



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE ou INSTITUT : DES SCIENCES

DEPARTEMENT : DE BIOLOGIE

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : *Hebiche Rokeia et Sadki Souad*

DOMAINE : SCIENCE DE LA NATURE ET DE LA VIE

FILIERE : BIOLOGIE

OPTION : BIOCHIMIE DES PRODUITS NATURELS

Thème

Étude des propriétés physico-chimiques du miel de Jujubier
(*Ziziphus lotus*) produit en Algérie

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	qualité
Benaarous Khadidja		Président
Nbegue Halima		Examinatrice
Mr Zerrouk Salim	M.C.B	Rapporteur

Promotion : Juin - 2015



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



جامعة عمار ثليجي – الأغواط

كلية/معهد: العلوم
قسم : البيولوجيا

مذكرة ماستر

تقديم الطالب (ة): حبيش رقية وصادقي سعاد

ميدان: علوم الطبيعة و الحياة

شعبة: البيولوجيا

تخصص: بيوكيمياء المواد الطبيعية

موضوع البحث

دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية لعسل السدر (*Ziziphus lotus*)

المنتج في الجزائر

أعضاء لجنة المناقشة:

الاسم و اللقب	الدرجة العلمية	الصفة
بن عروس خديجة		رئيسا
نبق حليلة		ممتحن
الاستاذ زروق سليم		مقررا

الدفعة: جوان – 2015

Dédicace

Je dédie ce mémoire de fin d'étude à :

Mes chers parents qui ont dévoués leur vie, pour que ce travail de recherche soit réalisé dans les meilleures conditions. Que Dieu, le Tout- Puissant, les bénisse ;

Mes frères, sœurs et pour leur soutien et pour leur affection, sans oublier mes nièces et mes neveux ;

Mes beaux frères Mohamed, Mostafa, Kadour et mes belles sœurs Hayat. et Messaouda.

Mes amies et mes collègessurtout Souad et Hossena.

Rokeia Khadidja

Dédicace

Au nom d'Allah, le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux

A mes chers Parents, que nulle dédicace ne puisse exprimer mes Sincères Sentiments, pour leur patience illimitée, leur encouragements Contenu, leur Aid, en témoignage de mon profond Amour et Respect pour leur Grands Sacrifices.

A mes chères Frères et Sœurs : Ahmed, Mohammed, Hocine, Bachir, Nadia, Hadja, Meriem. Pour leur Soutien qu'ils trouvent ici l'expression de ma Haut Gratitude.

A mon chère Fiancé Djaber pour leur tendresse et leur encouragement qui mon Facilite les choses et leur Soutien Morale qui ma donné un bon Souffle pour achever ce projet.

A mes Collègues de Travail au Laboratoire "08 mai 1945" qui sans leurs encouragements ce travail n'aura jamais vu le jour.

A Mes amies et ma Sœur Khadidja .

Souad

Remerciements

*Avant tout, nous remercions **ALLAH** le tout puissant qui nous a donné le courage, la volonte et la patience pour faire ce travail.*

*Nous tenons tout d'abord à remercier **Mr ZERROUK SALIM**, notre Encadreur, pour son aid, ses conseils, son encouragement et sa Disponibilité dans ce projet, sans lui ce mémoire ne serait jamais achevé. Et nous le remercies vivement pour sa gentillesse.*

Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer notre Gratitude et nos remerciements pour toutes les personnes qui ont contribué à sa réalisation.

A notre Jury de Mémoire, qu'il ne soit ainsi permis de vous remercier très Sincèrement pour avoir Spontanément accepté de Juger ce Travail et d'en être la rapporteur et tenons à vous assurer de notre considération la plus respectueuse.

*Nous tenons à exprimer notre profonde reconnaissance à tous nos enseignants de département de **Biologie** de l'**Université d'Amar Thelidji – Laghouat**.*

Résumé

Commercialement il y a une grande demande pour les miels d'une source de plante spécifique (miels monofloraux). C'est, par conséquent, un aspect important de contrôler sa qualité pour déterminer l'origine botanique de miel. Cependant, les méliissopalynologistes ont signalé que dans quelques cas c'est difficile de déterminer l'origine botanique par l'analyse pollinique seulement.

Notre travail de recherche basée sur les propriétés physico-chimiques et polliniques de 16 échantillons de miel du Jujubier (le miel le plus chère en Algérie) prélevés de différentes régions, pour avoir une idée sur la qualité de nos miels.

Durant notre expérimentation, nous avons effectué les analyses suivantes : la teneur en eau, le pH, la conductibilité électrique, la quantité de l'HMF, la teneur en protéines, l'acidité libre, les sucres totaux, la couleur, les composés phénoliques et le pourcentage des grains de pollens de *Ziziphus lotus*.

Les résultats obtenus montrent que tous les échantillons de *Ziziphus lotus* répondent aux normes internationales et que le miel du Jujubier caractérisé par des valeurs élevés de pH, conductivité électrique et des composés phénoliques, avec un taux bas d'HMF.

Mots clés: miel, *Ziziphus lotus*, analyses physico-chimiques, analyses polliniques, Algérie.

Commercially there is a great demand for honeys of specific plant sources (uniflorals honeys). It is, therefore, an important aspect of quality control to determine the botanical origin of honey. However, melissopalynologists have pointed out that in some cases it is difficult to determine the botanical origin by pollen-analysis alone.

Our work of research is based on the physico-chemical and pollens analysis properties of 16 samples of Jujube honey (the most expensive honey in Algeria) harvested of different regions, to have an idea on the quality of our honeys.

During our experimentation, we did the following analyses: the water content, pH, Electrical conductivity, HMF, proteins, free acidity, total sugars, colour, total phenolic content and the percentage of the pollens grains of *Ziziphus lotus*.

The results show that all samples of *Ziziphus lotus* honeys are in conformity with the international norms and that the honey of the Jujubier characterized by levels values of pH, electric conductivity and the total phenolic compounds, with a low rate of HMF.

Keywords: honey, *Ziziphus lotus*, physicochemical analyzes, pollen analysis, Algeria.

من الناحية التجارية هناك طلب كبير على الأعسال ذات المصدر النباتي الخاص (الأعسال وحيدة المصدر)، ولهذا من المنطقي أن تحظى بمراقبة للنوعية من أجل معرفة الأصل النباتي. في حين فإن المتخصصين في الدراسة الطلعية أشاروا إلى أنه من الصعب في بعض الحالات تحديد المصدر النباتي للعسل عن طريق الدراسة الطلعية لوحدها.

تركز عملنا البحثي على الخصائص الفيزيوكيميائية والطلعية لـ 16 عينة من عسل السدر (العسل الأعلى ثمن في الجزائر) المتحصل عليها من عدة مناطق مختلفة، من أجل الحصول على فكرة حول جودة أعسالنا.

خلال العمل التحريبي، قمنا بتحليل التالية: المحتوى المائي، الأس الهيدروجيني، الناقلية الكهربائية، كمية الهدروكسيل ميثيل فرفرال، البروتينات، الحموضة الحرة، السكريات الكلية، اللون، المركبات الفينولية ونسب تواجد حبوب طلع السدر.

أظهرت النتائج المتحصل عليها أن عينات عسل السدر تستجيب للمواصفات العالمية، وأن هذا النوع من العسل يتميز بمستويات عالية من الأس الهيدروجيني، الناقلية الكهربائية والمركبات الفينولية مع مستوى منخفض من الهدروكسيل ميثيل فرفرال.

الكلمات المفتاحية: عسل، السدر، تحاليل فيزيوكيميائية، تحاليل طلعية، الجزائر.

Sommaire

Partie Bibliographique

Introduction.....	01
I. Généralité.....	04
I.1.Les abeilles.....	04
I.2. Les produits de la ruche.....	05
I.3. L'origine du miel.....	06
1.4. Elaboration du miel.....	08
1.5. Récolte du miel.....	10
II. Propriétés physicochimiques du miel.....	10
II.1. Compositions chimiques.....	10
II.1.1. Eau.....	10
II.1.2. Les glucides (les sucres).....	11
II.1.3.Les acides aminés et protéines.....	11
II.1.4. Les lipides.....	11
II.1.5. Les enzymes.....	11
II.1.6. Les vitamines.....	12
II.1.7. Les acides organiques.....	12
II.1.8. Les sels minéraux.....	13
II.1.9. Les substances aromatiques.....	13
II.1.10. Matières pigmentaire.....	13
II.1.11. Les composés phénoliques.....	14

II.1.12. HMF.....	14
II.1.13. L'acidité.....	15
II.1.14. Divers.....	15
II.2. Les propriétés physiques.....	16
II.2.1. L'indice de réfraction.....	16
II.2.2. Le pH.....	16
II.2.3. La conductivité électrique.....	17
II.2.4. La densité.....	17
II.2.5. La viscosité.....	17
II.2.6. Pouvoir rotatoire.....	17
III.Les propriétés organoleptiques.....	18
III.1. La couleur.....	18
III.2.L'odeur	18
III.3. Le gout.....	18
III.4. La cristallisation	18
IV. Les Propriétés biologiques et thérapeutiques du mieldu miel.....	19
IV.1.Valeur alimentaires et diététique.....	19
IV.2. Propriétés thérapeutiques.....	19
IV.2.1. Activité antibactérienne du miel.....	19
IV.2.2. Activité antifongique du miel.....	22
IV.2.3. Activitéantioxydant du miel.....	22
V. analyse pollinique.....	22
V.1. Généralités.....	22

V.2. Application de la méliissopalynogie.....	23
V.3. Description des grains de pollen.....	23
V.3.1. L'intine.....	24
V.3.2. L'exine.....	24
V.4. La morphologie des grains de pollen	25
V.4.1. Taille et couleur des grains de pollen.....	25
V.4.2. Symétrie et forme.....	25
V.4.3. Apertures.....	25

Partie Expérimentale

I.1. Description Botanique de jujubier.....	27
I.2. Répartition géographique.....	27
II. Echantillonnage.....	30
III. Protocole expérimental	31
IV. Méthodologie	32
IV.1. Analyse Polliniquequalitative	32
IV .2. Analyses physicochimiques	32
IV.2 .1. Analyse physique	32
IV.2.1.1. Indice de réfraction et la teneur en eau	32
IV.2.1.2. Le pH et l'acidité	33
IV.2.1.3. Conductivité électrique.....	33
IV.2.2. Analyse chimique	34
IV.2.2.1. les phénols totaux	34
IV.2.2.2. Hydroxymethylfurfural(HMF)	34
IV.2.2.3. Les sucres totaux	35
IV.2.2.4. Les protéines.....	36
IV.3. Analyse Organoleptiques	36
IV.3.1. La couleur	36

Résultats et discussion

I. L'analyse pollinique qualitative.....	38
II. Paramètre physicochimiques	39
II.1. Teneur en eau.....	39
II.2. Les sucres totaux	41
II.3. La conductivité électrique.	42
II.4. Le pH	43
II.5. L'acidité libre	44
II.6. Hydroxymethylfurfural (HMF).....	45
II.7. Les protéines	47
II.8. Les phénols totaux.....	48
II.9. La couleur.....	49
Conclusion.....	53
Références bibliographiques	56
Annexes.....	65

Liste des Tableaux

Tableau 1: la quantité des vitamines dans le miel en mg/100g.....	12
Tableau 2: Eléments de trace dans le miel.....	13
Tableau 3: Composition du miel	16
Tableau 4: Propriétés et indications thérapeutiques plus spécifiques attribuées aux principaux miels unifloraux.....	22
Tableau 5 : Situation botanique de l'espèce <i>Ziziphus lotus</i> (L.) Desf.....	31
Tableau 6 : Présentation des échantillons de miel de Jujubier étudié.....	32
Tableau 7: La couleur du miel exprimée en absorbance et en mm Pfund.....	38
Tableau 8: Le pourcentage des grains de pollens de <i>Ziziphus lotus</i> dans les échantillons du miel étudiés.....	40
Tableau 9 : Distribution de la couleur des miels étudiés.....	53

Liste des Figures

Figure 1: La reine, l'ouvrière et le mâle.....	04
Figure 2: Anatomie d'une ouvrière.....	09
Figure 3: Schéma d'un grain de pollen.....	25
Figure 4: la plante de <i>Ziziphus lotus</i>	28
Figure 5 : Aire de répartition du <i>Ziziphus lotus</i> L. en Algérie.....	30
Figure 6: Le protocole expérimental.....	33
Figure7: Distribution de la teneur en eau des miels analysés.....	42
Figure 8: Distribution de taux des sucres totaux des miels étudiés.....	43
Figure 9: Distribution de la conductivité électrique des miels analysés.....	45
Figure 10: Distribution des valeurs de pH des miels analysés.....	46
Figure 11: Distribution de l'acidité libre miels analysés.....	47
Figure 12: Distribution de l'HMF des miels analysés.....	48
Figure 13 : Distribution de la teneur en protéine des miels analysés.....	49
Figure 14 : Distribution des composés phénoliques des miels analysés.....	51
Figure 15 : Représentation des échantillons des miels analysés	

Liste des abréviations

AOAC :	Association of Official Analytical Chemists.
CE :	Conductivité électrique.
ESAB :	Equivalent Sérum Albumine Bovine.
g :	gramme.
HMF :	Hydroxymethylfurfural.
IR :	Indice de Réfraction
JORF :	Journal Officiel de la République Française.
JOCE :	Journal Officiel de la Communautés Européennes.
Kg :	Kilogramme.
M :	La masse du Miel.
Meq :	milliéquivalent.
mg :	milligramme.
Min :	minute.
ml :	millilitre.
Ms :	Matière sèche.
N :	Normalité.
pH :	potentiel d'Hydrogène.
ST :	Sucre Totaux.
µs /cm	Microcémence par centimètre.
EAG	Equivalent Acide Gallique.

Introduction

Introduction

Le miel est un produit naturel qui a accompagné l'homme depuis la plus haute antiquité. Il était le seul édulcorant avant l'apparition de la canne à sucre et de la betterave. C'est un produit de la ruche le mieux connu du grand public et il est utilisé comme ingrédient dans plusieurs produits alimentaires. Les produits de la ruche regroupent aussi la gelée royale, la cire, le pollen, la propolis et le venin (**Ouchemoukh, 2012**).

Les miels du commerce se subdivisent en deux classes : "Les miels monofloraux" identifiés à une origine botanique définie et l'ensemble des autres miels généralement dits "multi ou polyfloraux". En règle générale, c'est dans la première classe que l'on va situer les produits à valeur ajoutée principale pour l'apiculteur (**Rossant, 2011**).

Ces deux types du miel présentés sous étiquettes génériques avec dès références plus ou moins attractives pour le consommateur, mais généralement vagues et sans signes précis d'identification à une origine végétale particulière (**Lobreau-Callen et al., 2000**).

Les miels monofloraux développent des propriétés sensorielles, microscopiques et physico-chimiques typiques, découlant des caractéristiques spécifiques des fleurs ou plantes correspondantes. Dans des pays tels que la France ou l'Italie, jusqu'à 50 % des miels offerts sur le marché sont monofloraux (**Bogdanov et al., 2005**). Le consommateur a ainsi le choix entre une large gamme de parfums et de goûts sous les formes et les couleurs les plus diverses. Les miels monofloraux sont vendus à des prix supérieurs à ceux des miels de mélange, c'est le cas du miel de Jujubier qui est le plus cher en Algérie.

Généralement, un apiculteur qui cherche d'améliorer la production du miel avec sa meilleure qualité (ce qui est très rare en Algérie) par la connaissance de son origine florale et sa qualité, tandis que le consommateur voudra plutôt savoir si le miel qu'il acheté est pur ou falsifié.

Il existe certain nombre de critères sur lesquels repose la qualité des miels à savoir les propriétés polliniques et physico-chimiques.

L'analyse physico-chimique et pollinique du miel d'une part donne une appréciation sur l'aspect et la composition du miel et aussi une évaluation de la qualité du miel, et d'autre part donne des informations sur l'origine du miel, une origine géographique et origine botanique (**Gonnet et Vache, 1985**).

Introduction

Notre modeste travail vise à déterminer les propriétés polliniques qualitatives et physico-chimiques: (la teneur en eau, les sucres totaux, le pH, l'acidité libre, l'hydroxyméthylfurfural HMF, la couleur, la teneur en protéine, les composés phénoliques et la conductivité électrique) de 16 échantillons du miel de Jujubier de différentes régions de l'Algérie.

Partie bibliographique

I. Généralités

I. 1. Les abeilles

Les abeilles possèdent des propriétés assez différentes de celles des autres espèces d'insectes. Elles vivent en colonies, en construisant leurs nids dans des troncs d'arbre ou d'autres espaces clos similaires (Oktar, 2000).

Les abeilles possèdent une organisation fascinante. En effet, trois castes structurent la société des abeilles: la reine, les ouvrières et les faux bourdons. Fort différents sur le plan morphologique comme dans leur espérance de vie, les membres de chaque caste assurent une tâche particulière. Chez les abeilles, spécialement *Apis mellifera*, chacun travaille dans l'intérêt du groupe, et de la vitalité de ce dernier dépend la survie de chacun. Au sein de la ruche, aucun individu ne peut vivre seul (Clément, 2009). En fonction de la taille et du stade de développement de la colonie, l'effectif de la population peut varier de 20000 à 80000 individus, dont: une reine, 1000 à 4000 mâles (présents uniquement d'avril à septembre), le reste étant constitué par les ouvrières (Le Conte, 2002), (Figure 1).

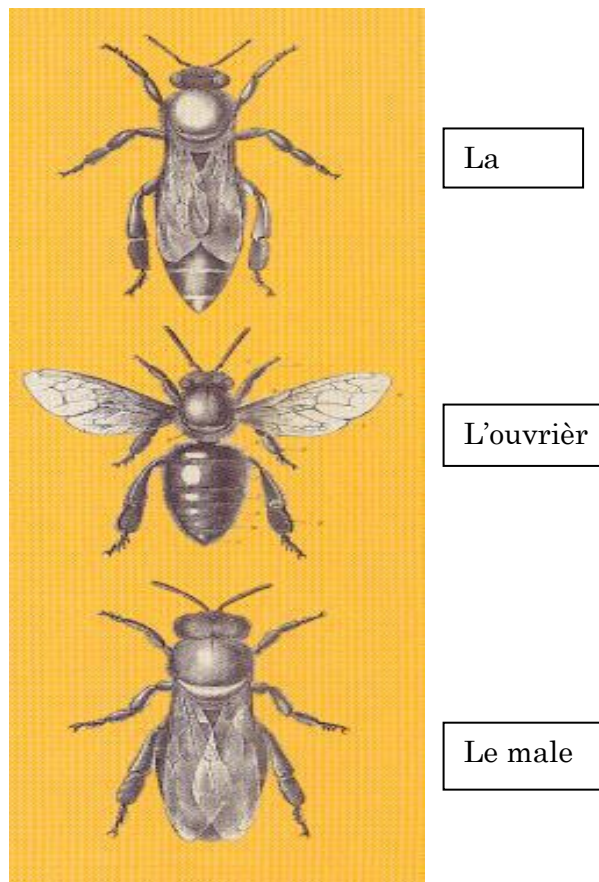


Figure 1: La reine, l'ouvrière et le mâle (Marchenay et Bérard, 2007).

I.2. Les produits de la ruche

I.2.1. La cire

La cire est produite par les glandes cirières de l'abeille. Lorsqu'elle sort des glandes cirières, la cire est liquide, et il s'agit d'une sécrétion glandulaire malaxée avec de la salive d'abeille (**Millet, 2006**).

I.2.2. La propolis

Les ouvrières récoltent la résine des bourgeons, la transportent jusqu'à la ruche sur leurs pattes arrières, puis la transforment en la mélangeant avec de la cire, des sécrétions salivaires, du pollen et diverses impuretés animales et végétales pour donner à proprement parler, la propolis de la ruche.

La propolis varie donc qualitativement et quantitativement en fonction de son lieu de production, elle est utilisée par les abeilles pour ses multiples propriétés: c'est une substance desséchante, antimicrobienne qui est utilisée pour le colmatage de la ruche. Selon sa provenance, la couleur de la propolis varie du jaune au brun foncé. De dure à cassante à froid, la propolis est malléable à 20°C. Sa saveur est âcre ou amère. Son odeur agréable de miel, de vanille et de cire s'ajoute à l'odeur d'origine des bourgeons. Elle est insoluble dans l'eau froide, partiellement soluble dans l'alcool éthylique, le benzène, et le chloroforme, et soluble dans le propylène glycol (**Millet, 2006**).

I.2.3. La gelée royale

La gelée royale est sécrétée par les glandes pharyngiennes et mandibulaires des jeunes ouvrières. C'est la substance centrale de la ruche: elle assure son existence et son fonctionnement. Elle est la nourriture unique et exclusive de la reine pendant toute son existence. De ce fait, sa vie est jusqu'à 50 fois plus longue que celle d'une ouvrière. En effet, une reine peut vivre 5 à 6 ans contre 45 jours pour une ouvrière, et seule l'alimentation due à la gelée royale fait la différence. De plus, elle confère à la reine une fécondité inégalée (**Rossant, 2011**).

C'est une substance blanchâtre aux reflets nacrés, à consistance gélatineuse, de saveur chaude, acide (pH de l'ordre de 4) et très sucrée. Sa composition n'est pas encore totalement connue; en effet, il subsiste une fraction de nature inconnue de l'ordre de 3%.

Par ailleurs, elle est très variable, car elle est fonction du jour de la récolte, de la saison, des variétés d'abeilles et de l'alimentation des nourrices. Cependant, on peut dire qu'elle contient environ: 57 à 70% d'eau, 13% de protides, 4.5% de lipides, 14.5% de glucides, 8.5% de cendres minérales, des vitamines (**Rossant, 2011**).

I.2.4. Le venin

Le venin est sécrété par les abeilles, reines et ouvrières, grâce à une glande de leur abdomen. Il est stocké dans des « réservoirs » à la base de l'abdomen reliés à un dard à la structure très élaborée. La reine s'en sert pour se débarrasser de ses rivales; les ouvrières l'utilisent pour défendre la ruche contre des agresseurs. Le dard de l'abeille ouvrière a des barbes et s'arrache après la piqûre, lorsque l'abeille s'envole, causant sa mort; celui de la reine, lisse, ne s'accroche pas (**Ballot-Flurin, 2009**).

I.2.5. Le miel

Le miel est la substance sucrée naturelle produite par les abeilles de l'espèce *Apis mellifera* à partir du nectar de plantes ou des sécrétions provenant de parties vivantes des plantes ou des excréments laissés sur celles-ci 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 (**JOCE, 2002**).

Le miel est un produit naturel, pur, non modifié, possédant des propriétés favorables à la santé. L'abeille mellifère produit le miel à partir du nectar des fleurs, d'un peu de pollen et d'enzymes sécrétées par ses glandes. Une fois élaboré, le miel est stocké dans des alvéoles de cire. Il servira de provisions pour nourrir la colonie. La composition du miel et ses propriétés peuvent varier grandement selon l'origine botanique (**Bogdanov et al., 2006**).

I.2.5.1. L'origine du miel

Le miel est élaboré par les abeilles à partir des sucres produits par les végétaux. Essentiellement deux types de productions sucrées exploitées par l'abeille, le nectar et le miellat (**Gonnet et Vache, 1985**).

I.2.5.1.1. Le nectar

Le nectar est produit par des organes propres aux végétaux supérieurs, qui portent le nom de nectaires.

Le nectar se forme à partir de la sève de la plante, mais sa composition diffère de celle de la sève.

C'est une solution aqueuse plus ou moins visqueuse en fonction de sa teneur en eau qui peut être très variable: la matière sèche représente de 5 à 80% du nectar. Cette matière sèche est formée à 90% de sucres dont les plus courants sont les saccharoses, le glucose et le fructose. Outre les sucres, largement majoritaires, on peut trouver des acides organiques (acide fumarique, acide succinique, acide malique, acide oxalique), des protéines dont des enzymes et des acides aminés (acide glutamique, acide aspartique, méthionine, sérine, tyrosine...), des substances aromatiques et des composés inorganiques (phosphate entre autre). Tous ces éléments vont donner au miel sa couleur et ses arômes (**Hoyet, 2005**).

a). Les miels unifloraux

Il n'existe pratiquement pas de miel provenant que d'une seule fleur, cependant lorsque la proportion de grain de pollen d'une seule représente plus de 45% de L'ensemble du pollen on donne au miel le nom de cette plante (**Ruoff, 2006; Bogdanov et al., 2004b**).

En générale, les miels ne sont pas jamais à 100% monofloraux.

b). Les miels multifloraux

Il provient de multiples récoltes faites par les abeilles, sans dominance nette d'une plante particulière, ces miels sont plus nombreux, leur composition est variable et complexe ayant des sources multiples (**Ampuero et al., 2004; Ruoff, 2006**).

I.2.5.1.2. Le miellat

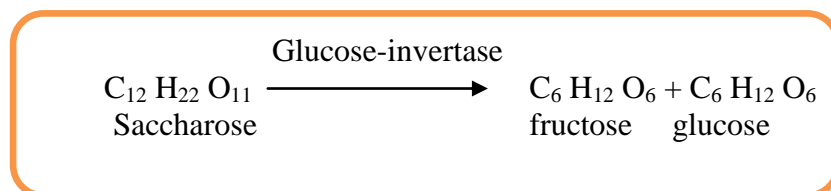
Le miellat est un produit plus complexe que le nectar faisant intervenir un intermédiaire, généralement, des insectes de la famille des Homoptères tel que les pucerons, leur pièces buccales sont disposées pour piquer et absorber les aliments liquides telle que la sève des végétaux et rejettent l'excédent des matières sucrées sous forme des gouttelettes, que les abeilles récupèrent sur les feuilles des plantes (**Gonnet et Vache, 1985**).

Les miellats représentent une ressource alimentaire importante pour les abeilles lorsqu'elles ne trouvent pas une autre source alimentaire (**Gonnet et Vache, 1985**).

I.2.5.2. Elaboration du miel

Le miel est élaboré à partir des nectars et des miellats récoltés par les insectes, transformés sous l'action des enzymes sécrétées par les glandes hypopharyngiennes (salivaires) (**Lobreau-Callen et al., 2000**).

Le miel est produit par les abeilles selon le processus suivant : le nectar est prélevé par les abeilles butineuses (**Figure 02**), qu'elles emmagasinent dans leur jabot avec la salive, elles transforment le saccharose en sucre simple (fructose, glucose) selon la réaction chimique suivante sous l'action de Glucose-invertase :



Dans le même temps, les abeilles réduisent la teneur en eau de la solution sucrée à un taux avoisinant 50%, de retour à la ruche, les butineuses transfèrent leurs récoltes à des ouvrières d'intérieur, ces dernières par régurgitations successives complètent et terminent la transformation commencée. Puis, vont dégorger ce liquide sur des grandes surfaces dans des alvéoles disponibles sur les rayons de cire.

La solution sucrée transformée, contenant encore environ 50% d'eau, va subir une nouvelle concentration par l'évaporation, qui s'effectue sous le double influence d'une part, de la chaleur régnant dans la ruche qui est de l'ordre de 36 à 37 °C, d'autre part, par la ventilation qui est assurée par les abeilles ventileuses, en créant un puissant courant d'air ascendant dans la ruche par un mouvement très rapide des ailes. Au bout de quelques jours, cette solution contiendra en moyen 18% d'eau, et 80% des sucres. Cette solution représente le miel stocké dans les cellules. Ces dernières, une fois remplies, sont cachetées par un mince opercule de cire, permettant une excellente conservation (**Gonnet, 1982**).

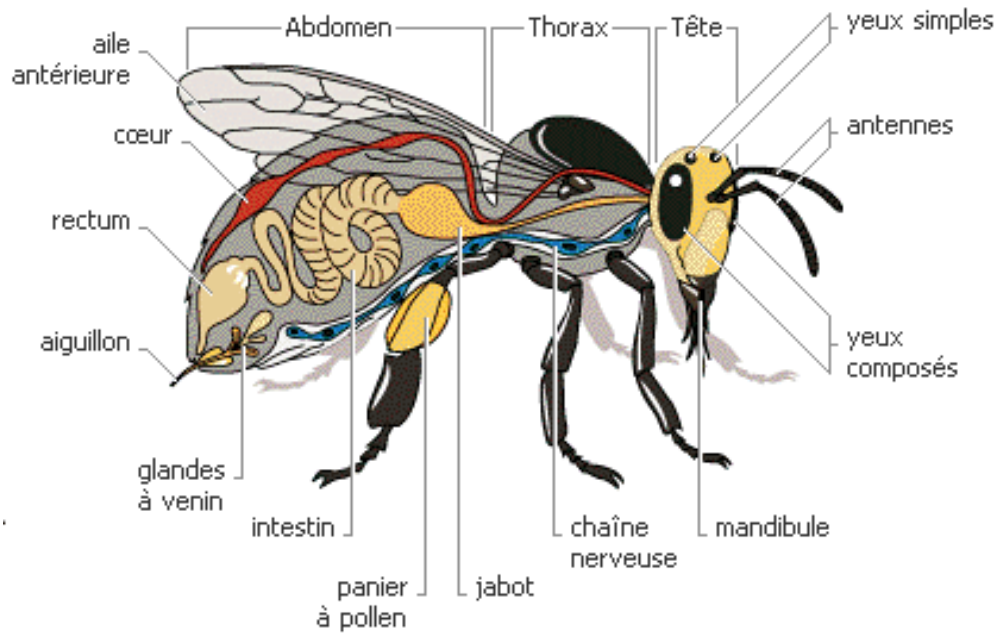


Figure 02: Anatomie d'une ouvrière *Apis mellifera* (Mackowiak, 2009).

I.2.5.3. Récolte du miel

Pour conserver au miel tout son arôme et pour éviter que certains éléments biologiques et les enzymes ne soient détruits, le miel doit être récolté en prenant certaines précautions indispensables. Il doit en outre être exempt de corps étrangers et d'impuretés. Pour le purifier, on peut passer le miel dans un filtre grossier (le diamètre des mailles ne doit pas être inférieur à 0,2 mm). Cette filtration ne doit pas supprimer le pollen. Par ailleurs, aucune substance ne doit être ajoutée ni aucune autre substance essentielle retirée du miel (**Bogdanov et al., 2003**).

II. propriétés physicochimique du miel

II.1. Compositions chimiques

Le miel, comme nous l'avons vu précédemment, est élaboré en plusieurs étapes et chacune influence sa composition chimique. Il n'existe donc pas un miel mais des miels (**Hoyet, 2005**).

En effet, la composition qualitative de ce produit est soumise à des nombreux facteurs très variables qu'il est impossible de maîtriser tels que : la nature de la flore visitée et celle du sol sur lequel pousse ces plantes, les conditions météorologiques lors de la miellée, la race des abeilles, l'état physiologique de la colonie, etc (**Rossant, 2011**). On pourrait dire que la composition moyenne du miel est la suivante:

II.1.1. Eau

La teneur en eau ne constitue pas une caractéristique typique de la variété de miel. Elle dépend d'autres facteurs, tels que le type de ruche et l'humidité de l'air (**Bogdanov et al., 2005**). Elle varie entre 14 et 25%. L'optimum se situe autour de 17% (**Rossant, 2011**).

La teneur en eau détermine de façon prépondérante l'observabilité du miel. Seuls les miels avec une teneur en eau inférieure à 18 % sont stables lors de la conservation et ne fermentent pas (**Bogdanov et al., 2006**).

La teneur en eau est un paramètre important pour la qualité des denrées alimentaires (**Abramovie et al., 2008**).

II.1.2. Les sucres

Le miel se compose d'environ 80% d'hydrates de carbone. Parmi elles, on trouve essentiellement du fructose et du glucose qui sont des monosaccharides. A cela s'ajoute de petites quantités de polysaccharides, comme le saccharose, de mélézitose, raffinose et d'autres sucres. Au total, on a déterminé plus de 25 polysaccharides différents dans le miel. Le spectre de sucres varie selon la sorte du miel: la teneur en glucose et en fructose est spécifique à la sorte. Les miels avec une teneur faible en glucose et élevée en fructose restent plus longtemps liquides (**Bogdanov et al., 2006**).

La composition de l'un par rapport à l'autre est assez variables mais le fructose est le plus dominant (**Kaskoniene et al., 2008**).

Les chiffres des rapports fructose/glucose (F/G) et glucose/ eau (G/E) sont spécifique à chaque variété (**Bogdanov et al., 2003**).

Le melizitose et le raffinose se sont des sucres pour distinguer entre le miel de miellat et le miel de nectar (**Sanz et al., 2004**).

II.1.3. Les acides aminés et protéines

Ils sont présents en faible quantité dans le miel (0,26%) et la teneur en azote est négligeable, de l'ordre de 0,041%. Il s'agit essentiellement de peptones, d'albumines, de globulines et de nucléoprotéines qui proviennent soit de la plante (nectars, grains de pollen), soit des sécrétions de l'abeille (**Meda et al., 2005**).

II.1.4. Les lipides

La proportion de lipides est infime sous forme de glycérides et d'acides gras (acide palmitique, oléique et linoléique); ils proviendraient vraisemblablement de la cire (**Rossant, 2011**).

II.1.5. Les enzymes

Elles proviennent soit des nectars, soit des sécrétions salivaires de l'abeille. Les plus connues sont la glucose-invertase qui est responsable de l'hydrolyse des disaccharides, et les amylases alpha et bêta qui permettent la dégradation de l'amidon. On retrouve

également dans le miel, une catalase, une phosphatase, des enzymes acidifiantes et une glucose-oxydase qui transforme le glucose en acide gluconique.

Ces enzymes sont détruites par la chaleur, et leurs présences ou leurs absences peuvent servir d'indicateur de surchauffe du miel (**Rossant, 2011**).

II.1.6. Vitamines

Le miel contient peu de vitamines (Tableau 1). On y trouve essentiellement des vitamines du groupe B: vitamines B1, B2, B3, et B5. Parfois on y trouve aussi de la vitamine C, ainsi que les vitamines A, Ket D (**Hoyet, 2005**).

Les vitamines du miel sont d'autant mieux conservées que le pH est faible (**Rossant, 2011**).

Tableau 1: la quantité des vitamines dans le miel en mg/100g (**Bogdanov et al., 2003**).

Thiamine (B ₁)	0-0,01
Riboflavine (B ₂)	0,01-0,02
Pyridoxine (B ₆)	0,01-0,32
Niacine	0,1-0,20
Acide pantothénique	0,02-0,11
Acide ascorbique (vitamine C)	2,2-2,5
Phyloquinone (vitamine K)	0,025

II.1.7. Les acides organiques

La plupart des acides organiques du miel proviennent des nectars des fleurs ou des transformations opérées par l'abeille. C'est l'acide gluconique dérivé du glucose qui prédomine. On y trouve également une vingtaine d'acides organiques comme l'acide acétique, l'acide citrique, l'acide lactique, l'acide malique, l'acide oxalique, l'acide butyrique, l'acide pyroglutamique et l'acide succinique. Des traces d'acide formique (un des constituants du venin), d'acide chlorhydrique et d'acide phosphorique sont aussi présentes (**Rossant, 2011**).

II.1.8. Les sels minéraux

Les matières minérales ne sont présentes qu'à un taux d'environ 0,1% dans les miels courants, mais sont plus abondantes dans les miels foncés. Les sels de potassium représentent près de la moitié des matières minérales, mais on trouve également du calcium, du sodium, du magnésium, du cuivre, du manganèse, du chlore, du soufre, du silicium, du fer (Tableau 2) ainsi que plus de trente oligo-éléments (**Rossant, 2011**).

Tableau 2: Eléments de trace dans le miel (**Bogdanov et al., 2006**)

Elément	mg/kg	Elément	mg/kg
Aluminium (Al)	0,1-24	Plomb (Pb)	0,01-0,03
Arsenic (As)	0,14-0,26	Lithium (Li)	2,25-15,6
Baryum (Ba)	0,1-0,8	Molybdène(Mo)	0-0,04
Bore (B)	0,5-3,0	Nickel(Ni)	0-0,51
Brome (Br)	4-13	Rubidium (Rb)	0,4-35
Chlore (Cl)	4-560	Silicium (Si)	0,5-240

II.1.9. Les substances aromatiques

De point de vue quantitatif les substances aromatiques ne sont pas importantes. On dénombre plus de cinquante substances aromatiques qui peuvent permettre l'identification de l'origine des miels, car elles proviennent presque exclusivement de la plante (**Huchet et al., 1996**). **Donadieu (1982)**, ajoute que ces substances donnent l'arôme et le goût spécifique d'un miel déterminé, mais qui ont par ailleurs des vertus thérapeutiques.

II.1.10. 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, 1982**).

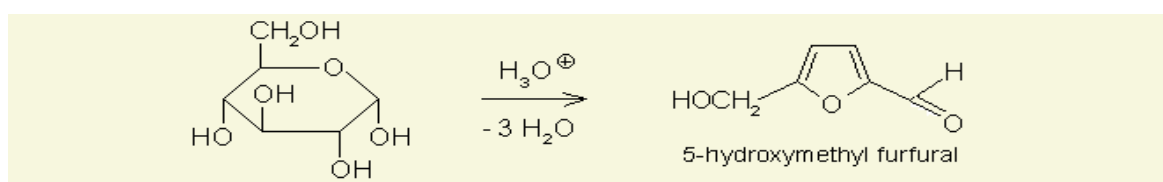
Louveaux (1985), ajoute qu'elles sont probables qu'elles appartiennent aux groupes des caroténoïdes et des flavonoïdes.

II.1.12. Les composés phénoliques :

Les composés phénoliques ou les polyphénols sont l'un des groupes les plus importants provenant des plantes en tant que produits secondaires. Les classes les plus importantes des polyphénols sont des flavonoïdes et des acides phénoliques, avec plus de 5000 composés déjà démontrés. Elles ont été considérées pour avoir des activités antioxydantes . 29 flavonoïdes sont des composés de faible poids moléculaire qui se produisent généralement limite pour sucrer des molécules et elles peuvent être classées par catégorie comme flavonols (le plus largement, les flavonoïdes distribuées, compris la quercétine, les flavanones, les flavones, les anthocyanidines et les isoflavones (**Hao, 2011**).

II.1.13. Hydroxyméthylfurfural (HMF):

La dégradation thermique des hexoses peut , en présence d'un acide, amener la formation d'un dérivé hétérocyclique à fonction carbonylée: l'hydroxyméthylfurfural la formule de ce corps a été établie en 1910 par van Ekenstein et Blanksmal (**Gonnet, 1963**).



La construction de l'HMF à l'aide des hexoses (**Bogdanov, 2011**)

L'HMF est un produit intermédiaire de la réaction dite Maillard, cette réaction est non enzymatique se rencontre fréquemment en présence des glucides et des acides aminés (**Gonnet, 1963**).

L'HMF est présent dans les vieux miels ou dans les miels qui ont subi un chauffage (voire aussi à l'état naturel, comme dans le miel de lavande). Ceci est dû à la déshydratation moléculaire des monosaccharides (principalement du fructose). Cette substance, à forte concentration, dénature la qualité d'un miel, en altérant son goût. Son dosage permet de vérifier la qualité du miel. Cette composition dépend de très nombreux facteurs : espèces butinées, nature du sol, race d'abeilles, état physiologique de la colonie (**Gonnet et Vache, 1985**).

Ce produit se forme sous l'action des acides, ce processus à également lieu par vieillissement et est accéléré par le chauffage (**Gonnet, 1982**).

II.1.14. L'acidité

La teneur en acide libre varie selon la variété de miel. Dans les miels de miellat, elle est généralement supérieure à celle des miels de fleurs. C'est également une mesure pour la fermentation du miel (**Bogdanov et al., 2005**).

II.1.15. Divers

Plusieurs facteurs antibiotiques naturels ont été trouvés dans le miel peroxyde d'hydrogène, flavonoïdes, etc.

Le miel contient également des éléments figurés : grains de pollen, spores de champignons, algues microscopiques, levures, etc (**Hoyet, 2005**).

Tableau 3: Composition du miel (toutes les données sont données en g/100g de miel (sauf le pH) (**Bogdanov et al., 2006**).

	Miel de fleurs		Miel de forêt	
	Moyenne	Min.-max	Moyenne	Min.-max
Eau	17,2	15 - 20	16,3	15 – 20
Fructose	38,2	30 - 45	31,8	28 – 40
Glucose	31,3	24 - 40	26,1	19 – 32
Saccharose	0,7	0,1 – 4,8	0,5	0,1 – 4,7
Autres disaccharides	5,0	2 - 8	4,0	1 – 6
Mélézitose	<0,1		4,0	0,3 – 22,0
Erlose	0,8	0,5 - 6	1,0	0,1 – 6
Autres trisaccharides	0,5	0,5 - 1	3,0	0,1 - 6
Polysaccharides non déterminés	3,1		10,1	
Total des sucres	79,7		80,5	
Sels minéraux	0,2	0,1 – 0,5	0,9	0,6 – 2
Acides aminés, protéines	0,3	0,2 – 0,4	0,6	0,4 – 0,7
Acides	0,5	0,2 – 0,8	1,1	0,8 – 1,5
pH	3,9	3,5 – 4,5	5,2	4,5 – 6,5

II.2. Propriétés physiques

II.2.1. Indice de réfraction

L'indice de réfraction est une constante qui dépend de la nature chimique du corps. Il s'agit d'une propriété optique. Tout corps transparent est caractérisé par un certain indice de réfraction. Il varie régulièrement entre l'indice de l'eau pure et l'indice du corps pur (**Louveaux, 1959**).

II.2.2. Le pH

Le pH d'un miel est en fonction de la quantité d'acide ionisable qu'il renferme (ions H^+) ainsi que de sa composition minérale (ions OH^-). Plus le taux de la matière minérale est fort, et plus le pH de miel se rapproche de la neutralité (**Gonnet, 1982**).

Le miel est acide et son pH oscille en moyenne entre 3.5 et 6 (**Donadieu, 1982**).

II.2.3. Conductivité électrique

Cette mesure dépend des teneurs en sels minéraux et en acides du miel, plus elles sont élevées, plus la conductibilité électrique est élevée. Elle est mesurée en milli Siemens (mS) par cm. La conductibilité électrique est la mesure la plus importante pour déterminer l'origine botanique du miel. Elle peut être mesurée au moyen de petits appareils peu coûteux. Selon la norme européenne sur le miel, les miels de miellat doivent atteindre 0.8 mS/cm. Le miel de fleurs a généralement tout au plus une valeur de 0.5 mS/cm et le mélange de miel de fleurs et de miellat présente des valeurs entre 0.5 et 0.8 mS/cm (**Bogdanov et al., 2005**).

II.2.4. Densité

Pour une teneur moyenne en eau de 17.2% à 20 °C, la densité moyenne est de 1.42 et varie généralement de 1.39 à 1.44 selon la nature des miels analysés (**Lobreau-Callen et al., 2000**).

II.2.5. Viscosité

Elle varie en fonction de la température, de la teneur en eau et de la composition chimique du miel. A 35°C, tous les miels sont fluides. Certains sont thixotropes c'est-à-dire que ces miels lorsqu'on les agite deviennent liquides mais reprennent leur viscosité première après repos (**Hoyet, 2005**).

II.2.6. Le pouvoir rotatoire

Le miel a la propriété de tourner le plan de polarisation de la lumière polarisée. Cela dépend largement de la nature et la proportion des sucres dans le miel ; le miel de nectar sont lévogyre (pouvoir rotatoire < 0) et le miel de miellat sont dextrogyre (pouvoir rotatoire > 0) (**Dinkov, 2003**).

III. Propriétés organoleptique

III.1. La couleur

La coloration est une caractéristique 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; Jean-Prost, 1987**).

D'après **Juszczak et al. (2009)**. La couleur du miel est liée étroitement à la composition chimique du miel principalement à la présence des pigments comme les chlorophylles, Caroténoïdes, les Flavonoïdes, les dérivés de tannins et les polyphénols.

Dans le miel du miellat la couleur foncée due à la présence des minéraux, des algues vertes que les arbres de forêts contiennent.

III.2. L'odeur

Dans les différents miels, les odeurs varient considérablement mais s'évaporent très rapidement. Elles sont végétales, florales ou fruitées, puissantes ou non, fines, lourdes, vulgaires. Une odeur de fumée ou de fermentation est un défaut (**Lobreau-Callenn et al., 2000**).

III.3. Le gout

Les substances aromatiques qui sont à l'origine de l'arôme du miel. Ce sont des mélanges de plusieurs composés dont les alcools, les cétones, les esters, les acides, les acétones et les aldéhydes. Les substances aromatiques jouent un rôle important dans l'appréciation sensorielle du miel (**Bogdanov et al., 1995**)

Crane en 1990 indiqua que les substances qui donnent le miel ses arômes sont dérivées des plantes qui sont volatiles et évaporent rapidement (**D'arcy, 2007**).

III.4. La Cristallisation

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

Le miel consiste en une solution sucrée sursaturée. La cristallisation du miel est ainsi un processus naturel. La vitesse de cristallisation dépend surtout de la teneur en glucose du miel. Les miels dont la teneur en glucose est inférieure à 28 g/100 g ou dont le rapport glucose/eau est inférieure à 1.7 restent plus longtemps liquides. Les miels à cristallisation rapide se cristallisent le plus souvent très finement, alors que les miels à cristallisation lente ont tendance à avoir une cristallisation grossière (**Bogdanov et al., 2004a**).

IV. Les propriétés biologiques et thérapeutiques du miel

IV.1. Valeur alimentaire et diététique

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

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

Le miel présente sur le sucre ordinaire l'avantage de contenir des sels minéraux ainsi que des substances aromatique qui rendent sa consommation plus agréable. Le miel est un aliment très favorable à la croissance des jeunes enfants (**Gonnet, 1982**).

IV.2. Propriétés thérapeutiques

Depuis la nuit des temps, on s'est servi du miel, aussi bien comme d'un aliment que d'un médicament. Les diverses utilisations médicinales du miel semblent s'être transmises, de façon traditionnelle et empirique, au fil des siècles. Depuis quelques années, les scientifiques se sont davantage penchés sur ce produit et des dizaines et des dizaines d'études ont été réalisées. La plupart d'entre elles ont confirmé les vertus que l'on avait traditionnellement accordées au miel, mais d'autres ont également permis de lui découvrir de nouvelles propriétés thérapeutiques (Tableau 4).

IV.2. 1. Activité antibactérienne du miel

Avec l'augmentation de la prévalence des bactéries résistantes aux antibiotiques, le miel est de plus en plus apprécié pour son activité antibactérienne. On ne connaît pas encore

précisément toutes les composantes antibactériennes du miel et ses vertus curatives constituent partiellement une énigme (**Kwakman *et al.*, 2010**).

Les Facteurs principaux de cette activité antimicrobienne sont divers :

✓ **L'osmolarité**

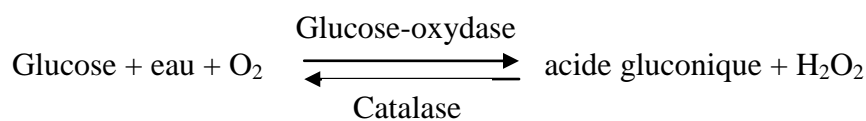
Elle est la conséquence de la forte teneur en sucre du miel. Le miel agit donc de manière osmotique, en provoquant une forte déshydratation des germes qui n'ont plus alors suffisamment d'eau pour survivre (**Rossant, 2011**).

✓ **Le pH**

Le pH du miel est relativement acide, variant entre 3,5 et 6. Ce pH semble être efficace pour ralentir ou éviter la croissance de nombreuses espèces de bactéries pathogènes. On peut donc dire que le pH acide du miel renforce l'activité antibactérienne de celui-ci (**Rossant, 2011**).

✓ **Le système peroxyde d'hydrogène (inhibine)**

La principale « inhibine » que contient le miel est le peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) encore appelé eau oxygénée. C'est un très bon antiseptique. Il est produit par réaction enzymatique. C'est la glucose-oxydase sécrétée par les glandes hypopharyngiennes de l'abeille lors de la transformation du nectar en miel qui permet la réaction suivante:



L'acide gluconique formé accroît l'acidité du miel et le rend peu favorable au développement de colonies bactériennes (**Descottes, 2009**).

✓ **La défensine-1**

Il s'agit d'une protéine fabriquée par les glandes hypopharyngiennes et mandibulaires des abeilles. Elle est retrouvée dans le miel et la gelée royale. Chez l'homme, les défensines constituent une famille de peptides antimicrobiens naturels largement impliqués dans l'immunité spécifique, ou innée (**Kwakman *et al.*, 2010**).

Tableau 4: Propriétés et indications thérapeutiques plus spécifiques attribuées aux principaux miels unifloraux (Donadiou, 1982).

Origine botanique	Propriétés plus spécifiques	Indicateurs plus particulières
Acacia	- Régulateur intestinal	-Paresse intestinal, notamment chez le jeune enfant
Bruyère	- Antiseptique des voies urinaires et diurétiques ; -Antianémique ; - Dynamogénique des voies respiratoires et des voies urinaires.	- Affections de l'arbre urinaire dans son ensemble et dans le régime diététique de l'insuffisance rénale et chronique ; Certains anémies ; Etats de fatigue en général; convalescences ; Sénescences.
Eucalyptus	- Antiseptique des voies respiratoires et des voies urinaires.	- Affection touchant à la sphère respiratoire et à l'arbre urinaire dans leur ensemble.
Oranger	- Antispasmodique ; - Sédatif nerveux.	- Etats spasmodiques d'origines diverses ; - Nervosisme en général et troubles qui en découlent: insomnies, palpitations.
Sapin	- Antianémique ; - Antiseptique et anti-inflammatoire des voies respiratoires ; - Diurétique	- Certains anémies ; - Affection touchant à la sphèrerespiratoire dans tout son ensemble ; Affections de l'arbre urinaire dans son ensemble et dans le régime diététique de l'insuffisance rénale et chronique
Lavande	Antiseptiqueet anti inflammatoire des voies respiratoires ; Antispasmodique Sédatif nerveux.	- Affection touchant à la sphère respiratoire dans tout son ensemble ; - Rhumatismes chroniques (arthrose).
Thym	- Antiseptique général.	- Maladies infectieuses en général touchant aussi bien les sphères respiratoires, digestives et urinaires.
Tilleul	- Antispasmodique ; - Sédatif nerveux.	- Etats spasmodiques d'origines diverses ; - Nervosisme en général et troubles qui en découlent : insomnies, palpitations.
Trèfle	- Dynamogénique.	- Etats de fatigue ; Convalescences ; Efforts physiques (chez les sportifs en particulier.

IV.2. 2. Activité antifongique du miel

Il a été démontré que le miel est capable d'éliminer certaines toxines, notamment d'origine fongique. Une solution de miel comparée à une solution isotonique de saccharose inhibe complètement la croissance des moisissures comme *Aspergillus flavus*, *Aspergillus fumigatis*, *l'Aspergillus niger*, *l'Aspergillus parasiticus*, *Candida albicans*, *Penicillium spp*, *Penicillium chrysogenum* (**Rossant, 2011**).

IV.2.3. Activité antioxydante du miel

Les antioxydants sont des substances qui, présentes à faible concentration, sont capables de supprimer, retarder ou empêcher les processus d'oxydation et ses conséquences (**Genot et al., 2004**).

En règle générale, les miels foncés ayant une forte teneur en eau et ont une capacité anti-oxydante plus grande que celle des autres miels, dépend essentiellement de son origine botanique (**Pham-Délègue, 1999**).

V. analyse pollinique

V.1. Généralités

La science qui a pour l'objectif d'étude du pollen est la palynologie (du grec *palyno*: répandre de la poussière et *logos*: étude). Ce terme a été utilisé pour la première fois par Hyde et Williams en 1994 (**Boughediri, 2003**).

Le seul moyen infallible pour délivrer la « carte d'identité » d'un miel est de faire son analyse pollinique, car le miel contient d'innombrables grains de pollen (plusieurs millions dans un kilo de miel). Chaque miel porte en lui la marque de son origine définie par le pollen des fleurs butinées par les abeilles qui récoltés le nectar (**Boughediri, 2003**).

La palynologie appliquée à l'apiculture ou Mellissopalynologie contribue étroitement à la connaissance des rapports de tout ordre qui existe entre l'abeille et la plante (**Louveaux et Abed, 1984**).

V.2. Application de la mellissopalynologie

La mellissopalynologie est l'étude des pollens présents dans le miel. Elle permet d'identifier les plantes butinées à l'origine de la production du miel, ce qui est d'un grand intérêt dans la détermination des appellations et la détection des fraudes concernant l'étiquetage des produits (**Lequet, 2010**).

Mellissopalynologie à une grande importance pour le contrôle de la qualité du miel. Le miel contient toujours des grains de pollen, surtout de plantes nectarifères, et des éléments de miellat, tels que des algues et des spores de champignons, qui fournissent une bonne image de l'environnement dont provient le miel (**Bogdanov et al., 2005**).

V.3. Description des grains de pollens

Le mot pollen dérivé du grec : pâle ; qui désignant à la fois la farine et la poussière. De cette même est né également le mot : palynologie (**Donadieu, 1978**).

L'appareil sexuel mâle comprend une ou plusieurs étamines, chacune étant constituée de deux parties, le filet et l'anthère qui contient les grains de pollen. Les grains de pollen représentent les gamètes mâles chez les plantes supérieures (**Pham-Délègue, 1999**).

Le pollen est principalement récolté par les abeilles dans le but de nourrir ses larves dans les premiers stades de leur développement (**Campos et al., 2008**).

En moyenne, on trouve dans un grain de pollen : 20% de protides dont 50% sont des acides aminés indispensables, 5% de lipides, 36% de glucides, 11% d'eau, et 3% de sels minéraux (K, Mg, Ca, Fe, Cb...). On trouve également de nombreux pigments (caroténoïdes, rutine) et des vitamines des groupes B, C, D, E, et A. Le pollen constitue la source principale de protéines pour l'abeille. Suivant l'origine des fleurs butinées, la couleur des pelotes de pollen peut être très variée. Souvent jaunes, elles peuvent aussi être blanches, oranges, grises, brunes, noires et même bleues ou vertes. Lorsque l'abeille visite des fleurs, elle gratte vigoureusement leurs anthères avec ses pattes de devant et son corps velu se charge de pollen (**Rossant, 2011**).

Chaque grains de pollen est entouré d'une paroi appelée Sporoderme qui constituée de l'intérieur vers l'extérieur de :

V.3.1. L'intine

La couche la plus interne du Sporoderme, d'une nature entièrement Pectocellulosique (Laaidi *et al.*, 1997) (Figure 3).

V.3.2. L'exine

La paroi externe, est composée d'une matrice complexe de Sporopollenine, un hydrate de carbone qui résiste très bien à la décomposition et à la digestion (Chauzat et Pierre, 2005) (Figure 3).

L'exine a un rôle de protéger le grain de pollen contre la dissociation et les rayonnements ultraviolets (Clot, 2007), elle est subdiviser en deux couches endexine et ectexine (Laaidi *et al.*, 1997).

Les principaux caractères distinctifs du grain de pollen sont la forme, la symétrie, la taille, la répétition des ouvertures (sillons, pores) ainsi la structure et l'ornementation de la surface (Clot, 2007; Chauzat et Pierre, 2005).

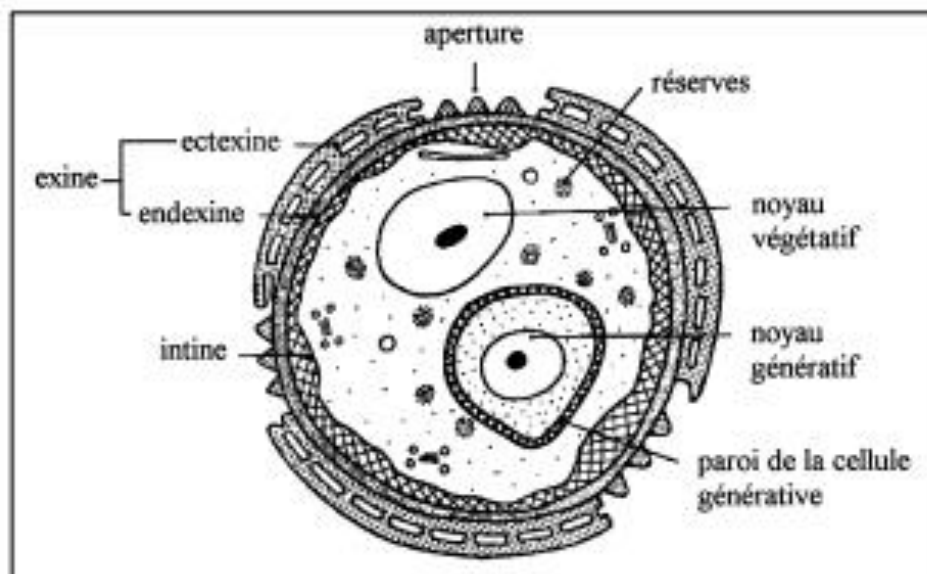


Figure 3: Schéma d'un grain de pollen (Laaidi *et al.*, 1997).

V.4. La morphologie des grains de pollen

V.4.1. Taille et couleur des grains de pollen

Les grains de pollen sont sphérique ou ovoïdes généralement jaune parfois rouge, noir, ou bleuâtres, leurs tailles varies de 5 μ m pour le myosotis à 250 μ m pour certain gymnosperme (Sapin, *Picea*) (Clot, 2007).

V.4.2. Symétrie et forme

La forme d'un grain de pollen non composé se définit en fonction de la vue polaire et la vue équatoriale .En vue polaire, la plupart des grains des pollens qui sont plus haut que larges c'est-à-dire la valeur du rapport existant entre les dimensions de l'axe polaire P et celles de l'axe équatoriale E est supérieur à 1. De tel pollens sont dits: *Longiaxes* ou prolates, et ce qui sont plus larges que haut sont dits *Breviaxes* ou oblates (P/E est inférieur à 1). Les grains circulaires ou subcirculaires en vue polaire et dont le rapport P/E est égal à 1 sont sphérique ou subsphérique (Louveaux, 1976).

V.4.3. Apertures

Les apertures ou zones germinatives sont des territoires amincis de la paroi. Ce sont des zones moindres résistance destinée à laisser germer et s'accroître le tube pollinique. Elles ont la forme de sillons ou pores dont la disposition et la structure est très variable et caractéristique pour une espèce donnée (Roland et Roland, 2001).

Matériels et Méthodes

I.1. Description botanique de jujubier :

Le *Ziziphus lotus* (**jujubier**) est un arbuste fruitier, épineux appartenant à la famille des Rhamnacées (**Rsaissi et Bouchache, 2002**). Communément appelé en Afrique du Nord "Sedra" (**Borgi et al ., 2007**). Il forme des touffes de quelques mètres de diamètres pouvant atteindre 2 m de haut. Ses feuilles sont courtement pétiolées, glabres, caduques alternées et ovales à marges entières. Chaque feuille porte à sa base deux stipules transformées en épine inégale et vulnérable. Les fleurs sont jaunes, pentamères et groupées en inflorescence cymeuses. Les fruits sont des drupes à noyaux soudés, l'endocarpe mucilagineux appelé "Nbeg" (**Rsaissi et Bouchache, 2002**).

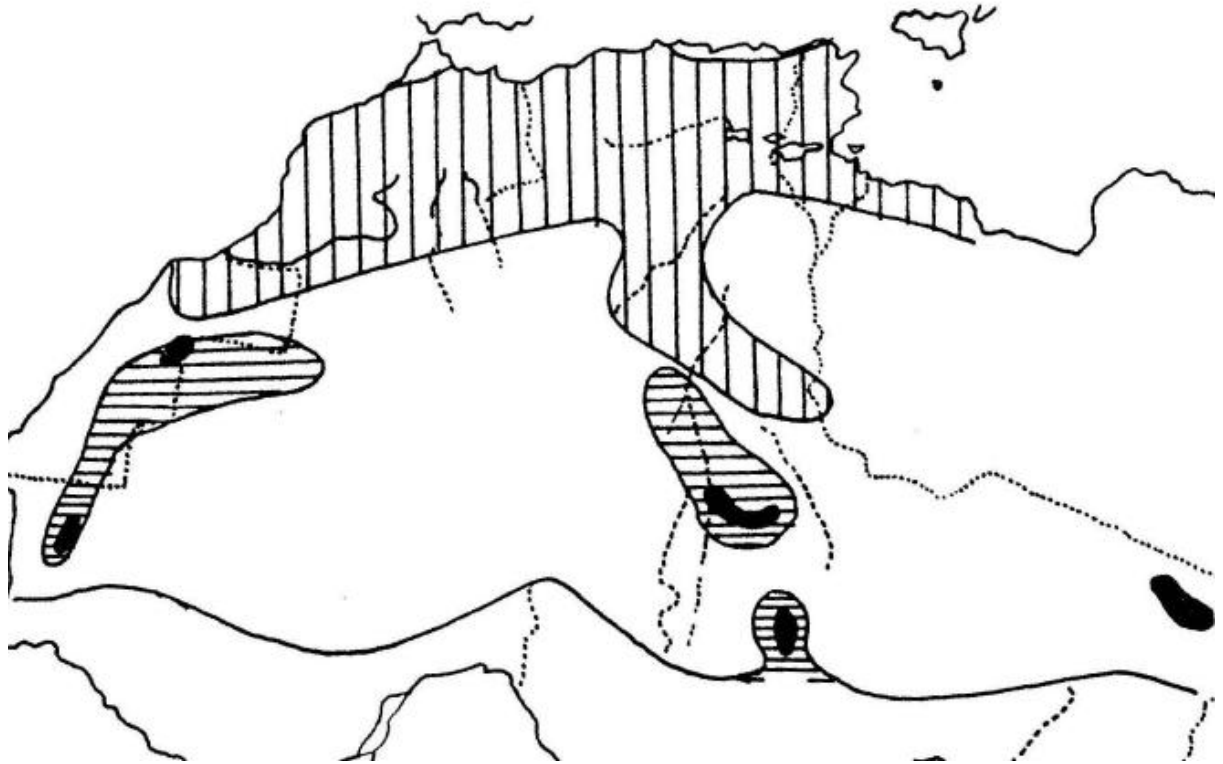


Figure04 : Feuilles et fruits de *Ziziphus lotus* (**Ghedira, 2013**)

I.2. Répartition géographique

Ziziphus lotus (L.) Desf. est une espèce présente dans plusieurs biotopes des régions aride et semi-aride, est une espèce méditerranéenne avec une faible pénétration dans le Sahara septentrional : Maroc, Algérie, Tunisie, Libye. Elle réapparaît ensuite au Yémen, dans l'île de Socotra, au Moyen-Orient : en Palestine, en Syrie, en Turquie et à Chypre. On la retrouve enfin en Grèce, en Sicile et en Espagne méridionale (**Ghedira, 2013**).

En Algérie Le *Ziziphus lotus* est répandu dans toute l'Algérie sauf le Tell Algéro-constantinois (Quezel et Santa, 1962).



En traits verticaux: aire de *Ziziphus lotus*, En noir: *Z. Mauritianus*; et en traits horizontaux: de *Z. saharae*.

Figure 5: Aire de répartition du *Ziziphus lotus* L. en Maghreb (Quezel et Santa, 1962).

Tableau 5 : Situation botanique de l'espèce de *Ziziphus lotus* (L.) Desf.

Embranchement	Magnoliophyta (= Phanérogames)
Sous-embranchement	Magnoliophytina (= Angiospermes)
Classe	Magnoliopsida (Dicotylédones)
Sous-classe	Rosidae
Ordre	Rhamnales
Famille	Rhamnaceae
Tribu	Ziziphae
Genre	<i>Ziziphus</i>
Espèce	<i>Ziziphus lotus</i> (L.) Desf.

Les fleurs sont solitaires ou groupées avec un seul pédicelle court; à calice en forme d'entonnoir, pentamère ; à petite corolle à cinq pétales ; à cinq étamines épipétales ; à deux styles courts.

Les fruits sont des drupes sphériques dont les noyaux osseux biloculaires, petits et ronds sont recouverts d'une pulpe demi-charnue, très vite sèche, riche en sucre.

II. Echantillonnage

Nous avons travaillé sur 16 échantillons du miel de l'année 2014 provenant de différentes régions de l'Algérie, Nous avons attribué à chaque échantillon un code désignant comme il est montré sur le **Tableau 6**.

Les différents échantillons serviront pour quelques analyses polliniques et physico-chimiques. Ce travail d'étude a été effectué au niveau de laboratoire de notre département de Biologie.

Tableau 6 : présentation des échantillons de miels de Jujubier étudiés

N° d'Échantillons	Lieu de récolte	Date de récolte
E01	Adjrama (Laghouat)	Juin 2014
E02	Hassi Bahbah C (Djelfa)	Juin 2014
E03	Ain Ouassara A (Djelfa)	Juillet 2014
E04	Hassi Bahbah A (Djelfa)	Juin 2014
E05	Hassi Bahbah B (Djelfa)	Juin 2014
E06	Ain Ouassara B (Djelfa)	Juin 2014
E07	Hassi Délâa B (Laghouat)	Juillet 2014
E08	Ksar Chellala (Tiaret)	Juillet 2014
E09	Mesaad (Djelfa)	Juin 2014
E10	Gurara (Ghardaïa)	Septembre 2014
E11	Hassi Delâa A (Laghouat)	Juin 2014
E12	Had Sahary (Djelfa)	Juin 2014
E13	Hassi el Euch (Djelfa)	Juillet 2014
E14	Hassi r'mel (Laghouat)	Juin 2014
E15	Besbayare (Laghouat)	Juin 2014
E16	Aine Maabad (Djelfa)	Aout 2014

III. Protocole expérimental

Pour notre travail nous avons adapté le protocole expérimental représenté dans la Figure 6.

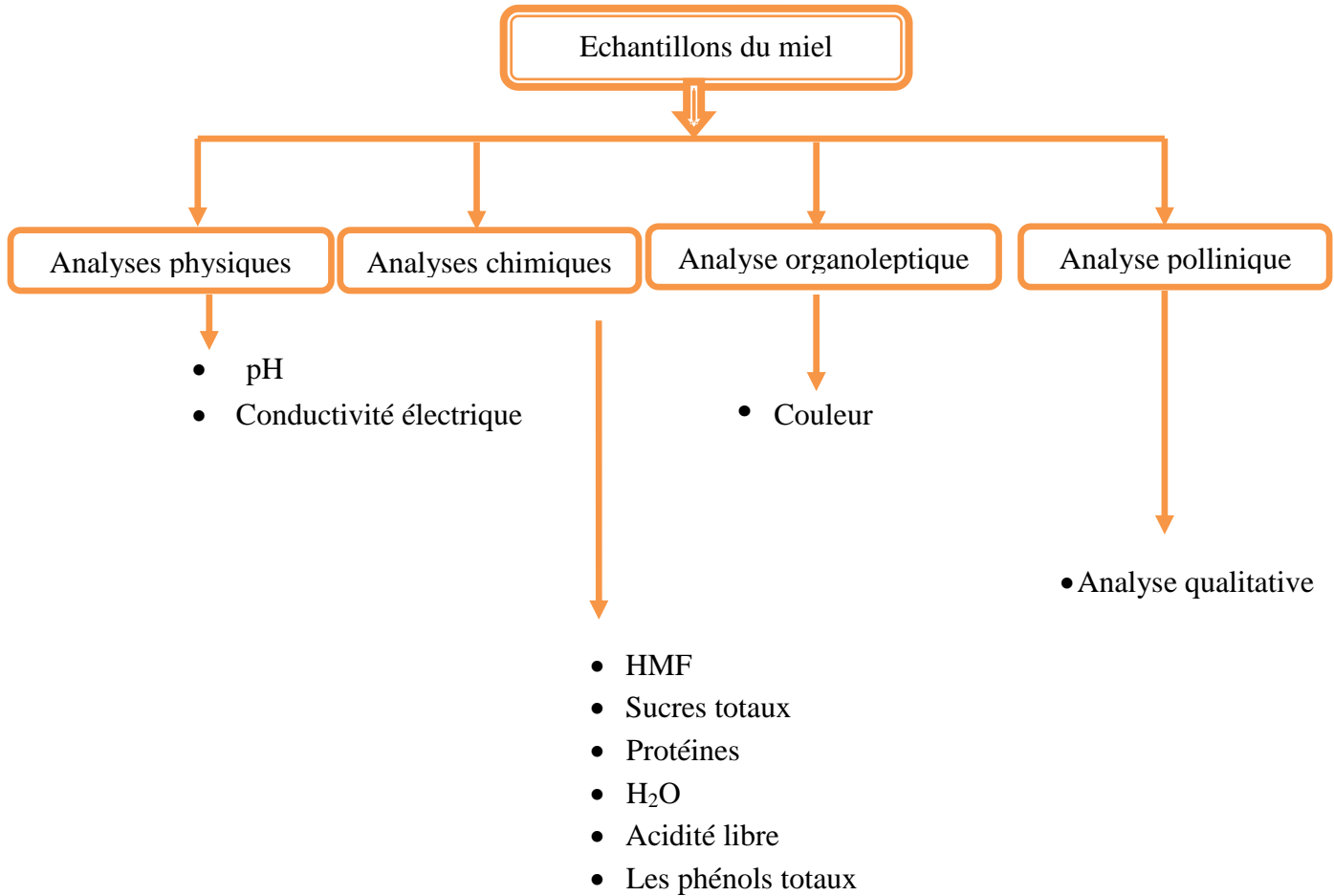


Figure 6: Le protocole expérimental

IV. Méthodologie

IV.1. Analyse pollinique qualitative

L'examen au microscope du miel permet d'en préciser l'origine botanique et l'origine géographique. Il permet également de faire des constatations sur l'éventuelle souillure du miel par des particules insolubles.

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 (**Louveaux, 1968**).

L'analyse pollinique qualitative consiste l'identification des pollens présents dans l'échantillon afin de déterminer globalement la nature du miel.

- On a pesé 5g du miel
- On ajoute 5 ml d'eau distillé puis on fait l'agitation
- Centrifugation à 3500 tour / pendant 15 min
- Dilution si nécessaire (2 à 3 fois) pour éviter les cristaux de sucre
- Récupération du culot
- Le culot récupéré est étalé sur les lames en verre puis séché sur une plaque chauffante, on ajoute une goutte de glycérine et on la recouvre avec une lamelle
- L'examen au microscope optique est réalisé au grossissement X 400 (objectif x40).

IV.2. Analyses physicochimiques

IV.2.1. Analyses physiques

IV.2.1.1. Indice de réfraction et la teneur en eau

La mesure de la teneur en eau se fait très simplement au moyen d'un réfractomètre. On adopté la méthode réfractométrique de Chataway (**Bogdanov, 2002**).

La détermination de la teneur en eau s'effectue par la mesure optique de l'indice de réfraction du miel à 20 °C. Le miel à analyser doit être homogénéisé et parfaitement liquide, on le met dans un flacon fermé hermétiquement et on le place dans un bain marie à 40 °C, jusqu'à ce que tous les cristaux de sucres soient dissous.

Après refroidissement à température ambiante à l'aide d'une spatule, une goutte de miel est déposée sur la surface du prisme. La lecture de l'IR est effectuée à travers l'oculaire au niveau de la ligne horizontale de partage entre une zone claire et une zone obscure. Cette ligne coupe une échelle verticale graduée directement en pourcentage d'humidité dans le miel. La température du prisme est notée.

Si la lecture est faite au-dessus de 20°C, on ajoute 0.00023 par degré et dans le cas contraire on soustrait 0.00023 par 1°C. On exprime le pourcentage d'eau après la mesure de l'indice de réfraction à l'aide du tableau de Chataway (Annexe 1).

IV.2.1.2. Le pH et L'acidité

Un échantillon de 10 g de miel est dissous dans 75 ml d'eau distillée, et le pH est mesuré en utilisant un pH-mètre. Ce dernier est étalonné avant son utilisation.

L'acidité libre est le contenu de tous les acides libres dans le miel. L'échantillon de miel, qui est utilisé pour déterminer le pH, est titré avec 0,1 M de solution d'hydroxyde de sodium à pH 8,30 afin de déterminer l'acidité libre (**D'Arcy, 2007**).

$$\text{Acidité libre} = \text{volume de 0.1M NaOH (ml)} \times 10$$

IV.2.1.3. Conductivité électrique

Selon la méthode parue au journal officiel de la république française (**JORF, 1977**). La conductivité électrique est mesurée à 20 °C d'une solution à 20% de matière sèche. La mesure a été effectuée à l'aide d'un conductimètre avec électrodes. La masse de miel est pesée de la manière suivante:

$$M \text{ (g)} = \frac{5.100}{MS}$$

MS: étant la matière sèche du miel en pourcentage.

M: étant la masse du miel en gramme.

Le miel de masse M a été dissous dans quelques ml d'eau distillé, puis complétée à 25 ml dans une fiole jaugée cette solution de miel est versée dans un bêcher porté dans un bain marie thermostatique.

IV.2.2. Analyse chimique

IV.2.2.1. Les phénols totaux :

Pour le dosage des composés phénoliques nous avons suivre la méthode de **Waterhouse (2001)** qui est par la suite :

On dissout 1g du miel dans 10 ml d'eau distillé à partir de cette solution on prend 40µl et l'ajoute 3.16ml d'eau distillé et 200 µl de Folin-Ciocalteu.

Après 3 min , nous ajoutons 600µl de Na_2CO_3 puis l'incubation de 30 min dans un bain marie a température de 40 C°.

Le blanc est : 3.16ml d'eau distillé et 40µl d'eau distillé plus 200 µl Folin–Ciocalteu et après 3 min on ajoute 600 µl de Na_2CO_3 .

On fait le calibrage de spectre avec le blanc puis la lecture de l'Absorbance a $\lambda=765$.

La teneur des polyphénols des échantillons est obtenue en se référant à la courbe d'étalonnage réalisée par l'acide gallique (Annexe 3).

IV.2.2.2. Hydroxymethylfurfural (HMF)

L'analyse a été effectuée selon la méthode de la commission internationale du miel (**Bogdanov, 2002**). Nous avons préparés trois solutions comme suit :

- ✓ Carrez I: On dissout 3.75 g de hexacyanoferrate de potassium dans l'eau distillé et complétée le volume jusqu'à 25 ml
- ✓ Carrez II: On dissout 7.5g d'acétate de zinc dans l'eau distillé et complétée le volume jusqu'à 25 ml
- ✓ Bisulfite de sodium: on dissous 0.1g de bisulfite de sodium dans l'eau distillé et complétée le volume jusqu'à 50 ml.

Dans un bécher de 50 ml, on met 5 g du miel, on dissous dans 25 ml d'eau distillé, on ajoute 0.5 ml de la solution carrez I et après l'agitation on ajoute 0.5 ml de la solution carrez II, puis transfère la solution obtenue dans une fiole jaugée de 50 ml, on rince le bécher et on complète jusqu'au trait de 50 ml, on fait une filtration, on rejete le 1^{er} 10 ml de filtrat. Le dosage est réalisé selon le tableau suivant:

Tube d'essai	Le blanc
5 ml de filtrat (solution du miel)	5 ml de filtrat (solution du miel)
5 ml d'eau distillé	5 ml de bisulfite de sodium

On utilise trois tubes d'essai et un tube témoin pour chaque échantillon. On fait l'agitation des tubes, le calibrage du spectromètre par le témoin. L'absorbance d'essai est mesurée par rapport à 284 nm et à 336 nm avec l'utilisation des cuves en quartz.

La teneur en HMF est exprimée en mg pour 1 kg de miel, elle est donnée par la formule suivante:

$$\text{HMF (mg/kg)} = (A_{284} - A_{336}) \times 149.7 \times 5 \times D / W$$

149.7 : facteur de dilution et coefficient d'extinction, obtenue expérimentalement à partir de l'HMF pur.

A: absorbance.

D: Facteur de dilution, au cas où la dilution est nécessaire.

W: la masse du miel en (g).

IV.2.2.3. Les sucres totaux

Ils représentent la plus grande partie de la matière sèche du miel, le fructose et le glucose se sont l'essentiels sucres trouvés en grand pourcentage 90% (**Gonnet, 1982**).

La mesure des sucres totaux est faite au même temps avec la mesure de l'indice de réfraction par refractomètre (**Conti, 2000**).

IV.2.2.4. Protéines

Les teneurs en protéines sont déterminées par la méthode de **Bradford, (1976)**. Qui est utilisé par **Azeredo et al., (2003)**. Pour le dosage des protéines, un volume de 0.1 ml de solution de miel (g/ml) et 5 ml du réactif de Bradford (le bleu de Comassie G250) sont mis dans un tube à essai. Après 2 min, l'absorbance est lue au spectrophotomètre à 595 nm.

La teneur en protéines des échantillons est obtenue en se référant à la courbe d'étalonnage (Annexe 4), les résultats sont exprimés en mg équivalent de sérum-albumine bovine par 100 g de miel (mg ESAB/100g). La variation d'absorbance à 595 nm reflète la quantité de protéines dans l'échantillon (**Bradford, 1976**).

IV.3. Analyse organoleptique

IV.3.1. La couleur

La couleur a été déterminée avec un spectrophotomètre, on lisait l'absorbance des solutions des miels à 635 nm (10 g du miel dans un 20 ml eau distillé) (**Naab et al., 2008**).

Le Tableau (7) montre les couleurs du miel, l'absorbance et les valeurs en mm Pfund, obtenu par l'utilisation de la formule suivante:

$$\text{mm Pfund} = - 38.7 + 371.39 \times \text{Absorbance}$$

Tableau 7: La couleur du miel exprimée en absorbance et en mm Pfund (**Naab et al., 2008**).

La couleur du miel	Absorbance	mm Pfund
blanc d'eau	0,104 – 0,125	0 - 8
extra blanc	0,125 – 0,148	8 – 16,5
blanc	0,148 – 0,195	16,5 - 34
ambré extra clair	0,195 – 0,238	34 - 50
ambré clair	0,238 – 0,333	50 - 85
ambré	0,333 – 0,411	85 - 114
foncé	> 0,411	> 114

Résultats et discussion

I. Analyse pollinique qualitative

L'analyse pollinique des miels donne une information précise sur les principales plantes mellifères et permet de caractériser les miels par leur origine botanique ou géographique. Elle apporte des informations importantes sur le comportement de butinage des abeilles. (Telleria, 1988).

D'après Louveaux *et al.* (1978) la présence d'un pollen dominant (> 45 %) dans un miel permet de le considérer comme miel « monofloral ou unifloral », s'il n y a pas de pollen dominant, le miel est considéré comme « polyfloral ou toute fleur ».

Tableau 8: le pourcentage en grains de pollens des échantillons

Echantillons	Lieu de récolte	Pourcentage (%) des grains de pollens de Jujubier
E14	Hassi r'mel	45.99
E11	Hassi Delâa A	46.26
E02	Hassi Bahbah C	49.48
E13	Hassi el euch	55.75
E09	Messaad	57.72
E07	Hassi Delâa B	63.44
E15	Bezbayare	74.49
E06	Ain Ouassara B	75.06
E05	Hassi Bahbah B	79.71
E01	Adjrama	79.78
E16	Ain Maabad	81.51
E12	Had Sahary	89.70
E10	Gurara	93.84
E03	Ain Ouassara A	95.20
E04	Hassi Bahbah A	96.81
E08	Ksar Challala	97.03

Cette analyse pollinique révéle que la majorité des échantillons (11 échantillons, soit 64,7 %) présents un pourcentage élevé de grains de pollen de Jujubier qui dépassent 70 % avec une moyenne de 74,93 %. Ces résultats sont compatibles avec les résultats obtenus par

Zerrouk et al. (2014) sur 11 échantillons de ce type du miel en Algérie (entre 47.5 % et 92.7 %, avec une moyenne de 70.9 %).

Les échantillons E14, E11, E02 présentent le pourcentage le plus faibles en grains de pollen de *Ziziphus lotus* (45.99 %, 46.26 %, et 49.48 % respectivement), par contre les autres échantillons telle que E10, E03, E04, E08 présentent le pourcentage le plus élevé qui est respectivement 93.84%, 95.2%, 96.81% et 97.03%.

Durant la saison de miellé la plante mellifère la plus dominante (Juin-Juillet) est le *Ziziphus lotus*. De point de vue économique, le miel de Jujubier est le plus chère, pour cette raison les apiculteurs vont placer les ruches dans les zones où l'espèce de Jujubier domine où la majorité des autres types de plantes d'intérêt apicole terminer leur période de floraisons, qu'il explique ce pourcentage élevé de pollen de Jujubier.

Selon Louveaux (1968), il est très important de savoir dans quelles limites la teneur absolue en pollen des miels est susceptible de varier. Cette teneur n'est pas fixe, elle est influencée en premier lieu, par la teneur en pollen du nectar dont le miel provient et en second lieu, par le mode d'extraction.

II. Paramètres physicochimiques

II.1. Teneur en eau:

La teneur en eau est un bon critère pour établir la qualité du miel (**Al et al., 2009**).

Les fortes teneurs en eau proviendraient d'une récolte trop précoce ou sont seulement dues aux conditions climatiques.

Les 16 échantillons du miel analysés présentent une teneur en eau varie de "13.6%" à "18%" avec une moyenne de $15.2 \pm 0.5\%$.

Ces résultats sont comparables avec les résultats obtenus par **Haderbache et al. (2013)** sur le même type de miel produit en Algérie (avec une moyenne de 14.63 %).

Le miel de l'échantillon "E16" de la région de Aine maabed possède le taux le plus élevé (18%), cependant le miel de la région de Hassi bahbah A "E04" possède le taux le plus faible "13.6 %".

Tous les miels analysés possèdent des valeurs correspondant aux normes préconisées par le **Codex Alimentarius (2001)** et l'Union européenne (**JOCE, 2002**) qui est inférieurs à $\leq 21\%$ (Annexe 2) (Figure 7).

La teneur en eau est une donnée très importante car elle conditionne la qualité du miel. En effet seuls les miels dont la teneur en eau inférieure à 18% sont considérés comme les meilleurs miels vis-vis de la conservation (**Gonnet et Vache, 1985**).

Le risque de fermentation d'un miel est très élevé dans le cas où sa teneur en eau est supérieure à 19% (**Bogdanov, 2011**).

Les échantillons E01 et E04 et E14 sont les miels les plus pauvres en eau, soit respectivement 14%, 13.6% et 14%, leur faible teneur en eau pourra être expliquée par

- ✓ L'extraction qui est effectuée durant une période très chaude;
- ✓ Le climat de la région qui est chaud et sec.

Selon **Bogdanov (1999)**, Le miel est hygroscopique, il peut absorber l'humidité de l'air ou perdre de l'eau suivant l'atmosphère est humide ou sèche.

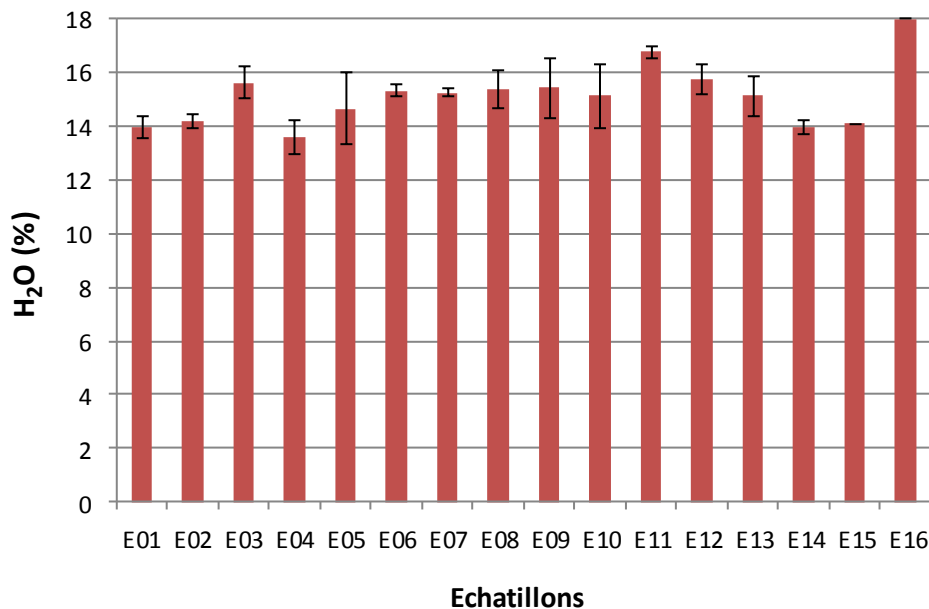


Figure 7: Distribution de la teneur en eau des miels analysés

II.2. Les sucres totaux :

Les deux sources principales des sucres dans le miel sont le miellat et le nectar des plantes mellifères.

Selon **Lecerf (2009)**, le miel contient un complexe de sucres simples dont le glucose et le fructose sont les sucres majeurs.

Les valeurs des sucres totaux des 16 échantillons varient entre "84.1%" et "81%" avec une moyenne de $82.8\% \pm 0.5$.

Les résultats obtenus sont différent de celui obtenu par **Kamal et al. (2002)** sur le miel de *Ziziphus spp* (69.46%) produit en Pakistan, et comparable avec les miels de différents types produit en Italie "82.03 %" (**Conti, 2000**) "81.16 %" (**Conti et al., 2007**).

Les échantillons E14, E15 de la région de Hassi r'mel et Bezbayare possède le taux le plus élevé "84.1%" et le miel "E16" de la région de Aine maabed possède le taux le plus bas "81.%" (Figure 8).

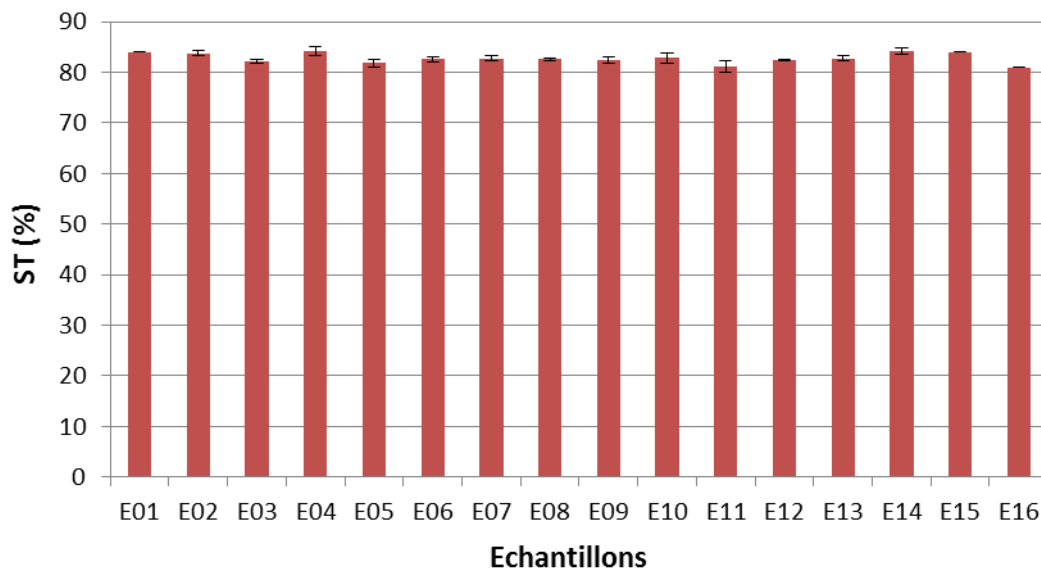


Figure 8: Distribution des sucres totaux des miels étudiés

Selon **Lazaridou et al. (2004)**, le miel contient un taux du sucre varié entre 60% et 85%, donc, nos échantillons sont conformes à ces normes.

La variation dans le taux des glucides des miels étudiés peut être expliquée par la présence de teneurs distinctes des sucres dans les nectars butinés par les abeilles et la région de récolte du miel (**Molan, 1996**).

II.3. Conductivité électrique

La conductivité électrique dépend de l'origine botanique, car un miel de nectar a une faible conductivité qu'un miel de miellat (**Malacalza et al., 2005; Bogdanov et al., 1999**).

Les miels possèdent une conductivité électrique car ils renferment des molécules ionisables.

D'après l'analyse, les valeurs de la conductivité électrique obtenues comprises entre "522.67" et "805.33" $\mu\text{S/cm}$, avec une moyenne de $664 \pm 19.6 \mu\text{S/cm}$. Ces valeurs sont supérieures à celui obtenu par : **Haderbache et al. (2013)** pour le miel de *Ziziphus lotus* produit en Algérie (entre 328- 714 $\mu\text{S/cm}$, avec une moyenne de 478.25) et **Juan et al. (2013)** pour le miel de *Ziziphus jujuba* produit en Chine (337- 657 $\mu\text{S/cm}$, avec une moyenne de 440 $\mu\text{S/cm}$) (Figure 9).

L'échantillon E11 de la région de Hassi Delâa A possède la valeur la plus élevée (805.33 $\mu\text{S/cm}$), cependant celui de E02 de la région de Hassi Bahbah C présente la valeur la plus faible (522 $\mu\text{S/cm}$).

la conductivité électrique dépend de l'origine botanique (**Malacalza et al., 2005**) et des teneurs en sels minéraux et en acides du miel (**Bogdanov et al., 2005**).

Selon **Piazza et al., 1991** il existe une relation linéaire positif entre la conductivité électrique et sels minéraux.

Gonnet (1986) affirme que la conductibilité électrique du miel apporte une indication précieuse dans la définition d'une appellation.

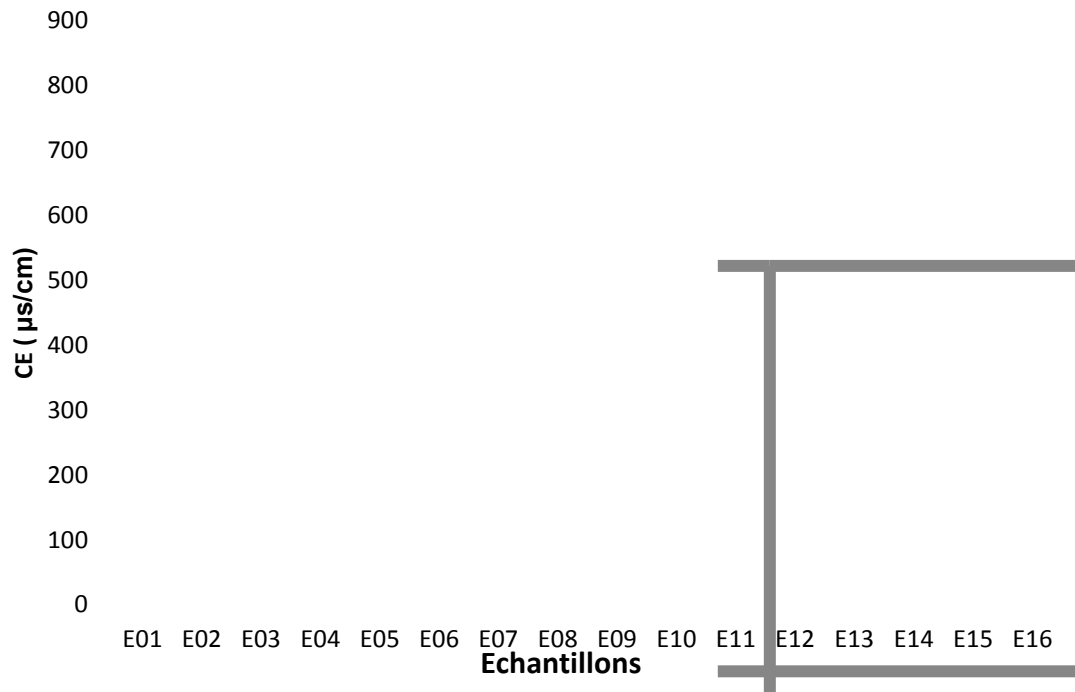


Figure 9: Distribution de la conductivité électrique des miels analysés

II.4. Le pH

Le pH est un paramètre important pour déterminer la qualité de miel et qui figure dans les normes internationales.

Les valeurs de pH de nos échantillons varient entre "4.63" et "6.38" avec une moyenne de 5.5 ± 0.03 . Ces résultats sont comparables de celui obtenu en Algérie par **Haderbeche et al. (2013)** (3.50 – 6.10) et **Makhloufi et al. (2010)** (3.40 – 6.23) sur différents types de miels, et différent de celui obtenu par **Juan et al. (2013)** sur le miel de *Ziziphus jujuba* (6.12-7.36).

Le miel de la région Ain Ouassara A présente la valeur la plus élevée "6.38", cependant celui l'échantillon "E02" de la région Hassi Bahbah C présente la valeur la plus basse avec 4.63 (Figure 10).

Les miels issus de nectar ou en léger mélange à des miellats ont un pH compris entre 3.5 et 4.5, les miels de miellats possèdent un pH entre 4.5 et 5.5 (**Gonnet, 1986**).

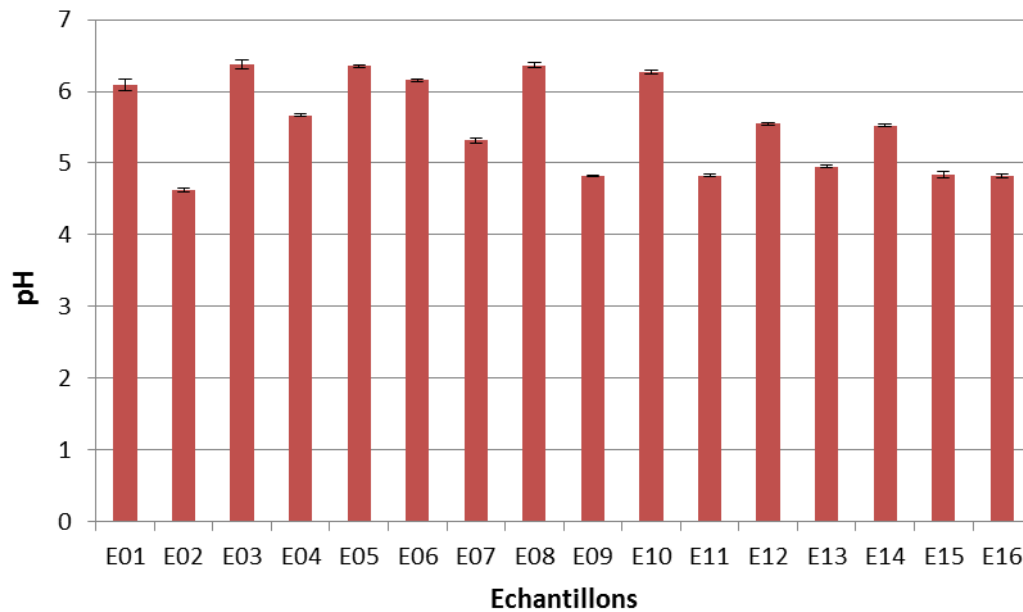


Figure 10: Distribution des valeurs de pH des miels analysés

Le pH d'un miel est en relation avec la quantité d'acides ionisables qu'ils renferment (ions H⁺), ainsi de sa composition minérale. C'est une mesure qui permet la détermination de l'origine florale du miel (**Gonnet, 1986**).

II.5. L'acidité libre :

L'acidité est un critère de qualité importante, elle donne des indications importantes sur l'état du miel.

L'acidité libre du miel est due à la présence d'acides organiques libres, particulièrement à l'acide gluconique qui provient du glucose « il représente 70 à 80 % des acides libres totaux (**Bogdanov et al., 2006; Arcot et brand-miller, 2005**) » et à quelques ions inorganiques comme le phosphate ou le sulfate. C'est le paramètre le plus important pour contrôler la qualité du miel (**Terrab et al., 2002**).

Les valeurs de l'acidité libre de nos échantillons varient entre "07" et "21 meq/kg" avec une moyenne de "12.6 meq/kg" (Figure 11).

Nos résultats sont différents de ceux rapportés par **Kamal et al (2002)** sur le miel de *Ziziphus spp* produit en Pakistan (6.73 meq/kg) et **Al-khalifa et al (1999)** pour le miel de *Ziziphus Spina-Christi* produit en Arabie Saoudite (30.5 meq/kg).

L'échantillon "E16" de la région Aine Maabed possède un taux le plus élevé d'acidité libre qui peut signifier que le miel est riche en acides organique, par contre le miel "E08" de la région de Ksar Chellala pauvre en acides organiques car il possède un taux le plus faible d'acidité libre.

Selon les normes internationales du **Codex Alimentarius (2001)** et les normes Européennes (**JOCE, 2002**), l'acidité libre du miel ne doit pas dépasser 50 meq/kg. Nous remarquons que tous les résultats sont conformes aux normes préconisées.

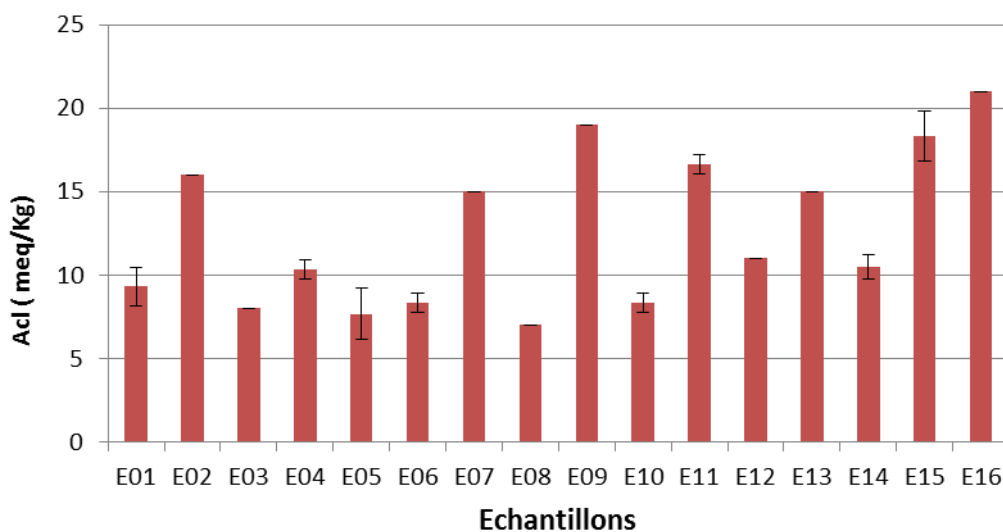


Figure 11: Distribution de l'acidité libre des miels analysés

II.6. Hydroxyméthylfurfural (HMF) :

Le taux d'hydroxyméthylfurfural (HMF) est considéré comme le principal paramètre permettant d'évaluer la fraîcheur des miels et d'avoir des informations sur les traitements thermiques subis et les conditions de conservation. Il apparait après quelque mois par le vieillissement naturel (**Bogdanov et al., 2003**).

Marceau et al. (1994), signale que le principal critère d'évaluation mesurable de la qualité du miel est la concentration en Hydroxyméthylefurfural.

La teneur en HMF des miels étudiés varie de 0 à 2.47 mg/kg avec une moyenne de 1.02 ± 0.4 mg/kg (Figure 12) qui sont inférieures à ceux du Maroc (2.65 - 21.86 mg/kg avec une moyenne de 4.42 mg/kg) (**Chakir et al., 2011**) et de celle obtenu en Pakistan (moyenne de 31mg/kg) (**Kamal et al., 2002**).

Plusieurs facteurs influent sur la formation de HMF dans le miel: la température et le temps de chauffage, les conditions de stockage, l'utilisation de matériaux métalliques et les propriétés chimiques du miel (pH, acidité, la teneur en minéraux) qui sont liés à la source florale dont le miel a été extrait (**Fallico et al., 2004**).

Quelques associations européennes d'apiculteurs (Allemagne, Belgique, Italie, Autriche et Espagne) vendent une partie de leur miel en tant que "miel de qualité" avec un taux maximal de 15 mg/kg (**Bogdanov et al., 2000**). Tous les miels analysés possèdent des valeurs en d'HMF inférieure à 3 mg/Kg, est peuvent considérés comme étant des « miels de qualité » (**Gonnet, 1993**).

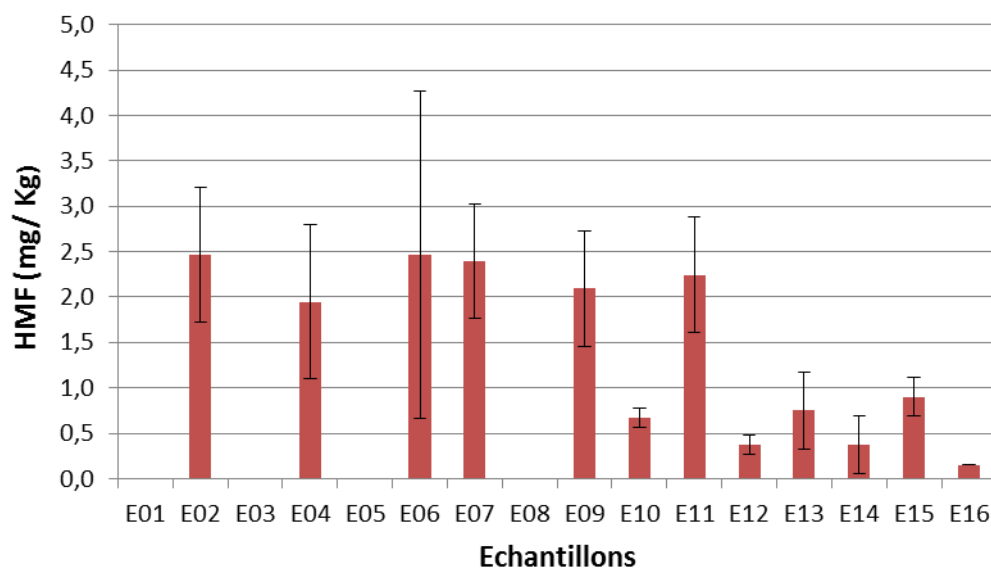


Figure 12: Distribution de l'HMF des miels analysés

Le dosage de l'HMF permettent de situer le niveau de fraîcheur de l'aliment, il doit rester très bas pour assurer une garantie de qualité et une preuve de bonne conservation du produit (**Gonnet, 1993**).

La teneur en HMF est un critère de qualité utilisé pour estimer le degré du vieillissement du miel même non chauffés, son taux ne doit pas dépasser, en général 40 mg/kg (Turhan *et al.*, 2008).

II.7. Protéines :

Baroni *et al.* (2004), indiquent que la concentration de protéines qui vient de l'abeille est beaucoup plus élevée que celui d'origine végétale. Les miels convenablement récoltés sont généralement pauvres en protides (Louveaux, 1990).

La teneur en protéines des 16 échantillons varie de 207.69 à 782.34 μg EBSA/100g, avec une moyenne de 582.42 μg ESAB/100g (Figure 13).

Quand nous les comparons avec d'autres types de miel nous remarquons que cet intervalle est : distinct de ceux rapportés par Azeredo *et al.* (2003) pour les miels de Brésil (199- 2236 μg ESAB /100g), Juszcak *et al.* (2009) pour les miels de Poland (200- 3600 μg ESAB /100g), est comparable avec celle-ci obtenue par Alvarez-Suarez *et al.* (2003) pour les miels de Cuba (120-923 μg ESAB/100g) et Cimpoiu *et al.* (2013) pour les miels de Roumanie (173- 763 μg ESAB/100g).

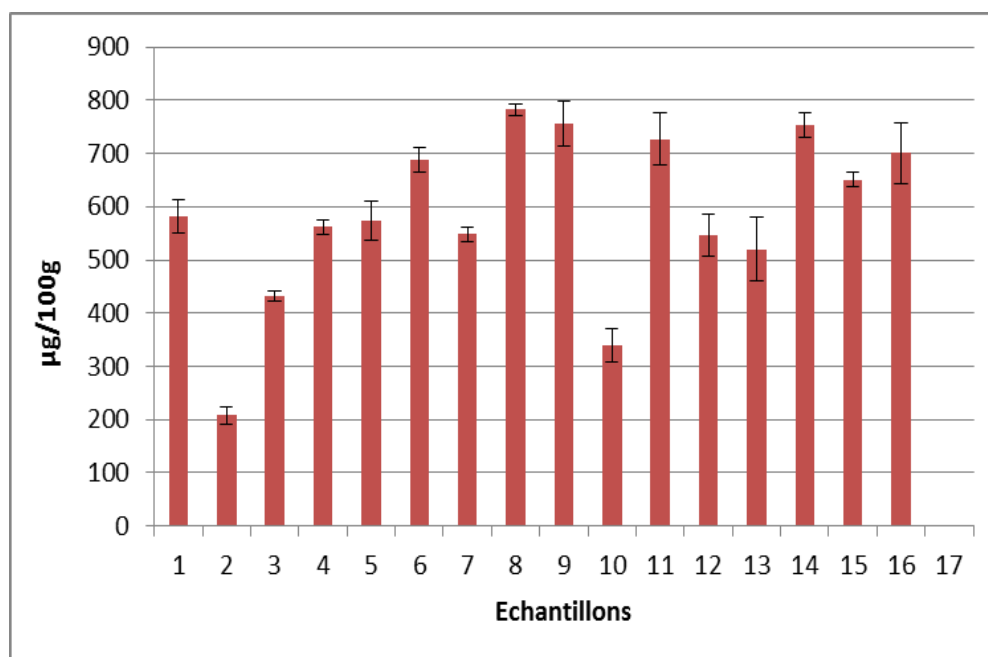


Figure 13: Distribution de la teneur en protéine des miels analysés

L'échantillon de *Ziziphus lotus* "E08" récolté de la zone de Ksar Chellala occupe la première position (782.34µg EBSA/100g), cet échantillon enregistré le pourcentage le plus élevé de grain de pollen de Jujubier (97.03 %), ce qui explique cette valeur élevée de protéine.

Les protéines du miel proviennent des grains de pollen, du nectar et de sécrétions de l'abeille ouvrière (**Hermosin et al., 2003**). Ceci explique bien les différences dans les taux de protéines des miels analysés. Par conséquent, ces taux dépendent de l'origine florale du miel et de la force de colonies (**Chefrour, 2008**).

La richesse des miels en protéines est liée aussi au mode d'extraction, notamment les protéines présentes dans les miels extraits manuellement (ruche traditionnelle), qui peuvent être décelées par la présence de larves de couvain lors du pressage des rayons de miel.

II.8. les phénols totaux :

Les miels contiennent un grand nombre de composés phénoliques, la nature et la quantité varient largement selon l'origine florale (**Amiot et al., 1989**).

Les teneurs des polyphénols de nos échantillons de miel oscillent entre (53.57 et 243.30 mg EAG /100g) avec une moyenne de 143.88 mg EAG /100g, le miel de *Ziziphus lotus* de la région de Ain Maabed présente la valeur le plus élevée, cependant celui de la région de Adjerama présente la valeur la plus faible (Figure 14).

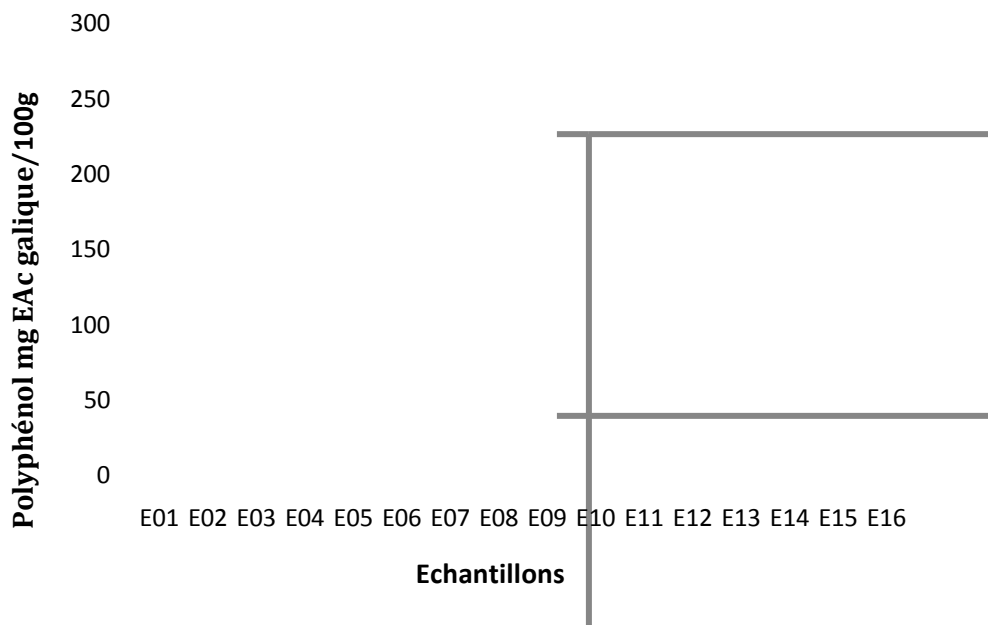


Figure 14: Distribution de la teneur en composés phénoliques des miels analysés

Les résultats obtenus sont : supérieurs de ceux obtenus par **Ahmida *et al.* (2013)** sur le même type de miel de Libye (67.8 – 94 mg EAG /100g), inférieures de celle obtenue par **Ouchemoukh *et al.* (2007)** sur d'autres différents types des miels Algérien (64-1304 mg/100).

En général, les miels les plus foncés ont une teneur plus élevée des composés phénoliques (**Ouchemoukh *et al.*, 2007**).

D'après **Al Mamary *et al.* (2002)**, la détermination du contenu des polyphénols totaux de miel est un bon paramètre pour l'estimation de sa qualité et sa valeur thérapeutique possible.

II.9. la couleur :

La couleur des miels est un paramètre important, elle dépendant de l'origine du produit mais également un élément sensoriel primordial qui détermine en partie le choix du consommateur.

Nos échantillons enregistrent des valeurs varient entre 62 et 122 mm Pfund avec une moyenne de 89.35 mm Pfund (Tableau 9, Photo 3).

La couleur de miel dépend de l'origine florale. Les miels ont toutes les couleurs possibles qui varient de blanc ou de jaune pâle à rouge foncé ou même à noire (**Gonzalez *et al.*, 2007**).

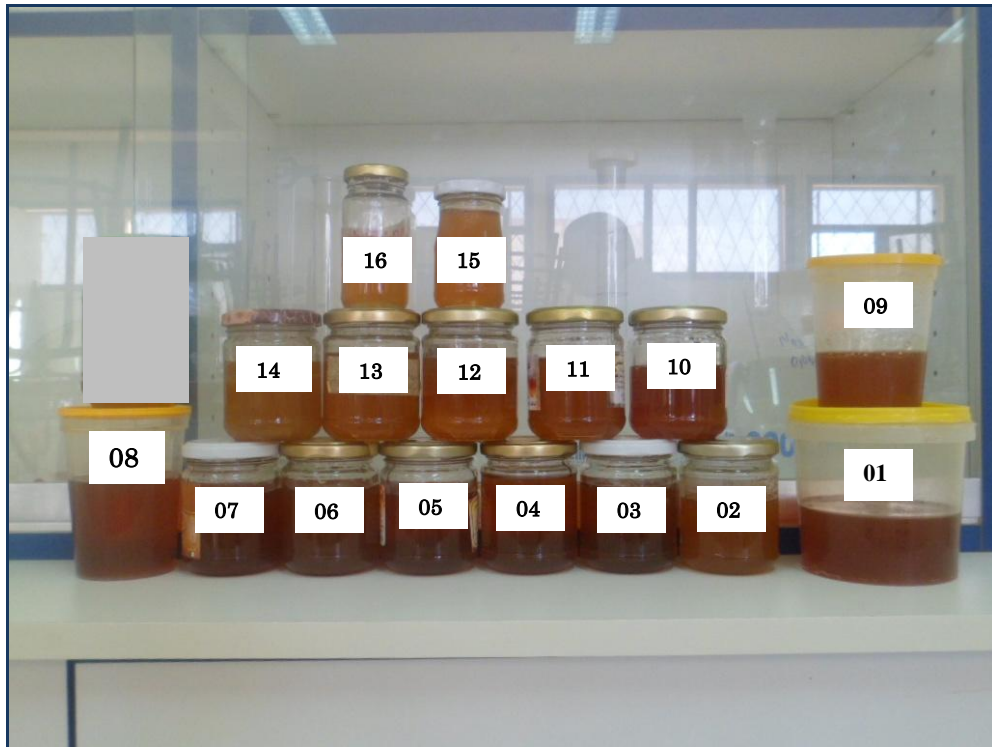


Photo 3 : représentation des échantillons des miels analysés.

Tableau 9 : Distribution de la couleur des miels étudiés

Echantillons	Couleur (mmPfund)	Couleur correspondante
E 01	62	ambré clair
E 02	84	
E 03	70	
E 04	68	
E 05	70	
E 07	80	
E 11	80	
E 14	72	
E 06	112	Ambré
E 10	91	
E 12	99	
E 13	110	
E 16	104	
E 17	89	
E 08	117	foncé
E 09	122	

L'échantillon 'E08' de la région de Ksar Chellala et l'échantillon "E09" de la région de Mesaad présentent les valeurs les plus élevées "117 et 122 mm Pfund" (foncé), cependant celui de l'échantillon 'E01', "E02", "E03", "E04", "E05", "E07", "E11" et "E14" ayant une couleur ambré clair; les restes sont en couleur Ambré (Tableau 9).

Nous pouvons expliquer cette différence par:

- ✓ L'origine du miel.
- ✓ La composition chimique et notamment la concentration en cendres et la teneur en protéines.
- ✓ les types de grains de pollen qu'il est contiennent.

Conclusion

Conclusion

La présente étude est menée en vue de confirmer l'origine botanique et les propriétés physico-chimiques de 16 échantillons du miel de Jujubier récoltés dans différentes wilayas de l'Algérie.

Les résultats sont comparés avec les normes internationales, et permis de connaître la qualité des miels étudiés.

Au terme de ce travail nous pouvons constater les particularités suivantes :

- L'analyse pollinique révèle que la majorité des échantillons (11 échantillons, soit 64,7 %) présentent un pourcentage élevé de grains de pollens de Jujubier qui dépassent 70 % avec une moyenne de 74,93 %.
- Les échantillons E14, E11 et E02 présentent le pourcentage le plus faible en grains de pollen de *Ziziphus lotus* (45.99 %, 46.26 % et 49.48 % respectivement), par contre les autres échantillons tels que E10, E03, E04, E08 présente le pourcentage le plus élevé qui est respectivement 93.84%, 95.2%, 96.81% et 97.03%.
- Les résultats obtenus des analyses physico-chimiques des différents échantillons des miels analysés, sont conformes aux normes internationales, et révèlent que la composition chimique varie d'une région à une autre et dépend de plusieurs facteurs (la nature du sol sur lequel poussent les plantes et les conditions environnementales...)
- La mesure de la teneur en eau est un paramètre important de la qualité du miel qui nous a permis de connaître les conditions de stockage et la saison de récolte; tous nos échantillons ont une teneur en eau inférieure à 18% qui est la teneur optimale pour la bonne conservation.
- La conductivité électrique élevée des miels de Jujubier (522.67 à 805.33" $\mu\text{S}/\text{cm}$) indique que ces échantillons sont riches en sels minéraux.
- L'échantillon de *Ziziphus lotus*"E08" récolté de la zone de Ksar Chellala occupe la première position (807.33 μg EBSA/100g), cet échantillon enregistre le pourcentage le plus élevé de grain de pollen de Jujubier (97.03 %), ce qui explique cette valeur élevée de protéine.
- L'échantillon "E08" de la région de Ksar Chellala et l'échantillon "E09" de la région de Mesaad présentent les valeurs les plus élevées de la couleur "117 et 122 mm Pfund" (foncé).

Conclusion

- Lateneur en HMF est inférieure à 3 mg/Kg et l'acidité libre est inférieure à "22 meq/kg", ces deux paramètres nous a permis de considérer nos miels comme des « miels frais et de bonne qualité ».

Ce travail doit être poursuivi sur tout le territoire national où les régions de production du miel de Jujubier, et en parallèle avec d'autres techniques d'analyses pour arriver à des résultats pouvant être une base de données pour l'établissement de normes propres à notre pays et de déceler la fraude de la part de certains vendeurs, apiculteurs ou importateurs.

Références bibliographiques

Abramovie, H., Jamnik, M., Burkan, L. & Kac, M. (2008). Water activity and water content in Slovenian honeys. *Food Control*, 19, 1086-1090.

Ahmida, M., Elwerfali, S., Agha, A., Elagori, A., Elagori, M., Ahmida, N. (2013). Physicochemical, Heavy Metals and Phenolic Compounds Analysis of Libyan Honey Samples Collected from Benghazi during 2009-2010, 37.

Al, M., Daniel, D., Moise, A., Bobise, O., Laslo, L. & Bogdanov, S. (2009). Physicochemical and bioactive properties of different floral origin honeys from Romania. *Food chemistry*, 112, 863-867.

Al-khalifa, A-S., Al-arify, I-A. (1999). Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Saudi honeys, 23p.

Al-Mamary, M., Al-Meerri, A., & Al-Habori, M. (2002). Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey. *Nutrition Research*, 22, 1041-1047.

Alvarez-Suarez, J. M., Tulipani, S., Diaz, D., Estevez, Y., Romandini, S., Giampieri, F., Damiani, E., Astolfi, P., Bompadre, S., & Battino, M. (2003). Antioxidant and antimicrobial capacity of several monofloral Cuban honeys and their correlation with color, polyphenol content and other chemical compounds. *Food and Chemical Toxicology*, 48: 2490-2499.

Amiot, M. J., Aubert, S., Gonnet, M., & Tacchini, M. (1989). Les composés phénoliques des miels: étude préliminaire sur l'identification et la quantification par familles. *Apidologie*, 20(2), 115-125.

Ampuero, S., Bogdanov, S., & Bosset, J.O. (2004). Classification of unifloral honey with an MS-based electronic nose using different sampling modes: SHS, SPME and INDEX. *Eur Food Res Technol*, 218, 198-207.

Arcot, J., & Brand-miller, J., (2005). A preliminary assessment of the glycemic index of honey. A report for the rural industries research and development corporation no. 05/027.32.

Azerdo, L-D-C., Azerdo, M-A-A., De Souza, S-R. & Dutra, V-M-L. (2003). Protein content and physicochemical properties in honey samples of *Apis Mellifera* of different floral origins. *Food Chemistry*, 80, 249-254.

Ballot-Flurin, C. (2009). Les bienfaits de l'apithérapie, groupe Eyrolles, diffusion Geodif, tirage 36268, 157.

- Baroni, M-V., Chiabrand, G-A., Costa, C., Fagundez, G., A. & Wunderlin, D-A. (2004).** Development of a competitive ELISA for the evaluation of sunflower pollen in honey samples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 7222-7226.
- Bogdanov, S. (2002).** Harmonized methods of the international. International Honey Commission. Centre Suisse de Recherche Apicoles, 62p.
- Bogdanov, S., (1999).** Stockage, cristallisation et liquéfaction du miel. Centre Suisse de Recherche Apicoles, 05 p.
- Bogdanov, S., (2011).** The Honey Book. Bee Product Science, (www.bee/hexagon.net), 105 p.
- Bogdanov, S., Bier, K. & Gremaud, G. (2004a).** Produits apicoles : Le miel. Centre Suisse de recherches apicoles, 35p.
- Bogdanov, S., Bieri, K., Figar, M., Figueiredo, V., Iff, Kanzig, A., Stockli, H. & Zurche, K. (1995).** Miel: définition et directives pour l'analyse et l'appréciation. Centre Suisse de Recherche Apicoles, 1-26.
- Bogdanov, S., Bieri, K., Gremaud, G., Iff, D., Kanzig, A., Seiler, K., Stockli, H., Zurcher, K. (2003).** Produits apicoles : 23A Miel. Revus par le groupe d'experts « produits apicoles», Centre Suisse de Recherches Apicoles, 37p.
- Bogdanov, S., Gallmann, P., Stangaciu, S., & Cherbuliez, T. (2005).** Miels monofloraux Suisses. Centre Suisse de Recherche Apicoles, 23, 56.
- Bogdanov, S., Gallmann, P., Stangaciu, S., & Cherbuliez, T. (2006).** Produits apicoles et santé. Centre Suisse de Recherche Apicoles, 41, 52.
- Bogdanov, S., Lüllmann, C., Martin, P., Von der Ohe, W., Russmann, H., Vorwohl, G., Persano Oddo, L., Sabatini A-G., Marcazzan G. L., Piro R., Flamini C., Morlot, M., Lheretier, J., Borneck, R., Marioleas, P., Tsigouri, A., Kerkvliet, J., Ortiz, A., Ivanov, T., D'Arcy, B., Mossel, B., and Vit, P. (2000).** Honey quality, methods of analysis and international regulatory standards: review of the work of the international honey commission. Swiss bee research center, 15p.
- Bogdanov, S., Ruoff, K., & Persano –Oddo, L. (2004b).** Physicochemical methods for the characterization of unifloral honeys. *Apidologie*, 35, S4-S17.
- Borgi W., Ghedira K., Chouchane N. (2007).** Anti-inflammatory and analgesic activities of *Ziziphus lotus* root barks. *Fitoterapia*. 78:16-19.

- Boughediri, L. (2003).** Support de cours, Palynologie et applications. Univ-Annaba,194p.
- Bradford, M-M.(1976).** A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye-binding. *Analytical Biochemistry*, 72, 248-154.
- Campos, M., Bogdanov, S., Almeida-Muradian, L-B., Szczesna, T., Mancebo, Y.,Frigerio, C.& Ferreira, F. (2008).**Pollen composition and standardization of analytical methods. *Journal of Apicultural Research and Bee World*, 47 (2), 156-163.
- Chakir, A., Romane, A., Marcazzan, G-L. & Ferrazzi, P. (2011).** Physicochemical properties of some honeys produced from different plants in Morocco, *Arabian Journal of Chemistry*, doi:10.1016/j.arabjc.2011.10.013.
- Chauzat, M-P., & Pierre, J. (2005).** Le pollen et ses composants, première partie. *Bull Tech, Apic*, 32 (1), 11-17.
- Chefrour, A. (2008).** Miels algériens: Caractérisation physico-chimique et mellissopalynologique (cas des miels de l'Est de l'Algérie). Thèse de Doctorat, Université Badje Mokhtar-Annaba, 194p.
- Cimpoi, C., Hosu, A., Miclaus, V., and Puscas, A. (2013).**Determination of the floral origin of some Romanian honeys on the basis of physical and biochemical properties. *Spectrochimique Acta Part A*, 100: 149-154.
- Clément, H. (2009).** L'abeille sentinelle de l'environnement. Paris, Alternatives, 144p.
- Clot, B. (2007).** Pollen dans l'air du Plateau du suisse, paramètres climatiques et nouveaux risques pour les allergies. Thèse de Doctorat, Univ ,Neuchâtel , suisse, 102p.
- Codex Alimentarius. (2001).** Codex norme pour le miel. Codex STAN12-1981. Norme adoptée en 1981. Revisions en 1987 et 2001, 10.
- Conti, M. (2000).** Lazio region (CentralItaly)honeys:a survey of mineral content and typical quality parameters. *Food control* 1, 459-463.
- Conti, M. E., Stripeikis, J., Campanella, L., Cucina, D., and Tudino, M. B. (2007).**Characterization of Italian honeys (Marche Region) on the basis of their mineral content and some typical quality parameters. *Chemistry Central Journal*, 1:14 doi:10.1186/1752-153X-1-14.

- D'Arcy, B-R.(2007).**High-power Ultrasound to Control of Honey Crystallisation.Rural Industries Research and Development Corporation. Publication 07/145,140.
- Descottes, B. (2009).** Cicatrisation par le miel, l'expérience de 25 ans, Limoges Cedex, France. *Phytothérapie*, 7,112 -116.
- Dinkov, D. (2003).** A scientific not on the specific optical rotation of three honey types from Bulgaria, *Apidologie*, 34,319-320.
- Donadieu, Y. (1978).** Le miel thérapeutique naturel.2^{ème}Edition, revue et complétée. Editeur Libraire Maloine S. A. 28p.
- Donadieu, Y. (1982) :** Pollen : thérapeutique naturelles. 5^{ème} Ed Maloine S.A Paris .31p
- Fallico, B., Zappala, M., Arena, E. &Verzera, A., (2004).** Effects of conditioning on HMF content in unifloral honeys. *Food Chemistry*, 85, 305-313.
- Genot, C., Eymard, S. &Viau, M-L (2004).**Comment protéger les acides gras polyinsaturés à longues chaines oméga 3 vis-à-vis de l'oxydation ? *Oléagineux, corps gras, lipides*, 11 (2), 133-141.
- Ghedira, K. (2013).***Ziziphuslotus* (L.)Desf. (Rhamnaceae) : jujubier sauvage.Article de synthèse, faculté de pharmacie de Monastir, Tunisie, 149-150.
- Gonnet, M et Vache, J. (1985).** Le gout du miel. Edition. U.N.A.F., Paris. 140p.
- Gonnet, M. (1963).** L'hydroxyméthylfurfural dans les miels, mise en point d'une méthode de dosage. *Ann. Abeille*, 6(I), 53-67.
- Gonnet, M. (1982).** Le miel, composition, propriétés et concervation.ed. INRA station expérimentale d'apiculture. 1-18.
- Gonnet, M., (1993).** Les principaux critères de qualité d'un miel. In *Revue Française d'Apiculture* 30, 269-271.
- Gonnet. M. (1986).** L'analyse des miels. Description de quelques méthodes de contrôle de qualité. *Bull. Tech. Api.* 54, 13 (1), 17-36.
- Gonzalez-Miret, M-L., Anala, F., Terrab , A., Echavarri, J-F., Negueruela, A-I., & Heredia , J.F.(2007).** Simplified method for calculating color of honey by application of the characteristic vector method: *Food research International*.40, 10801086.

Haderbache, L., Bousdira, M & Mohammedi, A. (2013). *Ziziphus Lotus* and Euphorbia bupleuroides Algerian Honeys. 1540 p.

Hao, W. (2011). The Study of Antioxidant Activity of Phenolic Components of Manuka Honey. Master of Science in Biological Sciences. The University of Waikato. 29-30p.

Hermosin, I., Chicon, R-M. & Dolores-Cabezudo, M. (2003). Free amino acid composition and botanical origin of honey. Food chemistry, 83, 263-368.

HOYET C. (2005). Le miel: de la source à la thérapeutique. Le Diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie. Université Henri Poincaré – Nancy, 95p.

Huchet, E., Coustel, J., Guinot, L. (1996). Les constituants chimiques du miel. Méthodes d'analyses chimiques. Dépt de l'aliment. Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaires. France. 16p.

J.O.C.E. (2002). Journal Officiel des Communautés Européennes, Directive 2001/110/CE du conseil du 20 décembre 2001 relative au miel, L 10 /47-L 10/52.

J.O.R.F. (1977). Journal Officiel de la République Française. Arrêté du 15/02/77 Relatif aux Méthodes officielles d'analyse du miel, (journal officiel de la République Française-N.C. du 22/04/1977).

Jaun, Z., Suo, Z., Cheng, N., Gao, H., Zhao, J., Cao, W. (2013). Jujube Honey from China: Physicochemical Characteristics and Mineral Contents, 390 p.

Jean-Prost, P. (1987). L'apiculture. Connaître l'abeille. Conduire le rucher. 6^{ème} édition Lavoisier. 597p.

Juszczak, L., Socha, R., Roznowski, J., Fortuna, T. & Nsalepka, K. (2009). Physicochemical properties and quality parameters of herb honeys. Food Chemistry, 113, 538-542.

Kamal, A., Raza, S., Rachid, N., Hameed, T., Gilani, M., Qurechi, A., & Nasim, K. (2002). Comparative Study of Honey Collected from Different Flora of Pakistan. 627p.

Kaskoniene, V., Venskutonis, P-R. & Ceksteryte, V. (2008). Carbohydrate composition of monofloral willow (*Salix alba* sp) honey. Foodbalt, 95-98p.

Kwakman, P-H., Te-Velde, A-A. & De Boer, L. (2010). How honey kills bacteria. FASEB journal, 24, (7), 2576 – 258.

- Laaidi, K., Laaidi, M., & Besancenot, J-P. (1997).** Pollens, Pollinoses et météorologie. 8ème série, n°20, décembre 1997, 41-56.
- Lazaridou, A., Biliaderis, C., Bacandritsos, N. & Sabatini, A. (2004).** Composition, thermal and rheological behavior of selected Greek honeys. *Journal of Food Engineering*, 64, 9-21.
- Le Conte, Y. (2002).** Mieux connaître l'abeille. In *Le traité Rustica de l'apiculture*. Paris, Rustica, 12-51.
- Lecerf, J-M. (2009).** Effets métaboliques du fructose et du miel. *Phytothérapie*, 7, 83-86.
- Lequet, L. (2010).** Du nectar à un miel de qualité : contrôles analytiques du miel et conseils pratiques à l'intention de l'apiculteur amateur, Thèse de Doctorat, Université, Claude-Bernard-Lyon I, 194p.
- Lobreau-Callen, D., Marie-Claude, C., & Marmion, V. (2000).** Les miels. *Technique de l'ingénieur, traité Agroalimentaire*, F 7000, 20.
- Louveau, J. (1968).** L'analyse pollinique des miels. Dans *traité de biologie de l'abeille. Les produits de la ruche. Tome III*. Masson et C^{ie}. Paris. 325-362.
- Louveaux, J. (1959).** La technologie du miel. *Station de Recherches apicoles, Bures-sur-Yvette*. 343-354.
- Louveaux, J. (1968).** L'analyse pollinique des miels. Dans *traité de biologie de l'abeille. Les produits de la ruche. Tome III*. Masson et C^{ie}. Paris. 325-362.
- Louveaux, J. (1985).** Les abeilles et leur élevage. *Edition Opida*. 165-181.
- Louveaux, J. (1990).** Les relations abeilles-pollen. *Bull. Soc, Bot, Fr, 137, Act, Bot. 2*, 121-131.
- Louveaux, J., & Adeb, L. (1984).** Les miels d'Afrique de nord et leur spectre pollinique. *Apidologie*, 15(2), 145-170.
- Louveaux, J., (1976).** Caractéristiques de composition du miel. *Ed. INRA*. 37-46.
- Louveaux, J., Maurizio, A. & Vorwohl, G. (1978).** Methods of Melissopalynology. *Bee World* 59, 139-157.
- Mackowiak, C. (2009).** Le déclin de l'abeille domestique *Apis Mellifera* en France. *Thèse de Doctorat, Université Henri Poincaré - Nancy 1*. 155.

- Makhloufi, C., Kerkvliet, J. D., Ricciardelli D'albore, G., Choukri, A., and Samar, R. (2010).** Characterization of Algerian honeys by palynological and physico-chemical methods. *Apidologie*, 41: 509–521.
- Malacalza, N., Caccavari, M-A., Fagundez, G. & Lupano, C-E. (2005).** Unifloral honey of the province of Buenos Aires, Argentine. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 1389-1396.
- Marceau, J., Noreau, J. et Houle, E. (1994).** Les HMF et la qualité du miel. *Fédération des Apiculteurs du Québec*, 15 (2), 04.
- Marchenay, P. et Bérard, L. (2007).** L'homme, l'abeille et le miel. Paris, De Borée, 223p.
- Meda, A., Lamien, C-E., Romito, M., Millogo, J. & Nacoulma, O-C. (2005).** Détermination of the total phenolic, flavonoïde and proline contents in Burkina Faso honey, as well as their radical scavenging activity. *Food Chemistry*, 91, 571-577.
- Millet, J. (2006).** Matières premières produites par l'abeille. In *Actifs et additifs en cosmétologie*, Paris, Lavoisier, 335-363.
- Molan, P-C. (1996).** Authenticity of honey. In *Food authentication*, 259-303.
- Naab, O-A., Tamame, M.A. & Caccavari, M-A. (2008).** Palynological and physicochemical characteristics of three unifloral honey types from central Argentina. *Apidologie*, 35, S38-S81.
- Oktar, A. (2000).** Le miracle de l'abeille. Edition Okmeydani, Istanbul, Turquie. 194p.
- Ouchemoukh, S., Louaileche, H., & Schweitzer, P. (2007).** Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Algerian honeys. *Food Control*, 18, 52-58
- Pham-Delegue, M-H. (1999).** Les abeilles. Genève, Minerva, 206p.
- Piazza, M-G., Accorti, M. & Persano-Oddo, L. (1991).** Electrical conductivity, ash, color and specific rotatory power in Italian unifloral honeys. *Apiculture*, 7, 51-63.
- Quezel P et Santa S. (1962).** Nouvelle flore de l'Algérie et régions désertiques méridionales. Tome 2. Centre national de la recherche, Paris, 565p.
- Ricciardelli D'Albore, G. (1998).** Mediterranean melissopalynology, Istituto Entomologia Agricola, Università degli studi, Perugia, Italy. 466p.

Ronald, J-C.& Ronald, f. (2001). Biologie végétale, organisation des plantes à fleurs. 8^{ème} Edition .Dunod, Paris, 156p.

Rossant, A. (2011). Le miel, un compose complexe aux propriétés surprenantes, Thèse de Doctorat, Université de limoges, 133p.

Rsaissi N et Bouhache M. (2002). La lutte chimique contre le jujubier .Programme National de transfert de Technologie en Agriculture (PNTTA), DERD (Ed).n0 94.Rabat ,4p.

Ruoff, K. (2006).Authentication of the botanical origin of honey.Thèse de Doctorat, Univresitie Helsinki, 203p.

Sanz, M-L., Gonzalez, M., de Lorenzo, C., Sanz, J.& Martinez-Castro, I. (2004).Carbohydrate composition and physicochemical properties of artisanal honeys from Madrid (Spain) : occurrence of Echiumphoney . Journal of the Science of Food and Agriculture , 84, 1577-1584.

Telleria, M. C. (1988). Analyse pollinique des miels du nord-ouest de la Province de Buenos Aires (République Argentine), Apidologie, 19, (3), 275-290.p :275.

Terrab, A., Diez, M-J. & Heredia, F-J. (2002).Characterisation of Moroccan unifloral honeys by their physicochemical characteristics. Food Chemistry, 79, 373-379.

Turhan, I., Tetik, N., Karhan, M., Gurel, F. &Tavukcuoglu, H-R.(2008).Quality of honeys influenced by thermal treatment. LWT, 41, 1396-1399.

Tuzen, M., Silici, Mendil, D. &Soylak, M. (2007).Trace element levels in honeys from different region of Turkey. Food chemistry, 103,325-330.

Waterhousse, A-L.(2001).Determination of Total Phenolic.In Current Protocols in Food Analytical Chemistry I1.1.1-I1.1.8 Wiley, New York.

Zerrouk, S., Seigoc, M-C., Boughediri, L., Escuredo,O., Shantal, M., Flores, R.(2014).Palynologicalcharacterisation of Algerian honeys according to theirgeographical and botanical origin. Grana, 53 ussie 2. 2014, 147-158.

Annexes

Annexes

Annexe 1: Table de Chataway

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

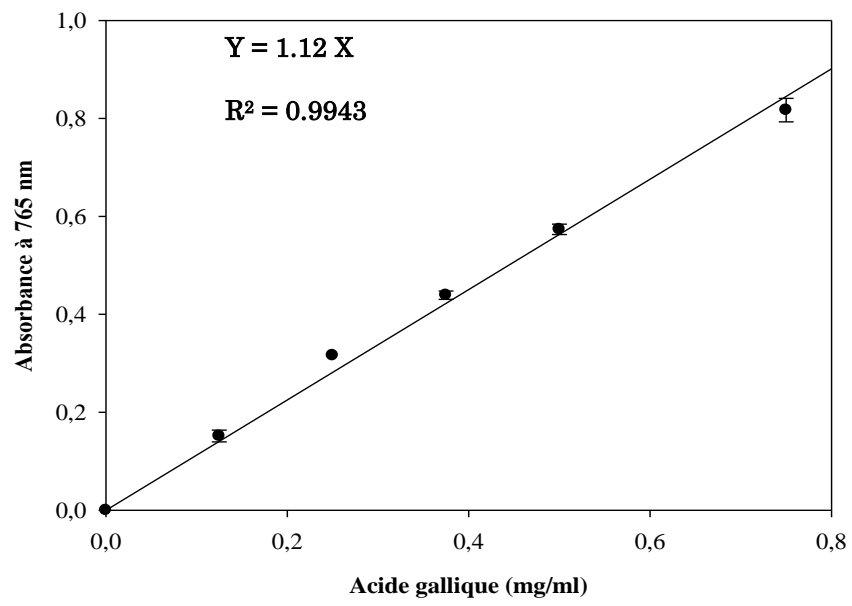
Annexes

Annexe 2: les normes de Codex Alimentarius et l'Union Européen (Bogdanov, 2002)

Critères de qualité	Projet du Codex	Projet de l'UE
Teneur en eau		
Général	≤ 21 g/100g	≤ 21 g/100g
Miel de bruyère, de trèfle	≤ 23 g/100g	≤ 23 g/100g
Miel industriel ou miel de pâtisserie	≤ 25 g/100g	≤ 25 g/100g
Teneur en sucres réducteurs	≥ 65 g /100 g	≥ 65 g /100 g
Miels qui ne sont pas mentionnés ci-dessous	≥ 45 g /100 g	≥ 60 g /100 g
Miel de miellat ou mélanges de miel de miellat et de nectar <i>Xanthorrhoeapr.</i>	≥ 53 g /100 g	≥ 53 g /100 g
Teneur en saccharose apparent	≤ 5 g/100 g	≤ 5 g/100 g
Miels qui ne sont pas mentionnés ci-dessous <i>Robini, Lavandula, Hedysarum, Trifolium, Zitrus, Medicago, Eucalyptus cam., Eucryphialuc. Banksia menz.*</i>	≤ 10 g/100 g	≤ 10 g/100 g
<i>Calothamnus san., Eucalyptus scab., Banksia gr., Xanthorrhoeapr.</i> Miel de miellat et mélanges de miel de miellat et de nectar	≤ 15 g/100 g	-
Teneur en matières insolubles dans l'eau	$\leq 0,1$ g/100 g	$\leq 0,1$ g/100 g
Général	$\leq 0,5$ g/100 g	$\leq 0,5$ g/100 g
Miel pressé		
Teneur en matières minérales (cendres)	$\leq 0,6$ g/100 g	$\leq 0,6$ g/100 g
Miel de miellat ou mélanges de miel de miellat et de nectar, miel de châtaignier	$\leq 1,2$ g/100 g	$\leq 1,2$ g/100 g
Acidité	≤ 50 meq/kg	≤ 40 meq/kg
Activité diastasique , (indice diastasique en unités de Schade)		
Après traitement et mise en pot (Codex)		
Tous les miels du commerce (UE)	≥ 8	≥ 8
Général	≥ 3	≥ 3
Miels avec une teneur enzymatique naturellement faible		
Teneur en hydroxyméthylfurfural	≤ 60 mg/kg	≤ 40 mg/kg
Après traitement et mise en pot (Codex)		
Tous les miels du commerce (UE)		

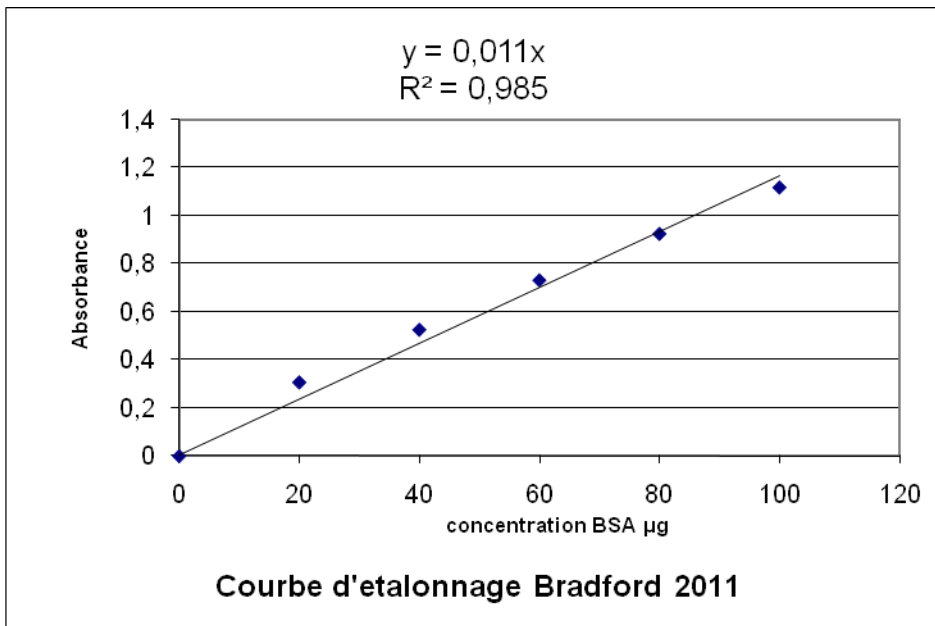
Annexe 03: lacourbe d'étalonnage del'acide galliquepour les composés phénoliques

Annexes



Annexes

Annexe 04: la courbe d'étalonnage de protéine



Résumé

Commercialement il y a une grande demande pour les miels d'une source de plante spécifique (miels monofloraux). C'est, par conséquent, un aspect important de contrôler sa qualité pour déterminer l'origine botanique de miel. Cependant, les mélissopalynologistes ont signalé que dans quelques cas c'est difficile de déterminer l'origine botanique par l'analyse pollinique seulement.

Notre travail de recherche basée sur les propriétés physico-chimiques et polliniques de 16 échantillons de miel du Jujubier (le miel le plus chère en Algérie) prélevés de différentes régions, pour avoir une idée sur la qualité de nos miels.

Durant notre expérimentation, nous avons effectué les analyses suivantes : la teneur en eau, le pH, la conductibilité électrique, la quantité de l'HMF, la teneur en protéines, l'acidité libre, les sucres totaux, la couleur, les composés phénoliques et le pourcentage des grains de pollens de *Ziziphus lotus*.

Les résultats obtenus montrent que tous les échantillons de *Ziziphus lotus* répondent aux normes internationales et que le miel du Jujubier caractérisé par des valeurs élevés de pH, conductivité électrique et des composés phénoliques, avec un taux bas d'HMF.

Mots clés: miel, *Ziziphus lotus*, analyses physico-chimiques, analyses polliniques, Algérie.

Commercially there is a great demand for honeys of specific plant sources (uniflorals honeys). It is, therefore, an important aspect of quality control to determine the botanical origin of honey. However, melissopalynologists have pointed out that in some cases it is difficult to determine the botanical origin by pollen-analysis alone.

Our work of research is based on the physico-chemical and pollens analysis properties of 16 samples of Jujube honey (the most expensive honey in Algeria) harvested of different regions, to have an idea on the quality of our honeys.

During our experimentation, we did the following analyses: the water content, pH, Electrical conductivity, HMF, proteins, free acidity, total sugars, colour, total phenolic content and the percentage of the pollens grains of *Ziziphus lotus*.

The results show that all samples of *Ziziphus lotus* honeys are in conformity with the international norms and that the honey of the Jujubier characterized by levels values of pH, electric conductivity and the total phenolic compounds, with a low rate of HMF.

Keywords: honey, *Ziziphus lotus*, physicochemical analyzes, pollen analysis, Algeria.

من الناحية التجارية هناك طلب كبير على الأعسال ذات المصدر النباتي الخاص (الأعسال وحيدة المصدر)، ولهذا من المنطقي أن تحضى بمراقبة للنوعية من أجل معرفة الأصل النباتي. في حين فإنّ المتخصصين في الدراسة الطلعية أشاروا إلى أنه من الصعب في بعض الحالات تحديد المصدر النباتي للعسل عن طريق الدراسة الطلعية لوحدها. تركز عملنا البحثي على الخصائص الفيزيوكيميائية والطلعية لـ 16 عيّنة من عسل السدر (العسل الأعلى ثمن في الجزائر) المتحصل عليها من عدّة مناطق مختلفة، من أجل الحصول على فكرة حول جودة أعسالنا.

خلال العمل التجريبي، قمنا بالتحاليل التالية: المحتوى المائي، الأس الهيدروجيني، الناقلية الكهربائية، كمية الهدروكسيل ميشيل فرفال، البروتينات، الحموضة الحرة، السكريات الكلية، اللون، المركبات الفينولية ونسب تواجد حبوب طلع السدر.

أظهرت النتائج المتحصّل عليها أنّ عيّنات عسل السّدر تستجيب للمواصفات العالميّة، وأنّ هذا النوع من العسل يتميّز بمستويات عالية من الأُس الهيدروجيني، الناقلية الكهربائيّة والمركّبات الفينوليّة مع مستوى منخفض من الهيدروكسيل ميثيل فرفرال.

الكلمات المفتاحيّة: عسل، السدر، تحاليل فيزيوكمائيّة، تحاليل طليّة، الجزائر.