b>	1.5002	<b>18.6</b>	1.4900	<b>22.6</b>	1.4800
<b>14.8</b>	1.4997	<b>18.8</b>	1.4895	<b>22.8</b>	1.4795
<b>15.0</b>	1.4992	<b>19.0</b>	1.4890	<b>23.0</b>	1.4790
<b>15.2</b>	1.4987	<b>19.2</b>	1.4885	<b>23.2</b>	1.4785
<b>15.4</b>	1.4982	<b>19.4</b>	1.4880	<b>23.4</b>	1.4780
<b>15.6</b>	1.4976	<b>19.6</b>	1.4875	<b>23.6</b>	1.4775
<b>15.8</b>	1.4971	<b>19.8</b>	1.4870	<b>23.8</b>	1.4770
<b>16.0</b>	1.4966	<b>20.0</b>	1.4865	<b>24.0</b>	1.4765
<b>16.2</b>	1.4961	<b>20.2</b>	1.4860	<b>24.2</b>	1.4760
<b>16.4</b>	1.4956	<b>20.4</b>	1.4855	<b>24.4</b>	1.4755
<b>16.6</b>	1.4951	<b>20.6</b>	1.4850	<b>24.6</b>	1.4750
<b>16.8</b>	1.4946	<b>20.8</b>	1.4845	<b>24.8</b>	1.4745
				<b>25.0</b>	1.4740

**Tableau (2) : Table de Mac-Grady**

<b>Nombre caractéristique</b>	<b>Nombre de micro-organisme</b>	<b>Nombre caractéristique</b>	<b>Nombre de micro-organisme</b>
000	0.0	223	4.0
001	0.3	230	3.0
010	0.3	231	3.5
011	0.6	232	4.0
020	0.6	300	2.5
100	0.4	301	4.0
101	0.7	302	6.5
102	1.1	310	4.5
110	0.7	311	7.5
111	1.1	312	11.5
120	1.1	313	16.5
121	1.5	320	9.5
130	1.6	321	15.0
200	0.9	322	20.0
201	1.4	323	30.0
202	2.0	330	25.0
210	1.5	331	45.0
211	2.0	332	110.0
212	3.0	333	140.0
220	2.0		
221	3.0		
222	3.5		

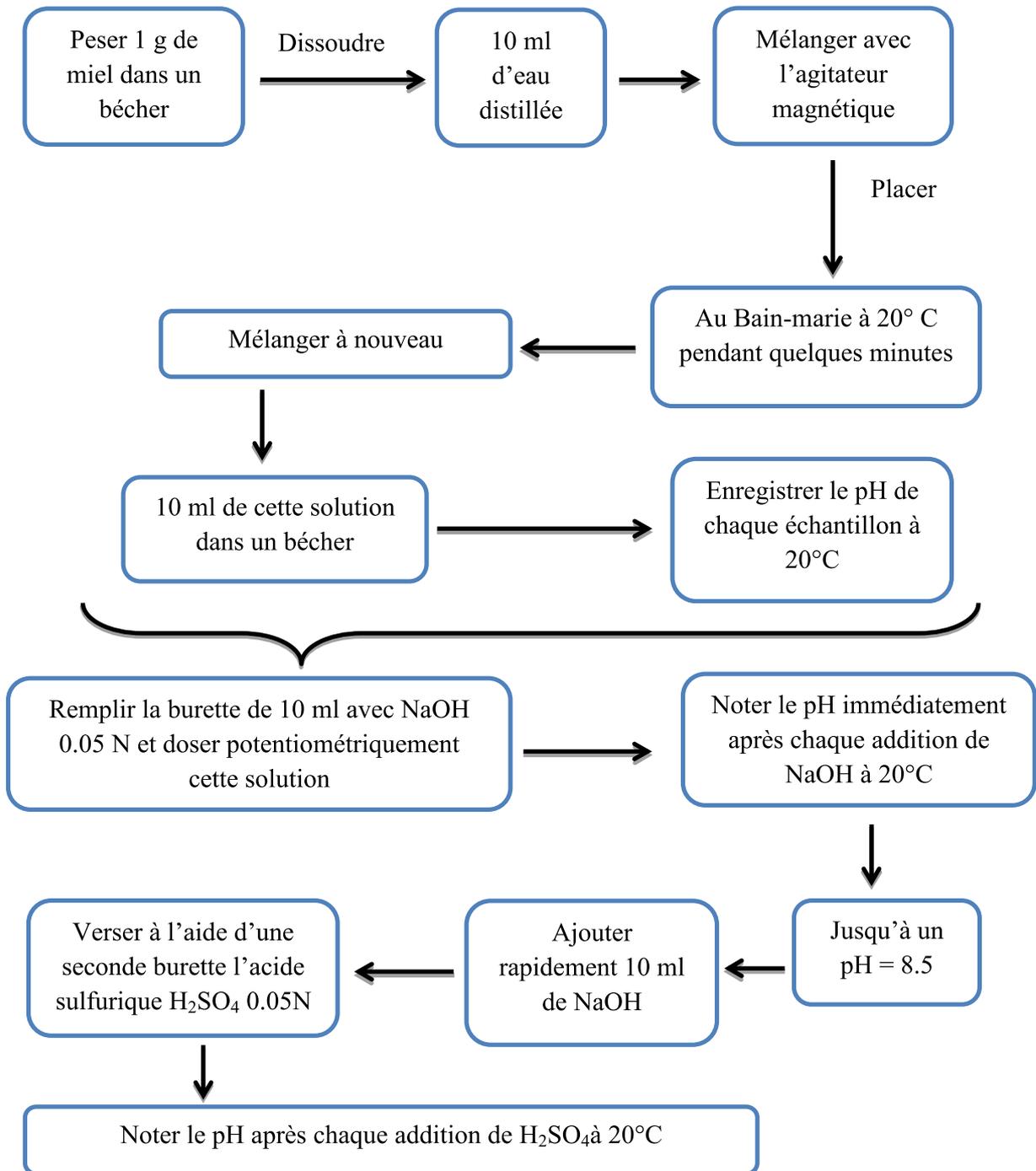
<b>Guide Pratique</b>	<b>Mode opératoire /Enregistrement</b>	
	<b>La détermination des paramètres physico- chimiques du Miel.</b> <b>Partie 1 : Détermination de pH</b>	

## 1. Mode opératoire



<b>Guide Pratique</b>	<b>Mode opératoire /Enregistrement</b>	
	<b>La détermination des paramètres physico- chimiques du Miel.</b> <b>Partie 2 : <i>Détermination de l'acidité</i></b>	

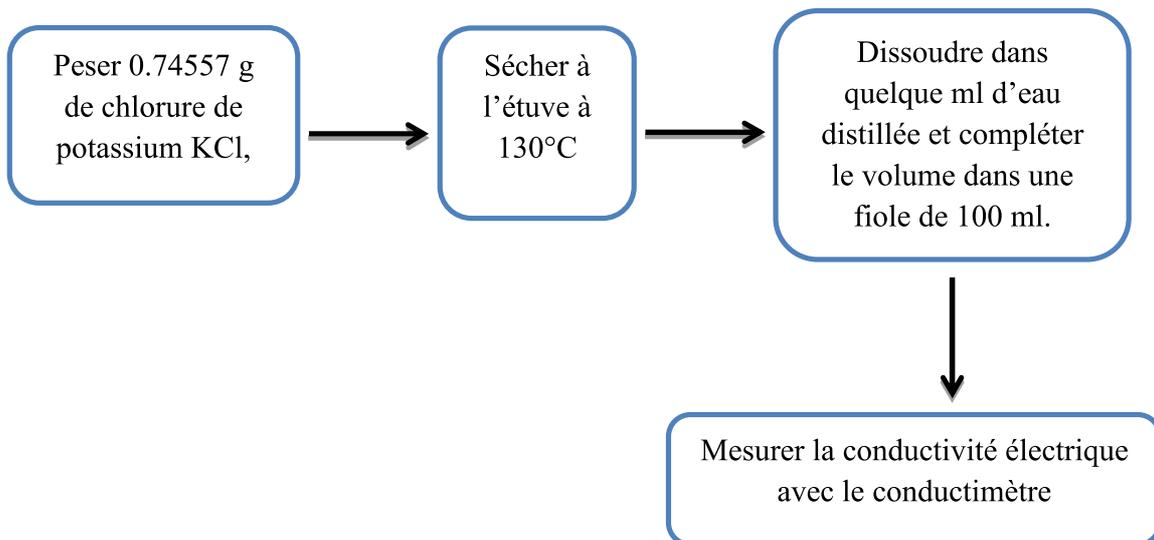
**Mode opératoire**



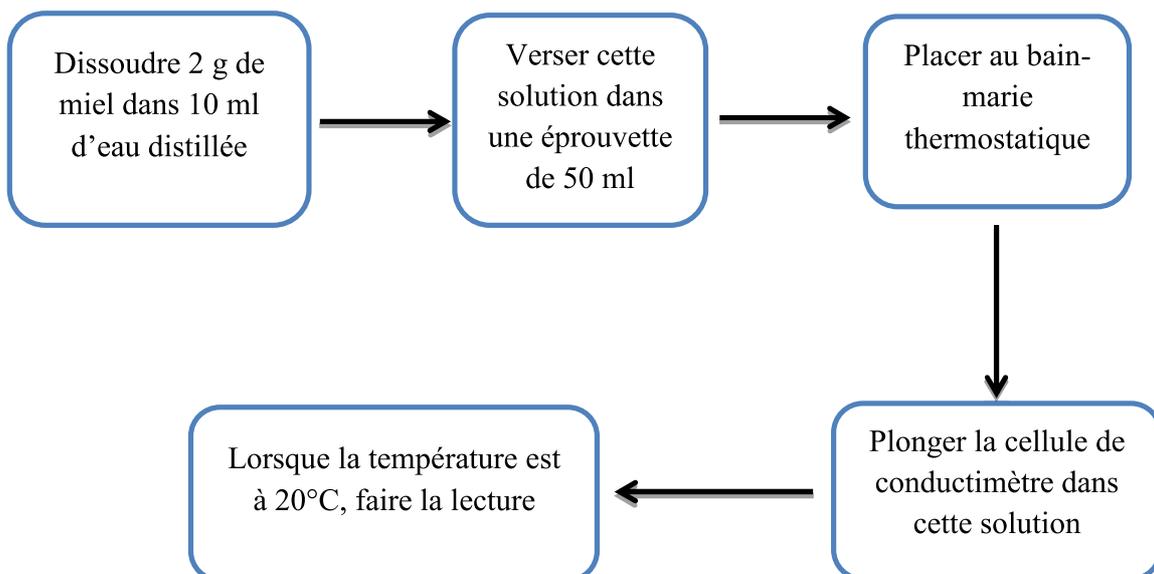
<b>Guide Pratique</b>	<b>Mode opératoire /Enregistrement</b>	
	<b>La détermination des paramètres physico- chimiques du Miel.</b> <b>Partie 1 : Détermination de la conductivité électrique à 20°C</b>	

**Mode opératoire :**

**1. Calibrage de conductimètre**

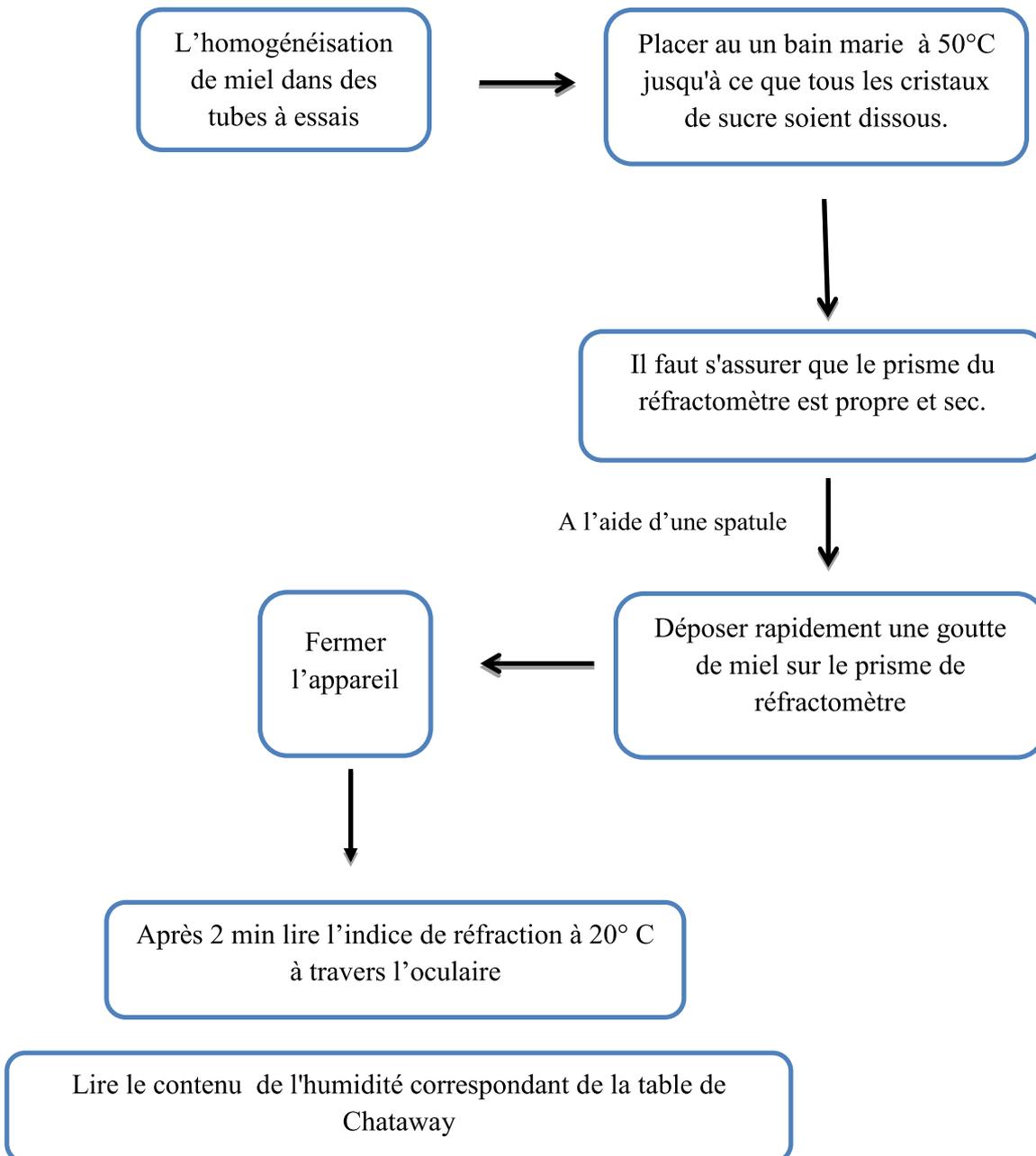


**2. Préparation des échantillons**



<b>Guide Pratique</b>	<b>Mode opératoire /Enregistrement</b>	
	<b>La détermination des paramètres physico- chimiques du Miel.</b> <b>Partie 1 : Détermination de la teneur en eau</b>	

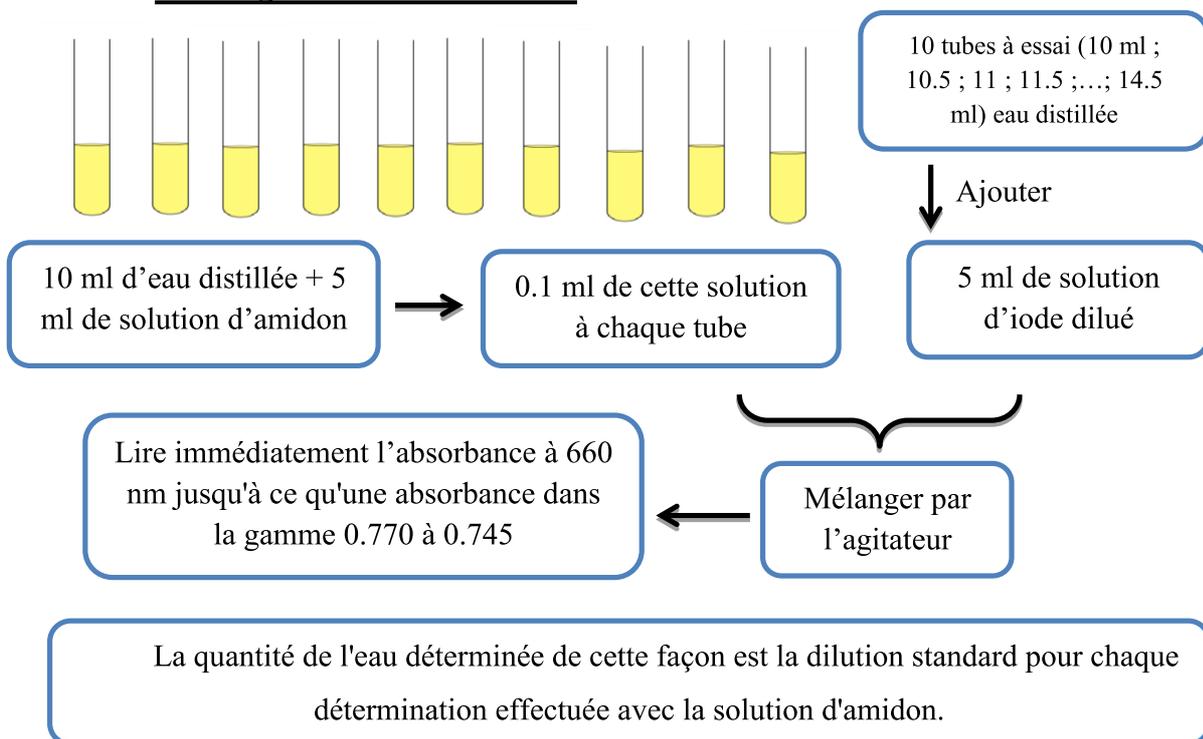
**Mode opératoire :**



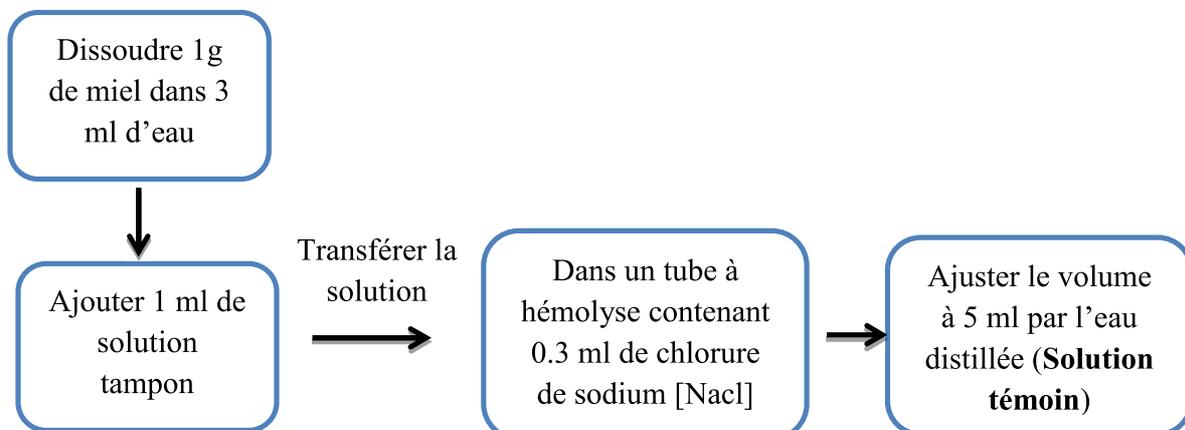
Guide Pratique	Mode opératoire /Enregistrement	
	<b>La détermination des paramètres physico-chimiques du Miel.</b> <b>Partie 1 : <i>Détermination de l'activité de l'activité diastasique</i></b>	

**Mode opératoire :**

**a. Calibrage de solution d'amidon**

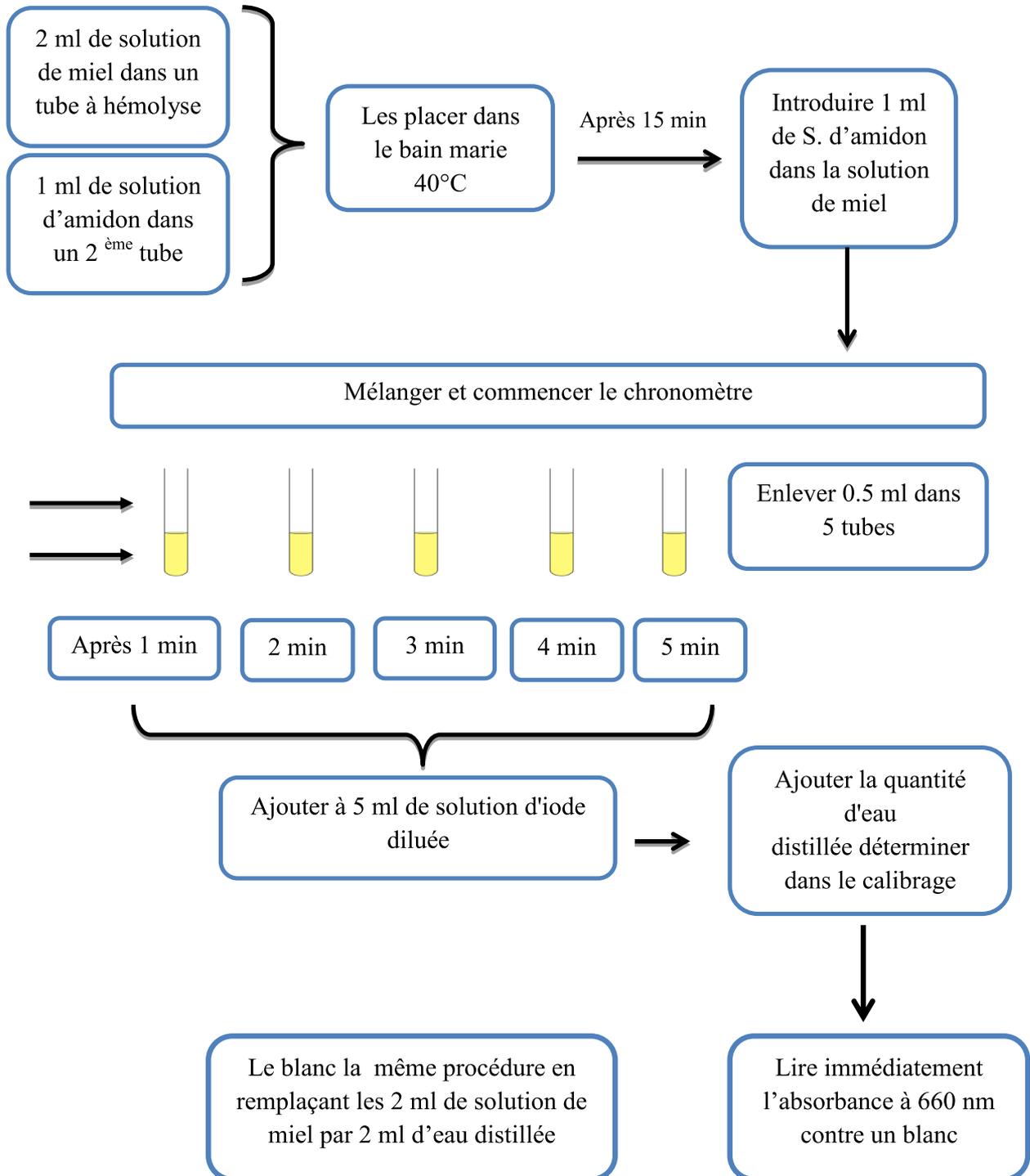


**b. Préparation des échantillons d'essai**



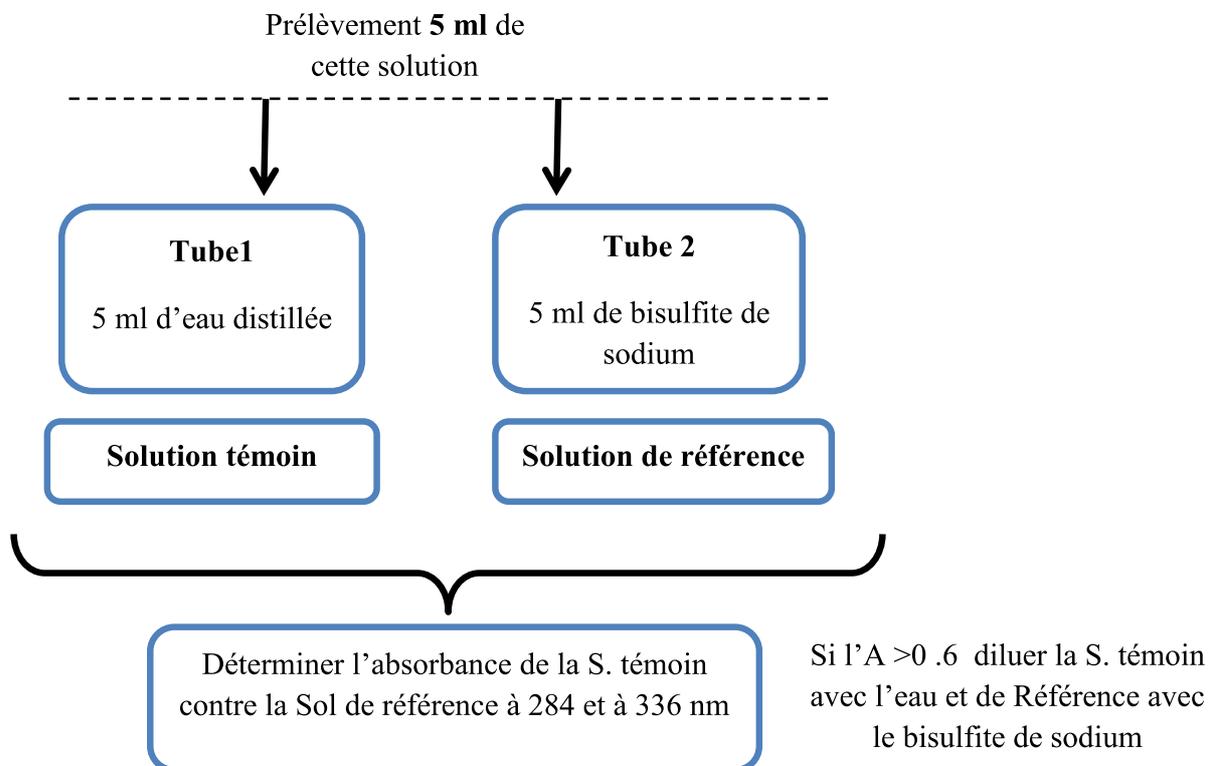
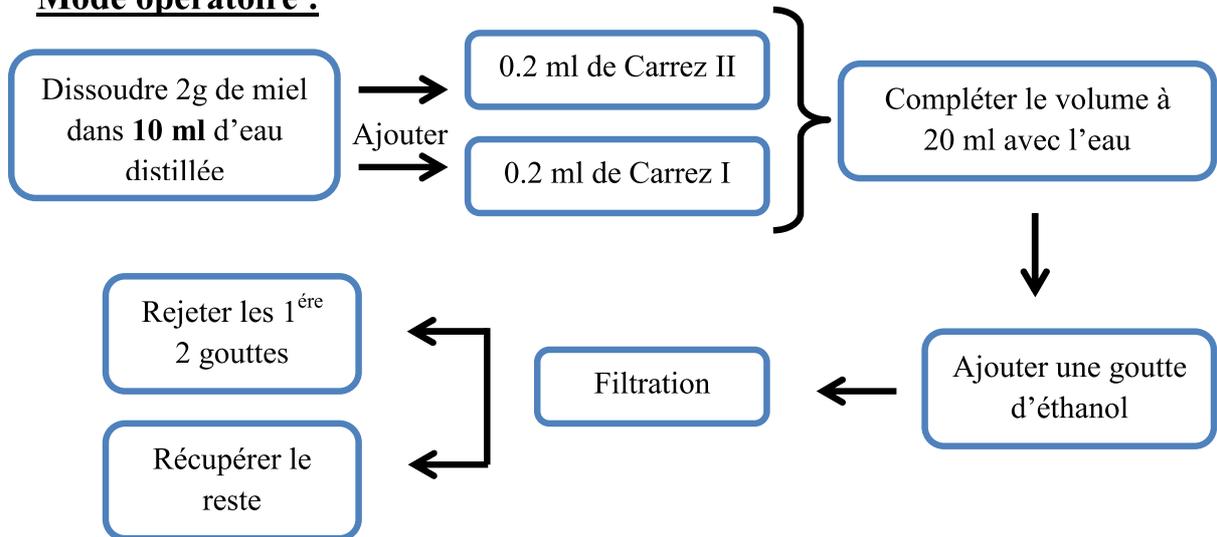
Sans chauffage

**c. Préparation des échantillons d'essai (solution témoin)**



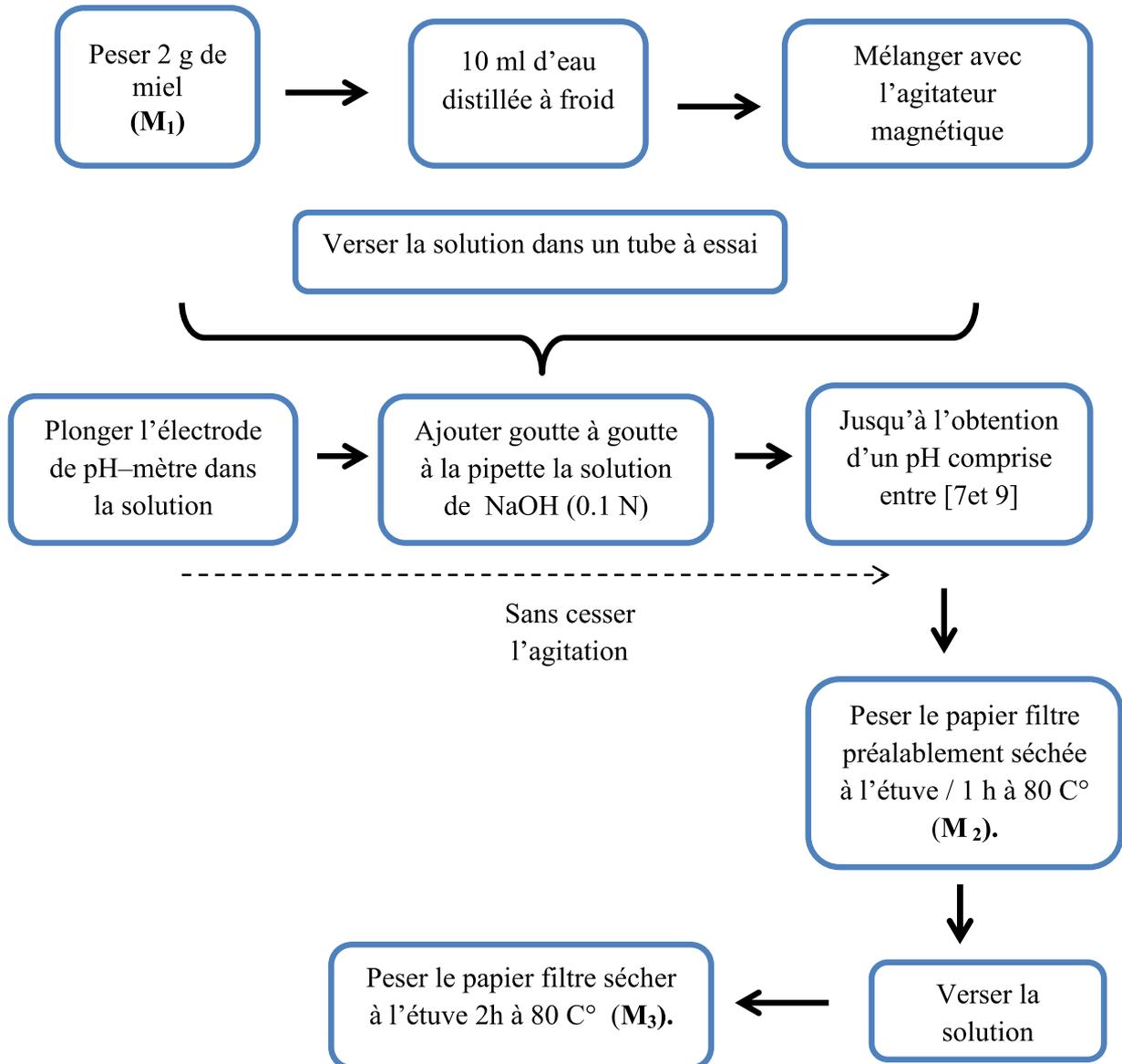
<b>Guide Pratique</b>	<b>Mode opératoire /Enregistrement</b>	
	<b>La détermination des paramètres physico- chimiques du Miel.</b> <b>Partie 1 : <i>Détermination de l'hydroxyméthylfurfural</i></b>	

**Mode opératoire :**



<b>Guide Pratique</b>	<b>Mode opératoire /Enregistrement</b>	
	<b>La détermination des paramètres physico-chimiques du Miel.</b> <b>Partie 1 : Détermination de la matière insoluble dans l'eau</b>	

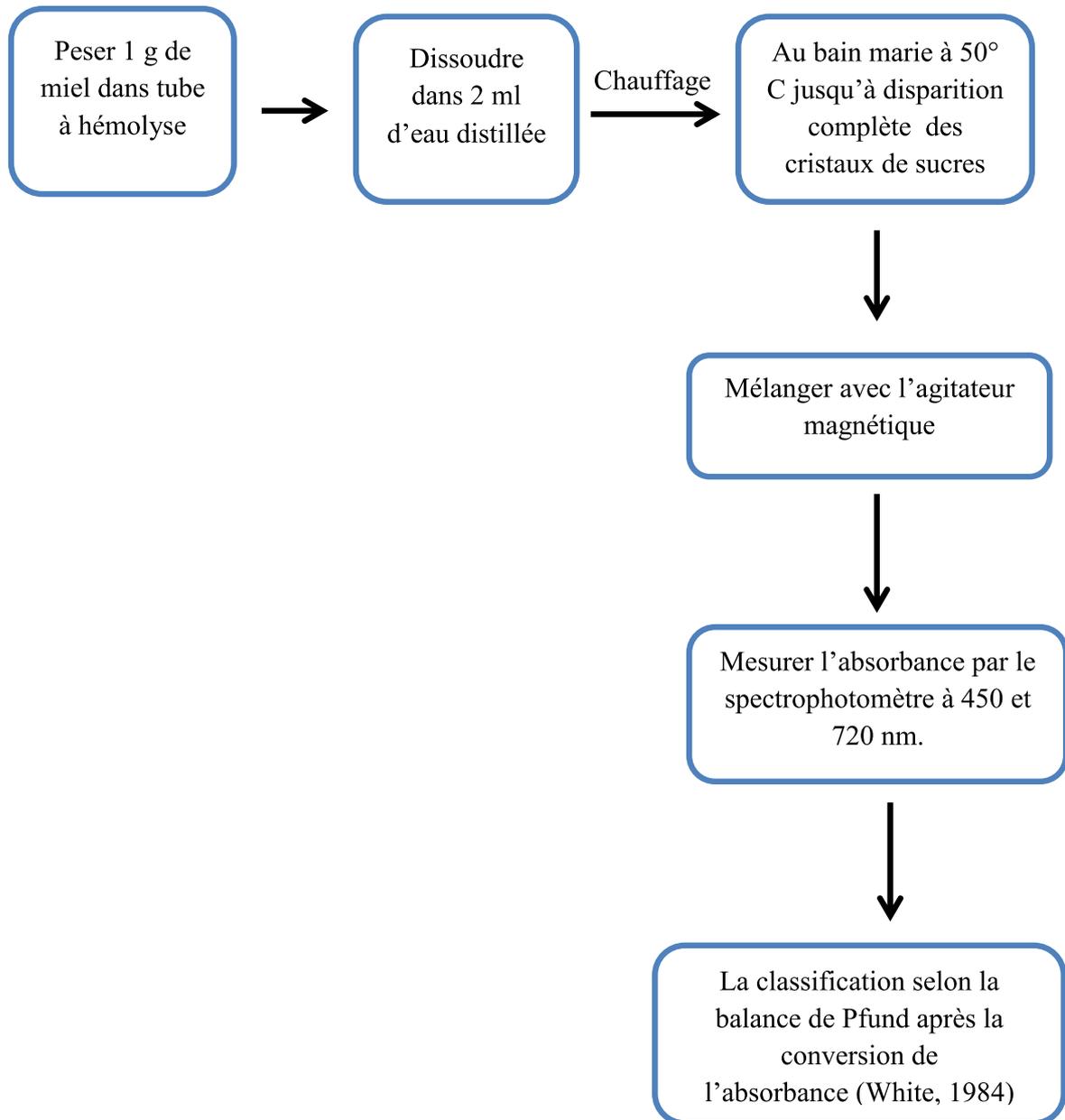
**Mode opératoire :**



$$\% \text{ de Matière insoluble en mg/100g} = \frac{M_3 - M_2}{M_1} \times 100$$

<b>Guide Pratique</b>	<b>Mode opératoire /Enregistrement</b>	
	<b>La détermination des paramètres physico-chimiques du Miel.</b> <b>Partie 1 : Détermination de la couleur du miel</b>	

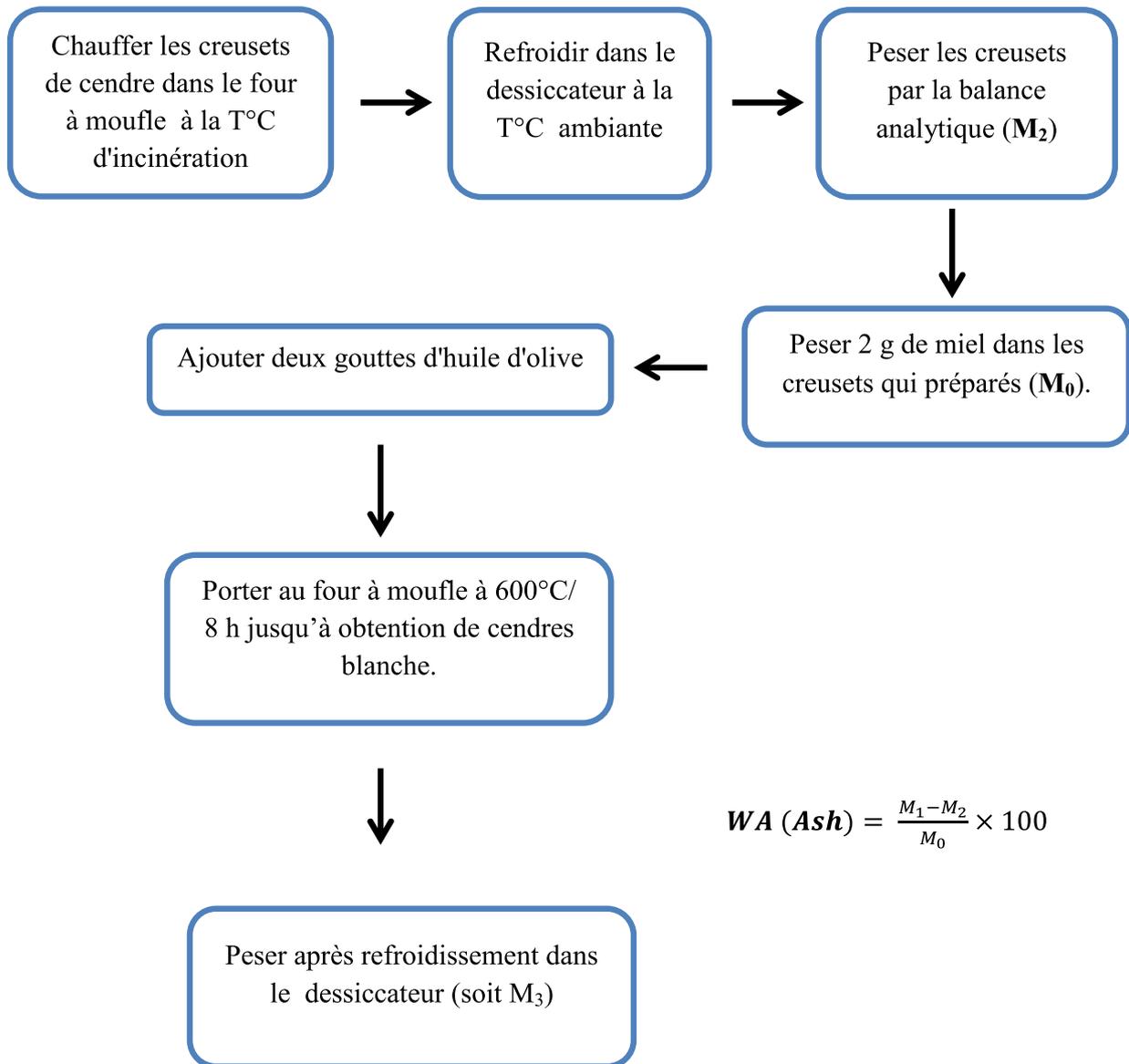
**Mode opératoire :**



$$mm Pfund = -38.70 + 371.39 \times Abs (A_{450} - A_{720})$$

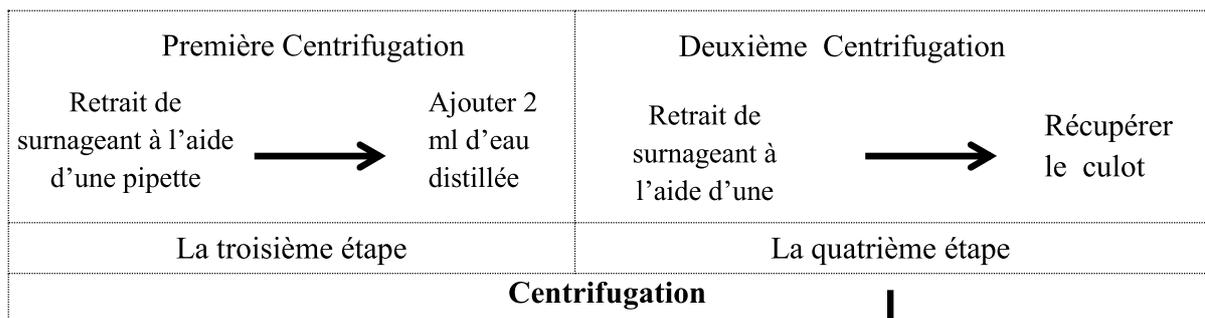
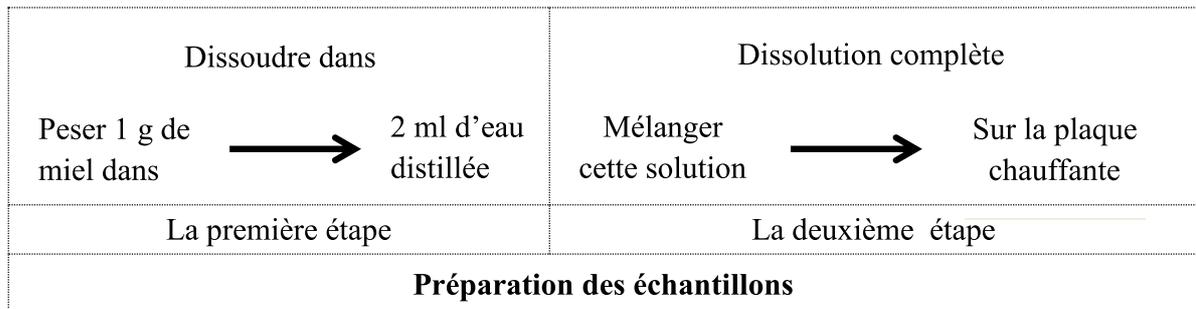
<b>Guide Pratique</b>	<b>Mode opératoire /Enregistrement</b>	
	<b>La détermination des paramètres physico-chimiques du Miel.</b> <b>Partie 1 : Détermination de la teneur en cendre</b>	

**Mode opératoire :**



$$WA (Ash) = \frac{M_1 - M_2}{M_0} \times 100$$

<b>Guide Pratique</b>	<b>Mode opératoire /Enregistrement</b>	
	<b>La détermination des paramètres physico-chimiques du Miel.</b> <b>Partie 1 : <i>L'analyse méliissopalynologique</i></b>	



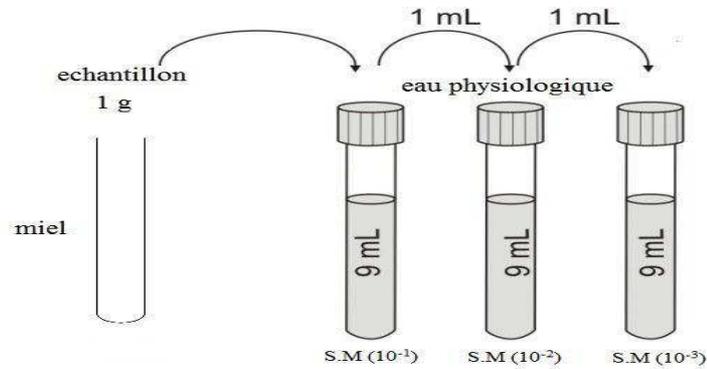


Dépôt sur la lame ajouter goutte de Gélatine. Recouvrir la préparation avec une lamelle

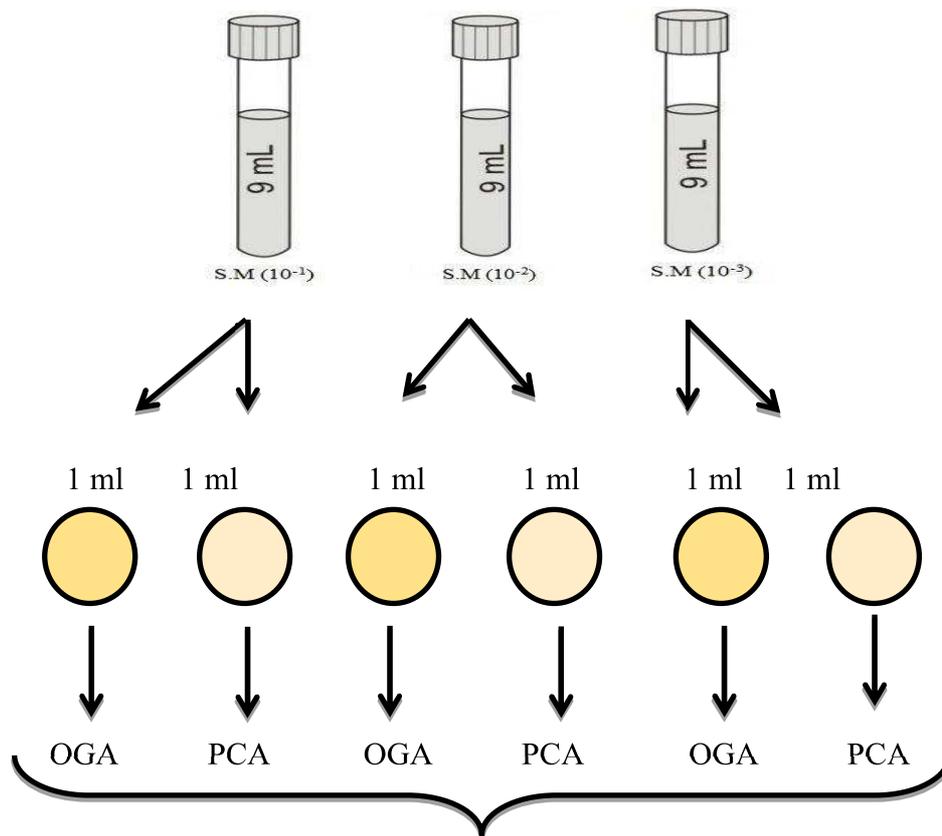
Observation sous microscope

<b>Guide Pratique</b>	<b>Mode opératoire /Enregistrement</b>	
	<b>La détermination des paramètres microbiologiques du Miel.</b> <b>Partie II : Démembrement de la flore aérobie mésophiles totaux</b>	

**Préparation des dilutions :**



**Démembrement de la flore aérobie mésophiles totaux :**



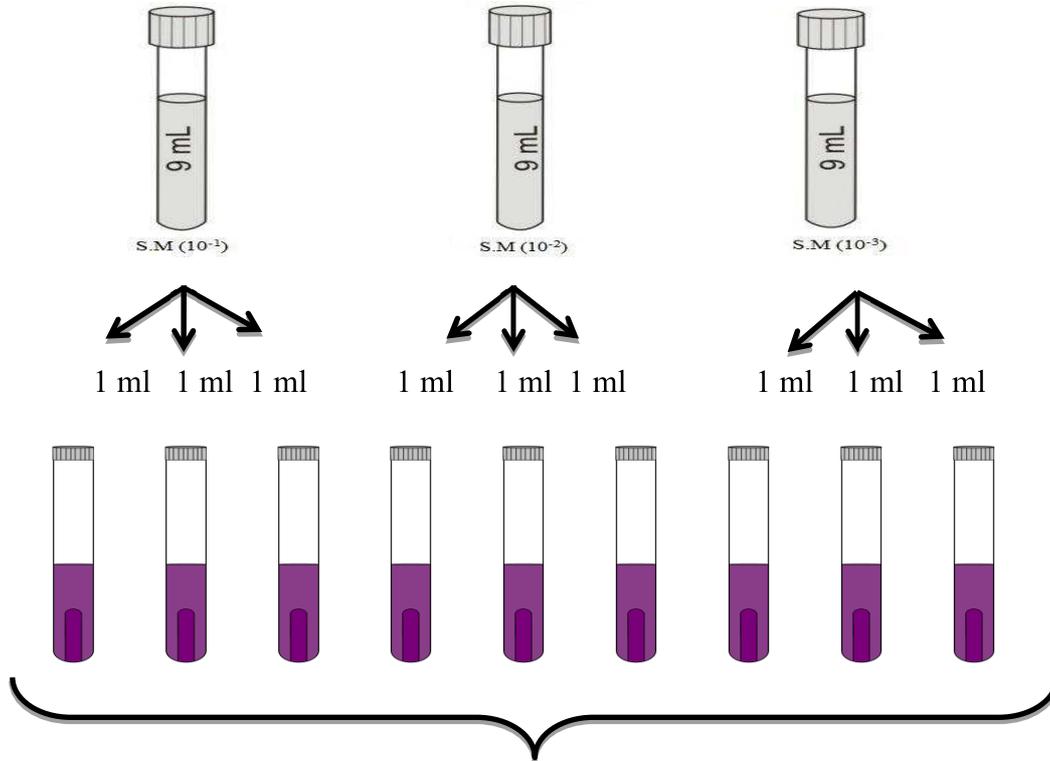
**OGA** : recherche des levures et des moisissures

Incubation de ces boîtes a 22 °C, couvercle en haut pendant 5 jours, la première lecture se fait a partir de la 48 éme heure d'incubation.

**PCA** : recherche des germes aérobie mésophiles totaux

Incubation a 30 °C, 72 h

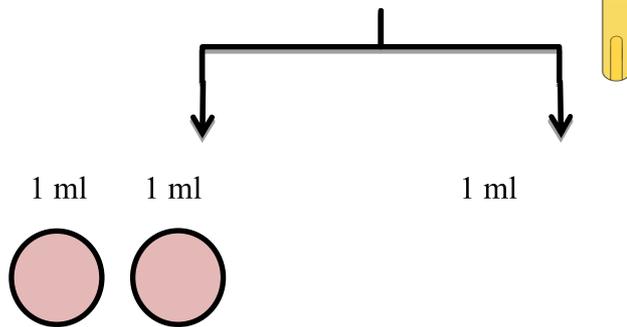
<b>Guide Pratique</b>	<b>Mode opératoire /Enregistrement</b>	
	<b>La détermination des paramètres microbiologiques du Miel.</b> <b>Partie II : <span style="color: red;">Dénombrement des coliformes totaux et fécaux</span></b>	



**BCPL : recherche des coliformes totaux et fécaux**

Incubation de ces tubes à 37 °C, 24 h

Les tubes positifs



**VRBG :**

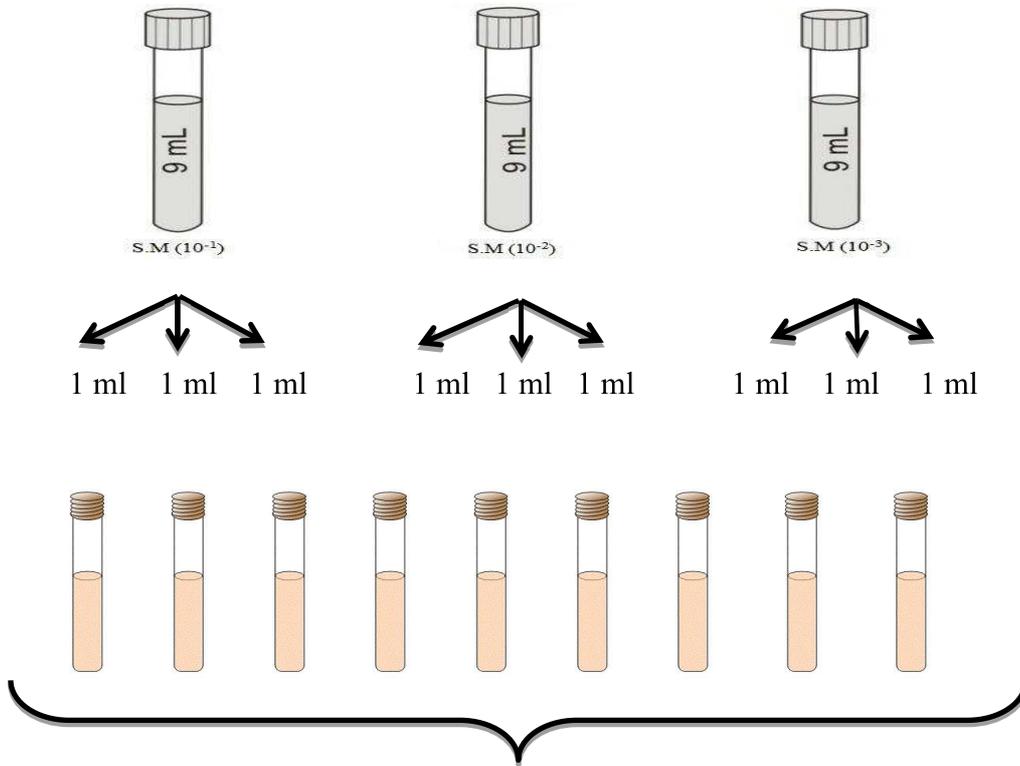
Recherche coliforme fécaux à 44 °C, 24 h

**EPEI :**

recherche E. coli à 44°C, 24 h

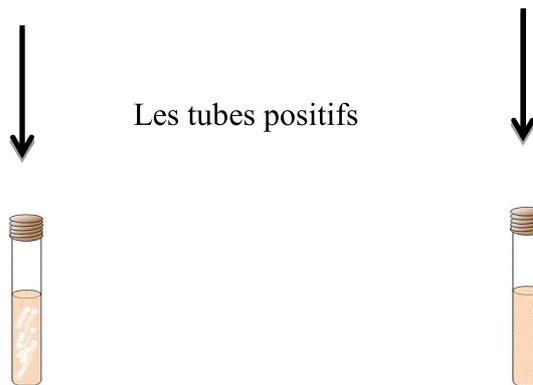
+ kovacs

<b>Guide Pratique</b>	<b>Mode opératoire /Enregistrement</b>	
	<b>La détermination des paramètres microbiologiques du Miel.</b> <b>Partie II : Recherche des streptocoques fécaux</b>	



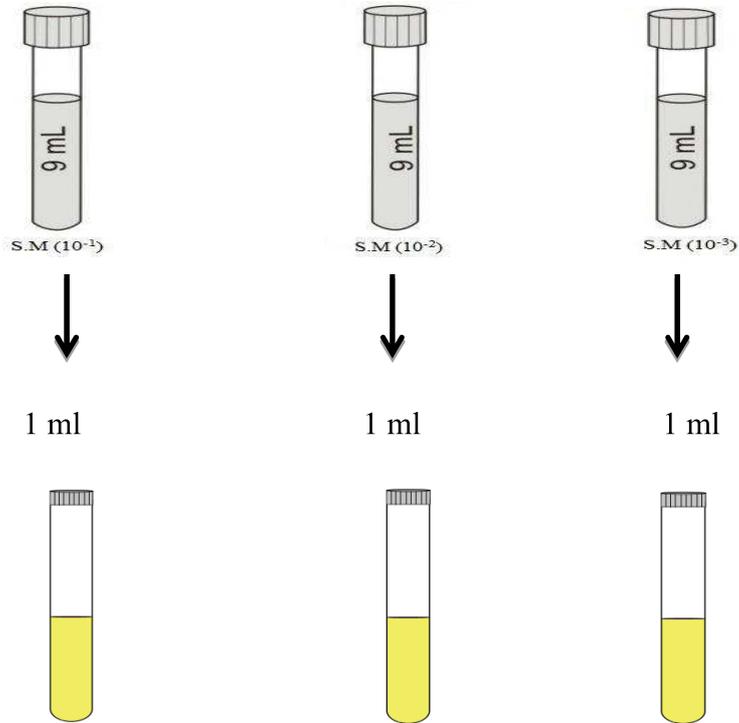
**Roth:** recherche des streptocoques fécaux

Incubation a 37 °C, 24 h

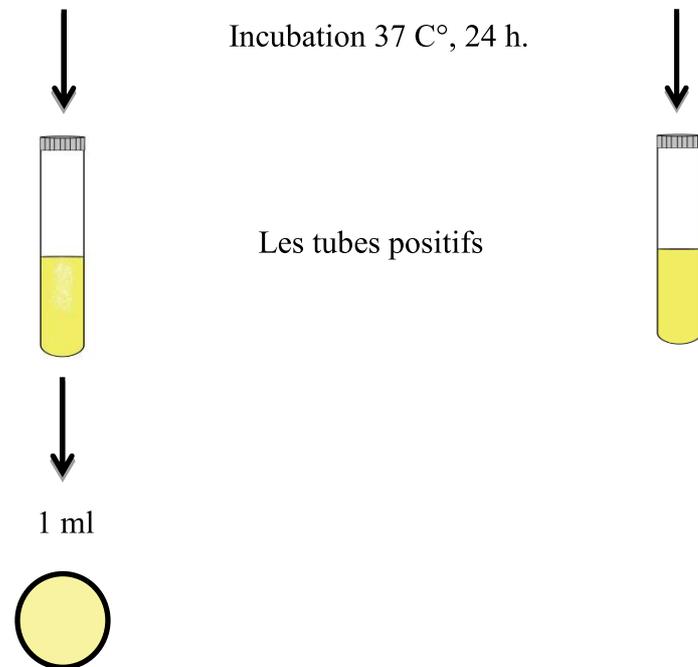


La confirmation par **EVA Lytski** a 37 °C, 24 h

<b>Guide Pratique</b>	<b>Mode opératoire /Enregistrement</b>	
	<b>La détermination des paramètres microbiologiques du Miel.</b> <b>Partie II : Recherche des staphylococcus aureus</b>	



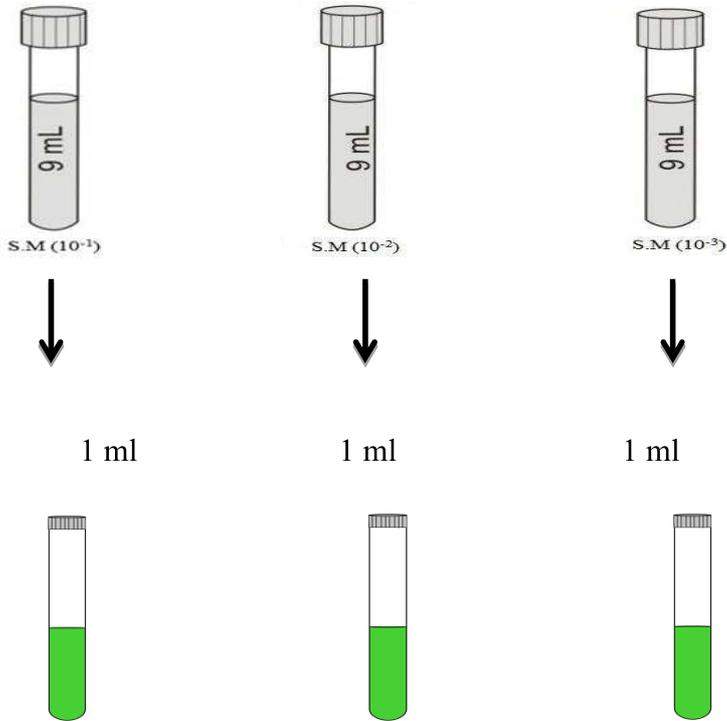
**Giolitti Cantonii** : Recherche des staphylococcus aureus



Isolément sur gélose **chapman**

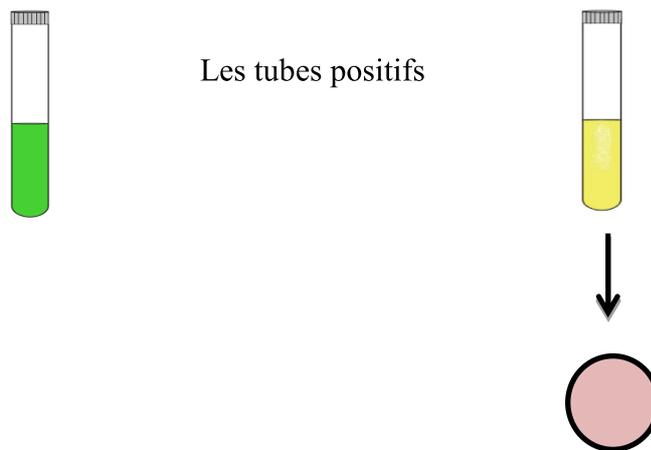
Incubation 37 C°, 24 h.

<b>Guide Pratique</b>	<b>Mode opératoire /Enregistrement</b>	
	<b>La détermination des paramètres microbiologiques du Miel.</b> <b>Partie II : Recherche des salmonelles</b>	



**Tétrathionate** : enrichissement des salmonelles

Incubation 37°C/24h



Isolement sur Gélose S.S :

Incubation à 44 C° /24 h

<b>Guide Pratique</b>	<b>Mode opératoire /Enregistrement</b>	
	<b>Partie II : La composition des milieux de culture</b>	

**Milieu VF (viande foie)**

Extrait viande-foie .....30,0g  
 Glucose .....02,0g  
 Amidon .....02,0g  
 Gélose .....11,0g  
 pH 7,6

**Milieu PCA**

Peptone .....5 g  
 Glucose .....1 g  
 Extrait de levure .....2,5 g  
 Agar .....15 g

**Eau physiologique**

Chlorure de sodium .....8, 5g  
 Eau distillée.....1000ml

**Titrationat**

Extrait viande .....2,5 g  
 Peptone de caséine.....4,5 g  
 chlorure de Na.....1,3 g  
 Carbonate de Ca .....19, 5 g  
 Thiosulfate de Na ..... 15,25 g  
 Vert brillant .....9, 8 g

**TSE (Trypton sel eau)**

Tryptone .....1g  
 Chlorure de Na .....8,5 g  
 Eau distillée .....1000 ml

**BCPL (Bouillon lactosé au pourpre de Bromocrésol)**

Peptone .....5 g  
 Extrait de viande .....3 g  
 Lactose .....10 g  
 Pourpre de Bromocrésol.....25 mg

## Liste des abréviations

<b>AL</b>	: Acidité libre
<b>cal</b>	: Calorie
<b>CE</b>	: conductivité électrique
<b>DSA</b>	: Direction Des Services Agricole
<b>FAAS</b>	: Spectromètre absorption atomique a atomisation par flamme
<b>HMF</b>	: Hydroxyméthylfurfural
<b>IR</b>	: indice de réfraction
<b>LDL</b>	: low density lipo protein
<b>m</b>	: la masse
<b>még</b>	: milliéquivalents
<b>ND</b>	: nombre de diastase
<b>pHe</b>	: pH du point d'équivalent
<b>W/V</b>	: Wight /volume
<b>HPLC</b>	: chromatographie en phase liquide
<b>GFAAS</b>	: Spectrométrie absorption Atomique En Four graphite.
<b>DHTP</b>	: Dose Hebdomadaire Tolérable provisoire
<b>DJA</b>	: Dose Journalier Admissible
<b>SAA</b>	: spectrométrie d'absorption atomique
<b>AFNOR</b>	: Association Française de Normalisation
<b>B.C.P.L</b>	: Bouillon lactosé au pourpre de Bromocrésol
<b>BLBVB</b>	: Bouillon lactosé bilié au vert brillant
<b>FTAM</b>	: Flore totale aérobie mésophile
<b>IND</b>	: Indénombrable
<b>V.F</b>	: Milieu viande foie
<b>V.R.B.L</b>	: Gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre
<b>PCA</b>	: Plate Count Agar
<b>OGA</b>	: Gélose Glucosée À L'oxytétracycline
<b>MRS</b>	: Gélose de Man, Rogosa, Sharpe
<b>M17</b>	: Gélose de Terzaghi et Sandine
<b>TSE</b>	: Tryptone Sel Eau
<b>BBA</b>	: Bordj Bou Arreridj

## Liste des figures

Figures	Titre	Pages
<b>Figure N° 1</b>	la morphologie de l'abeille .....	<b>4</b>
<b>Figure N° 2</b>	A) Pollinisation faite par le vent versus par l'abeille ..... B) la récolte du pollen par l'abeille.....	<b>5</b>
<b>Figure N° 3</b>	Structure générale du noyau des flavonoïdes .....	<b>10</b>
<b>Figure N° 4</b>	Un histogramme représente le nombre de ruches et la production annuelle du miel entre l'année 2008 et 2013 dans la wilaya de BBA .....	<b>33</b>
<b>Figure N° 5</b>	La courbe d'étalonnage du Fer .....	<b>44</b>
<b>Figure N° 6</b>	La courbe d'étalonnage du Zinc .....	<b>44</b>
<b>Figure N° 7</b>	La courbe d'étalonnage du Magnésium.....	<b>45</b>
<b>Figure N° 8</b>	La courbe d'étalonnage du sodium .....	<b>45</b>
<b>Figure N° 9</b>	La courbe d'étalonnage du Plomb.....	<b>46</b>
<b>Figure N° 10</b>	La courbe d'étalonnage du cadmium .....	<b>46</b>
<b>Figure N° 11</b>	Un histogramme représente le pourcentage de contamination microbiologique .....	<b>50</b>
<b>Figure N° 12</b>	Aspect macroscopiques des colonies FAMT sur milieu PCA après incubation 48 h à 22 °C .....	<b>50</b>
<b>Figure N° 13</b>	Aspect macroscopiques des coliformes totaux et fécaux en bouillon BCPL et gélose VRBG .....	<b>51</b>
<b>Figure N° 14</b>	Aspect macroscopiques des Streptocoques fécaux en milieu Litsky après incubation 24 h à 37 °C .....	<b>52</b>
<b>Figure N° 15</b>	Aspect macroscopiques des Staphylococcus aureus sur milieu Chapman après incubation 24 h à 37 °C .....	<b>52</b>
<b>Figure N° 16</b>	Aspect macroscopique des colonies lacocoques thermophiles sur milieu M17 après incubation de 48h à 44°C .....	<b>53</b>

## Liste de Tableaux

Tableaux	Titre	Pages
<b>Tableau N °1</b>	Les caractéristiques chimiques du plomb, du cadmium, du zinc, du fer.....	<b>14</b>
<b>Tableau N °2</b>	la gamme des dilutions des solutions pour le dosage de l'HMF .....	<b>24</b>
<b>Tableau N °3</b>	le nombre de ruche et la production du miel dans les communes de la wilaya de BBA .....	<b>34</b>
<b>Tableau N °4</b>	La présentation des échantillons du miel étudiés.....	<b>35</b>
<b>Tableau N °5</b>	les valeurs de PH et de l'acidité .....	<b>37</b>
<b>Tableau N °6</b>	Les valeurs de la conductivité électrique et de la teneur en eau ...	<b>38</b>
<b>Tableau N °7</b>	indique les valeurs de la couleur, de l'activité diastatique, la teneur en matière insoluble, en cendre et en HMF.....	<b>40</b>
<b>Tableau N °8</b>	l'origine florale des échantillons collectés à partir de la région de BBA.	<b>41</b>
<b>Tableau N °9</b>	détermination de la teneur en sels minéraux.....	<b>47</b>
<b>Tableau N °10</b>	les valeurs de concentration des métaux lourds.....	<b>48</b>
<b>Tableau N °11</b>	Résultats de l'analyse microbiologique de 30 échantillons du miel.....	<b>49</b>
<b>Tableau N °12</b>	Dénombrements des charges en bactéries lactiques thermophiles et mésophiles pour chaque échantillon.....	<b>54</b>

## Liste des annexes

<b>Les annexes</b>	<b>Titre</b>
<b>Annexe (01)</b>	Guide pratique des analyses physico-chimique de miel.
<b>Annexe (02)</b>	Guide pratique des analyses microbiologiques
<b>Annexe (03)</b>	Composition de milieux de culture
<b>Annexe (04)</b>	Table de Chataway, représente la conversation d'IR en teneur en eau
<b>Annexe (05)</b>	Table de Mac gradey
<b>Annexe (06)</b>	Origines botaniques

## IV. Matériels et Méthodes

### IV.1. Matériels

#### IV.1.1. Produits chimiques et milieux de culture

Solution d'hydroxyde de sodium, acide sulfurique, solution de chlorure de potassium, solution de chlorure de sodium (BIOCHEM chemopharma), solution tampon d'acétate, Acétate de sodium, Acide acétique glacière, amidon anhydre, iode, iodure de potassium, Solution de Carrez I (hexacyanoferrate II de potassium, acétate de zinc, bisulfite de sodium, Chlorure de fer, ferricyanure de potassium, trichlorure d'aluminium, Ethanol (Prolabo), Gélatine glycinée (Sigma), sulfite de potassium, et chlorure de sodium.

Plusieurs milieux de culture ont été utilisés, au cours de cette étude expérimentale, il s'agit des milieux suivants:

**-Les géloses:** Gélose (PCA), gélose (OGA), gélose de Man-Rogosa et Sharp (MRS), gélose de Tarazghi et Sandine (M17), VRBG, Chapman Stone, gélose viande foie (VF), gélose S.S.

**-Les bouillons:** MRS, M17, Eva-litsky, Rothe, Giolitti Cantoni, eau peptonée exempte d'indole, BCPL, eau peptonée, TSE (Tryptone sel eau), l'eau physiologique stérile 0.9%, Tétrathionate.

**-Les additifs:** Alun de fer, Sulfite de sodium.

**-Les colorants:** vert brillant, pourpre de bromocresone.

**-Les réactifs:** réactifs de Kovacs, Réactif de sélénite de Na.

#### IV.1.2. Appareillages

pH-mètre (inolab, pH 7300 N° 09060943), Conductimètre (WTW ; Wissenschaftlich-TechnischfWerksattenGmbH, Germany), Réfractomètre model (WYA Abbe Réfractomètre), Spectrophotomètre (UV mini-1240 UV. Vis. Spectrophotometers SHIMADZU), Etuve à 37 °C, Etuve à 44 °C, Etuve à 42°C, Etuve à 25 °C (MemmertDesching Kung-Loading Modell 100-800), bec bunsen, four à moufle, spectrophotomètre à absorption atomique (SAA) (SHIMADU ASC- 6100).

### IV.2. Méthodes

#### IV.2.1. La collecte des données statistiques

On a effectués plusieurs sorties sur terrain, pour collecter des informations statistiques concernant le nombre de ruches et la production annuelle du miel dans la wilaya de BBA.

## **IV.2.2. La collecte des échantillons**

Des sorties sur terrain ont été programmé pour collecter des échantillons (30 échantillons) du miel de différentes régions de la wilaya de BBA.

Les échantillons prélevaient dans des conditions aseptiques sont mises dans des flacons stériles a température de 4°C. Chaque échantillon a été analysé en triplicata (trois répétitions).

## **IV.3. Analyse physico-chimique**

### **IV.3.1. Le pH**

Le pH ou «potentiel hydrogène», C'est la mesure du coefficient caractérisant l'acidité ou la basicité d'un milieu, il représente la concentration des ions H<sup>+</sup> d'une solution. (Gonnet, 1985)

Selon la méthode de Mateo et Bosch-Reig, (1998).Le pH est mesuré à l'aide d'un pH-mètre dans une solution du miel de 10% (W/V). Pour cela, 1 g de miel dans 10 ml d'eau distillée. Agiter avec l'agitateur magnétique, puis immerger la cellule de l'électrode du pH-mètre dans la solution et enregistrer le pH de chaque échantillon à 20°C.

### **IV.3.2. La détermination de l'acidité**

Plusieurs méthodes sont utilisées pour déterminer l'acidité (Bogdanov et al, 1997). L'acidité libre est obtenue en traçant la courbe de neutralisation du miel par une solution d'hydroxyde de sodium de 0.05N et la détermination du pH du point d'équivalent, soit pHe (Aoac, 1990).

1 g de miel est dissoute dans 10 ml d'eau distillée, ensuite la cellule de l'électrode du pH-mètre a été immergé dans la solution et le pH de chaque échantillon est enregistré à 20°C. Nous avons agité modérément la solution avec un agitateur magnétique et nous avons dosés potentiométriquement avec l'hydroxyde de sodium 0.05 N. le pH est noté immédiatement après chaque addition de NaOH. Lorsque les variations de pH redeviennent minimales (pH entre 8.5 et 9), on ajoute le reste d'hydroxyde de sodium 0.05 N et sans tarder, une solution d'acide sulfurique 0.05 N est versé à l'aide d'une seconde burette pour opérer un dosage potentiométrique en retour. En fin, les courbes de neutralisation ont été tracées en portant les pH en ordonnées et les volumes d'hydroxyde de sodium et d'acide sulfurique en abscisses. Le point d'équivalent pHe a été déterminé graphiquement à partir de la courbe de neutralisation du miel.

- L'acidité libre est exprimée en milliéquivalents d'hydroxyde de sodium nécessaire pour porter à pHe de miel :

$$L'acidité libre = \frac{1000 \times V \times N}{M} = \text{Milliéquivalents } \%_0$$

#### L'acidité combinée

correspond à l'acidité des lactones, cette acidité est non titrable, l'acidité due aux lactones est exprimée en milliéquivalents d'hydroxyde de sodium pour 1000 grammes de miel.

$$l'acidité combinée = \frac{1000 \times (10 - V) \times N - (0,05 \times V')}{M}$$

#### L'acidité totale

L'acidité totale est la somme de l'acidité libre et de l'acidité des lactones.

$$l'acidité totale = l'acidité libre + l'acidité combinée$$

#### Sachant que :

**V** : le volume en ml d'hydroxyde de sodium versé pour atteindre le pH du point d'équivalent E lors de la neutralisation du miel ;

**N** : la normalité de l'hydroxyde de sodium ;

**M** : la masse de miel pris (1g) ;

**V'** : le volume en ml de l'acide sulfurique pour atteindre pHe.

### IV.3.3. La détermination de la conductivité électrique à 20°C

La conductivité électrique d'un miel est la conductibilité mesurée à 20°C d'une solution à 20 % de matière sèche. Selon la méthode de Vorwohl, (1964) modifié par Bogdanov et al., (1990), 2 g du miel est dissout dans 10ml d'eau distillée, cette solution est versé dans une éprouvette de 50 ml qui sera placé dans un bain marie thermostatique. La cellule de conductimètre est plongé dans la solution du miel. La lecture est effectuée à 20°C. Le résultat est exprimé en milli-Siemens par centimètre ( $\text{mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ ) ou ( $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ ). (Le siemens (S) étant l'unité de mesure de la vitesse de conductivité).

Pour calibrer le conductimètre et le calcul de K, il faut préparer une solution de chlorure de potassium (0,1M) comme suit ; dissoudre 0,74557 g de chlorure de potassium (KCl), sécher à 130°C, et compléter le volume dans une fiole de 100 ml avec l'eau distillée puis mesurer la conductivité électrique avec le conductimètre (WTW; Wissenschaftlich-TechnischfWerksattenGmbH, Germany). Rincer l'électrode complètement par de l'eau distillée après la détermination de la constante de cellules.

Pour calculer la conductivité électrique de la solution de miel, en utilisant la formule suivante :

$$SH = K \times G$$

**Sachant que :**

**SH** : la Conductivité électrique de la solution de miel par  $\text{mS.cm}^{-1}$ .

**K** : la constante de cellule en  $\text{cm}^{-1}$ .

**G** : la conductibilité électrique mS, mesurée avec la cellule de conductivité.

Si la détermination est effectuée à une température différente, en raison du manque de thermostat de la cellule, alors un facteur de correction peut être employé pour le calcul de la valeur au  $20^{\circ}\text{C}$  :

- Pour les températures au-dessus du  $20^{\circ}\text{C}$  : il faut soustraire 3.2 % de la valeur par  $1^{\circ}\text{C}$ .
  - Pour les températures en-dessous du  $20^{\circ}\text{C}$  : il faut ajouter 3.2 % de la valeur par  $1^{\circ}\text{C}$ .
- Pour calculer le constant K de la cellule, en utilisant la formule suivante :

$$K = 11.691 \times \frac{1}{G}$$

**Sachant que :**

**K** : la constante de la cellule en  $\text{cm}^{-1}$ .

**G** : la conductibilité électrique.

**11.691** : la somme de la valeur moyenne de la conductivité électrique de l'eau distillée en  $\text{mS.cm}^{-1}$  et de la conductivité électrique d'une solution de chlorure de potassium de 0.1M, à  $20^{\circ}\text{C}$ .

**IV.3.4. Détermination de la teneur en eau (Humidité)**

La technique la plus simple et la plus reproductible pour mesurer le taux d'humidité dans un miel est la réfractométrie (Bogdanov, 2002). La teneur en eau est une valeur qui est déterminée à partir de l'indice de réfraction (IR) du miel en se référant à une table standard (Table de Chataway).

La préparation des échantillons commence par l'homogénéisation dans des tubes à essai fermés, qui est ensuite placée sur un bain marie à  $50^{\circ}\text{C}$  jusqu'à ce que tous les cristaux de sucre soient dissous. Refroidir la solution à la température ambiante et remuer encore. Tout d'abord, il faut s'assurer que le prisme du réfractomètre (WYA Abbe Réfractomètre) est propre et sec. À l'aide d'une spatule déposer rapidement une goutte de miel sur le prisme de réfractomètre, fermer l'appareil. Après 2 minutes, on a effectué la lecture de l'indice de réfraction (IR). La lecture est faite à travers l'oculaire de réfractomètre au niveau de la ligne horizontale de partage qui coupe le cercle en deux zones égales ; une zone claire et une obscure. Une ligne verticale qui partage les deux règles graduées (la grande et la petite).

La température du prisme est notée sur le thermomètre de réfractomètre. Chaque fois il faut nettoyer soigneusement le prisme après chaque utilisation. Puis lire le contenu d'humidité correspondant de la table de Chataway.

Si la détermination de la teneur en eau est effectuée à des températures différentes de 20°C, en raison de manque de thermostat de la cellule, donc un facteur de correction peut être employé pour le calcul de la valeur de l'humidité (Gonnet, 1986).

- Si la température est supérieure à 20° C : il faut additionner 0.00023 par 1 °C.
- Si la température inférieure à 20° C: il faut soustraire 0.00023 par 1 °C.

#### **IV.3.5. Détermination de l'hydroxyméthylfurfural (HMF)**

L'apparition de ce composé est le résultat de la transformation des sucres simples et plus particulièrement du fructose en hydroxyméthylfurfural: 5-(hydroxyméthyl)-2-furaldéhyde (HMF) (Marceau et al., 1994).

D'après Bogdanov et al, (1997), trois méthodes peuvent être utilisées pour déterminer la teneur en HMF d'un miel : les techniques spectrophotométriques de WHITE (au Bisulfite) et de Winkler (à l'acide tiobarbiturique et de p-toluidine), puis enfin, la technique par chromatographie liquide haute performance (HPLC).

On a utilisé la première méthode basée sur la détermination de l'absorbance UV de HMF à 284 nm. Afin d'éviter l'interférence d'autres composants à cette longueur d'onde la différence entre les absorbances d'une solution aqueuse claire de miel et la même solution après addition de bisulfite est déterminée. Le teneur en HMF est calculé après la soustraction de l'absorbance à 336 nm.

2g de miel est pesé dans un tube à essai de 10 ml. L'échantillon est dissous dans 4 ml d'eau distillée. 0.5 ml de la solution de Carrez I, ensuite 0.5 ml de la solution de Carrez II sont ajoutées, mélanger et compléter le volume jusqu'à 10ml par l'eau distillée (une goutte d'éthanol peut être ajoutée pour supprimer la mousse). Filtrer à l'aide du papier filtre; les 2 premiers millilitres du filtrat sont rejetés. À l'aide d'une micropipette introduire 2ml de cette solution dans chacun de deux tubes à essai. Ajouter 2 ml d'eau distillée à un des tubes à essai et bien mélanger (la solution témoin). Ajouter 2 ml de la solution de 0.2% de bisulfite de sodium au deuxième tube à essai et bien mélanger (la solution de référence). La dilution des solutions témoin et de référence est effectuée comme suit (tableau N°2):

**Tableau N°02** : la gamme des dilutions des solutions pour le dosage de l'HMF.

Additions à la solution	solution témoin	Solution de référence
Solution initiale de miel	5ml	5ml
L'eau	5ml	-
0.2% sodium bisulfite solution	-	5ml

L'absorbance de la solution témoin a été déterminée contre la solution de référence à 284 et à 336 nm dans des cuves en quartz dans un délai d'une heure. Si l'absorbance à 284 nm dépasse 0.600, la solution témoin sera diluée avec l'eau distillée et la solution de référence avec la solution de bisulfite de sodium jusqu'à l'obtention d'une absorbance assez basse. Si la dilution est nécessaire, un facteur de dilution D est employé pour calculer la teneur en HMF.

$$D = \frac{\text{volume finale de solution témoin}}{10}$$

L'HMF peut être calculé par la formule suivante :

$$\text{HMF en mg/Kg} = (A_{284} - A_{336}) \times 14.97 \times 5 \times D/W$$

**Sachant que :**

$A_{284}$  : Absorbance à 284 nm ;

$A_{336}$  : Absorbance à 336 nm ;

D : facteur de dilution ;

W : poids en g de l'échantillon de miel ;

$$14.97 = \frac{126 \times 1000 \times 1000}{16830 \times 10 \times 5} = \text{Constante}$$

126 : poids moléculaire de HMF

16830 : absorptivité molaire  $\epsilon$  de HMF au  $\lambda = 284$  nm

1000 : conversion g en mg

10 : conversion 5 en 50 ml

1000 : conversion g de miel dans le kilogramme

5 : poids nominal théorique témoin

#### IV.3.6. La détermination de la teneur en matière insoluble dans l'eau

La détection des matières insolubles est fort utile pour détecter les impuretés présentes dans le miel en quantité supérieure au seuil autorisé (Bogdanov et al, 1997). Une masse connue de miel de 2 g est diluée dans 10 ml d'eau distillée à froid au moyen de l'agitateur magnétique jusqu'à disparition complète des cristaux de sucre. Ensuite la solution est versée

dans un tube à essai et l'électrode de pH-mètre est plongée dans la solution et sans cesser l'agitation. La solution d'hydroxyde de sodium NaOH (0.1 N) est ajoutée goutte à goutte par la pipette jusqu'à l'obtention d'un pH comprise entre [7 et 9] de manière à éviter que les protéines qui sont un constituant normal du miel ne colmatent le filtre. La solution est filtrée sur papier filtre.

Peser le papier filtre préalablement séché à l'étuve pendant une heure à 80 C° (soit  $M_2$  la masse du papier). A l'aide d'une pince, placer le papier sur son support. Verser la solution de miel sur la membrane, rincer abondamment le bécher pour rassembler toutes la matière insoluble sur le papier d'une part et assurer l'élimination des matières solubles d'autre part. la membrane est retiré de son support et sécher deux heures à l'étuve. Laisser refroidir au dessiccateur. Enfin, peser le filtre (soit  $M_3$  la masse de papier chargée de matière insoluble). La matière insoluble est calculé par la formule suivante:

$$\text{Matière insoluble en mg/100g} = \frac{M_3 - M_2}{M_1} \times 100$$

#### IV.3.7. La détermination de la couleur du miel

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

La couleur du miel était déterminée par spectrophotométrie en mesurant l'absorbance nette à 450 nm et à 720 nm. Des échantillons du miel ont été chauffées à 50° C au bain marie pour dissoudre les cristaux de sucres et la couleur a été déterminée par le spectrophotomètre en mesurant l'absorbance d'une solution de miel de 50 % (W/V). L'absorbance est calculé à partir de la différence entre  $A_{450} - A_{720}$  nm.

Les miels sont classés selon la balance de Pfund après la conversion de l'absorbance selon (White, 1984) comme suite :

$$\text{mm Pfund} = -38.70 + 371.39 \times \text{Abs} (A_{450} - A_{720})$$

#### IV.3.8. La détermination de l'activité diastasique

L'activité diastasique est susceptible d'apporter de précieux renseignements sur l'état de fraîcheur d'un miel ou sur les dégradations éventuellement subies lors d'un excès de chauffage par exemple.

Nous avons utilisés la méthode de (Schade) rapportée par Bogdanov, (2002) qui utilise l'amidon comme substrat et l'indice diastasique est exprimé en unités de Schade. Cette technique est basée sur la mesure du temps nécessaire pour que la diastase présente naturellement dans le miel hydrolyse une quantité connue d'amidon ajouté au miel dilué, à pH constant.

**a) Préparation de la gamme d'étalonnage de l'amidon**

Ce procédé est effectué pour déterminer la quantité de l'eau distillée qui doit être ajoutée au mélange de la réaction de sorte que la gamme d'absorbance de la solution d'amidon soit de 0.745 à 0.770.

Pipeter dans 10 tubes à essai en verre appropriés 10 ml ; 10.5 ; 11 ; 11.5 ; 12 ; 12.5 ; 13 ; 13.5 ; 14 ; 14.5 d'eau distillée et 5 ml de solution d'iode diluée. ajouter 0.5 ml d'un mélange contenant (10 ml d'eau distillée et 5 ml de solution d'amidon) à chaque tube , bien mélanger par l'agitateur magnétique et lire immédiatement l'absorbance à 660 nm contre un blanc d'eau dans une cuve de 1 cm. Procéder la même manière aux autres tubes à essai, jusqu'à ce qu'une absorbance dans la gamme 0.770 à 0.745 soit obtenue. La quantité de l'eau déterminée de cette façon est la dilution standard pour chaque détermination effectuée avec la solution d'amidon.

**b) Préparation de solution de miel**

1 g de miel est dissoute dans 3 ml de l'eau distillée et 1 ml de solution tampon d'acétate sans chauffage. Nous avons transférer la solution quantitativement dans un autre tube de 5 ml contenant 0.3 ml de solution de chlorure de sodium et ajuster le volume par l'eau distillée (solution témoin). Le miel doit être protégé avant d'entrer en contact avec le NaCl, ce qui réduit l'activité de diastase.

**c) Préparation des échantillons d'essai (solution témoin)**

Introduire 4 ml de solution du miel dans un tube à hémolyse et les placer sur le bain marie 40°C, avec un autre tube qui contient environ 2 ml de solution d'amidon. Après 15 minutes, introduire à l'aide d'une micropipette la solution d'amidon de 2 ml dans la solution du miel, mélanger bien et commencer le comptage du temps.

À des intervalles périodiques, pour la première fois après une minute, enlever les parties aliquotes de 0.5 ml et ajouter rapidement à 5 ml de solution d'iode diluée. Ajouter la quantité d'eau distillée, comme déterminé dans « la gamme d'étalonnage de l'amidon », puis mélanger et immédiatement lu l'absorbance de chacun des solutions séparées à 660 nm contre un blanc dans une cuve en quartz de 1 centimètre.

Concernant le blanc procéder la même manière que les échantillons mais en remplaçant les 2 ml de solution de miel par 2 ml d'eau distillée et enfin mesurer l'absorbance à 660 nm. Cette valeur blanche doit être soustraite des valeurs obtenues sous la préparation des échantillons d'essai (solution témoin). L'activité de diastase est calculée comme suite :

$$ND = \frac{60 \text{ minutes}}{Tx} \times \frac{0.1}{0.01} \times \frac{1}{2} = \frac{300}{Tx}$$

**Sachant que :**

**T<sub>x</sub>** : temps de réaction en minutes obtenu comme suite : les valeurs d'absorbance des solutions témoins de miel sont tracées contre les temps des réactions correspondants en minutes après la soustraction de la valeur blanche.

La ligne de régression est tracée dans la gamme de l'absorbance de 0.115 à 0.456 afin de déterminer le T<sub>x</sub> (le temps exigé pour atteindre l'absorbance indiquée A= 0.235).

#### **IV.3.9. La détermination de l'origine botanique (la mellissopalynologie)**

L'examen au microscope du miel permet de préciser l'origine florale et l'origine géographique. Il permet également de faire des constatations sur l'éventuelle souillure du miel par des particules insolubles ainsi que sur la quantité de levures présentes. La méthode de l'analyse pollinique consiste à séparer les grains de pollen de la matière qui les entoure afin de pouvoir en observer la morphologie sur une lame microscopique. Puisque le miel peut seulement être tiré d'une source botanique seule avec difficulté, le terme "unifloral le miel" est utilisé pour décrire le miel surtout produit d'une espèce de plant, qui représente généralement plus de 45 % du pollen total le contenu (Maurizio, 1975).

##### **a) La préparation des échantillons**

1 g de miel est bien homogénéisé dans un tube à hémolyse, puis les dilué dans 2 ml d'eau tiédie acidulée (préparée en mélangeant 5ml d'acide sulfurique dans 1litre d'eau). Le tube est placé sur une platine chauffante jusqu'à dilution totale du miel (environ 30 minutes à 56°C). La solution est centrifugée pendant 10 minutes à 3500 tours-minute et le liquide surnageant est jeté de façon à ne conserver que le culot de centrifugation.

Ce culot est ensuite mis en suspension dans 2 ml de l'eau distillée puis centrifugé à nouveau pendant 10 minutes à 3500 tours-minute. Le surnageant est éliminé. On aspire ensuite le culot à l'aide d'une micropipette et on le dépose sur une lame. On laisse évaporer l'excédent d'eau sur la plaque chauffante avant de déposer une goutte de gélatine glycinée qui fixera la préparation. Bien étaler la goutte sur la lame. Recouvrir par une lamelle et Laisser les lames refroidir puis faire l'observation microscopique.

##### **b) La détermination de l'origine florale**

L'identification se fait au microscope à différents grossissements. Les caractères considérés sont la symétrie, la forme, la taille, les apertures (pores ou sillons) ainsi que l'ornementation de l'exine.

### IV.3.10. La détermination de la teneur en cendre

On appelle cendre l'ensemble des produits fixes de l'incinération du miel conduite de façon à obtenir la totalité des minéraux.

Le miel est incinéré à une température de 600° C dans le four à moufle. 2 g de miel a été pesé ( $M_0$ ) dans un creuset. Deux gouttes d'huile d'olive sont ajoutées. Puis les échantillons sont portés au four à moufle à 600°C/ 8 h jusqu'à obtention de cendres claires ou blanches. La calcination est poursuivie jusqu'à ce que la différence entre deux pesées consécutives faites à 30 minutes d'intervalle n'excède pas 1 mg. Peser après refroidissement dans un dessiccateur ; soit  $M_1$ . La masse des cendres pour 100 g de miel est calculée comme suite :

$$\text{La teneur en cendre} = \frac{M_1 - M_2}{M_0} \times 100$$

**Sachant que :**

$M_1$  : la masse du creuset et de la cendre.

$M_2$  : la masse du creuset vide.

$M_3$  : la masse du miel pris.

### IV.3.11. Détermination des minéraux

Pour la détermination des minéraux, on a utilisé la méthode de spectrométrie d'absorption atomique à flamme après minéralisation des échantillons de miel avec four à moufle, la cendre obtenue est ensuite préparée avec l'addition de l'acide nitrique (0.1 N).

#### IV.3.11.1. Spectrométrie d'absorption atomique (AAS)

La spectrométrie d'absorption atomique repose sur le fait que les atomes libres d'un élément absorbent la lumière à une longueur d'onde qui est caractéristique de l'élément considéré (Haefliger, 2013). Il existe une relation linéaire entre la quantité de lumière absorbée et la concentration de l'analyte dans l'échantillon avant et après le passage dans la vapeur atomique permet de déterminer le pourcentage d'absorption par la loi de Beer Lambert (Pinta, 1971).

$$A = \log \frac{I_0}{I}$$

**Sachant que :**

$A$  : absorbance ou densité optique.

$I_0$  : intensité lumineuse initiale.

$I$  : intensité lumineuse finale.

### **IV.3.11.2. Appareillage**

La spectrométrie d'absorption atomique est composée d'une source lumineuse, un système de production de la vapeur atomique, un monochromateur et un détecteur

Pour effectuer un dosage par AAS, il faut tout d'abord que l'échantillon subisse à l'intérieur de l'instrument un traitement qui génère, sur le trajet optique de l'appareil, un gaz constitué d'atomes dans leur état fondamental. Pour effectuer ce processus, appelé atomisation, on utilise soit une flamme (spectrométrie d'absorption atomique à atomisation par flamme ou FAAS) soit un dispositif électrothermique, la plupart du temps un four graphite (spectrométrie d'absorption atomique en four graphite ou GFAAS).

### **IV.3.11.3. Préparation des gammes étalons et dosage des échantillons**

#### **IV.3.11.3.1. Le Fer**

La courbe d'étalonnage est réalisée à partir de la solution mère (1000 PPM). En fait des dilutions pour obtention des solutions de 100 PPM puis 10 PPM. La solution standard a été diluée quantitativement dans l'eau distillée pour obtenir les concentrations de 1, 2, 4 PPM de Fer. Les mesures des absorbances ont été effectuées à une longueur d'onde de  $\lambda = 480$  nm.

#### **IV.3.11.3.2. Le Zinc**

La courbe d'étalonnage est établie à partir de la solution standard à 1000 PPM. La solution standard a été diluée quantitativement dans l'eau distillée pour obtenir les concentrations de, 1, 2, 10, 20, 40 PPM de zinc. Les mesures des absorbances ont été effectuées à une longueur d'onde de  $\lambda = 214$  nm.

#### **IV.3.11.3.3. Le Magnésium**

Pour le dosage de Magnésium on a préalablement préparé une courbe d'étalonnage. Pour ce travail on a effectués des dilutions de 10, 20, 40, 60 PPM de Magnésium, à partir d'une solution mère, l'absorbance enregistré à une longueur d'onde de  $\lambda = 516$  nm.

#### **IV.3.11.3.4. Le Sodium**

La courbe d'étalonnage est établie à partir de la solution standard à (1000 PPM). En fait des dilutions pour obtention des solutions 10, 20, 40 PPM de Na. Les mesures des absorbances ont été effectuées à une longueur d'onde de  $\lambda = 589$  nm.

## **IV.4. La contamination chimique du miel**

### **IV.4.1. Détermination des métaux lourds**

Des méthodes analytiques sensibles peuvent être utilisées pour doser les métaux lourds à l'état de traces. Nous avons choisi de doser ces métaux par la méthode de

spectrométrie d'absorption atomique doté d'un four à graphite pour le Pb et le Cd après minéralisation des échantillons avec le four à moufle.

#### **IV.4.3. Principe**

Après minéralisation des échantillons du miel dans un four à moufle. Nous avons mis la cendre blanche dans 2 ml HNO<sub>3</sub> (0,1 M) qui a été réchauffé puis on ajoute 4 ml du même acide en suit compléter le volume à 10 ml.

Les échantillons sont en suite analysés par la spectrométrie d'absorption atomique.

#### **IV.4.4. Le dosage du plomb**

Pour réaliser la courbe d'étalonnage, une solution mère de (100 PPM) a été diluée quantitativement dans l'eau distillée pour obtenir les concentrations de 10 PPM puis 100, 1, 2, 4 PPb de plomb. Les mesures des absorbances ont été effectuées à une longueur d'onde de  $\lambda = 217.0$  nm.

#### **IV.4.5. Le dosage du cadmium**

La courbe d'étalonnage est établie à partir de la solution standard à (100 PPM). En fait des dilutions pour obtention des solutions 100 PPb ,10 PPM. La solution standard a été diluée quantitativement dans l'eau distillée pour obtenir les concentrations de 1, 2, 4 PPb de cadmium . Les mesures des absorbances ont été effectuées à une longueur d'onde de  $\lambda = 228.8$  nm.

### **IV.5. Analyse microbiologique**

#### **IV.5.1. Réalisation des dilutions décimales**

On a effectué des dilutions décimales, allant de  $10^{-1}$  à  $10^{-3}$ , à l'aide d'une solution TSE stérile (Tryptone sel eau), tous les échantillons du miel collectés, ont été analysés.

#### **IV.5.2. Dénombrement de la flore aérobie mésophile totale (FAMT)**

Les micro-organismes aérobies et aéro-anaérobie facultatifs, peuvent se développer dans un milieu nutritif non sélectif. Incubés à 30°C pendant 72h. Apparaissent sous forme de colonies de taille et de formes différentes

Porter aseptiquement 1 ml de dilution de miel à analyser dans des boîtes pétries stériles, puis couler le milieu gélose PCA. Faire ensuite des mouvements en forme de « 8 », fait l'incuber à 30°C pendant 72h.

Porter aseptiquement 1 ml de dilution de miel à analyser dans des boîtes pétries stériles, puis couler le milieu gélose OGA. Faire ensuite des mouvements en forme de « 8 », fait l'incuber à 22°C pendant 5 jours.

Expression des résultats formule adaptée pour le comptage des colonies compris entre 30 et 300. Calculer le nombre de micro-organisme par ml de miel à l'aide de la formule suivante :

$$N = \frac{\sum C}{v (n + 0.1 m) d}$$

**Où:**

**N** : nombre de colonies par UFC

**C** : les colonies obtenues entre 30 et 300

**v** : le volume prie

**n** : nombre de boîte prise dans la première dilution

**m** : nombre de boîte prise dans la seconde dilution

**d** : la première dilution

### **IV.5.3. Dénombrement des coliformes totaux et fécaux**

#### **a. Recherche des Coliformes totaux**

Cette recherche, a été effectuée sur le bouillon BCPL (Bromo Crésol Pourpre Lactosé), milieu d'enrichissement pour les coliformes totaux; par inoculation de 01 ml à partir des dilutions  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  et  $10^{-3}$ . La lecture, a été réalisée après 48 heures d'incubation à  $37^{\circ}\text{C}$ .

#### **b. Recherche des Coliformes fécaux**

Les coliformes fécaux, ont été dénombrés sur la gélose VRBG, par étalement de 01 ml, à partir des tubes BCPL positifs, après incubation pendant 48h à  $+ 44^{\circ}\text{C}$ .

### **IV.5.4. Recherche Escherichia coli**

A partir d'un tube positif de BCPL, ensemercer par 1ml un tube de 10ml contenant l'eau peptonée exempt d'indole. Incuber à  $44^{\circ}\text{C}$  pendant 24 h.

Après l'incubation, ajouter au tube quelques gouttes de réactif de KOVACS,

### **IV.5.5. Recherche des streptocoques fécaux**

Pour la recherche des Streptocoques fécaux, on a utilisés le milieu de présomption, milieu Rothe. (Par ensemencement de 01 ml de la solution mère et des dilutions) et l'ensemencement des tubes positifs dans le milieu de confirmation: Eva Litsky. La lecture a été réalisée après 24h d'incubation à  $37^{\circ}\text{C}$ .

### **IV.5.6. Recherche des Clostridium sulfito-réducteurs**

Après un choc thermique, de 20 ml de la solution mère, à  $80^{\circ}\text{C}$  pendant 10 min environ, puis un refroidissement rapide, sous courant d'eau froide. Le volume de la solution de miel chauffé, est stérilement versé dans un tube contenant la gélose viande foie (VF),

préalablement fondue et additionnée des deux additifs (alun de fer et sulfite de sodium), et incubé à 37°C. La lecture a été faite après 24, 48 et 72h.

#### **IV.5.7. Recherche des staphylococcus aureus**

01 ml de la solution mère et des dilutions  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ , ont étéensemencés, dans des bouillons GiollitiCantoni, après incubation pendant 24h à 30°C, 01 ml de chaque tube, est gardé en surfusion, une homogénéisation par des mouvements en circuits  $\infty$  a été réalisée sur Gélose Chapman Stone. On procède au dénombrement, après 24h d'incubation à 30 °C.

#### **IV.5.8. Recherche des salmonelles**

Ensemencement d'une série de trois tubes contenant le milieu de Tétrathionate. A partir des dilutions décimales  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ , porter aseptiquement 1 ml dans chacun des trois tubes correspondant à chaque dilution.

Après incubation 37°C/24h .La confirmation à partir des tubes positifs. (virage, trouble du milieu) sur gélose S.S. incubation à 44 C° /24 h.

#### **IV.5.9. Isolement et Dénombrement des bactéries lactiques thermophiles**

##### **IV.5.9.1. Isolement des lactobacilles thermophiles**

L'isolement a été réalisé, sur gélose MRS, milieu adapté à la recherche spécifique des lactobacilles, 01 ml de la dilution, est introduit au fond de la boîte de Pétri, ensuite un volume de 10 ml de la gélose MRS est ajouté, gardée en surfusion, une homogénéisation par des mouvements en circuits  $\infty$  a été réalisée, la lecture a été faite après 72°C d'incubation à 42°C.

##### **IV.5.9.2. Isolement des lactocoques thermophiles**

L'isolement a été réalisé, sur gélose M17, 01 ml de la dilution, est introduit au fond de la boîte de Pétri, ensuite un volume de 10 ml de la gélose M17 est ajouté, gardée en surfusion, une homogénéisation par des mouvements en circuits  $\infty$  a été réalisée L'incubation a été faite à 44°C (pour un isolement des thermophiles) pendant 72h, en conditions d'anaérobiose, pour les lactobacilles et en aéroanaérobiose, pour les lactocoques.

##### **IV.5.9.3. Dénombrement**

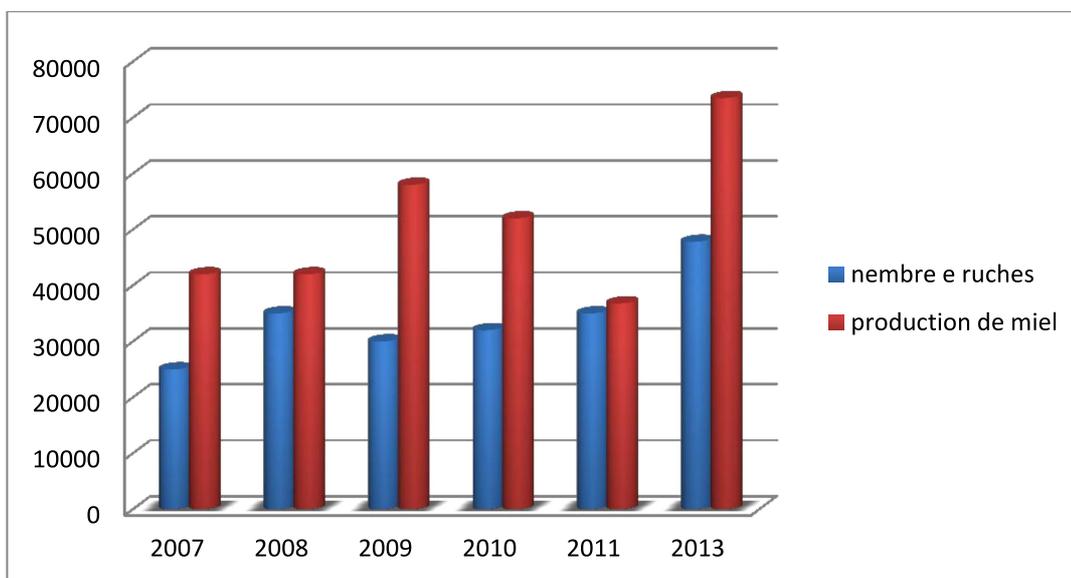
Toute bactérie vivante, introduite dans la masse ou en surface d'un milieu gélosé favorable, donne, en principe, naissance après incubation, à une colonie macroscopique. Le dénombrement des lactobacilles, sur le milieu MRS et lactocoques sur milieu le M17, après 24h-48h d'incubation, est effectué à l'aide d'un compteur des colonies microbiennes (Selecta, Espagne). Les colonies ayant un retard de croissance ont été dénombrées après 72h.

## V. Résultats et discussions

### V.1. Résultats

#### V.1.1. L'étude statistique

Les résultats obtenus après la collecte des données statistiques relatives au nombre de ruches et la production du miel sont exprimées en histogramme qui montre que le nombre de ruches augmente dans les années 2012 et 2013, et que la production du miel varie d'une année à l'autre ou elle a augmenté en 2013, figure N°4.



**Figure N°4** : Un histogramme représente le nombre de ruches et la production annuelle du miel entre l'année 2008 et 2013 dans la wilaya de BBA (la Direction Des Services Agricoles de BBA).

Le tableau N°3 représente le nombre de ruche et la production du miel par commune dans les années 2012 et 2013, ce qui nous permet de connaître les commune ayant des défaillances dans la production du miel comme la communes de Bir Kasdali qui a un nombre élevé de ruches 580 avec une production faible de 100 kg contrairement à El Main qui a la production la plus élevées 9000 kg, El Mhir a succédé avec le petit nombre de ruches 380 qui correspond à une importante quantité de miel 4500 Kg.

**Tableau N°3 : le nombre de ruche et la production du miel dans les communes de la wilaya de BBA.**

<b>Communes</b>	<b>Ruches</b>	<b>Miel (Kg)</b>
<b>BBA</b>	2115	2500
<b>Ain taghrout</b>	3340	1100
<b>Tixter</b>	167	400
<b>Ras El oued</b>	266	1200
<b>Ouled Brahem</b>	181	600
<b>Ain Tassera</b>	112	300
<b>Bordj Ghdir</b>	1600	2600
<b>Belimour</b>	1491	1300
<b>Ghailassa</b>	600	1400
<b>Tagalait</b>	530	1300
<b>El anaseur</b>	1000	3000
<b>Bir Kasdali</b>	580	100
<b>Khelil</b>	3080	1200
<b>Sidi Embarek</b>	3000	1000
<b>El Hammadia</b>	1593	2300
<b>El Euch</b>	998	1400
<b>Rabta</b>	804	1600
<b>K'sour</b>	1760	5500
<b>Mansoura</b>	1130	2000
<b>Haraza</b>	400	700
<b>El Mhir</b>	380	4500
<b>Ouled Sidi Brahim</b>	590	1100
<b>Bendaouad</b>	790	1300
<b>Medjana</b>	2080	3600
<b>Thenit El anseur</b>	800	1400
<b>El Achir</b>	1530	4500
<b>Hasnaoua</b>	2783	2300
<b>Bordj Zemoura</b>	1361	1200
<b>Tasamart</b>	1384	2000
<b>Ouled Dahmane</b>	692	600
<b>Djaafra</b>	2700	5800
<b>El Main</b>	4100	9000
<b>Tefreg</b>	2010	4300
<b>Colla</b>	1900	4200
<b>Total Wilaya</b>	<b>47847</b>	<b>73500</b>

Nous avons collectés 30 échantillons de miel provenant de différentes régions de la wilaya de Bordj Bou Arreridj. Ces échantillons ont été prélevés au cours de la récolte de miel (2013).

Les données sont mentionnées dans le tableau N°4.

Tableau N°4 : La présentation des échantillons du miel étudiés.

N° d'échantillons Honey (H)	Communes de collecte	Date de collecte
H <sub>1</sub>	Tenit El Anaseur	Été 2013
H <sub>2</sub>	Ain taghrout	Été 2013
H <sub>3</sub>	Ouledkhlifa	Été 2013
H <sub>4</sub>	Achabou	Été 2013
H <sub>5</sub>	Hasnaoua	Été 2013
H <sub>6</sub>	Tazla	Été 2013
H <sub>7</sub>	K'sour	Été 2013
H <sub>8</sub>	Tasamart	Été 2013
H <sub>9</sub>	Colla	Été 2013
H <sub>10</sub>	Sidi Embarek	Été 2013
H <sub>11</sub>	Ouled sayad	Été 2013
H <sub>12</sub>	Bordj Ghdir	Été 2013
H <sub>13</sub>	Rabta	Été 2013
H <sub>14</sub>	Medjana	Été 2013
H <sub>15</sub>	Bou aiache	Été 2013
H <sub>16</sub>	Bou cheraf	Été 2013
H <sub>17</sub>	Bouchada	Été 2013
H <sub>18</sub>	El main	Été 2013
H <sub>19</sub>	Djaafra	Été 2013
H <sub>20</sub>	Boumerged	Été 2013
H <sub>21</sub>	Bordj zemoura	Été 2013
H <sub>22</sub>	Ouled Dahmane	Été 2013
H <sub>23</sub>	Ras el oued	Été2013
H <sub>24</sub>	Bendaoud	Été 2013
H <sub>25</sub>	El anseur	Été 2013
H <sub>26</sub>	Chakbou	Été 2013
H <sub>27</sub>	BBA	Été 2013
H <sub>28</sub>	Tefreg	Été 2013
H <sub>29</sub>	Hammdia	Été 2013
H <sub>30</sub>	Mansoura	Été 2013

## **V.1.2. Les paramètres physico-chimiques**

### **V.1.2.1. Le pH**

Les résultats issus de cette étude nous donnent une indication sur la qualité du miel analysé. Les valeurs du pH de nos échantillons de miel varient entre 3,61 et 4,97 avec une moyenne de 4,11. Tous les miels sont acides. Le taux normal de pH varie entre 3 et 6 (Bogdanov et al, 1997). Les valeurs du pH sont présentées dans le tableau N°6.

### **V.1.2.2. La détermination de l'acidité libre (FA), combinée et total**

L'acidité du miel due à la présence des acides organiques. Les valeurs de l'acidité de nos échantillons de miel varient entre 16 et 35 meq/kg avec une moyenne de 21,88 meq/kg. L'acidité libre a été calculée par la méthode titrimétrie de Bogdanov et al, (2002). L'acidité libre du miel ne doit pas dépasser 40 milliéquivalents d'acide par 1000g. Les valeurs de l'acidité lactone de nos échantillons de miel varient entre 437,94 et 482,45 meq/kg avec une moyenne de 476,62 meq/kg, l'acidité total de nos échantillons est oscillent entre 494,94 et 501,05 meq/kg avec une moyenne de 481,94 meq/kg. Les valeurs de l'acidité sont mentionnées dans le tableau N°5.

### **V.1.2.3. La conductivité électrique**

La conductivité électrique est mesuré par le conductimètre (WTW ; Wissenschaftlich-TechnischfWerksattenGmbH,Germany) à 20°C. Les valeurs sont comprises entre 163,23 et 890,39  $\mu\text{S}/\text{cm}$  avec une moyenne de 370,57  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Le taux normal de la CE doit être au maximum 0,5 mS/cm pour les miels de nectar, entre 0,5 et 0,9 mS/cm pour les mélanges de miels de miellat et de miels de nectar, et minimum 0,9 mS/cm pour les miels de miellat. Les résultats issus de cette analyse sont portés sur le tableau N°6.

### **V.1.2.4. L'humidité à 20°C**

L'humidité est mesurée par le réfractomètre (WYA Abbe Réfractomètre) à 20°C. La teneur en eau de nos échantillons du miel varie de 13% et 22,2%, avec une moyenne de 17,17%. L'humidité pour tous les miels, ne devrait pas dépasser 20%. Les valeurs de la teneur en eau sont mentionnées dans le tableau N°6.

Tableau N°5 : les valeurs de PH et de l'acidité.

N° d'échantillons Honey (H)	pH initial à 20 °C	L'acidité libre (meq/kg)	L'acidité combinée (meq/kg)	Acidité total
H <sub>1</sub>	4,01	17.5	482,45	499,95
H <sub>2</sub>	3,76	21	477,29	498,29
H <sub>3</sub>	4	20.5	479,39	499,89
H <sub>4</sub>	3,83	26	473,94	499,94
H <sub>5</sub>	3,91	19	480,96	499,96
H <sub>6</sub>	3,63	25	474,93	499,93
H <sub>7</sub>	4,01	35	464,94	499,94
H <sub>8</sub>	4,81	22	477,94	499,94
H <sub>9</sub>	4,55	19.5	480,45	499 ,95
H <sub>10</sub>	4,06	29	470,93	499,93
H <sub>11</sub>	4,69	20	474,94	494,94
H <sub>12</sub>	4,02	18.5	481,44	499,94
H <sub>13</sub>	3,84	24.5	475,46	499,96
H <sub>14</sub>	4,13	24.5	475,44	499,94
H <sub>15</sub>	4	25	475,42	500,42
H <sub>16</sub>	4,71	16	480,90	496,9
H <sub>17</sub>	4,26	22	477,94	499,94
H <sub>18</sub>	3,92	19.5	480,45	499,95
H <sub>19</sub>	3,61	17.5	482,44	499,94
H <sub>20</sub>	4,97	18	482,39	500,39
H <sub>21</sub>	3,89	19	480,96	499,96
H <sub>22</sub>	4,63	19.5	480,46	499,96
H <sub>23</sub>	3,61	26	437,94	463,94
H <sub>24</sub>	4,8	20	481,25	501,25
H <sub>25</sub>	4,02	18.5	482,55	501,05
H <sub>26</sub>	3,67	20	480,85	500,85
H <sub>27</sub>	3,84	30	471,65	501,65
H <sub>28</sub>	4,15	22.5	478,35	500,85
H <sub>29</sub>	3,92	22	475,54	497,54
H <sub>30</sub>	4,1	22	479,25	501,25
<b>Moyenne</b>	4,11	21,98	476,62	481,94

**Tableau N°6:** Les valeurs de la conductivité électrique et de la teneur en eau.

N° d'échantillons Honey (H)	SH ( $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ )	Teneur en eau (%)
<b>Kcl</b>	/	
<b>H<sub>1</sub></b>	485,13	19,4
<b>H<sub>2</sub></b>	201,52	15,2
<b>H<sub>3</sub></b>	482,39	14,8
<b>H<sub>4</sub></b>	463,24	18
<b>H<sub>5</sub></b>	318,25	17,4
<b>H<sub>6</sub></b>	389,38	18
<b>H<sub>7</sub></b>	391,2	18
<b>H<sub>8</sub></b>	297,27	16
<b>H<sub>9</sub></b>	375,7	18
<b>H<sub>10</sub></b>	207,91	17,2
<b>H<sub>11</sub></b>	337,4	19
<b>H<sub>12</sub></b>	351,99	16
<b>H<sub>13</sub></b>	271,74	15,4
<b>H<sub>14</sub></b>	245,3	16,8
<b>H<sub>15</sub></b>	243,47	15,2
<b>H<sub>16</sub></b>	325,54	18,4
<b>H<sub>17</sub></b>	580,88	17,2
<b>H<sub>18</sub></b>	258,06	18,8
<b>H<sub>19</sub></b>	163,23	13
<b>H<sub>20</sub></b>	235,27	15,6
<b>H<sub>21</sub></b>	234,35	19,2
<b>H<sub>22</sub></b>	223,41	14
<b>H<sub>23</sub></b>	507,13	22,2
<b>H<sub>24</sub></b>	660,21	18
<b>H<sub>25</sub></b>	424,03	16,8
<b>H<sub>26</sub></b>	203,35	16,4
<b>H<sub>27</sub></b>	434,03	16,8
<b>H<sub>28</sub></b>	539,84	15,6
<b>H<sub>29</sub></b>	375,70	21,6
<b>H<sub>30</sub></b>	890,39	17,2
<b>Moyenne</b>	370,57	17,17

**V.1.2.5. La détermination de la teneur en Hydroxyméthylfurfural (HMF)**

La teneur en HMF est déterminée par la méthode de White (1979). Les résultats sont mentionnés dans le tableau N°7, le taux de l'HMF de nos échantillons varie entre 0,1347 et 22,83 mg/kg avec une moyenne de 9,462 mg/kg. La teneur en HMF ne devrait pas dépasser 40 mg/kg afin de conserver au miel sa qualité diététique et thérapeutique.

**V.1.2.6. La détermination de la teneur en matières insoluble dans l'eau**

La détermination de la teneur en matière insoluble est déterminée par la méthode de Bogdanov (2002), les valeurs de la matière insoluble dans l'eau de nos échantillons sont comprises entre 8 et 22,5 mg/ 100g de miel avec une moyenne de 16,1666 mg/100 g. les résultats sont mentionnés dans le tableau N°7.

**V.1.2.7. La détermination de la couleur du miel**

La couleur du miel est déterminée par un spectrophotomètre (UV mini-1240 UV. Vis. Spectrophotomètres SHIMADZU). Les valeurs de la couleur de nos échantillons comprises entre 129,74 et 851,68 mm Pfund avec une moyenne de 381.6446 mm Pfund, les résultats issus de cette analyse sont portés sur le tableau N°7.

**V.1.2.8. La détermination de la teneur en cendre**

Les valeurs de la teneur en cendre de nos échantillons comprises entre (0.00009 et 0.053 g/100 g) avec une moyenne de 0.006 g/100 g, elle doit être au maximum 1,2 g/100 g, les résultats de nos échantillons sont portés sur le tableau N° 7.

**V.1.2.9. La détermination de l'activité de diastase**

L'activité diastasique mesure l'activité des enzymes diastasiques par g de miel selon la méthode décrite par Schade (1958) modifié par Bogdanov (2002). Les valeurs de nombre de diastase de nos échantillons comprises entre 60 et 135.1351 unités de Schade avec une moyenne de 85.6423 unités de Schade, l'indice diastasique ne devrait généralement pas être inférieur à 8 unités de Schade. Les résultats issus de cette analyse sont portés sur le tableau N°7.

**Tableau N°7:** indique les valeurs de la couleur, de l'activité diastasique, la teneur en matière insoluble, en cendre et en HMF.

N° d'échantillons	La couleur (mm Pfund)	la matière insoluble (mg/100g)	la teneur en cendre (g/100 g)	Hmf mg/kg	nombre de diastase mg/kg
H <sub>1</sub>	405,54	18	0,00197	13,884	69,7674
H <sub>2</sub>	208,92	19	0,00167	7,1406	119,0476
H <sub>3</sub>	400,22	18	0,0003	8,0164	66,6666
H <sub>4</sub>	457,44	17,5	0,0185	22,83	68,1818
H <sub>5</sub>	253,84	17	0,00566	12,47	60
H <sub>6</sub>	237,87	18	0,0475	9,393	65,7894
H <sub>7</sub>	851,68	21	0,00231	15	75
H <sub>8</sub>	334,35	19	0,00048	9,73	100
H <sub>9</sub>	655,73	16,5	0,00293	15,628	60
H <sub>10</sub>	188,63	20,5	0,00144	10,32	120
H <sub>11</sub>	205,6	18,5	0,00181	16,16	93,75
H <sub>12</sub>	213,91	22,5	0,000386	0,134	78,9473
H <sub>13</sub>	129,74	20	0,000364	20,344	84,507
H <sub>14</sub>	222,56	21	0,00129	9,588	85,7142
H <sub>15</sub>	454,78	20	0,000917	11,90	100
H <sub>16</sub>	140,39	14,5	0,003915	8,173	93,75
H <sub>17</sub>	531,97	20	0,00478	5,082	60
H <sub>18</sub>	429,17	12	0,00133	0,157	56,6037
H <sub>19</sub>	732,58	13,5	0,000534	0,538	85,7142
H <sub>20</sub>	403,55	15,5	0,001015	5,164	71,4285
H <sub>21</sub>	318,05	12,5	0,001427	12,49	150
H <sub>22</sub>	473,08	12	0,001277	4,19	135,1351
H <sub>23</sub>	233,88	15,5	0,0169	9,917	62,5
H <sub>24</sub>	356,97	11	0,001846	7,073	65,5021
H <sub>25</sub>	425,17	11	0,000827	13,607	84,2696
H <sub>26</sub>	665,04	9,5	0,00612	8,420	120
H <sub>27</sub>	223,9	8	0,001983	10,890	85,7842
H <sub>28</sub>	646,71	11,5	0,053	8,353	85,2272
H <sub>29</sub>	233,88	17,5	0,00009	7,230	72,8155
H <sub>30</sub>	414,19	14,5	0,00211	7,230	93,1677
<b>Moyenne</b>	381.6446	16,16	0,006156	9,703	85,64

#### IV.1.2.10. La détermination de l'origine botanique du miel (la mellissopalynologie)

Les résultats sont mentionnés dans le tableau N°8. La diversité floristique de nos échantillons a permis de conclure qu'il s'agit des miels « polyfloraux » ceci est confirmé par l'absence de dominance révélée par le diagnostic microscopique et nous avons remarqué que les espèces végétales les plus répétées dans tous les échantillons sont : Lierre, Le pin, trèfle violet, Eucalyptus fibrosa, Bouleau, Exellodendron, Trifolium sp, et Chicorée sauvage.

**Tableau N°8 :** l'origine florale des échantillons collectes à partir de la région de BBA.

Ech	Pourcentage de pollen compté (%)			
	>45%	(16- 45%)	(3- 15%)	(moins de 3%)
H <sub>01</sub>	/	Lierre Phleumpratense L Trèfle violet	Erable sycomore magnolia Eucalyptus fibrosa Bouleau	Licaniahypoleuca le pin Exellodendronà
H <sub>02</sub>	/	Phleumpratense L	Bouleau Lierre	MelastomataceaeMiconiacha missois Le pin
H <sub>03</sub>	/	lierre le pin	Lierre Exellodendron coriaceum	Vicia sp Euphorbiaceae Chicorée sauvage
H <sub>04</sub>	/	Trifolium sp Le pin	Trèfle violet Bouleau	MelastomataceaeMiconiacha missois Achilleasp Chenopodium album L.
H <sub>05</sub>	/	Lierre Trifolium sp	Chicorée sauvage Eucalyptus fibrosa	Trèfle violet
H <sub>06</sub>	/	Eucalyptus fibrosa	Exellodendroncoriace um Helianthus annuus L	Lierre Chicorée sauvage
H <sub>07</sub>	/	Lierre Heerahelix L Bouleau	Trèfle violet Artemisia frigidaWilld. Melastomataceae Miconiachamissois	Le pin Euphorbiaceae
H <sub>08</sub>	/	Viciasp Trifoliumsp Artemisia frigidaWilld	Lierre Trèfle violet Le pin	Eucalyptus fibrosa Euphorbiaceae
H <sub>09</sub>	/	Eucalyptus fibrosa	Le pin Bouleau	Myrtaceae

<b>H<sub>10</sub></b>	/	Vicia sp Cyperaceae	Euphorbiaceae Lierre	Asteraceae Lessingianthusadenophylles
<b>H<sub>11</sub></b>	/	Euphorbiaceae Bouleau Phleumpratense L.	Vicia sp Le pin	Trèfle violet
<b>H<sub>12</sub></b>	/	Trifolium sp Le pin Bouleau	Euphorbiaceae Asteraceae Lessingianthusadenophylles	Chenopodium album L.
<b>H<sub>13</sub></b>	/	Bouleau	/	Trèfle violet ArtemisiafrigidaWilld Vicias Exellodendroncoriaceum Chrysobalanceae
<b>H<sub>14</sub></b>	/	Trifolium sp	Bouleau Trèfle violet	Le pin ArtemisiafrigidaWilld
<b>H<sub>15</sub></b>	/	Vicia sp Bouleau	Le pin Lierre Heerahelix L	Trèfle violet Cyperaceae
<b>H<sub>16</sub></b>	/	Le pin Chenopodium album L	Helianthusannuus L Bouleau Exellodendroncoriaceum Chrysobalanceae	MelastomataceaeMiconiachamissois ArtemisiafrigidaWilld
<b>H<sub>17</sub></b>	/	Bouleau Vicia sp	Asteraceae Lessingianthusadenophylles Euphorbiaceae	Trèfle violet Chenopodium album L
<b>H<sub>18</sub></b>	/	Euphorbiaceae Eucalyptus fibrosa	Bouleau	Chicorée sauvage
<b>H<sub>19</sub></b>	/	licaniahypoleuca le pin	Eucalyptus fibrosa	Melastomataceae Miconiachamissois Euphorbiaceae
<b>H<sub>20</sub></b>	/	Trifolium sp Bouleau	/	Euphorbiaceae Myrtaceae
<b>H<sub>21</sub></b>	/	Vicia sp Bouleau	Le pin	MelastomataceaeMiconiachamissois Phleumpratense L
<b>H<sub>22</sub></b>	/	Trèfle violet ArtemisiafrigidaWilld. Le pin	Bouleau Euphorbiaceae	Eucalyptus fibrosa Vicia sp

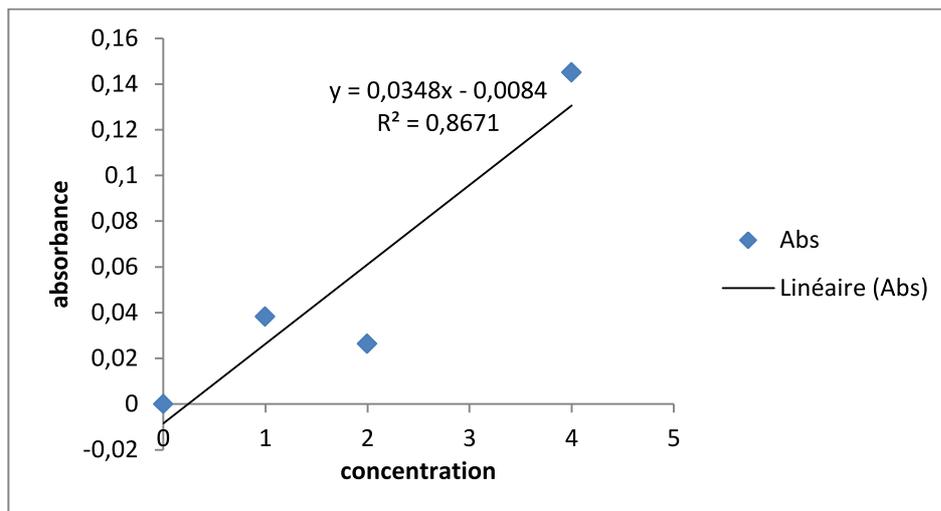
H <sub>23</sub>	/	Trifolium sp Artemisia frigida Willd	Le pin Eucalyptus fibrosa Melastomataceae Miconiachamissois	Euphorbiaceae
H <sub>24</sub>	/	Eucalyptus fibrosa Trifolium sp	Bouleau Trèfle violet	Le pin
H <sub>25</sub>	/	Chenopodium album L Eucalyptus fibrosa	Exellodendron coriaceu m Chrysobalanceae	Cyperaceae
H <sub>26</sub>	/	Vicia sp Melastomataceae Miconiachamissois	Le pin	Eucalyptus fibrosa
H <sub>27</sub>	/	Eucalyptus fibrosa Vicia sp	Artemisia frigida Willd	Fabaceae Mimosoideae Cyperaceae
H <sub>28</sub>	/	Vicia sp Eucalyptus fibrosa	Le pin Bouleau	Euphorbiaceae
H <sub>29</sub>	/	Trifolium sp Eucalyptus fibrosa	Melastomataceae Miconiachamissois	Le pin
H <sub>30</sub>	/	Chenopodium album L	Trèfle violet Fabaceae Mimosoideae	Artemisia frigida Willd. Eucalyptus fibrosa Cyperaceae

### V.1.2.11. La détermination des minéraux

Pour la détermination des minéraux, on a utilisé la méthode de spectrométrie d'absorption atomique à flamme. Les résultats issus de cette analyse sont portés sur le tableau N°9.

- **Le Fer**

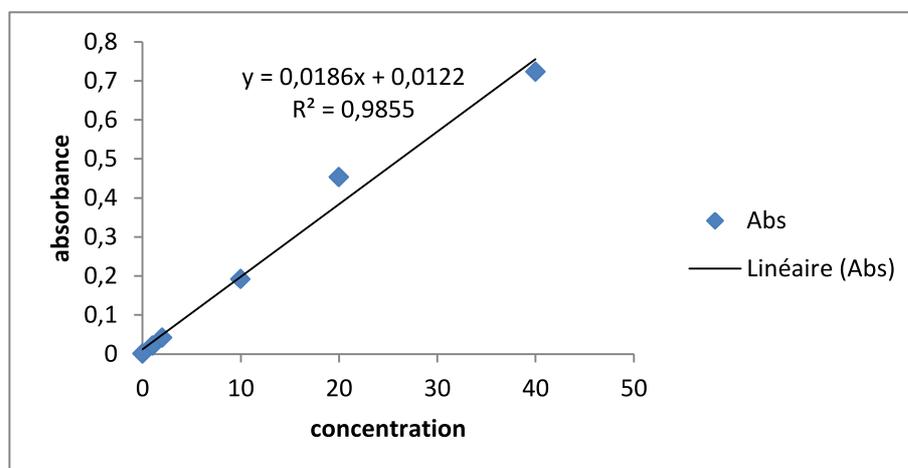
Les concentrations du Fe ont été démontrées à partir de l'équation de régression de la courbe d'étalonnage des solutions standards de Fer (Figure N°5). La teneur en Fe de nos échantillons est oscillent entre 1,895 PPM et 20,312 PPM avec une moyenne de 7,5714 PPM les résultats sont mentionnés dans le tableau N°9.



**Figure N°5 :** La courbe d'étalonnage du Fer.

- **Le Zinc**

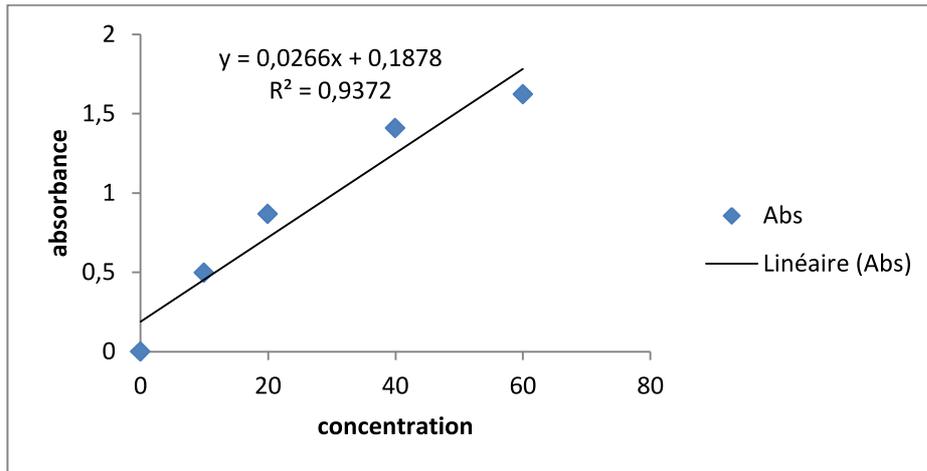
Les concentrations du Zn ont été démontrées à partir de l'équation de régression de la courbe d'étalonnage des solutions standards de Zinc (Figure N°6). Les valeurs de Zn de nos échantillons comprises entre 1,05 ppm et 10,75 PPM avec une moyenne de 3,86 PPM, les résultats sont présentés dans le tableau N°9.



**Figure N°6 :** La courbe d'étalonnage du Zinc.

- **Le Magnésium**

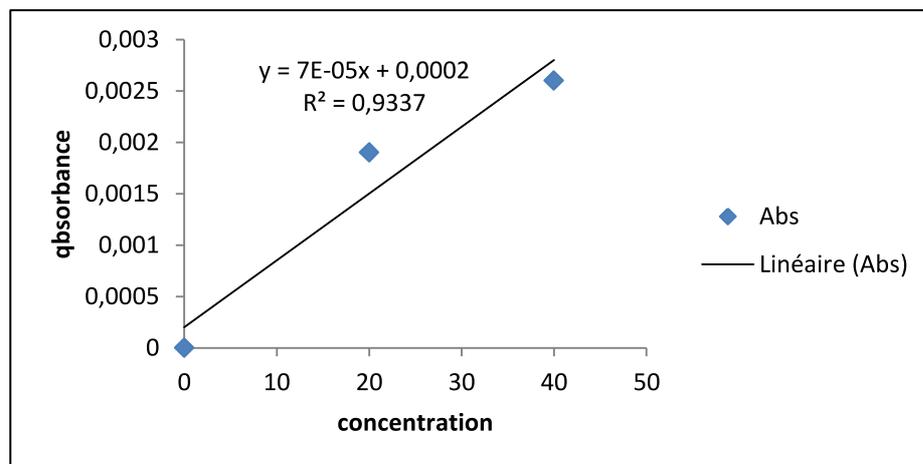
À partir de l'équation de régression de la courbe d'étalonnage des solutions standards de Magnésium on a déterminé Les concentrations du Mg (Figure N°7). Les valeurs de magnésium de nos échantillons est oscillent entre 0,15 PPM et 178,5ppm avec une moyenne de 37,68 ppm les résultats sont mentionnés dans le tableau N°9.



**Figure N°7 :** La courbe d'étalonnage du Magnésium.

- **Le Sodium**

Les concentrations du Na ont été démontrées à partir de l'équation de régression de la courbe d'étalonnage des solutions standards de Sodium (Figure N°8), Les valeurs de nos échantillons comprises entre 42.25 ppm et 408,45 PPM avec une moyenne de 186,63 PPM, les résultats sont mentionnés dans le tableau N°9.



**Figure N°8 :** La courbe d'étalonnage du sodium.

### V.1.3. Contamination chimique

#### V.1.3.1. Détection des métaux lourds

Le Cd et le Pb sont considérés comme les principaux métaux lourds et sont donc les plus étudiés (Bogdanov, 2006).

- **Le plomb**

Les concentrations du Pb ont été démontrées à partir de l'équation de régression de la courbe d'étalonnage des solutions standards de Plomb (Figure N°9) ; Les résultats du Pb de nos

Echantillons est oscillent entre 0.01 PPb et 5.22 PPb avec une moyenne de 0.48 PPb, les résultats sont mentionnés dans le tableau N°10.

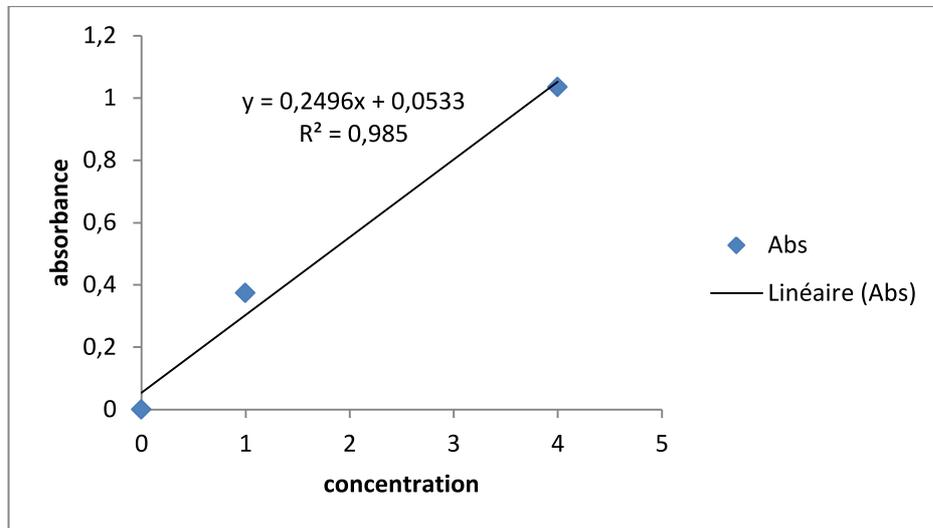


Figure N°9: La courbe d'étalonnage du Plomb.

- **Le cadmium**

Les concentrations du Cd ont été démontrées à partir de l'équation de régression de la courbe d'étalonnage des solutions standards de cadmium (Figure N°10), Les valeurs de Cd de nos échantillons varient entre 40.8 PPb et 940.35 PPb avec une moyenne de 267.66 PPb Portés sur le tableau N°11.

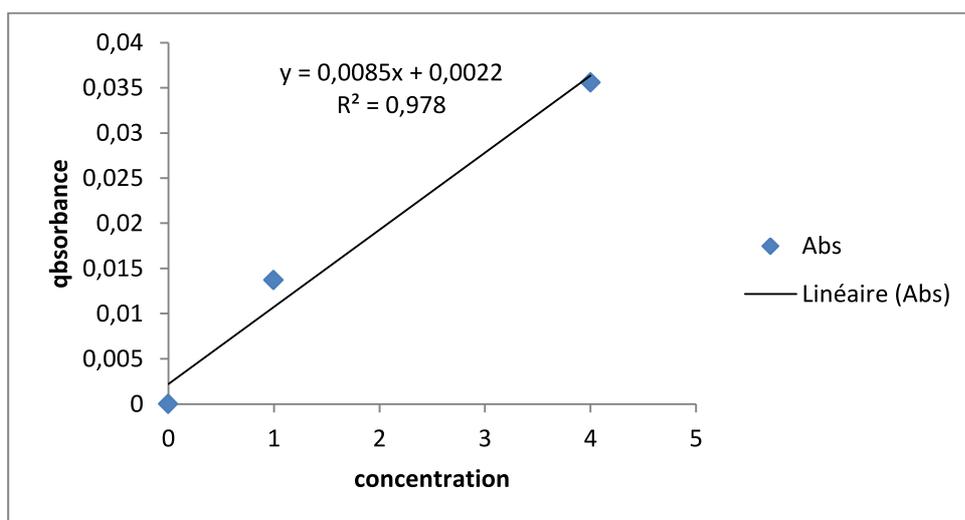


Figure N°10 : La courbe d'étalonnage du cadmium.

Tableau N°9: Détermination de la teneur en sels minéraux.

N° d'échantillons	Fe (PPM)	Mg (PPM)	Na (PPM)	Zn (PPM)
H <sub>1</sub>	4,623	41,2	140,8	9,1
H <sub>2</sub>	2,3495	31,2	211,25	1,25
H <sub>3</sub>	3,941	33,35	176,05	3,8
H <sub>4</sub>	5,76	46,75	323,9	5,85
H <sub>5</sub>	5,5325	42,6	225,35	2,15
H <sub>6</sub>	7,276	113,15	154,9	5,6
H <sub>7</sub>	15,3855	178,5	211,26	3,3
H <sub>8</sub>	7,655	35,1	42,25	1,65
H <sub>9</sub>	18,6445	63,2	408,45	7,95
H <sub>10</sub>	5,1535	27,15	147,85	1,8
H <sub>11</sub>	3,7895	24,15	176,05	2,25
H <sub>12</sub>	4,2445	11,48	267,6	3,8
H <sub>13</sub>	4,6223	57	225,35	1,05
H <sub>14</sub>	4,6223	17,95	197,15	3,15
H <sub>15</sub>	4,8505	25,95	267,6	1,6
H <sub>16</sub>	4,699	25,4	169	1,75
H <sub>17</sub>	12,2025	50,15	204,2	4,7
H <sub>18</sub>	4,2445	47,3	98,55	2,05
H <sub>19</sub>	1,895	17,65	49,25	4,55
H <sub>20</sub>	7,3515	28,3	211,25	2,35
H <sub>21</sub>	23,6465	42,9	140,8	10,75
H <sub>22</sub>	6,594	42,45	154,9	3,85
H <sub>23</sub>	4,8505	14	197,15	3,25
H <sub>24</sub>	5,9875	57,25	70,4	6
H <sub>25</sub>	9,777	30,15	211,25	5,55
H <sub>26</sub>	2,7285	13,85	147,85	1,9
H <sub>27</sub>	10,3835	4,9	161,95	2,65
H <sub>28</sub>	7,503	6,9	147,85	6,1
H <sub>29</sub>	6,518	0,35	239,4	1,65
H <sub>30</sub>	20,312	0,15	219,35	4,4
<b>Moyenne</b>	<b>7,5714</b>	<b>37,68</b>	<b>186,63</b>	<b>3,86</b>

Tableau N°10: Détermination de la teneur en métaux lourds.

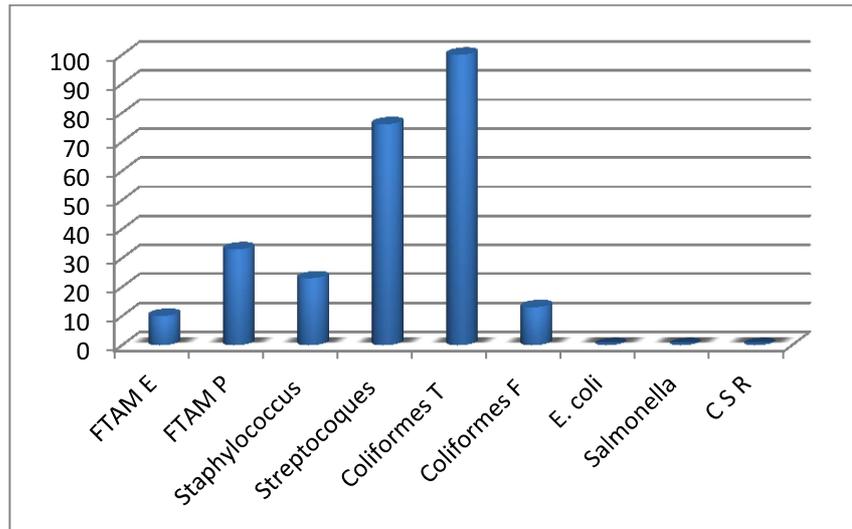
N° d'échantillons	Pb (PPb)	Cd (PPb)
H <sub>1</sub>	0,0107	322,1
H <sub>2</sub>	0,136	311,2
H <sub>3</sub>	5,2255	43,3
H <sub>4</sub>	0,0885	232,25
H <sub>5</sub>	0,103	175
H <sub>6</sub>	1,0845	167,35
H <sub>7</sub>	0,107	129,15
H <sub>8</sub>	0,107	40,8
H <sub>9</sub>	0,163	74,25
H <sub>10</sub>	0,299	122,7
H <sub>11</sub>	0,536	843,9
H <sub>12</sub>	0,3915	574,45
H <sub>13</sub>	0,0825	574,45
H <sub>14</sub>	0,2555	134,45
H <sub>15</sub>	0,5255	67,75
H <sub>16</sub>	0,4535	118,05
H <sub>17</sub>	0,569	167,35
H <sub>18</sub>	0,5465	940,35
H <sub>19</sub>	0,3935	209,45
H <sub>20</sub>	0,75	428,35
H <sub>21</sub>	0,0555	81,7
H <sub>22</sub>	0,235	277,45
H <sub>23</sub>	0,0765	141,1
H <sub>24</sub>	0,07	52,45
H <sub>25</sub>	0,062	280,1
H <sub>26</sub>	1,3955	172,25
H <sub>27</sub>	0,2245	127,2
H <sub>28</sub>	0,0455	901,7
H <sub>29</sub>	0,563	83,3
H <sub>30</sub>	0,0535	236,05
<b>Moyenne</b>	0,4869	267

### V.1.4. Analyse microbiologique du miel

Après l'analyse microbiologique de 30 échantillons du miel prélevé à partir de la région de Bordj Bou Arreridj, Les résultats de cette analyse sont représentés dans le tableau N°11.

**Tableau N°11 : Résultats de l'analyse microbiologique de 30 échantillons du miel (IND : Indénombrable.-: Absence. UFC/g: unité formant colonies. UFT/g: unité formant trouble. CSR : Clostridium sulfito réducteur)**

	FTAM Eucaryotes UFC/g	FTAM Procarayotes UFC/g	Staphylococ- us UFC/g	Streptocoque s UFT/g	Coliformes totaux UFT/g	Coliformes fécaux UFC/g	E. coli	Salmonella	CSR
H01	IND	0	0	0,3	4.0	0	-	-	-
H02	0	0	IND	0,3	1.5	0	-	-	-
H03	0	0	IND	0,3	2.5	0	-	-	-
H04	0	90.9 x 10 <sup>2</sup>	0	140	140	0	-	-	-
H05	0	0	IND	0	2.5	IND	-	-	-
H06	0	0	0	110	140	0	-	-	-
H07	0	400	0	0	4.5	0	-	-	-
H08	0	74.54	IND	25	140	0	-	-	-
H09	0	120 x 10 <sup>2</sup>	0	45	16	IND	-	-	-
H10	0	0	30.18x10 <sup>2</sup>	0,3	1.1	0	-	-	-
H11	0	0	0	0	4.0	21.6x10 <sup>3</sup>	-	-	-
H12	0	0	0	0,3	9.5	0	-	-	-
H13	0	0	0	0,6	140	0	-	-	-
H14	0	0	IND	0	25	IND	-	-	-
H15	0	0	0	45	1.4	0	-	-	-
H16	0	0	0	0,6	30	0	-	-	-
H17	0	0	0	1,6	25	0	-	-	-
H18	0	0	0	0	2.5	0	-	-	-
H19	0	1181.8	0	0,3	140	0	-	-	-
H20	0	0	0	0,3	16	0	-	-	-
H21	0	0	0	0	140	0	-	-	-
H22	310.10 <sup>-2</sup>	0	0	0,6	3.5	0	-	-	-
H23	0	0	0	0,3	1.4	0	-	-	-
H24	0	IND	0	140	30	0	-	-	-
H25	0	400	0	0,7	45	0	-	-	-
H26	0	2120	0	0,4	1.1	0	-	-	-
H27	0	0	0	0	140	0	-	-	-
H28	0	0	0	0,6	140	0	-	-	-
H29	0	106.36 x 10 <sup>2</sup>	0	4	16	0	-	-	-
H30	300	3672.7	IND	6,5	140	0	-	-	-
%	10	33	23	76	100	13	0	0	0

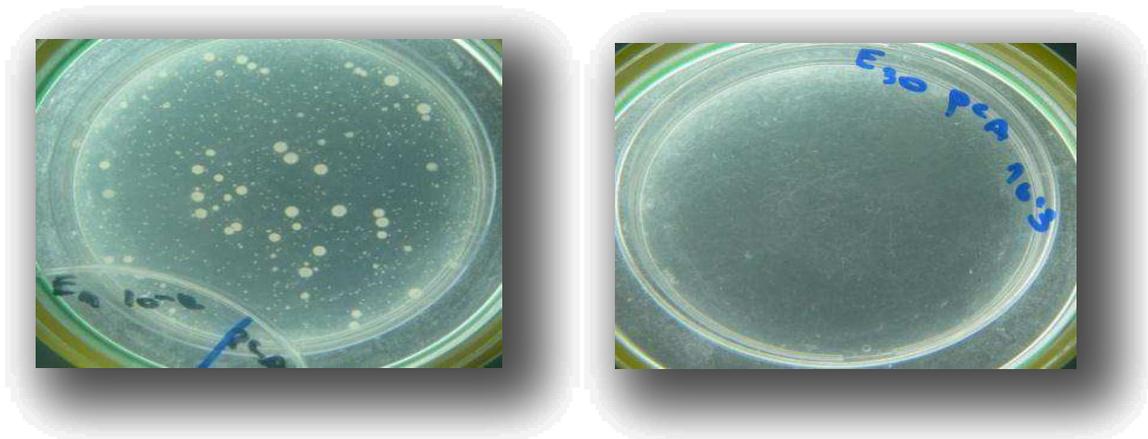


**Figure N°11** : Un histogramme représente le pourcentage de contamination microbiologique.

### II.1. La flore aérobie mésophile totale (FMAT)

Après l'analyse microbiologique de la flore aérobie mésophile totale FMAT, en milieu PCA, nous avons observés que, l'échantillon de était Bendaoued était indénombrable tandis que, l'échantillon Tassamert contient moins de charge microbienne; avec 74.54 UFC/ml avec une moyenne de 84 UFC/ml). Par contre les autres échantillons ont donnés des résultats négatifs.

En milieu OGA les résultats de la flore aérobie mésophile totale des échantillons Ouled. Dahmen, El Main était  $310.10^2$  UFC/ml et 300 UFC/ml respectivement, le nombre maximal de la flore est dans l'échantillon de Theniet El Anasser, le reste des échantillons ont données des résultats négatifs (Tableau N°11).



**Figure N°12** : Aspect macroscopiques des colonies FAMT sur milieu PCA après incubation 48 h à 22 °C.

## II.1.2. Coliformes totaux et coliformes fécaux

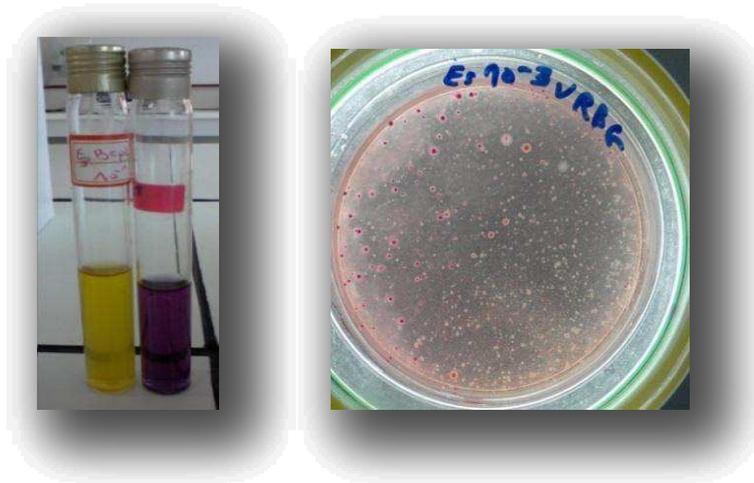
### a. Coliformes totaux

Après l'analyse des coliformes totaux a 37C° les résultats obtenue varient entre 1,1 UFT/g et 140 UFT/g avec une moyenne de 87.2 UFT/g. représentés dans le tableau N°11.

### b. Coliformes fécaux

Les résultats macroscopiques de dénombrements, ont montré des colonies sur gélose VRBG, sous formes rondes, de petites tailles, et de couleur rouges foncées ou violettes.

Les coliformes fécaux, ensemencés sur le milieu VRBG, étaient indénombrables pour Hasnawa, Colla, Medjana, par contre pour les autres échantillons sont négatifs. (Tableau N°11).



**Figure N°13** : Aspect macroscopiques des coliformes totaux et fécaux en bouillon BCPL et gélose VRBG.

## II.1.3. Escherichia coli

Après 5 jours d'incubation sur l'eau peptoné exempt d'indole avec un additive pour la sélection de germe recherché, on a obtenue des résultats négatifs (Tableau N°11).

## II.1.4. Clostridium Sulfito-Réducteurs (CSR)

Après 24h d'incubation sur milieu Gélose viande foie (VF), on a enregistré des résultats négatifs pour tous les échantillons (Tableau N°11).

## I.1.5. Streptocoques fécaux

La recherche de streptocoque a été faite sur deux bouillons sélectifs (Roth; milieu présomptif, Litsky; milieu confirmatif).

Les résultats de nos échantillons oscillent entre 0 UFT/g et 140 UFT/g avec une moyenne de 17.43 UFT/g (Tableau N°11).



**Figure N°14** : Aspect macroscopiques des Streptocoques fécaux en milieu Litsky après incubation 24 h à 37 °C.

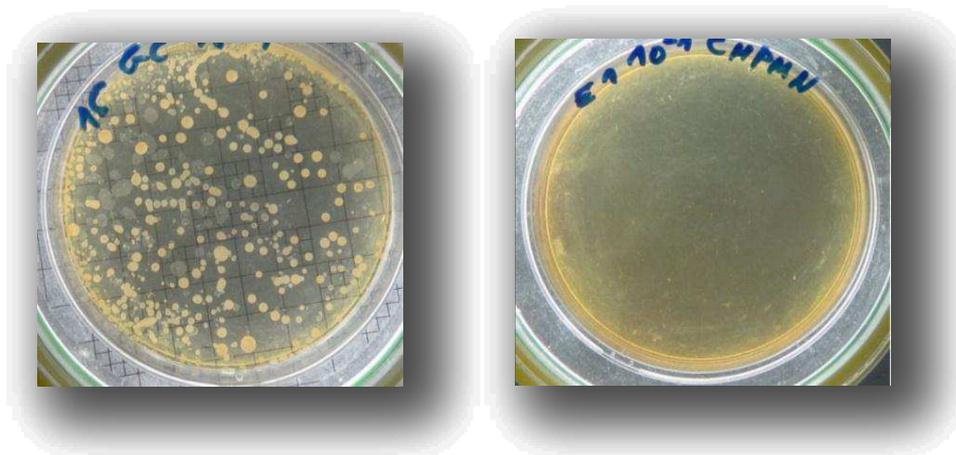
### I.1.6. Staphylococcus aureus

#### a. Test présomptif :

Les tubes Giolliti Cantonii, présentant des troubles, ont été considérés comme des tubes positifs.

#### b. Test confirmatif :

Sur le milieu Chapman, les résultats obtenus sont indénombrables pour Ain taghrout, Ouled Khelifa, Hasnawa, Tassamert, Mejana, Mansoura, par contre pour les autres échantillons sont négatifs (Tableau N°11).



**Figure N°15** : Aspect macroscopiques des Staphylococcus aureus sur milieu Chapman après incubation 24 h à 37 °C.

.

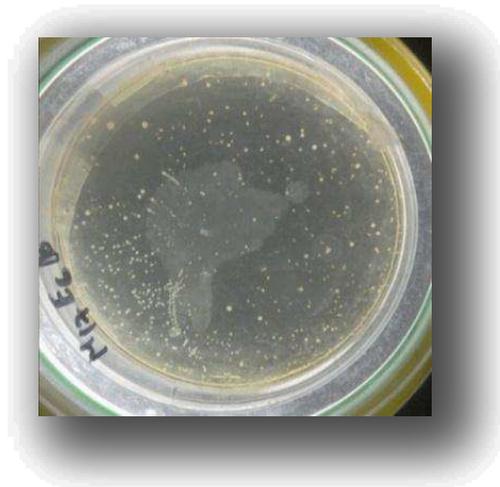
### II.1.7. Salmonella

Pour la recherche de salmonella, nous avons utilisé un milieu liquide titrationat les tubes positifs ensemencés sur le milieu solide SS. Tous les échantillons analysés ont donné un résultat négatif (Tableau N°11).

## II.2. Résultats d'isolement des bactéries lactiques

### II.2.1. Evaluation de la charge des bactéries lactiques

Le dénombrement des bactéries lactiques a été effectué sur un compteur de colonie. Les résultats obtenus sont, illustrés dans le tableau 12 ;  
Les observations macroscopiques, montrent que, Les colonies de Lactobacilles sur gélose MRS, sont apparues, sous forme de grains de blé, bien isolées, à pourtour régulier et de couleur brunâtre, tandis que; les colonies des Lactocoques thermophiles, isolées sur gélose M17, sont apparues de petite taille, de forme circulaire ou lenticulaire, bien isolées, à pourtour régulier et de couleur blanchâtre.



**Figure N°16:** Aspect macroscopique des colonies lacocoques thermophiles sur milieu M17 après incubation de 48h à 44°C

**Tableau N°12:** Dénombrements des charges en bactéries lactiques thermophiles et mésophiles pour chaque échantillon.

	Coques Lactiques UFC /g	Lactobacillus UFC /g
<b>H01</b>	0	12.4x10 <sup>2</sup>
<b>H02</b>	2.23x10 <sup>2</sup>	Ind
<b>H03</b>	Ind	Ind
<b>H04</b>	Ind	0
<b>H05</b>	0	0
<b>H06</b>	Ind	0
<b>H07</b>	10.26x10 <sup>2</sup>	0
<b>H08</b>	10.5x10 <sup>2</sup>	Ind
<b>H09</b>	Ind	Ind
<b>H10</b>	0	0
<b>H11</b>	0	0
<b>H12</b>	0	0
<b>H13</b>	Ind	0
<b>H14</b>	Ind	0
<b>H15</b>	Ind	0
<b>H16</b>	0	0
<b>H17</b>	0	0
<b>H18</b>	Ind	0
<b>H19</b>	0	0
<b>H20</b>	0	665
<b>H21</b>	0	11.6x10 <sup>2</sup>
<b>H22</b>	Ind	7.33x10 <sup>2</sup>
<b>H23</b>	0	0
<b>H24</b>	Ind	0
<b>H25</b>	0	0
<b>H26</b>	0	0
<b>H27</b>	0	450
<b>H28</b>	0	0
<b>H29</b>	0	0
<b>H30</b>	Ind	Ind
<b>%</b>	46	33

## V.2. Discussion :

Le miel est la substance naturelle sucrée produite par les abeilles, et cela à partir du nectar recueilli dans la fleur, ou du miellat recueilli sur les plantes, selon qu'il vient du nectar ou du miellat, il est souvent considéré comme un « alicament », c'est-à-dire un aliment à qui on prête des vertus médicales. En effet, il est crédité de nombreuses propriétés nutritionnelles, et thérapeutiques il contient de nombreux composés tels que ; les sucres, les protides, les enzymes et les composés phénoliques, acides organiques, 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, et l'acide succinique.

Les valeurs de pH de nos échantillons varient entre 3.61 et 4.97 avec une moyenne de 4.11, Ces résultats sont mentionnés dans le tableau N°5, Le taux normal de pH varie entre 3 et 6 (Bogdanov et al., 1997). Donc, tous les miels sont acides. Nos résultats s'accordent avec les résultats rapportées par (Silva et al., 2009). Qui ont trouvé des valeurs de pH entre 3.45 to 4.70 et signale que l'acidité du miel est due à la présence des acides organiques, en particulier de l'acide gluconique et des ions inorganiques. Ainsi les miels issus de nectar ont un pH compris entre 3.5 et 4.5, par contre ceux prévenant des miellats sont compris entre 5 et 5.5. Ce qui nous permet de classer nos échantillons en miel de nectar ou miel de miellats. Nous remarquons que les échantillons suivants ; Hasnaoua, Colla, Ouled Sayad, Bouchref, Boumerged, Ouled Dahman, Ben Daoud, ayant un pH entre 4.5 et 5 peuvent être issus d'un mélange de nectar et de miellats. Par contre les autres échantillons ont un pH entre 3.5 et 4.5 sont issus de nectar. Les échantillons qui ont un pH entre 5 et 6 se conservera mieux et plus longtemps puisque les miels qui ont un pH faible de l'ordre 3.5 prédétermine un produit fragile. Nous pouvant conclure que les valeurs de pH de nos miels sont dans normes de la commission internationale du miel (2002).

Les valeurs de l'acidité libre de nos échantillons de miel varient entre 16 et 35 meq/kg avec une moyenne de 21.98 meq/kg, elle inférieure à 50 meq/Kg, les valeurs de l'acidité sont mentionnée dans le tableau N° 5. Ces résultats s'accordent avec les valeurs trouvées par et Silva et al, (2009). L'acidité libre est limiter par la législation Européen (moins 50 meq/kg), donc nos résultats sont dans les normes. Les valeurs de l'acidité lactone de nos échantillons de miel varient entre 437,94 et 482,45 meq/kg avec une moyenne de 476,62 meq/kg, l'acidité total de nos échantillons est oscillent entre 494,94 et 501,05meq/kg avec une moyenne de 481,94 meq/kg.

Les valeurs de la conductivité électrique que nous avons obtenue sont comprises entre 163,23 et 890,39  $\mu\text{S}/\text{cm}$  avec une moyenne de 370.57  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Les résultats issus de cette analyse sont présentés dans le tableau N°6.

Vorwohl (1964) identifie les rapports entre la conductivité électrique des miels et leur origine florale. Il affirme que la conductivité électrique semble une caractéristique de l'espèce végétale dont le miel provient. Des miels d'une même origine florale ont approximativement la même conductibilité, même s'ils proviennent d'années de récolte et de régions géographiques et climatiques différentes (Gonnet, 1986). Précise que les miels issus de nectar ont une CE entre 100 à 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et ceux issus de miellats entre de 1000 à 1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , par contre les valeurs médianes correspondent à des mélanges de nectar et miellats.

Les échantillons de Ras El Oued, Bendaoud, Bouchada, Tefreg, Colla, et Mansoura sont issus de d'un mélange de nectar et miellat, alors que les autres échantillons sont issus nectar.

Nos résultats s'accordent avec les données montrées par Chakir, (2011). Ce dernier signale que la Conductivité électrique, étroitement liée à la concentration en sels minéraux, des acides organiques, et des protéines, il montre la grande variabilité de l'origine florale et qu'elle est importante pour la différenciation entre les différents origines florales de miel. Les valeurs obtenues dans cette étude étaient entre 119.9 et 1741  $\mu\text{S cm}^{-1}$ .

L'humidité est un paramètre lié au degré de maturité du miel et de la température. Elle est très importante car elle conditionne la qualité du miel. Dans cette étude, La teneur en eau de nos échantillons varie entre (13% et 22.2 %), avec une moyenne de 17.17 %. Les valeurs de la teneur en eau sont mentionnées dans le tableau N°6. Il y a une variation de la teneur en eau parmi les échantillons étudiés.

Les échantillons de Ras El Oued et El Hammadia ayant les valeurs de 22.2 et 21.6 respectivement qui dépassent la limite (20%) indiqué par la Communauté européenne (The Council of the European Union, 2002).Ceux-ci pourra être expliqué par ; l'extraction de ce miel dans un milieu humide d'une part, ce qui peut entraîner une absorption d'humidité, d'autre part, ce qui va conduire à une déshumidification difficile de nectar par les abeilles, aussi la récolte précoce de ce miel c'est-à- dire avant leur maturation (Bogdanov et al., 2004).

L'humidité du miel conditionne sa conservation ; plus elle est élevée, plus le miel risque de fermenter et de multiplication des micro-organismes (Laudine, 2010).

Le miel de Djaafra a une teneur en eau de 13 %, cela peut être engendré par l'extraction dans une période très sèche et chaude. Le miel issu de ces conditions climatiques se

conservera mieux et plus long temps quel que soit la température du stockage (Gonnet, 1982). Tous les échantillons sont dans les normes.

Nos résultats s'accordent aux données rapportées par (Ouchemoukh et al., 2006).

Les valeurs de nombre de diastase de nos échantillons comprises entre (60 et 135.135 unités de Schade) avec une moyenne de 85.6423 unités de Schade, les résultats issus de cette analyse sont portés sur le tableau N° 7. Les résultats que nous avons retrouvés sont très différents entre eux à l'exception de Bouaiache et K'sour qui sont identiques. Nous remarquons aussi que le nombre de diastase des échantillons suivantes, Hasnaoua, Colla, Bounachada sont similaires entre eux mais elles sont dans les normes.

Concernant la teneur en matière insoluble dans l'eau, les valeurs oscillent entre (8 et 22.5 mg/100 g) avec une moyenne de 16.1666 mg/100g, le tableau N° 7 représente les résultats issus de cette analyse. La détection des matières insolubles est fort utile pour détecter les impuretés présentes dans le miel en quantité supérieure au seuil autorisé. La teneur en matières insolubles dans l'eau est de l'ordre de 100 mg /100 g au maximum pour le miel et peut atteindre 500 g/100 g au maximum pour le miel pressé, (Commission Codex Alimentarius, 1999). Tous les échantillons s'accordent avec la limite.

La teneur en hydroxyméthylfurfural (HMF) et l'activité diastasique, sont des indicateurs de fraîcheur de miel. Les valeurs de l'HMF de nos échantillons varient entre (0.1347 et 22.83 mg/kg) avec une moyenne de 9.4620 mg/kg. Ces résultats sont mentionnés dans le tableau N°7.

La teneur en hydroxyméthylfurfural ne doit pas dépasser la limite prescrite dans les règlements de codex Alimentarius c'est-à-dire ne dépasse pas 40 mg/kg. Ceci pour éviter un traitement thermique excessif et une diminution de la qualité. Tous les échantillons ont des valeurs inférieures à 40 mg/kg, Nos résultats s'accordent avec les résultats rapportés par (Silva et al., 2009), qui ont trouvé des valeurs entre 1.75 et 32.75 mg/kg.

La coloration de miel est une caractéristique physique importante des miels car elle est en rapport avec leur origine florale ainsi qu'avec leur composition principalement à la présence des colorants tels que des chlorophylles, caroténoïdes, flavonoïdes et dérivés des tannins et des polyphénols. La couleur du miel peut aller d'une teinte presque incolore au brun sombre (Louveaux, 1968).

Les échantillons de miel ayant une valeur entre 9 et 16 mm Pfund avec une moyenne de 81.64 mm sont classés en tant que miels blancs supplémentaires, ceux entre 17 et 34 mm Pfund aussi de blanc, ceux entre 35 et 50 mm Pfund qu'extra ambre-clair, ceux entre 51 et 85 mm Pfund comme ambre-clair, et enfin ayant des valeurs entre 86 et 114 mm Pfund être

classées en tant que miels ambres. La couleur de miel dépend de divers facteurs, tels que leur teneur en minéraux (Gonnet, 1982). Les valeurs du couleur de nos échantillons compris entre 129.74 mm Pfund et 851.68 mm Pfund avec une moyenne de 381.64 mm Pfund.

Gomes et al, (2010) a montré que les miels de couleur claire ont habituellement la basse teneur en cendres, alors que les miels foncé-colorés ont généralement une teneur plus élevée en cendres. Nous avons constaté que la couleur ambre observée pour la plupart des miels analysés a correspondu à la teneur élevée en cendres, alors que les valeurs les plus basses de la cendre étaient trouvées en miels de couleur claire (Monica et al., 2007), signale que la couleur de miel de nectar est foncée et forte, résulte également de la plus haute teneur en minéraux.

Les valeurs de la teneur en cendre de nos échantillons comprises entre (0.00009 et 0.053 g/100 g) avec une moyenne de 0.006 g/100 g, les résultats de nos échantillons sont illustrés dans le tableau N°7. La commission de codex Alimentarius indique que la teneur en cendre de miel de miellat, ou miel de mélange de miellat et de nectar ne doit pas dépasser la limites 1,2 g/100 g. Nous remarquons que tous les échantillons s'accordent avec les normes de la commission internationale du miel (2002).

Les sels minéraux des miels étudiés peuvent être rassemblés en deux groupes :

Groupe des éléments majeurs comprenant N, P, Na, K, Ca, Mg, et Si, et Groupe des éléments mineurs comprenant Fe, Al, Zn, Cu, Pb, Co, Ni, et Cd. Le contenu de ces minéraux est un indicateur potentiel d'origine géographique de miel (Anklam, 1998). Le sodium était quantitativement le minéral le plus important, Les valeurs de nos échantillons comprises entre (42,25 et 408,45 PPM) avec une moyenne de 186,63 PPM. On déduit que la composition du miel en Na résulte de la différences des plantes utilisée par l'abeille (Zadeh, 1997). Les valeurs de magnésium de nos échantillons est oscillent entre (0,15 et 178,5 PPM) avec une moyenne de 37,68 PPM. Nos résultats s'accordent avec les résultats rapportés par (Luís et al., 2009) et aussi avec (Downey, 2005; Terrab, 2003).

Le Mg, la teneur en cendre et la conductivité électrique sont des paramètres chimiques qui peuvent être utilisées pour distinguer les échantillons de miel d'eucalyptus monofloraux ou multifloral (Luís et al., 2009) et aussi miels du nectar ou miellat.

En ce qui concerne les éléments de deuxième groupe le résultat obtenu montre que Les teneurs en Fe et Zn se varient entre (1,895 et 20,312 PPM), (1,05 et 10,75 PPM) avec un moyen de (7,5714 et 3,86 PPM) respectivement. Nos résultats s'accordant avec les valeurs obtenus par (Gavino et al., 2000).

Tous les miels analysés contiennent des sels minéraux, à des concentrations différentes. Les teneurs en sels minéraux obtenues sont dans la limite des valeurs indiquées par le Codex Alimentarius Commission Standards (1981).

Les minéraux et oligo-éléments sont indispensables à notre organisme, notamment à la constitution de nos os, de nos dents, de nos cheveux et de nos tissus. Zinc, cuivre, fer, magnésium... ils sont utiles et bons pour notre santé, le Fer est essentiel au transport de l'oxygène et à la formation des globules rouges dans le sang. Il joue aussi un rôle dans la fabrication de nouvelles cellules.

Le zinc participe notamment aux réactions immunitaires, à la fabrication du matériel génétique, à la perception du goût, à la cicatrisation des plaies et au développement du fœtus.

Le magnésium participe au développement osseux, à la construction des protéines, aux actions enzymatiques, à la contraction musculaire.

Nous avons observées qu'ils y a une relation entre la teneur en cendre et la couleur et les minéraux, la teneur en cendre des miels en Na, Mg, Fe, Zn est plus élevée dans les miels foncés que dans les miels claire (Theniet El anaseur, Ain Taghrout, Mansoura, Medjana, Colla, Bouaiache, Bounachada, Boumerged, El Anasser, Hammadia) sont des miels foncés, les résultats sont mentionnés dans le tableau N°9.

Nos résultats s'accordant avec (Schuette, 1932, Schuette et Huenink, 1937 ; Schuette et Triller, 1938; Schuette et Woessenr, 1939) qui ont trouvé que la teneur en cendre des miels en K, Na, Mg, Cu, Mn, Cl, et S est plus élevée dans les miels foncés que dans les miels claire. Les miels qui contiennent un taux élevée des minéraux sont classés parmi les miels du miellat.

Le Cd et le Pb sont considérés comme les principaux métaux lourds et sont donc les plus étudiés (Bogdanov, 2006). Les effets toxiques du plomb sont principalement dus à son hématotoxicité et sa neurotoxicité. Le saturnisme, maladie correspondant à une intoxication aiguë ou chronique par le plomb (Barak et Mason, 1990 ; Overmann et Krajicek, 1995).

Les résultats du Pb de nos échantillons est oscillent entre 0.01 PPb et 5.22 PPb avec une moyenne de 0.48 PPb portés sur le tableau N° 10, nos résultats s'accordent avec les valeurs obtenus par (Gavino, 2000).

L'Homme est considéré consommer quotidiennement 20 g de miel, de même, l'OMS-JECFA a fixé pour le plomb en 2006, une dose hebdomadaire tolérable provisoire de 25  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  de poids corporel par semaine, soit une dose journalière admissible (DJA) de 3,6  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  de poids corporel par jour. Ce qui indique que la dose du pb ingérer 72  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  par

jour. Au vu des concentrations retrouvées dans les miels de notre étude, la contamination du miel par le plomb ne pose pas de problème de santé publique.

Les valeurs de Cd de nos échantillons varient entre 40.8 PPb et 940.35 PPb avec une moyenne de 267.66 PPb. Ces résultats s'accordent avec les valeurs trouvées par (Buldini, 2001).

La qualité de miel pourrait être compromise par les pratiques hygiéniques pendant la récolte et l'extraction aussi bien que le temps et les conditions de stockage (Snowdon et Cliver, 1996).

Les micro-organismes qui peuvent être rencontrés dans le miel ont deux origines différentes ; une flore habituelle, mésophile et mycélienne résultat des manipulations nécessaires au conditionnement. De nombreuses recherches ont été menées sur la flore intestinale de l'abeille et de la larve et sur les micro-organismes qui colonisent le pollen ramené à la ruche. Ces recherches ont mis en évidence une importante flore banale constituée de bactéries, levures et champignons, Ces microorganismes ramenés dans la colonie peuvent se retrouver sur les rayons et les parois de la ruche (Fléché et al., 1997).

La flore aérobie mésophile totale, nous renseigne toujours sur la qualité hygiénique du miel. Pour estimer la flore aérobie mésophile totale (FAMT) du miel. En effet, nous avons observés que, l'échantillon le plus chargé, était originaire de la localité Ben Daoud tandis que, l'échantillon Tasemert contient moins de charge microbienne; avec 74.54 UFC/g avec une moyenne de 84 UFC/g) soit 33% des échantillons. Par contre les autres échantillons ont donnés des résultats négatifs, aucune charge microbienne, n'a été observée pour ces échantillons. Ceci indique probablement que, le miel du fait de sa richesse en composés antimicrobiens Ceci indique probablement que le miel du fait de sa richesse en composés antimicrobiens, de sa faible activité de l'eau ( $A_w$ ) constitue un milieu hostile au développement de ces micro-organismes (Carvalho et al., 2006 ; Voidarou, 2011).

En ce qui concerne La flore aérobie mésophile totale Eucaryotes les échantillons de Ouled Dahman et El Main avaient  $310.10^{-2}$  UFC/g et 300 UFC/g respectivement, le nombre maximal de la flore est l'échantillon de Theniet El Anaseur, le reste des échantillons étaient exemptes de toute masse microbienne. Concordent les résultats rapportes par (Adjlane et al., 2014); ayant rapportés la présence des FTAM dans 02 échantillons sur un ensemble de (11) échantillons du miel Algérien.

Selon CNEVA Sophia-Antipolis les normes de la flore aérobie mésophile totale est ; Moins de 100 levures osmophiles par gramme ;bonne conservation du miel de 500 à 1000

levures par gramme ; le miel commence à fermenter au-dessus de 1 000 levures par gramme ; le miel ne peut plus être commercialisé.

Nos résultats, sont en accord avec ceux rapportés par (Fléché et al., 1997). La présence de la flore aérobie mésophile totale, ceci est probablement, due à un manque des bonnes pratiques d'hygiène, au niveau des manipulations nécessaires et au conditionnement d'échantillonnage.

La recherche de microorganismes, indicateurs de contamination d'origine fécale, permet de juger l'état hygiénique, d'un produit alimentaire. Même à des niveaux faibles, ils témoigneraient des conditions hygiéniques (AFNOR, 1980; Marshal et al., 1987; Guiraud, 1998).

Ces microorganismes peuvent contaminer le miel au cours des manipulations nécessaires au conditionnement, effectuées dans de mauvaises conditions hygiéniques (Fléché et al., 1997)

La moyenne obtenue des différents échantillons analysés à 37°C, de notre étude, est 87.2 UFC/g avec un maximum de 140 UFC/g et un minimum de 1,1 UFC/g.

Contrairement aux coliformes totaux, les coliformes fécaux, ensemencés sur le milieu VRBG, étaient indénombrables pour Hasnaoua, Colla, Medjana, par contre pour les autres échantillons sont négatives. Ceci peut être expliqué par le fait que, le milieu non sélectif utilisé (le VRBG) en l'occurrence, a permis la récupération de toute la flore fécale stressée (Joffin et Joffin, 1993), à l'évidence que le miel est bien préservé contre les bactéries, de sorte que ces organismes seraient inhibés. Ces résultats sont en accord avec ceux rapportés par (Adenekan et al., 2012).

*Escherichia coli* s'agit d'une Entérobactérie lactose +, gazogène, réalisant une fermentation mixte ; elle produit de l'indole (Varnam et Evans, 1996). Après l'utilisation d'un milieu sélectif nos résultats étaient tous négatifs. Nos résultats s'accordent avec les données montrées par (Miriam et al, 2005).

La présence des staphylocoques dans les aliments, représente un risque pour la santé humaine, parce que certaines souches, appartient principalement, à l'espèce *Staphylococcus aureus*, produisent des toxines thermolabiles dont, l'ingestion provoque une toxi-infection alimentaire à staphylocoques (Buyser, 1996).

Ces microorganismes peuvent contaminer le miel au cours des manipulations de récoltes, effectué dans de mauvaises conditions hygiéniques (Fléché et al., 1997).

La recherche des *Staphylococcus aureus* se fait avec le bouillon Giolliti Cantonii, milieu d'enrichissement à 37 C°, les tubes positifs (soit 23%), ensemencés sur le milieu

Chapman, les résultats obtenus sont indénombrables pour Ain Taghrout , Ouled Khelifa , Hasnaoua, Tesmart, Medjana, Mansoura, par contre pour les autres échantillons sont négatives. La présence des *Staphylococcus* sp semble est peut être expliquée par les caractéristiques relatives à l'espèce même, osmophiles et halotolérante exigeante des 6.5% de NaCl dans le milieu (Guiraud, 1998). L'origine des contaminations staphylococcique semble dus aux mains du personnels et aux ustensiles, (non stériles), utilisées lors de la récolte.

Pour la recherche du groupe des Clostridium Sulfito-Réducteurs (CSR), nous avons utilisé un milieu semi solide (complexe), viande foie (VF), avec deux additifs Alun de fer et sulfite de sodium (Joffin et Joffin, 1993).

Les grosses colonies noires, sont considérées comme des clostridies sulfito-réducteurs (Joffin et Joffin, 1999; Guiraud, 1998).

Pour les échantillons du miel, en remarquant l'absence de ces germe, malgré que, le milieu était très sélectif pour eux, pourrait suggérer que, ces échantillons n'ont pas été contaminés par les germes telluriques, ce qui exclue toute contamination exogène. Nos résultats, sont en accord avec ceux rapportés par (Gomes, 2010).

De meme, nos résultats différent de ceux de (Adjlane et al., 2014) qui rapportent l'absence des Colistridiums et des coliformes sur un ensemble de 11 échantillons de miel.

Les streptocoques fécaux (streptocoques du groupe D), sont des indicateurs des contaminations fécales, anciennes, mais non potentielles, contrairement aux coliformes fécaux (Rodier et al., 2009). Ces germes, à paroi Gram positif, ubiquitaires, peuvent être transmettre par les aliments, et engendrent en plus des altérations et des maladies d'origine alimentaire (Joffin et Joffin, 1993; Larpent et al., 1997; Guiraud, 1998), leur recherche a été faite sur deux bouillons sélectifs (Roth; milieu présomptif, Litsky; milieu confirmatif).

Les résultats de nos échantillons est oscillent entre (0 UFT/g) et (140UFT/g) avec une moyen de (17.43UFT/g).

Il est fortement probable que la contamination des miels par ces germes avait lieu lors des manipulations nécessaires au conditionnement ; à l'extraction du miel, les apiculteurs ne veillent pas à la propreté de leur mains avant le pressage des rayons, et le matériel de l'extraction, ont joué un rôle en faveur de la transmission de cette flore ubiquitaire (Kitambala, 1998).

Pour la recherche de salmonella, nous avons utilisé un milieu liquide titrationat les tubes positifs ensemencés sur le milieu solide SS.

Dans nos résultats, tous les échantillons analysés ont donné un résultat négatif, ce qui indique qu'il n'y a pas de contamination par ces germes, ou leur absence due à l'effet anti microbien. Nos résultats, sont en accord avec ceux rapportés par (Gomes, 2010).

Pour le dénombrement des bactéries lactiques thermophiles, on utilise un milieu de culture sélective, M.R.S ; (Olofsson et Vasquez, 2008 ; Man et al., 1960) M17 ; (Tarzaghi et Sandine, 1975), qui permettant, la croissance sélective de ces bactéries lactiques et assurant l'inhibition des autres microorganismes, ont été élaborés (Karimi et al, 2011; Karimi et al, 2012).

Les observations macroscopiques, montrent que, Les colonies de Lactobacilles sur gélose MRS, sont apparues, sous forme de grains de blé, bien isolées, à pourtour régulier et de couleur brunâtre, tandis que; les colonies des Lactocoques thermophiles, isolées sur gélose M17, sont apparues de petite taille, de forme circulaire ou lenticulaire, bien isolées, à pourtour régulier et de couleur blanchâtre.

En ce qui concerne les résultats de Lactobacilles, nous avons observés que, la plus part des échantillon sont donnés des résultats négatifs.; aucune charge bactérien , et les échantillons Theniet El anaseur, Zemoura, Ouled Dahman avaient les valeurs suivant  $12.4 \times 10^2$  UCF/g,  $11.6 \times 10^2$  UFC/g,  $7.33 \times 10^2$  UFC/g respectivement, et les deux échantillons, Boumerged, BBA ont un certain nombre de Lactobacillus avec ( 665 UCF/g), (450 UCF/g) et le reste des boites ont un taux maximal de Lactobacillus, donc le miel est très probablement contient des Lactobacilles qui existe dans intestinale de l'abeille et peut être dans le pollen (Olofsson et Vasquez 2008 ; Vasquez et al., 2009) leur présence est due à son effet antibactérien comme pro biotique contre plusieurs maladie (Ouweland et al., 2002).

En effet, les résultats de nos échantillons Ain Taghrout, Kantila, Tesemart avaient une flore lactique Lactocoques thermophiles avec  $2.23 \times 10^2$  UCF /g,  $10.26 \times 10^2$  UCF /g,  $10.5 \times 10^2$  UCF /g, et en remarque que le taux de flore lactique Lactocoques est maximal dans la plus parts des échantillons, le reste des échantillons été négatifs.

Nos résultats, sont en accord avec ceux rapportés par (Tajabadi, 2011). La croissance bactérienne, dans le milieu M17, est beaucoup plus importante (46%), que dans le milieu MRS (33%), cette différence de croissance observée, dans les deux milieux MRS et M17, peut s'expliquer soit ; La flore lactocoques thermophiles est représentée par l'espèce *Streptococcus thermophilus* seule Lactocoque thermophile, ayant une température optimale de croissance au voisinage de  $42^\circ\text{C}$  (Ayhan et al., 2005).

La prédominance de cette flore, dans l'ensemble des échantillons de miel, semble être due, à l'effet de l'acidité des échantillons et aux caractères biochimiques propres à cette flore, l'espèce.

Riazi et Ziar (2008 ; 2012). Dans une étude, portée sur la croissance et l'activité acidifiante des bactéries lactiques thermophiles, dans des aliments additionnés du miel d'origine polyflorale et monoflorale; ont noté l'amélioration de ces activités métabolique, de même, les auteurs ont noté l'augmentation de la durée de vie des bactéries lactiques, lorsque l'aliment conservé au froid, est additionné du miel.

Nos résultats relatifs aux dénombrements des flores lactiques thermophiles, sont contradictoires à ceux rapportés par (Belhadj et al., 2014) ayant enregistré, sur des flores lactiques, isolées des pollens des abeilles, la prédominance des espèces Lactobacilles.

## Références bibliographiques

- Abuharfeil N., Al-Oran R., Abo-Shehada M. (1999).** The effect of bee honey on the proliferative activity of human Band T lymphocyte and the activity of phagocytes. *Food AgricImmunol*, 11, pp: 169-77.
- Adenekan M O., et al. (2012).** Nutritional and Microbiological Components of Honey Samples Obtained from Ogun State, Southwestern Nigeria. *European Journal of Sustainable Development* (2012), 1, 2, 271-286 Issn: 2239-5938.
- Adriano DC. (2001).** Trace elements in terrestrial environments: Biochemistry, bioavailability and risks of metals. Springer-Verlag, New York.
- Adjlane N., Haddad N., Laid- Ameer K., Kesraoui S., Moussaoui D. (2014).** Physicochemical and Microbiological Characteristics of some Samples of Honey Produced by Beekeepers in Algeria. *Acta Technologica Agriculturae* 1/2014. DOI: 10.2478/ata-2014-0001.
- Ahmed M., Djebli N., Hammoudi S M., Meslem A., Aissat S. (2012).** Antibacterial activity of various honey types of Algeria against *Staphylococcus aureus* and *Streptococcus pyogenes*. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*. pp: 773-776.
- AI-Waili N S. (2004).** An alternative treatment for pityriasisversicolor, tineacurris, tineacorporis and tineafaciei with topical application of honey, olive oil and beeswax mixture: an open pilot study. *Complementary Therapies in Medicine*, (12), pp: 45-47.
- Asadi-PooyaAA., Pnjehshahin M R., Beheshti S. (2003).** The antimycobacterial effect of honey: an in vitro study. *Riv. Biol*, 2003 Sep-dec; 96(3), pp: 491-5.
- Ayhan; Durlu-ozkaya; Tunail. (2005).** Commercially important characteristics of Turkish origin domestic strains of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii ssp.bulgaricus*. *Int. J. Dairy Technol.*, 58, (3):150-157.
- Bessas A., Benmoussa L., Kerarma M. (2008).** Dosage biochimique des polyphénols dans les dattes et le miel récoltés dans le sud algérien pp 23-24.
- Belhadj H., Harzallah D., Bouamra D., Khennouf S., Dahamna S. and Ghadbane M. (2014).** Phenotypic and Genotypic Characterization of Some Lactic Acid Bacteria Isolated from Bee Pollen: A Preliminary Study. *Bioscience of Microbiota, Food and Health* Vol. 33 (1), 11–23, 2014.
- Buyser M L. (1996).** Les staphylocoques in microbiologie alimentaire, Tome 1 (C. Bourgeois et J.F. Mesclé, Edit.). Technique et documentation, Lavoisier, Paris, pp: 106-119.
- Bernadette., Roer D. (1985).** La vie des abeilles, Nathan, Paris, p54-55.
- Bogdanov S.(2006).** Contaminants of bee products. *Apidologie*, 37, (1), 1-18.
- Bogdanov S., Martin P., Lüllmann C. (1997).** Harmonised methods of the European Honey Commission. *Apidologie*, Extra issue, pp: 1-59.

- Bogdanov S. (2002).**Harmonised methods of the international honey commission.pp: 1-61.
- Bose B. (1982).** Honey or Sugar in treatment of infected wounds? The lancet, (1), pp: 8278,963.
- Bogdanov S., Martin P., Lüllmann C. (1997).** Harmonised methods of the European Honey Commission.Apidologie, Extra issue, pp: 1-59.
- Bourgeois C.M, et Larpent J.P. (1996).**Microbiologie alimentaire : Aliments fermentés et fermentations alimentaires. Tec & Doc, Lavoisier. Paris, pp: 432-704.
- Bromenshenk J.J., Gudatis J.L., Carlson S.R., Thomas J.M., Simmons M.A. (1991).**Population dynamics of honey bee nucleus colonies exposed to industrial pollutants. Apidologie, 22, (4), 359-369.
- Chauvin R. (1968).** Action physiologique et thérapeutique des produits de la ruche.In : Traité de biologie de l'abeille. Editions Masson et Cie, Paris, Tome 3, 116-154.
- Choukri; Laaredj. (2007).**Some properties of Algerian honey. In Apiacta, 2007, no. 42, pp. 73–80.
- Cintas E. (2007).** Une femme contre les pesticide pp 19.
- CODEX ALIMENTARIUS. (2003).** Les Abeilles sauvages et domestiques.
- Commission du Codex Alimentarius. (1999).** Projet de norme codex révisée pour le miel Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires, comite du codex sur les sucres. CX/S 00/3.Pp : 1-40.
- Cotelle N. (2001).** Role of flavonoids in oxidative stress.Current topics in medicinal chemistry.1: 569-590.
- Devillers J., Pham-Delegue M H. (2002).** Honey bees: estimating the environmental impact of chemicals. Editions Taylor & Francis, Londreset New-York, 332 p.
- Dimitrova B., Gevrenova R., Anklam E. (2003).** Aromatic and arylaliphatic carboxylic acids as markers for the floral origin of heather honey. European Journal of drug metabolism and pharmacokinetics, 28, (1), Special issue, pp: 44.
- Domerego R. (2002).** Santé, bien-être, api thérapie. In Le traité rustica de l'apiculture. Paris, Rustica, p: 390-416.
- Donadieu. (1978).** Le sang des fleurs: une anthropologie de l'abeille et du miel pp 230-232.
- DonadieuY. (1984).** Pollen : thérapeutique naturelles. 5ème Ed Maloine S.A Paris. 31p.
- Emmanuelle H., Julie C et Laurent G. (1996).** Les constituants chimiques du Miel.
- Faucon J P., Mthieu L., Riere M., Martel A., DrajnudelP,ZegganeS .,Aurieres C et Aubert M., (2002).** Honey bee winter mortality in France in 1999 and 2002, Bee Zord 83 , p 14-23.
- Faucon J.P., Antinelli J.F., Clement M.C., Davico R., Rognone M.C., Aurieres C. (2002).** Critères de qualité des miels. Bilan du réseau d'évaluation de la qualité et de l'adultération des miels. Ann. Falsif. Expert. chim., 95, (959), 153-162.

- Fernandez M.A., Sancho M.T., SimalGandara J., Creus Vidal J.M., Huidobro J.F., SimalLozanoJ. (1995).** Organochlorine pesticide residues in Galician (NW Spain) honeys. *Apidologie*, 26, (1), 33-38.
- Flamini C. (1986).** Analyse de divers types de résidus en Apiculture. Thèse de doctorat ingénieur, Université de Nice, 101 p.
- Fléché C., Clément S., Zeggan J. P, et Faucon. (1997).** Contamination des produits de la ruche et risques pour la santé humaine.
- Franz-xaver Reichel et al., (2010).** guide pratique de toxicologie édition2 Marie Grosman Toxicité du Mercure méthodes spectrométriques d'analyse et de caractérisation spectrometrie d'absorption atomique Ecole des Mines de Saint-Etienne Génie des Procédés p177 165 164 176 166.
- Gadd G. (1992).** "Metals and microorganisms: A problem definition". *FEMS Microb.Lett.* 100:197-204.
- Godt J., Scheidig F., Esche V., Brandenburg P., Reich A., et al., (2006).** The toxicity of cadmium and resulting hazards for human health. *J Occup Med Toxicol*; 1:22–7.
- Gomes S., Luis G., Dias, Leandro L., Moreira., Paula Rodrigues., Leticia Estevinho .(2010).** Physicochemical, microbiological and antimicrobial properties of commercial honeys from Portugal *Food and Chemical Toxicology* 48 .544–548.
- Gonnet M., Vache G. (1998).** Analyse sensorielle descriptive de quelques miels monofloraux de France et d'Europe. Editions Abeille de France, Paris, France.
- Gonnet M., Aubert S., Ferry P. (1986).** Evolution de la couleur du miel lors de sa cristallisation. *Apidologie*, 17, (1), pp : 49-62.
- Gonnet M. (1982) :** Le miel ; composition, propriétés, conservation. INRA station expérimentale d'apiculture. Pp : 1-18.
- Gout J. (2009) .** Le miel. Editions Jean-Paul Gisserot, Paris, 64 p.
- Guarch C. (2008).** Le miel. Cuisine, santé et beauté. Editions Cabédita, Yens sur Morges, pp : 72.
- Guiraud J., Galzi P. (1980).** les analyses microbiologiques dans les industries alimentaires. ED. Usine nouvelle, Paris.
- Guiraud J.P. (1998).** Microbiologie alimentaire. 1e Ed., **Dunod.** Paris, Pp:136-144.
- Guiraud J. P. (1998).** Analyse du lait. In: Microbiologie alimentaire, Ed. Tec & Doc, Dunod Paris. Pp: 390-391.
- Guiraud J.P., Galzy P. (1980).** L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. Les *Editions de l'usine nouvelle*, Pp:1-239.
- Haefliger p. (2013)** Organisation mondiale de la Santé Guide succinct des méthodes de dosage du plomb dans le sang.

- Heim E.K., Tagliaferro, A.R., Bobilya, D.J. (2002).**Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *The Journal of Nutritional Biochemistry*. **13**: 572-584.
- Houle É. (2006).** Communication personnelle. Technicien agricole au Centre de recherche en sciences animales de Deschambault, décembre 2006.
- Hoyet C. (2005).** Le Miel : de la source à la thérapeutique. 85, pp : 106.
- Huchet E., Coustel J., Guinot L. (1996).**Les constituants chimiques du miel. Méthode d'analyse chimique. Département de science et l'aliment. Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaire. France. 16p.
- Irlande D. (2010)** .Le miel et ses propriétés thérapeutiques Utilisation dans les plaies cutanées, p8.
- JEAN-PROST P. (1987).**L'apiculture. Connaître l'abeille .conduire le rucher. 6ème édition Lavoisier.597p.
- Joffin C., Joffin J. N. (1999).** Microbiologie alimentaire. 5ème Edition Collection Biologie et Technique.: 11.
- Joffin C., Joffin J. N., (1993).** Microbiologie alimentaire.3eme Edition: Centre Régional de Documentation- 75 conrsAlsaçe- Lorraine 33075, France: Pp: 94- 97.
- Kabata-Pendias A., Pendias H.(2001).**Trace elements in soils and plants. CRC Press, London.
- Karimi R., Mortazavian A. M., Amiri-Rigi, A. (2012).** Selective enumeration of probiotic microorganisms in cheese. *Food. Microbiology* .29 1-9.
- Khenfer A, Fettal M. (2001).** Le Miel, édition ELAFAK. PP 5-22.
- Kitambala, (1998,1999).** Étude bactériologiques et biochimique du miel vendu du marché centrale du bucavu (congo). *Tropiculture*16-17, 4, 189-192,191.
- Kloft W. (1968)** .Les insectes producteurs de miellat, in *Traité biologique de l'abeille*, Tome 3. Edition Masson de Cie, Paris. Pp : 248-262. 277-324.
- Lambert O. (2012).** Contamination chimique de matrices apicoles au sein de ruchers appartenant à des structures paysagères différentes.
- Laramée S. (2007).** Abeille domestique comme indicateur écotoxicologique de polluants. Le cas de l'imidaclopride. Sherbrooke, Québec, Canada, 85p.
- Laramée S. (2007).** Abeille domestique comme indicateur écotoxicologique de polluants. Le cas de l'imidaclopride. Sherbrooke, Québec, Canada, 85p.
- Laudine. (2010).** Du nectar a un miel de qualite : controles analytiques du miel et conseils pratiques a l'intention de l'apiculteur amateur.
- Lefief-Delcourt A. (2010).** Le miel malin. Paris, Leduc. S, pp: 176. B
- Lin J K., Weng M S. (2006).**Flavonoids as Nutraceuticals. In: *The science of flavonoids*. Grotewold, E. Eds, Springer, Pp: 217.
- Louveaux J., CHAUVIN R. (1968).** Composition, propriétés et technologie du miel.

- Louveaux J. (1982).** Les abeilles et leur élevage. Edition Opida. Pp : 165-181.
- Lusby E P., Coombes L A., Wilkinson J M. (2005).** Bactericidal Activity of Different Honeys against Pathogenic Bacteria. Archives of Medical Research. 36, pp: 464–467.
- Lusby P E., Coombes A., Wilkinson J M. (2002).** Honey: a potent agent for wound healing? Wound, Ostomy and Continence Nurses Society, 6 (29), pp: 295-300.
- Leaa-Ref-Mic-550** Préparation Des Échantillons Pour L'analyse Microbiologique1 Laboratoire d'expertises et d'analyses alimentaires LEAA.
- Maguin E., Masiero M., Parini C., Ricci G., Manachini P. L., Daffonchio D. (2004).** Characterization of urease genes cluster of Streptococcus thermophilus. Jo Appl Microbiol. 96 (1), Pp: 209-219.
- Makhloufi; Schweitzer; Azouzi; Oddo; Choukri ; Hocine ; D'Albore. (2007).** Some Properties of Algerian Honey. Apiacta (42) 2007. Pp: 73 - 80 73.
- Man M., Rogosa M E., Sharpe. (1960).** A medium for the cultivation of lactobacilli. Applied Bacteriology, 23, 130-135.
- Marceau J., Noreau. J ., Houle. E. (1994).** Les HMF et la qualité du miel. Volume 15 numéros 2. Fédération des Apiculteurs du Québec .service de zootechnie, MAPAQ.p04.
- Marshal N., Bourdon J L., Richard C L. (1987).** Les milieux de culture pour l'isolement et l'identification biochimique des bactéries. 3<sup>ème</sup> Ed. Doin, Pp: 200-210.
- Maurizio A. (1968).** La formation du miel In : CHAUVIN R. Traité de biologie de l'abeille. Editions Masson ET Cie, Paris, Tome 3, 264-276.
- Meda A., Lamien C E., Marco R., et al., (2005).** Determination of the total phenolic, flavonoïde and proline contents in BurkinaFasan honey, as well as their radical scavenging activity. Food Chemistry, vol. 91, n°3, pp: 571-577.
- Miquel G. (2001).** Rapport sur les Effets des Métaux Lourds sur l'Environnement et la Santé. Assemblée Nationale Française, N°2979, Paris, 366p.
- Miriam O et al., (2005).** Characterization of Microorganisms In Argentinean Honeys From Different Sources International Journal of Food Microbiology 105 297– 304.
- Molan P c. (1999).** The use of honey as an antiseptic in managing Pseudomonas infection. Journal of Wound Care, 8(4), 161-4.
- Molinari F., Daffonchio D., Manachini P L. (2005).** Urease biogenesis .In: Streptococcus thermophilus. Researc.In Microbiology, 156, Pp: 897–903.
- Mori I., Nishikawa M., Tanimura T. (2003).** Quan ,Atmos , ENVIRON , 37 ,4253-423.
- Ndayisaba G., Bazira L., Habonimana E. (1992).** Traitement des plaies par le miel, 40 observations. La Presse Médicale, (21), n° 32, PP : 1515-8.
- Nies D. (1999).** Microbial heavy-metal resistance. Applied Microbiology and Biotechnology. 51:730-750.

- Obaseiki-Ebor E E., Afonya T-C A. (1984).** In vitro evaluation of the anti-candidiasis activity of honey distillate (IYY-1) compared to that of some antimycotic agents. *J. Pharm. Pharmacol.*, 36, pp: 283-4.
- Popa A. (1962).**the maturation of honey.*J. InsectPhysiol.*, 5, 180-183.
- Porrini C., Sabatini, A G., Girotti S., Ghini S., Medrzycki P., Grillenzoni F., Bortolotti L., Gattavecchia E., Celli G. (2003).**Honey bees and bee products as monitors of the environmental contamination, *Apiacta*, volume 38, p. 63-70.
- Petranxiene., Lapied. (1981)** .la qualité bactériologique du lait et des produits laitiers. ED. Tec et Doc.Lavoisier, Paris.
- Pelletier N. (2010).**Le Déclin Des Populations D'abeilles Au Québec : Causes Probables, Impacts Et Recommandation.
- Pinta M. (1971).** Spectrométrie d'absorption atomique application à l'analyse chimique Tome II Edition Masson et C<sup>ie</sup>, ORSTM.
- Riazi., Ziar. (2008).**Growth and viability of yogurt starter organisms in honey-sweetened skimmed milk. *African Journal of Biotechnology* Vol. 7 (12), Pp. 2055- 2063, 17.
- Riazi., Ziar, (2012).** Effect of honey and starter culture on growth, acidification, sensory properties and bifidobacteria cell counts in fermented skimmed milk. *African Journal of Microbiology Research* Vol. 6(3), pp. 486-498, 23 January, 2012.
- Reichl et al., (2010).** Guide pratique de TOXICOLOGIE, pour les professionnels de l'industrie /la santé/l'environnement, 2 eme édition.
- Rocha A., Estevinho L., Choupina AB. (2006).**Identification of honey yeasts pecies based on RELP analyses of the ITS region. *Ciencia y Tecnologia Alimentaria* 5 (1), 11–17. Mora.
- Roevros N et al., (2004).** Des Abeilles dans la Ville.
- Rossant A. (2011).** Le miel, un compose complexe aux propriétés surprenantes. PP : 132.
- Sagripanli L., Routson B., Bonilacion C. (1997).** Mechanism of copper mediated inactivation of herpès simplex virus.*Antimicrobial Agent Chemother*, 41, pp: 812-7.
- Sabatini G. (2005).** L'abeille bio-indicateur L'abeille, sentinelle de l'environnement.
- Sesta G., Piana L., Persano Oddo L., Lusco L., Belligoli P. (2008).**Methyl anthranilate in Citrus honey. Analytical method and suitability as a chemical marker. *Apidologie*, 39, (3), 334-342.
- Snowdon J A., Cliver D O. ( 1996).** Microorganisms in honey. *Int. J. Food Microbiol.*31 1e 26.
- Swellam T., Miyanaga N., Onozawa M., Hattori K., Kawa1 K., Shimazui T., Akaza H. (2003).** Antineoplastic activity of honey in an experimental bladder cancer implantation model: in vivo and in vitro studies. *International Journal of Urology*, (10),pp:213-9.
- Tarzaghi B E., Sandine W E. (1975).**Improved medium for lactic Streptococcus and their bacteriophage. *Appl. Microbiol.*, 29, 807-813.

**Voidarou C et al., (2011).** Antibacterial activity of different honeys against pathogenic bacteria; *Anaerobe* 17 (2011) 375,379.

**Vorwohl G. (1964).** Die Beziehungen zwischen der elektrischen Leitfähigkeit der Honige und ihrer trachtmässigen Herkunft. *Ann. Abeille*, 7, (4), pp: 301-309.

**Ziegler. H. (1968).** La sécrétion du nectar, in *Traité biologique de l'abeille*, Tome 3. Édition Masson de Cie, Paris. Pp: 218-247.

## **Conclusion**

L'homme peut bénéficier des divers produits de l'abeille et des services qu'elle rend à l'agriculture. L'abeille, pour les besoins de la colonie, récolte, le nectar, le miellat, les grains de pollens et l'eau à partir de l'environnement ; exposé à divers contaminants bactériologiques et chimiques qui peuvent se retrouver dans les produits consommés par l'homme, et qui peuvent conduire à la diminution de la qualité de miel.

Pour évaluer la qualité du miel de la région de Bordj Bou Arreridj, des analyses physico-chimiques, et polliniques du miel ont été effectuées ainsi que la contamination microbiologique, et chimique (métaux lourds), dans le but de connaître les principaux critères qui peuvent influencer la qualité du miel.

Dans notre travail, après l'analyse microbiologique et chimique de 30 échantillons du miel de différentes régions de BBA. Nous avons trouvé que toutes les valeurs de la contamination microbiologique et chimique (les métaux lourds), sont dans les normes, et qui ils ne peuvent pas constituer un danger pour la santé humaine, à l'exception les échantillons de Ras El Oued, El Hammadia, qui ont une teneur en eau anormalement élevé.

Dans les études ultérieures il faut impliquer la recherche des contaminants du miel D'origine : Chimiques tel que les pesticides, et les produits de traitement de la ruche.

## Résumé

Le miel est fabriqué par les abeilles à partir de deux sources, le nectar des plantes ou à partir du miellat, le miel est employé pour ses propriétés alimentaires et thérapeutiques. L'abeille, pour les besoins de la colonie, récolte miels, miellats, pollens et eau dans l'environnement exposé à divers contaminants bactériologiques et chimiques. Notre étude a porté sur l'évaluation de la contamination microbiologique et chimique du miel par les métaux lourds. Une étude statistique a été réalisée sur l'activité apicole ainsi que des analyses physico chimique ont été effectuées sur 30 échantillons collectées à partir de différentes régions de Bordj Bou Arreridj. Pour évaluer la qualité du miel en Algérie et particulièrement dans la wilaya de BBA nous avons utilisé la spectrométrie d'absorption atomique pour la détermination des métaux lourds, le plomb et le cadmium les moyennes obtenues sont 0.48 PPb, 267.66 PPb, respectivement. Les résultats de l'analyse microbiologique ont montré que la flore aérobie mésophile total se trouve dans 33 % des échantillons, les coliformes fécaux dans 13 % des échantillons et les coliformes totaux tout les échantillons, les streptocoques dans 76 % des échantillons, les staphylocoques dans 23 % des échantillons. En ce qui concerne les paramètres physico chimique on a trouvés que la teneur en sels minéraux (Na, Zn, Mg, Fe) le taux était (79.16, 1.63, 15.98, 3.21 PPM/1g du miel, respectivement. Ces paramètres peuvent être un outil utile pour différencier entre les types des miels et leurs origines florales ainsi que pour l'évaluation de qualité du miel.

**Les mots clés :** miel, physico chimique, microbiologique, métaux lourds, spectrométrie d'absorption atomique, sels minéraux, contamination.

## ملخص

يصنع النحل العسل من مصدرين هما الرحيق أو إفراز الحشرات الموجودة على النباتات، ويستخدم العسل لخصائصه الغذائية والعلاجية. تجمع النحلة الرحيق، إفراز الحشرات، العسل والماء من البيئة لتحقيق احتياجات الخلية التي قد تكون معرضة لمختلف الملوثات البيولوجية والكيميائية. ركزت دراستنا على تقييم التلوث الميكروبيولوجي و الكيمياء للعسل بالمعادن الثقيلة. في هذا العمل، تم إجراء دراسة إحصائية عن تربية النحل. بالإضافة إلى إجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية على 30 عينة من العسل التي تم جمعها من مناطق مختلفة من ولاية برج بوعريش لتقييم جودة العسل في الجزائر وخصوصاً في ولاية برج بوعريش. لقد استعملنا الامتصاص الاشعاعي الذري لتحديد المعادن الثقيلة الرصاص، الكاديوم تم الحصول على المتوسطات التالية 0.48، 267.66، 1.63، 15.98، 3.21 ميكروغرام/كغ على التوالي. نتائج التحليل الميكروبيولوجي أظهرت ان البكتيريا الهوائية توجد 33 % الكولونيات البرازية 13% ومجموع الكولونيات موجود في كل العينات اما البكتيريا العقدية تمثل 76% من العينات و المكورات العنقودية 23 %.

فيما يخص التحاليل الفيزيائية والكيميائية وجدنا الاملاح المعدنية (الصوديوم، الزنك، المغنيزيوم، الحديد) في العسل بكميات (79.16، 1.63، 15.98، 3.21 مغ/كغ) على التوالي. النتائج التي تم الحصول عليها في هذه الدراسة تظهر مدى تغير التركيب الكيميائي و تحليل الأصل النباتي لعينات من العسل و كذلك لمعرفة جودة العسل.

**كلمات المفتاح :** العسل، التحاليل الفيزيائية والكيميائية، الميكروبيولوجي، الامتصاص الاشعاعي الذري، المعادن الثقيلة، التلوث، الاملاح المعدنية.