



REPUBLIQUE ALGERRIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINSTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ BAJI MOKHTAR –ANNABA–

Faculté des sciences

Département de Biochimie

Laboratoire de Biochimie et Microbiologie Appliquée

THÈSE

Présentée en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat

Option : Biochimie appliquée en agroalimentaire et santé

Présentée par :

AMRI ASSIA

Thème

**Contribution à l'étude approfondie
de Quelques miels produits en Algérie : Aspect
physico-chimique et botanique**

Devant le jury :

Président: Mr : BOUZERNA N. (Prof)	Université Badji Mokhtar -Annaba
Directeur de thèse : Mr : LADJAMA A. Mokhtar -Annaba	(Prof) Université Badji
Examineur : Mr : GHEID A. Messaadia- SoukAhras	(Prof) Université Chérif
Examineur : Mr : SOLTANE M. Taref	(Prof) Université de
Examineur : Mr : BOUGHDIRI L. Mokhtar –Annaba	(Prof) Université Badji
Examinatrice : Mme : BENDJEDDOU A. Messaadia- SoukAhras	(MCA) Université Chérif



Résumé

Dans le cadre de l'étude et le contrôle de qualité physico-chimique et botanique des miels produits par les apiculteurs Algériens dans différentes régions (onze wilayas) du pays. Soixante douze échantillons de miels sont collectés durant les années : 2007, 2008, 2009 et 2010, étudiés et comparés aux normes internationales du fait qu'il n'existe pas de législation propre à l'Algérie qui protège le consommateur contre le marché informel.

Dans ce contexte général, nous nous sommes donc intéressés à l'étude de qualité de ces miels (pH, humidité, conductivité, cendres, HMF, protéines, indice diastasique, invertase, analyse quantitative et qualitative des sucres par HPLC, analyse quantitative et qualitative des grains de pollens) .Les différentes investigations montrent que les échantillons de miel étudiés sont de bonnes qualités par rapport aux normes internationales. Par ailleurs, l'étude nous a également renseigné sur les paramètres suivants : l'origine botanique et géographique, les conditions climatiques de récolte, les conditions et les méthodes d'extraction, les conditions de stockage et de transport, la nourriture de l'abeille et la richesse botanique de la région. Ce modeste travail de recherche pourrait d'une part, servir d'une meilleure contribution et d'autre part, sensibiliser et interpeler les autorités nationales pour protéger la santé du consommateur et cela par une réflexion sur l'élaboration de normes nationales en collaboration avec le Maghreb au même titre que l'union européenne ou les états unis d'Amérique.



Mots clés : Miel, Qualité du miel, Apiculture, Melissopalynology.

Summary

As part of the study is the control of physico-chemical and botanical quality of honey produced by Algerians beekeepers in different regions (eleven districts) of the country. Seventy-two honey samples were collected during the years: 2007, 2008, 2009 and 2010, studied and compared with international standards because there is no legislation specific in Algeria, which protects consumers against the informal market.

In this general context, we are therefore interested in the study of quality of honey (pH, moisture, conductivity, ash, HMF, proteins, diastase, invertase, quantitative and qualitative analysis of sugars by HPLC, quantitative and qualitative analysis of pollen grains) .The various investigations show that the honey samples studied are of good quality by international standards. Moreover, the study also informed us on the following parameters: the botanical and geographical origin, climatic conditions, harvest conditions and extraction methods, storage conditions and transport food from the bee and the botanical wealth of the region. This modest research work could one hand, use a better contribution and secondly, awareness and interpeler national authorities to protect the health of consumers and that a reflection on the development of national standards in collaboration with the Maghreb as well as the European Union or the United states of America.

Key words: Honey, Honey quality, Beekeeping, Melissopalynology.

ملخص

كجزء من الدراسة الفيزيائية والكيميائية والنباتية عينات من العسل تنتجها النحالين الجزائريين في مختلف المناطق (أحد عشر ولاية) من البلاد تم جمع إثنان و سبعون عينات من العسل خلال السنوات خلال السنوات: 2007، 2008، 2009 و 2010، و تم مقارنتها مع المعايير الدولية. لأنه لا يوجد تشريع خاص إلى الجزائر، والذي يحمي المستهلكين من السوق غير الرسمية في هذا السياق نحن نرغب في دراسة نوعية العسل (درجة الحموضة والرطوبة، والموصلية، والبروتينات، دياستاز، الانفرتيز، والتحليل الكيفي من السكريات ، الكمي HMF والرماد، والتحليل الكيفي حبوب اللقاح).

مختلف التحقيقات تبين أن عينات العسل المدروسة هي من نوعية جيدة وفقا للمعايير الدولية. وعلاوة على ذلك، تبلغنا الدراسة أيضا على المعايير التالية: المنشأ الجغرافي والظروف المناخية وظروف الحصاد وأساليب الاستخراج، وظروف التخزين والنقل، غذاء النحل والثروة النباتية في المنطقة. هذا البحث المتواضع يمكن من جهة، واستخدام أفضل مساهمة وثانيا، توعية السلطات الوطنية لحماية صحة المستهلكين وذلك بوضع معايير وطنية بالتعاون مع المغرب العربي. وكذلك الاتحاد الأوروبي أو الولايات المتحدة الأمريكية.

REMERCIEMENTS

En premier lieu, je remercie Dieu tout puissant qui m'a donnée la force de mener à terme ce travail.

Je tiens très sincèrement à remercier mon enseignant, promoteur et directeur de thèse, le Professeur :

Mr. A.LADJAMA .

Je souhaite exprimer mes sincères remerciements à mon enseignant, le professeur:

Mr. N. BOUZERNA

Pour le grand honneur qu'il me fait en présidant ce jury .

Toute ma gratitude pour le déplacement et mes vifs remerciements pour l'honneur qu'il me fait en acceptant d'examiner ce travail aux enseignants:

-Maître de conference à l'université de SoukAhras:Mme.A.BENDJEDDOU

- Le Professeur de l'université de Taref:Mr. M.SOLTANE

- Le Professeur de l'université de SoukAhras:Mr .A.GHEID

- Le Professeur de l'université de Annaba:Mr .A.BOUGHDIRI

Liste des tableaux
Liste des figures
Liste des abréviations

Introduction	01
---------------------	-----------

Partie théorique

I.1.Généralité sur le miel.....	04
I.2. L'origine du miel.....	04
I.2.1.L'origine directe	04
I.2.1.1Nectar.....	04
I.2.1.1. La composition du nectar	04
I.2.1.2.Facteurs influençant la sécrétion nectarifère	05
A)- Les facteurs propres à la plante	05
B)- Les facteurs de l'environnement	06
I.2.2.L'origine indirecte.....	07
I.2.2.1 Miellat	07
I.3. Propriétés biochimiques du miel.....	06
I.3.1.Propriétés physico-chimiques.....	07
I.3.1. 1. Densité	07
I.3.1. 2. Viscosité	07
I.3.1. 3. Hygroscopicité	07
I.3.1.4. Conductibilité électrique.....	08
I.3.1. 5. Chaleur spécifique	08
I.3.1. 6. Cristallisation	08
I.3.1. 7. La coloration	09
I.3.1. 8. pH.....	09
I.3.1.9. Conductibilité thermique.....	09
I.3.1.10. L'acidité	09
I.3.1.11. L'indice de réfraction	10
I.3.1.12. Le pouvoir rotatoire	10
I.3.1.13. La solubilité	10
I.3.1.14. La fluorescence	10
I.3.1.15. Richesse en pollen	11
I.4. Composition de miel	11
<i>I.4.1.contamination.....</i>	<i>13</i>
<i>I.4.1.1. Métaux lourds</i>	<i>13</i>
<i>I.4.1.2. résidus de pesticides et de médicaments vétérinaires</i>	<i>13</i>
<i>I.5.Les types des miels.....</i>	<i>13</i>

I.5.1. selon l'origine florale	13
A)- Les miels mono floraux	13
B)- Les miels polyfloraux	13
I.5.3. Selon la méthode d'extraction	14
I.5.4. Selon l'origine géographique	13
I.6. Les effets bénéfiques du miel sur la santé et Intérêts thérapeutiques	14
I.6.1. Sur la santé	14
I.6.1.1. Propriétés nutritionnelles	14
I.6.1.2. Les propriétés antibactériennes et antifongiques du miel	14
I.6.1.3 Propriétés anti-diarrhéiques	15
I.6.1.4. Propriétés expectorantes et anti-toux	15
I.6.1.5. Propriétés cicatrisantes de blessures et anti-inflammatoires	15
I.6.2. Intérêts thérapeutiques du miel.....	15
I.7. Conservation du miel et principales modifications subies pendant le stockage...	18
I.8. La production du miel et leur commercialisation.....	18
I.8.1. La récolte du miel	19
I.8.2. Enlèvement des cadres.....	20
I.8.3. L'extraction de miel	20
I.8.4. La maturation de miel.....	20
<i>I.9. La qualité du miel</i>	20
I.9.1. Les critères de qualités	21
I.8.1.1. Teneur en eau	21
I.8.1.2. Teneur en sucres réducteurs et saccharose apparent.....	22
I.8.1.3. Teneur en substances insolubles dans l'eau	22
I.8.1.4. Teneur en substances minérales (cendres)	22
I.8.1.5. Acidité	22
I.8.1.6. Activité de la diastase	23
I.7.2.7. Teneur en hydroxyméthylfurfural	23
I.9.1.8 Teneur en glycérol.....	25
I.9. Les normes de miel	25
I-10. Signes d'identification de la qualité et d'origine au niveau international	27
I-10-1 Au niveau européen.....	28
I-10-2 .Au niveau français.....	28
II. La palynologie	29
II.1. Palynologie est ses applications	29
II.2. Les analyses polliniques	30
II.2.1. La Méliisso-palynologie	30
II.2.1.1. Les méthodes utilisées en méliisso-palynologie	31
A)- Méthode classique	31
B)- Méthode d'acétolyse	32

II.2.2. L'analyse sensorielle..	33
II.2.2.1.La Granulation	34
II.3. La morphologie pollinique	34
II.3.1. Définition	34
II.3.1.1. Le grain de pollen	34
II.3.1.2. Spore	34
II.3.2. Mode d'apparition des cloisons	35
II.3.3. Classification de grain de pollen	36
A)- Les pollens entomophiles	36
B)- Les pollens anémophiles	36
II.3.4. Les critères morphologiques	37
II.3.4.1. Les critères Interspécifiques.....	38
II.3.4.1.1. La forme	38
A)- Les limites externes.....	38
B)-Les dimensions	38
II.3.4.1.2. Taille, structure et aspect du pollen	38
II.3.4.1.3. La couleur	39
II.3.4.2. stratification de la paroi pollinique, les apertures	39
II.3.4.2.1.La paroi pollinique.....	39
A)- L'exine.....	40
B)- Les types de l'exine	40
C)- L'intine	41
D)- Sporopollenine	41
II.3.4.2.2. Aperture (pores et sillons).....	42
A)- Multiples combinaisons (type polliniques)	42
II.4. Composition chimique et biochimique	42

Partie pratique

Matériel et méthodes

I.1. Echantillonnage.....	43
I.2. Méthodes d'analyses physico-chimiques	45
I.2.1.Détermination de la teneur en eau	47
I.2.2.Détermination du pH et de l'acidité libre par titrage à pH 8,3.....	47
I.2.3.Détermination de la conductivité électrique.....	47
I.2.4.Détermination de la teneur en cendres	47
I.2.5.Dosage Des Protéines	47
I.2.6.Dosage des hydroxyméthylfurfural HMF par HPLC.....	48
I.2.7.Détermination de l'indice diastasique ID avec Phadebas.....	48
I.2.8.Détermination de l'activité de saccharase IS.....	48
I.2.9.Détermination qualitative et quantitative sucres par HPL.....	49
I.3.L'analyse pollinique	50
I.3.1.Détermination de la richesse pollinique.....	50

I.3.2.Analyse qualitative des grains de pollen.....	51
I.4.Analyse statistique	51
Résultats et discussion	
II.1. Résultats et discussion des analyses physico-chimiques	52
II.1.1. la teneur en eau	52
II.1.2. pH	54
II.1.3. l'acidité.....	57
II.1.4.la conductivité électrique.....	60
II.1.5. la teneur en cendres	63
II.1.6 .la teneur en protéines	66
II.1.7.la teneur en hydroxyméthylfurfural HMF	69
II.1.8. L'indice diastasique ID	72
II.1.9. L'activité de saccharase IS.....	75
II.1.10. Analyse qualitative et quantitative des sucres	78
II.2.L'analyse pollinique	93
I.2.1. La richesse pollinique.....	93
II.2.2.Analyse qualitative des grains de pollen.....	97
II.3.Analyse statistique	109
II.3.2.Matrice de corrélation.....	109
II.3.2.Analyse en composante principale (ACP).....	110
Conclusion et perspectives.....	115
Références bibliographiques.....	118
Les annexes.....	136




Introduction

Le miel est un aliment énergétique (80 % de sucres) très important utilisé comme ingrédient dans plusieurs produits alimentaires, en particulier dans les produits à base de céréales, pour sa douceur, sa couleur, sa saveur, sa caramélisation , son arôme et sa viscosité (**RODRIGEZ *et al.*, 2004**). Le miel produit par les abeilles est une solution de sucre naturel, qui est principalement composé d'un mélange d'hydrates de carbone. En plus il contient également certains constituants mineurs, y compris les protéines, les enzymes (invertase, la glucose oxydase, la catalase, les phosphatases), des acides aminés et des acides organiques (acides gluconique et l'acide acétique), des lipides, des vitamines (acide ascorbique, la niacine, la pyridoxine), des substances volatiles, des acides phénoliques, des flavonoïdes, des caroténoïdes et des minéraux. (**BLASA *et al.*, 2006**). La qualité de la composition du miel dépend d'une part des espèces de plantes (fleurs) butinées par les abeilles et d'autre part de l'environnement, de la méthode d'extraction du miel par l'apiculteur et en fin les conditions de stockage (**BERTONCELJ *et al.*, 2007.**, **GULER *et al.*, 2007**). La qualité du goût des miels dépend essentiellement de la ou les fleurs butinées. Sur le plan commercialisation, les miels monofloraux (acacia, oranger, trèfle et d'autres plantes) sont plus chers car plus rares que les miels polyfloraux. Le miel peut se conserver plusieurs années sans jamais devenir impropre à la consommation mais, dans le temps, il peut perdre en partie ses arômes et ses caractéristiques gustatives.

De point de vue biologique le miel est un produit naturel extrêmement complexe contenant un très grand nombre d'éléments vitaux qui interviennent dans le bon équilibre de notre fonctionnement biologique. En plus, étant la seule source abondante de matière sucrée, le miel a un grand intérêt thérapeutique parmi les autres produits de la ruche (La gelée royale, la propolis, la cire et pollens).


La connaissance des caractéristiques physico-chimiques des miels est essentielle pour l'évaluation de la bonne qualité du miel. Ainsi, certaines participent à l'identification de l'origine florale d'un miel, d'autres (L'Hydroxy-Méthyl-Furfural (HMF), les sucres, l'humidité, le pH et l'acidité, la conductivité électrique et les enzymes (invertase et amylase) déterminent sa qualité et sa stabilité dans le temps. A ce titre, le miel frais légèrement chauffé facilite la transformation. Cependant, le



traitement à la chaleur excessive conduit à la formation de l'hydroxyméthylfurfural (HMF) et réduit la qualité du miel. La valeur de HMF est pratiquement nulle ou très faible dans le miel frais en revanche, le taux des HMF est élevé dans le miel chauffé ou stocké dans des conditions inadéquates (**NOZAL et al., 2001**). Les propriétés chimiques de miel tels que le pH, la teneur en minéraux et de l'acidité totale affectent également la teneur en HMF. La présence d'acides organiques et de faible quantité d'eau favorisent également la production des HMF (**KALABOVA et al., 2003**). En ce qui concerne ces dérivés furfuraliques, les normes de Codex Alimentarius (2001) et de la Commission internationale du miel (2002) donnent une valeur maximale de HMF de 40 mg / kg pour le miel provenant des régions non tropicales et 80 mg / kg pour le miel provenant des régions tropicales. Ainsi, la présence des valeurs extrêmement élevées de HMF supérieur à 500 mg / kg montrent falsification du miel par le sirop inversé (**COCO et al., 1996**).

En Algérie, Au chapitre relatif aux indicateurs-clés que vient de révéler la fédération Algérienne des apiculteurs et producteurs de miel, le diagnostic général de la filière apicole laisse apparaître que la consommation par habitant en Algérie ne dépasse pas la moyenne des 80 grammes/an contre 3,5kg/habitant/an en Europe. L'Algérie importe annuellement 15 000 tonnes de miel provenant de 6 pays de divers continents, ce qui représente près de 75% des besoins exprimés. La production locale ne dépasse pas les 4 000 tonnes/an malgré que la filière apicole en Algérie a souvent été évoquée comme une priorité des objectifs assignés à la politique de développement agricole et le plan de relance du secteur.

Sur le marché, face à une production très en-deçà des besoins exprimés, les prix du miel connaissent une flambée chronique. Dans les régions de production, principalement la Mitidja, les zones rurales de Tizi-Ouzou, Bouira ou Béjaïa, les prix ne baissent pas du cap des 2000 DA/kg du miel. Dans les autres régions du pays, la barre des 3000DA/kg est facilement atteinte. Les autres produits dérivés tels le pollen, la cire entre autres, sont quasi-inaccessibles pour les bourses moyennes. L'autre handicap est le caractère informel qui prédomine le marché du miel en Algérie. (<http://www.leconews.com>) .



La commercialisation du miel ne répond pas à une législation, par conséquent aucune norme n'a été établie, comparativement à l'union européenne et les Etats Unis d'Amérique. En l'absence d'une législation bien définie, d'une part la commercialisation du miel reste sans statut (sans réglementation) et d'autre part, la santé consommateur n'est pas protégée.

Du point scientifique, en Algérie, divers travaux sont effectués, mais les résultats de ces recherches ne sont pas publiés. Nous signalons toutefois quelques travaux publiés : **MAKHLOUFI et al., (2007)**; **OUCHEMOUKH et al., (2007)** ,**CHEFROUR et al.,(2007)**et **NAIR et al., (2013)**.

Dans ce contexte global et vu la valeur nutritionnelle et la valeur marchande du miel , nous nous sommes intéressés à l'étude de la qualité physico-chimique et botanique de 72 échantillons de miel collectés dans différentes régions du pays dont l'objectif est d'évaluer la qualité physico-chimique et identifier l'origine botanique des miels d'origine Algérienne par comparaison aux normes internationales .

Ce travail de thèse Doctorale est réalisé en collaboration avec le laboratoire du centre apicole de recherche et d'information CARI de Louvain-la-Neuve en Belgique.

Cette thèse Doctorale s'articule sur les suivants:

Dans une première partie nous présentons les connaissances bibliographiques actuelles sur le miel et en particulier l'aspect physico-chimique en relation avec l'origine botanique.

Dans deuxième partie expérimentale, nous présentons le choix l'échantillonnage effectué ainsi que et les différentes méthodes utilisées pour les analyses physico-chimiques et botaniques.

Dans une troisième partie, nous présentons les différents résultats obtenus et qui sont confrontés à la synthèse bibliographique.

Enfin, suite aux différentes investigations réalisées, nous concluons par notre contribution à ce travail de recherche sur le miel.



I.1. Généralité sur le miel

Le miel est la denrée produite par les abeilles mellifiques à partir du nectar des fleurs ou de certaines sécrétions provenant de parties vivantes de plantes ou se trouvant sur elles, qu'elles butinent, transforment, combinent avec des matières spécifiques propres, emmagasinent et laissent mûrir dans les rayons de la ruche. Cette denrée peut être fluide, épaisse ou cristallisée. (DONADIEU ,2003).

Le miel est une substance sucrée, élaborée par les abeilles mellifiques à partir du nectar des fleurs, du miellat ou, d'autres sucres, végétaux à forte teneur en glucides, puis enrichie, transformée et mûrie dans les alvéoles de la ruche (MAZROU, 2008).

I.2. L'origine du miel

Le miel vient des plantes par l'intermédiaire des abeilles. Et cela à partir du *nectar* recueilli dans la fleur, ou du *miellat* recueilli sur les plantes, selon qu'il vient du nectar ou du miellat, il existe l'origine **directe** et **indirecte** (PROST ,2005).

I.2.1. L'origine directe

I.2.1.1 Nectar

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

I.2.1. 1. La composition du nectar

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

LOUVEAUX (1968), distingue trois grands groupes de plantes suivant la nature des sucres :

- ✚ Groupe de saccharose dominant.
- ✚ Groupe de saccharose en quantité égale en glucose et en fructose.
- ✚ Groupe de glucose et fructose dominant.

Le rapport glucose/fructose est généralement variable selon les espèces. Chez le colza (*Brassicaceae*), la teneur en glucose est supérieure au fructose, ce qui provoque la cristallisation rapide du miel, chez thym (*Laminaceae*), la teneur en fructose est supérieure au glucose, ce qui rend le miel liquide.

Le nectar attire les abeilles qui le récoltent et le ramènent à la ruche. C'est par cette dernière pendant la collecte du nectar, que s'effectue la pollinisation des fleurs (GONNET, 1982).

I.2.1.2. Facteur influençant la sécrétion nectarifère

La production nectarifère d'une plante va dépendre de nombreux facteurs qui peuvent être classés en deux grandes catégories.

A)- Les facteurs propres à la plante

La dimension de la fleur influence la dimension et le nombre des nectaires :

Les grandes fleurs possèdent généralement un plus grand nombre de nectaires et, par conséquent, un nectar plus abondant.

- ✚ la position de la fleur sur la plante : la partie haute de l'inflorescence possède souvent des fleurs plus petites qui produisent moins de nectar
- ✚ la durée de floraison
- ✚ le sexe de la fleur : cas de certaines plantes dioïques (individus à sexes séparés) ou monoïques (fleurs à sexes séparés) exemple : production de nectar plus importante des fleurs mâles chez les saules (plante dioïque), production plus forte de fleurs femelles chez les Cucurbitacées (melon, potiron, courgette : plantes monoïques)
- ✚ les facteurs génétiques : différences de production entre les variétés cultivées de certaines plantes, notamment les arbres fruitiers
- ✚ l'âge de la fleur : la fleur a une production de nectar qui varie en fonction des stades de la floraison, par exemple dans le marronnier : les 6 premiers jours ; tilleul : production plus importante chez les vieilles fleurs; ronce : les soixante premières heures.
- ✚ la fécondation de la fleur : la fécondation provoque la diminution ou l'arrêt de la sécrétion nectarifère.

B)- Les facteurs de l'environnement

- ✚ **l'humidité relative de l'air** : le nectar est généralement plus abondant lorsque l'humidité atmosphérique est élevée; ce phénomène est dû aux propriétés hygroscopiques du nectar; néanmoins une humidité trop élevée peut générer un nectar dilué et peu attractif.
- ✚ **l'humidité du sol** : il existe un optimum pour chaque plante; exemple : le trèfle blanc présente un optimum par temps chaud mais lorsque le sol est humide (quelques heures après une pluie, par exemple.).
- ✚ **la nature du sol** : en règle générale, la production de nectar est maximale lorsque le sol correspond aux exigences écologiques de la plante; ceci est très important pour la plantation des espèces mellifères.

- ✚ **la température** : optimum pour chaque plante; exemple : la production nectarifère du tilleul est favorisée par des nuits froides; le robinier faux-acacia exige une température d'au moins 20 °C (**BRUNEAU, 1991**).
- ✚ **Intensité de butinage** : Plus une fleur est visitée, plus sa production nectarifère augmente. (**BOUTBILA et HACHANI, 2004**).
- ✚ **autres facteurs** : le vent, les orages, la lumière, l'état sanitaire des plantes, l'altitude et la latitude. (**BRUNEAU, 1991**).


I.2.2.L'origine indirecte

I.2.2.1 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. Nous citons quelques exemples d'arbres qui hébergent les pucerons, tels que, les sapins, les Epicéas, les chênes, et aussi les plantes herbacées comme les blés... (**GONNET et VACHE, 1985**).

Les miellats représentent une ressource alimentaire importante pour les abeilles lorsqu'elles ne trouvent pas une autre source alimentaire. Certains auteurs distinguent deux types de miellat :

Le miellat de puceron, et le miellat végétal qui se produit dans les journées chaudes à sécheresse prolongée séparée par des nuits relativement froides et humides, en conditions particulières et en absence de tous pucerons par exsudation des feuilles à travers des orifices stomatiques (**GONNET, 1982**).



Ces miellats sont récoltés par les abeilles qu'en absence des fleurs à leur disposition, et que même certain auteur tel que (**BONNIER, 1927**), signalent que le miel qui en résulte du miellat est de mauvaise qualité, par suite de la présence des gommés et dextrines.

I.3. Propriétés biochimiques du miel

I.3.1. Propriétés physico-chimiques

I.3.1. 1. Densité

1,410 à 1,435 à 20°C Le miel est donc un produit relativement dense. Les variations de la densité proviennent surtout des variations de la teneur en eau. Plus un miel est riche en eau et moins il est dense.

On peut pratiquement se servir de la densité comme moyen de connaître la teneur en eau d'un miel. La mesure de la densité se fait à l'aide d'un densimètre.

I.3.1. 2. Viscosité

La majorité des miels ont une viscosité normale, c'est-à-dire qu'ils suivent les lois de Newton sur l'écoulement des fluides. La viscosité du miel dépend de trois facteurs qui sont, sa teneur en eau, sa composition chimique et de sa température. (**LOUVEAUX, 1985**).

Elle diminue quand la température s'élève à 30°C (point d'inflexion vers 35°C).

I.3.1. 3. Hygroscopicité


Le miel tend à absorber l'humidité de l'air et, si on le laisse trop longtemps dans une atmosphère humide, cette absorption peut être considérable.

Un miel "normal", contenant 18% d'eau, peut atteindre, au bout de trois mois, une hygrométrie de 55% : son poids a alors augmenté de 84%.

D'autre part, lorsqu'on veut dessécher le miel, il est nuisible de le maintenir en atmosphère rigoureusement sèche, parce qu'il se forme en surface une pellicule dure qui empêche le reste d'eau de s'évaporer (HUCHET et al., 1996**).**

I.3.1. 4. Conductibilité électrique

La conductivité électrique représente un bon critère pour la détermination de l'origine botanique du miel. Cette mesure dépend de la teneur en minéraux et de



l'acidité du miel, plus elles sont élevées, plus la conductivité correspondante est élevée (PIAZZA et al., 1991 ; BOGDANOV, 1999).

En général les miels de miellat ont une conductivité plus élevée que le miel de fleurs vu leur richesse en minéraux. La conductivité électrique s'exprime en siemens par centimètre et se mesure par un conductimètre. Elle varie de 1 à 15 ms/cm (GONNET, 1982).

I.3.1. 5. Chaleur spécifique

Un miel a 17 % d'eau, la chaleur spécifique est de **0.54** à **20°C**. Cela veut dire qu'il faut approximativement deux fois moins d'énergie (de joules) pour réchauffer du miel que pour réchauffer la même masse d'eau (LOUVEAUX, 1985 ; PROST, 1987)

I.3.1. 6. Cristallisation

La cristallisation est un phénomène naturel qui modifie l'état du miel, sans altérer sa qualité. La cristallisation de miel est un phénomène très important car c'est de lui que dépend de la qualité de miel, et aussi du rapport fructose/glucose.

La vitesse de cristallisation des miels est très variable. Elle est fonction de :


- ✚ **La composition en sucres** : une teneur supérieure à 35% accélère la cristallisation.
- ✚ **La teneur en eau** : une teneur en eau supérieure à 18% favorise la cristallisation.
- ✚ **La température de conservation** : la température optimale à la cristallisation est de 14°C.
- ✚ **La présence des germes de cristallisation** : qui peuvent être des cristaux de glucose microscopique, des poussières ou des grains de pollen. (EMMANUELLE et al., 1999).

I.3.1. 7. Coloration :

La coloration des miels est une donnée importante parce que c'est une caractéristique physique dépendant de l'origine du produit mais également un élément sensoriel primordial qui détermine en partie le choix du consommateur (SCHWEITZER, 2001).

I.3.1.8. Le pH

Sa valeur varie en général entre 3,5 et 5,5 ; elle est due à la présence des acides organiques (BOGDANOV et al., 2004).



Les miels de nectar, très acides, ont un pH compris entre 3,5 et 4,5. Les miels de miellats, moins acides, ont un pH supérieur à 4,5. (SCHWEITZER ,2005).

I.3.1.9. Conductibilité thermique

La conductivité thermique est une mesure du transfert de chaleur. Elle est aussi désignée en tant qu'indice thermique. La conductivité du miel est relativement faible. Le miel est mauvais conducteur de la chaleur, donc bon isolant thermique Selon (GONNET et VACHE, 1985). Le miel est 14 fois moins bonnes conductrices que l'eau .

I.3.1.10. L'acidité

L'acidité est un critère de qualité important tous les miels ont une réaction acide (CHAUVIN, 1968). Cette acidité provient d'acides organiques, certains de ces acides proviennent du nectar et d'autres de miellat, mais leur origine principale est recherchée du côté des sécrétions salivaires de l'abeille et dans les processus enzymatiques et fermentatifs (LOUVEAUX, 1968).

I.3.1.11. L'indice de réfraction

L'indice de réfraction est une propriété optique qui caractérise toute substance transparente. Il est en fonction de la teneur en eau et de la température. L'indice de réfraction de miel est d'autant plus élevé que sa teneur en eau est plus basse (GONNET, 1982).


L'indice de réfraction varie de façon presque linéaire avec la teneur en eau, de telle sorte qu'il est possible de connaître très rapidement cette teneur en mesurant l'indice de réfraction (LOUVEAUX, 1985).

I.3.1.12. Le pouvoir rotatoire

Le Pouvoir rotatoire des miels concerne leur action sur la lumière polarisée. (PROST, 2005). La majorité des miels font tourner à gauche la lumière polarisée, mais il existe des miels dextrogyres, qui par conséquent font tourner le plan de polarisation à droite.

I.3.1.13. La solubilité

Le miel est soluble dans l'eau et l'alcool dilué, mais insoluble dans l'alcool fort, l'éther, le chloroforme et le benzène (DONADIEU, 1984).



D'autre part, lorsqu'on veut dessécher le miel, il est nuisible de le maintenir en atmosphère rigoureusement sèche, parce qu'il se forme en surface une pellicule dure qui empêche le reste d'eau de s'évaporer (HUCHET *et al.*, 1996).

I.3.1.14. La fluorescence

Sous l'action des rayons d'ultra-violet, beaucoup de miels présentent une fluorescence dont les couleurs sont très variables selon la composition de miel examiné (DONADIEU, 1984). L'origine de cette fluorescence est mal connue.

I.3.1.15. Richesse en pollen

La classification selon Maurizio ,1939 de la richesse pollinique est présentée dans le **tableau 1**

Tableaux 1 : Les classes de la Richesse en pollen


Classe	Nombre de grains par gramme
Classe I	moins de 2000
Classe II	de 2000 à 10.000
Classe III	de 10.000 à 50.000
Classe IV	de 50.000 à 100.000
Classe V	plus de 100.000

I.4. Composition du miel

Selon les variétés de miel, les compositions varient, sur la nature des sucres et les compositions aromatiques ou d'autres composants variables en fonction des fleurs ou des sites (**tableau 2**).

Tableau 2 : Composition du miel

Hydrates de carbone (sucres) 75-80%	Acides 0,3%	Protéines et aminoacides 0,4%	Vitamines	Diastases	Minéraux 0,2%	Divers
*Sucres réducteurs -Glucose : 31% -Lévilose:38% *Sucres non réducteurs : -Saccharose -Maltose 5% -Isomaltose -Erllose à Mélézitose -Raffinose -Kojibiose10% -Dextrantriose	*Acide gluconique *Acide succinique *Acide malique *Acide oxalique *Acide glutamique *Acide pyroglutamique *Acide citrique *Acide gluconique *Acide formique *Acide butyrique *Acide caprique *Acide caproïque *Acide valérique	*Matières albuminoïdes *Matières azotées *Traces de : Proline -Trypsine -Leucine -Hystidine -Alanine -Glycine -Méthionine -Acide aspartique	*Traces de: -Thiamine: VitB1 -Riboflavine: VitB2 -Pyridoxine: VitB6 -Biotine: VitB8 -Acide ascorbique: Vit C -Acide pantothénique: Vit B5 -Acide folique: Vit B9 -Nicotinamide: Vit B3 =Vit PP	*Amylase α et β Invertase *Traces de: -Catalase -Enzymes Acidifiantes- Glucose oxydase	*Calcium *Magnésium Potassium Fer Cuivre Manganèse Bore Phosphore Silicium	*Esther volatils *Acétylcholine *Pigments *Colloïdes *Facteur antibiotique (inhibine) *Eléments figurés (pollen)



L'hydroxyméthylfurfural (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, etc. (PROST , 2005).

1.4.1. Contamination

1.4.1.1. Métaux lourds

Le miel doit être exempt de métaux lourds à des concentrations qui peuvent constituer un risque pour la santé humaine, les produits visés par les dispositions de la présente norme doivent être conformes aux limites maximales fixées pour les métaux lourds par les commissions du codex alimentaires.

1.4.1.2 - Résidus de pesticides et de médicaments vétérinaires

Les produits visés par les dispositions de la présente norme doivent être conformes aux limites maximales des résidus fixées pour le miel par la commission du codex alimentaires.

1.5. Les différents types de miel


La variété types de miel est très grande, mais il est cependant possible d'opérer des classements en utilisant divers critères.

1.5.1. Selon l'origine florale

A)- Les miels mono floraux

Ce sont des miels qui proviennent de façon prédominante d'une plante déterminée, ils sont aussi appelés miels de cru. On peut citer les plus importants : le miel de colza, d'acacia, de romarin, de lavande (MEZIRI, 2004).

B)- Les miels poly-floraux



La majorité des miels proviennent d'une flore bien diversifiée .il est courant que les abeilles visitent à la fois une dizaine ou une vingtaine d'espèces végétales fleurissant en même temps dans leur secteur de butinage (**HUCHET et al., 1996**).

I.5.2. Selon la couleur

- ✚ Miels clairs.
- ✚ Miels fonces.

I.5.3. Selon la méthode d'extraction

- ✚ Miel centrifuge : obtenue par centrifugation de rayons désopercule.
- ✚ Miel presse : obtenue par pressage de rayons, avec ou sans traitement thermique modéré.
- ✚ Miel en rayon : est le miel emmagasine par les abeilles dans les alvéoles de rayons fraîchement construites ne contenant pas de couvain.
- ✚ Miel avec morceaux de rayons : est le miel renferme un ou plusieurs morceaux de rayons (**BOGDANOVE, 2003**).
- ✚ Miel filtre : obtenue par élimination des matières étrangères ce qui entraîne l'élimination de quantités significatives de pollen.
- ✚ Miel égoutté : obtenue par égouttage des rayons désoperculé (**GONNET ET VACHE ,1985**).

I.5.4. Selon l'origine géographique :


En rapport avec la flore habituelle d'une région bien déterminée (miel des Alpes, d'Anjou, de Corse, du gâtinais, de Provence, des Vosges,...) (BOGDANOV, 2003).

I.6. Les effets bénéfiques du miel sur la santé et intérêts thérapeutiques

I.6.1. Sur la santé

I.6.1.1. Propriétés nutritionnelles

Le miel est un aliment naturel, riche en sucres simples (glucose- fructose), directement assimilable, doué d'un pouvoir sucrant important que le sucre blanc, et ayant un apport calorique moindre (100g de miel apportent 300 calorie, alors que 100g de sucre en apportent 400 calorie), donc on l'utilise dans les cas diététique (**KHENFR et FETTAL, 1997**).



Le miel est largement disponible mais son potentiel médical est encore peu exploitable. Son mode d'action n'est pas encore complètement élucidé et ses propriétés curatives demandent plus d'évaluation et d'investissement (GONNET et VACH ,1982).

I.6.1.2. Les propriétés antibactériennes et antifongiques du miel

Le miel non dilué inhibe la croissance des bactéries comme *Staphylococcus aureus*, de certains agents pathogènes de l'intestin et des levures comme *Candida albicans*. A une concentration variant de 30 à 50%, le miel s'est montré supérieur à certains antibiotiques conventionnels utilisés pour traiter les infections urinaires (KHENFER et FETTAL ,1997).

Le mécanisme exact de l'effet antimicrobien du miel n'est pas encore élucidé: un pH faible, une perturbation osmotique des agents pathogènes et une présence des substances bactéricides appelées dans l'ensemble "inhibine", peuvent tous jouer un rôle important dans l'inhibition de la croissance microbienne (FRANTY, 1984).

I.6.1.3. Propriétés anti-diarrhéiques

A une concentration de 40%, le miel a un effet bactéricide sur différentes bactéries de l'intestin souvent associées à la diarrhée et la dysenterie comme *Salmonella*, *Shigella*, *E. coli enteropathogène* et *Vibrio cholera*. Une étude a montré que le miel donné avec un liquide de réhydratation aux enfants réduit la durée de la diarrhée bactérienne (KHENFER et FETTAL ,1997).

I.6.1.4. Propriétés expectorantes et anti-toux

Ces propriétés sont liées à la capacité du miel de diluer les sécrétions bronchiques et d'améliorer la fonction d'épithélium bronchique (PHILIPPE, 1995).

I.6.1.5. Propriétés anti-cicatrisantes de blessures et anti-inflammatoires

Le miel est considéré comme un remède précieux pour le traitement des brûlures, des blessures chirurgicales infectées et des ulcères de décubitus. Le miel est très visqueux capable ainsi d'absorber l'eau entourant les tissus en inflammation. Une étude en Afrique occidentale a montré que la greffe de peau, l'intervention chirurgicale voire l'amputation ont été évitées grâce à l'application locale du miel qui a favorisé la cicatrisation des blessures au moment où le traitement classique a échoué. Une autre étude a montré que grâce à l'application locale du miel, une cicatrisation accélérée des blessures a été observée chez les femmes ayant subi une ablation radicale de vulve à cause d'un cancer. De plus, des auteurs ont suggéré que le miel puisse être utile dans le traitement des ulcères chroniques d'odeurs fétides observées en cas de lèpre (GONNET, 1982 et FRANTY, 1984).




I.1.6.2. Intérêts thérapeutiques du miel

Depuis les périodes antiques, le miel a été employé comme empêchant la détérioration oxydante en nourritures (WANG *et al.*, 2004). IL a été utilisé pour éviter les réactions de brunissement dans le cas des fruits et les légumes (OSZMIANSKI et LEE, 1990 ; MCLELLAN *et al.*, 1995 ; CHEN *et al.*, 2000) et d'oxydation de lipide dans la volaille moulue cuite (ANTONY *et al.*, 2000; 2002 ; MCKIBBEN et ENGESETH, 2002). L'activité de beaucoup de composants en miel (acide ascorbique, composés phénoliques, produits de réaction Maillard, enzymes comme la peroxydase et la catalase, etc) pourraient être responsables de la propriété antioxydant globale du miel (WANG *et al.*, 2004). Les Egyptiens et les Grecs antiques avaient l'habitude d'utiliser le miel pour traiter des blessures et les diverses maladies gastro-intestinales.

Ces dernières années, beaucoup d'attention s'est concentrée sur la nourriture naturele comme nutritionnelle en se basant beaucoup plus sur les recettes qui ont été employées pour le traitement des maladies dans les périodes antiques. Le mécanisme de l'effet du miel sur la santé humaine est graduellement devenu évident dans un certain nombre d'études (BURDOCK, 1998).Il a été prouvé que le miel possède deux propriétés majeurs antimicrobienne et antioxydants, utiles dans la stimulation des blessures et des brûlures curatives et dans les traitements d'ulcères gastriques (GHELDOLF et ENGESETH, 2002; GHELDOLF *et al.*, 2003 ; SCHRAMM *et al.*, 2003). Les propriétés antimicrobiennes du miel a pris la grande part dans le domaine de la recherche (AL-SOMAL *et al.*, 1994; BRADY *et al.*, 1996 ; MOLAN, 1992).Selon WHITE (1979), L'effet médical le plus actif du miel est sa propriété antimicrobienne. Le mécanisme de cette fonction se relie à son osmolarité élevée et à son acidité (MOLAN, 1992; WILLIX *et al.*, 1992), et à son contenu en inhibines (MOLAN, 1992), tels que le peroxyde d'hydrogène, flavonoïdes (POSTMES *et al.*, 1993), et les acides phénoliques (acide caféique et férulique).

L'agent antimicrobien dans quelques types de miel est principalement l'hydrogène peroxyde (peroxyde d'hydrogène) formé par la glucose oxydase synthétisée par l'abeille. Chez d'autres miels, l'agent antimicrobien est un composé non-peroxydique dérivé directement de la fleur. Par conséquent, l'efficacité antimicrobienne diffère d'un miel à un autre.

Les propriétés antimicrobiennes du miel ont été examinées dans plusieurs études.



WAHDAN ,(1998) a prouvé que dans 21 types de bactéries, telles que les *Pneumoniae*, d'*Escherichia coli*, de *Staphylococcus aureus*, de *klebsiella*, et le *Pseudomonas aeruginosa*, et 2 types de mycètes *in vitro*, le miel contenant 80% de glucose et fructose a neutralisé tous les microbes pathogènes.

JEDDAR et al., (1985) ont prouvé que le miel à une concentration de 40% était bactéricide à l'encontre de diverses bactéries gramme négatives et gramme positives, en particulier *Shigella* de salmonelles, *E. coli*, et *Vibrio choléra*.

Du miel également a été employé pour le traitement de la dyspepsie et des ulcères gastriques et duodénaux, qui semble être provoqué principalement par l'infection dûe à *Helicobacter pylori*.

AL SOMAL et al., (1994) ont prouvé que le miel provoque l'inhibition totale de la croissance d'*H. pylori*. Cette inhibition par le miel de Manuk:a s'est produite même à une concentration de 5%.

En plus de l'effet antibactérien sur germes pathogènes, les scientifiques ont rapporté que le miel a un effet protecteur sur les lésions des muqueuses gastriques aiguës induites par l'éthanol de 50%.

Basé sur ces données, le miel peut fournir une thérapie efficace pour les blessures infectées et la maladie gastro-intestinale infectieuse.


Récemment, beaucoup d'investigations ont été concernées par les propriétés anti oxydantes de différents produits alimentaires.

Des capacités anti-oxydantes ont été habituellement attribuées à l'activité des enzymes anti-oxydantes (principalement dismutase de superoxide, peroxydase, catalase) aussi bien qu'à la teneur en antioxydants à faible poids moléculaire tels que des caroténoïdes, tocophérols, acide ascorbique, substances phénoliques (**BARTOSZ, 1997; LARSON, 1988**).

La capacité élevée des constituants phénoliques à neutraliser les radicaux libres est fortement associée à leur structure, tels que les liens doubles conjugués et le nombre de groupes d'hydroxyle dans l'anneau aromatique, la plupart du temps attribués aux flavonoïdes et aux dérivés de l'acide cinnamiques (**FOTI et al., 1996; NATELLA et al., 1999; SILVA et al., 2000**).

Un antioxydant en particulier, le pinocembrin, qui est unique au miel, est actuellement étudié pour ses propriétés antibactériennes (**ANONYMES, 2005**).

La consommation du miel a beaucoup d'intérêts pour les diabétiques. Il a été prouvé que le miel stimule la motricité intestinale (**LADAS et RAPTIS, 1999**), ainsi que la



production des cytokines (TONKS *et al.*, 2003), avec des effets ressemblant aux antibiotiques 'prebiotic effect' (SANZ *et al.*, 2005 ; EZZ EL ARAB *et al.*, 2006).

Des recherches ont été réalisées sur l'absorption du miel et ses effets thérapeutiques chez les diabétiques. Il a été trouvé que le miel contient des proportions différentes en glucose et fructose qui sont respectivement 1/4 et 3/4 (WHITE, 1975 ; 1980).

D'autres chercheurs ont prouvé que la présence de glucose facilitait l'absorption du fructose et vis versa (TRUSWELL *et al.*, 1988 ; SHIOTA *et al.*, 2002). Le fructose et le miel ont montré leurs effets sur la valeur de l'indice de glycémie par rapport au saccharose (SHAMBANG *et al.*, 1990).

La présence de l'eau oxygénée (peroxyde d'hydrogène) dans le miel lui permet de jouer le rôle d'un agent mimétique fort de l'insuline. (CZECH *et al.*, 1974 ; HAYES *et LOCKWOOD*, 1987; HEFFETZ *et al.*, 1990; BANG *et al.*, 2003).

I.7. Conservation du miel et principales modifications subies pendant le stockage

La qualité et les propriétés biochimiques du miel sont relié à la maturité de miel, aux méthodes de production, aux conditions climatiques, et celles des traitements et de stockage, aussi bien qu'à la source de nectar du miel (BOGDANOV *et al.*, 1999; CRANE, 1979; PERSANO ODDO *et BOGDANOV*, 2004; WHITE, 1978).


Comme tout produit biologique, le miel subit au cours du temps des modifications plus ou moins importantes selon sa composition et les conditions de sa conservation.

Il est donc utile de bien connaître les conditions de stockage, les phénomènes qui se déroulent au cours du vieillissement du miel 'et qui influencent la qualité du produit.

Le miel doit être conservé à l'abri de l'air surtout l'air humide, car il est très hygrosopique.

L'absorption d'eau par le miel est toujours un accident grave susceptible d'entraîner des modifications physico-chimiques profondes se terminant par la fermentation du produit. Le choix du lieu de stockage, des récipients et des emballages utilisés pour la conservation et le conditionnement du miel sont donc très importants

Un autre facteur qui a un effet néfaste sur la qualité du miel est l'oxygène de l'air. li



provoque l'oxydation des sucres qui peut se traduire avec le temps par un brunissement accéléré et une dégradation de la qualité au niveau aromatique du miel (GONNET, 1982).

I.8.La production du miel et leur commercialisation

Depuis quelques dizaines d'années, la commercialisation du miel a cependant subi de profondes transformations. De plus en plus, la production du miel est appelée à passer par des circuits commerciaux complexes qui nécessitent la mise en oeuvre de moyens modernes de conditionnement pour assurer une présentation agréable et la fourniture en quantités importantes de produits d'excellente qualité. L'obtention de très grosses quantités d'un produit homogène et irréprochable nécessite l'application d'une véritable technologie du miel, dont on peut situer la naissance vers 1929 avec les travaux de Dyce sur la cristallisation contrôlée, et qui constitue, à l'heure actuelle, un objet de recherches et de mises au point continues.


Les problèmes de technologie commencent à se poser dès la récolte du miel. Viennent ensuite la maturation, l'ajustement de la teneur en eau, la refonte, la pasteurisation, la cristallisation dirigée, le conditionnement et la conservation (LOUVEAUX, 1968).

I.8.1. La récolte du miel

D'après DONADIEU (1984), La récolte de miel par l'apiculteur a lieu en général après une miellée (qui correspond à la période de production de nectar par la flore susceptible d'en fournir) et lorsque les 3/4 des alvéoles des rayons de cire sont operculés.

C'est ainsi que dans le midi de la France, le miel est récolté entre les mois d'avril et de novembre, en une ou plusieurs fois, La première récolte ne débute habituellement qu'à la fin du mois de mai.

I.8.2. Enlèvement des cadres :



L'apiculteur retire les cadres de miel, après avoir chassé les abeilles par enfumage, il transporte les hausses dans la miellerie et enlève les opercules à l'aide d'un couteau à désoperculer (**HUCHET et al, 1996**).

I.8.3. L'extraction de miel

a .La désoperculation

C'est l'enlèvement des opercules. Avec ou sans passage à l'étuve, la désoperculation se pratique dans une pièce tiède et bien fermer (**PROST, 2005**).

Selon DONADIEU (1984), il y a deux procédés de désoperculation :

- soit à la main avec un couteau, un rabot ou une herse à désoperculer,
- soit mécaniquement grâce à des machines spéciales conçues pour cette opération.

b. L'extraction


BIRI, (1986), signale que l'extraction doit être exécutée avec un extracteur, c'est à dire un récipient en général cylindrique revêtu d'acier inoxydable, qui permet d'extraire le miel des rayons par la force centrifuge sans que ceux-ci soient endommagés. (figure n°03)

c. La filtration

Le miel est recueilli sur un filtre, qui va retenir les débris de cire entraînés lors de l'extraction, et être reçu dans un bac avant d'atteindre, après un deuxième filtrage le maturateur qui est un simple récipient de décantation pour lequel le terme d'épurateur serait préférable.

Selon **LOUVEAUX (1985)**, Les filtres couramment utilisés en apiculture sont de simples tamis à maille de 0,1 mm. Leur efficacité est suffisante pour éliminer du miel les déchets de cire et les grosses impuretés. L'installation des filtres ne se justifie que sur des circuits de conditionnement industriels.

I.8.4. La maturation de miel



L'extraction centrifuge ne fournit pas directement un miel prêt à la mise en pots. Pour obtenir un miel commercialisable il est indispensable de l'épurer (LOUVEAUX, 1985). Selon PROST (1987), la maturation signifie épuration, quand il s'agit du miel.

Selon le même auteur, la maturation est une simple décantation dans un récipient où le miel abandonne ces impuretés (débris de cire, amas de pollen), ainsi que les bulles d'air incorporées pendant l'extraction.

D'après LOUVEAUX (1985), la meilleure façon d'épurer le miel est encore de le laisser reposer pendant quelques jours dans un récipient appelé maturation, DONADIEU, (1984), signale que la maturation dure 2 à 8 jours.

1.9. La qualité du miel

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

1.9.1. Les critères de qualités

1.9.1.1. Teneur en eau :

Tant le Codex Alimentarius que la norme de l'UE prescrivent actuellement une teneur en eau maximale de 21%. Le miel qui contient une teneur en eau élevée fermente plus facilement. Les deux projets proposent de maintenir la valeur maximale de 21 g d'eau/100 g de miel. Comme l'ont montré des mesures effectuées ces dernières années, l'exception pour le miel de trèfle n'est pas justifiée. En effet, la teneur en eau maximale du miel de trèfle devrait aussi être de 21 g / 100 g, car en pratique, des valeurs aussi élevées sont rarement atteintes. En Suisse, la norme de 20 g / 100 g a fait ses preuves pendant les vingt dernières années jusqu'à la dernière révision de l'Ordonnance sur les denrées alimentaires dans laquelle la valeur maximale de l'Union européenne (21 g/100 g) a été reprise. Un grand nombre d'organisations apicoles nationales (par exemple en Allemagne, Belgique, Autriche, Italie, Suisse, Espagne) ont des valeurs maximales pour la teneur en eau de 17,5 à 18,5 g/100 g pour les catégories spéciales du miel de qualité. Les contrôles chimiques effectués jusqu'à aujourd'hui pour le miel de qualité FSSA ont montré que la teneur en eau de plus de 95% des miels est inférieure à la valeur prescrite de 18,5

Tableau 03 : Effet de la teneur en eau sur le risque de fermentation dans le miel (SCHWEITZER, 2001).

Teneur en eau	Son effet sur le risque de fermentation dans le miel
A moins de 17,1%	Quel que soit leur nombre, les levures ne peuvent se multiplier, la pression osmotique est importante, le miel ne peut donc fermenter.
De 17,1 à 18%	Pas de fermentation si le nombre de levure est inférieur à 1000 par gramme.
De 18,1 à 19%	Pas de fermentation si le nombre de levures est inférieur à 10.
De 19,1 à 20%	Pas de fermentation si le nombre de levures est inférieur à 1.
Au dessus de 20%	Risque de fermentation dans tous les cas.

I.9.1.2. Teneur en sucres réducteurs et saccharose apparent

La teneur en sucres réducteurs et saccharose apparent n'a pas une signification pour la détermination de la qualité du miel. Voilà pourquoi cette norme doit être remplacée par une norme concernant les sucres spécifiques.


I.9.1.3. Teneur en substances insolubles dans l'eau

En mesurant les substances insolubles dans l'eau, on peut déterminer les impuretés dans le miel.

La valeur proposée est semblable à l'ancienne valeur qui, elle, provient de l'époque où une partie importante des miels récoltés aux quatre coins du monde était extraite par pressage des rayons. Aujourd'hui, la quasi-totalité des miels que l'on trouve dans le commerce est extraite par centrifugation. Le maxima de 0,1 g/100 g autorisé par les normes du Codex Alimentarius et de l'Union européenne nous paraît trop élevé. Souvent, ce sont des valeurs plus faibles qui sont déterminées et qui se trouvent entre 0,005 et 0,05 g/100 g. Il n'est malheureusement pas possible, par la méthode prescrite, de mesurer la quantité de cire, impureté insoluble dans l'eau se trouvant en quantité relativement importante dans le miel.

I.9.1.4. Teneur en substances minérales (cendres)

La teneur en cendres est un critère de qualité qui dépend de l'origine botanique du miel: le miel de nectar a une teneur en cendres plus faible que le miel de miellat (VORWOHL, 1964).



Actuellement, la détermination de la teneur en cendres est remplacée par la mesure de la conductivité électrique. La teneur en cendres pourrait être maintenue provisoirement jusqu'à ce que la conductivité électrique soit reconnue comme norme internationale.

I.9.1.5. Acidité :

L'acidité est un critère de qualité important. La fermentation du miel provoque une augmentation de l'acidité dans le miel, c'est pourquoi une valeur maximale est très utile, bien qu'il existe une fluctuation naturelle considérable. L'ancienne norme prescrit une valeur maximale de 40 milliéquivalents/kg. Dans le projet du Codex Alimentarius, elle a été augmentée à 50 milliéquivalents/kg, étant donné qu'il existe quelques sortes de miels qui ont une teneur naturelle en acide plus élevée (**HORN et LULLMANN, 1992**).

I.9.1.6. Activité de la diastase

L'activité de la diastase, enzyme du miel, est un facteur de qualité, qui est influencé par le stockage et le chauffage du miel et qui est par conséquent un indicateur de fraîcheur et de sur chauffage du miel. Bien que l'activité de la diastase ait une large fluctuation naturelle, il s'est révélé que l'indice diastasique minimal actuel de 8 est adéquat. Lors de l'interprétation des résultats de l'activité diastasique, il faut tenir compte du fait que certains miels monofloraux ont une activité diastasique naturellement basse. Bien que les projets de l'Union européenne et du Codex Alimentarius proposent une même valeur pour l'activité minimale de la diastase, il existe une différence importante: alors que dans le projet du Codex, la valeur prescrite est valable lors de la mise en pot, dans le projet de l'Union européenne, elle est valable pour l'ensemble des miels du commerce. Cela signifie que la norme européenne est plus sévère, car plus le stockage est long, plus l'activité de la diastase diminue. D'après **LOUVEAUX (1968)**, au cours de vieillissement à la température ordinaire, la teneur en enzymes du miel tend progressivement vers zéro.

I.9.2.7. Teneur en hydroxyméthylfurfural HMF

La formation d'HMF provient d'une dégradation lente du fructose lequel, en milieu acide, se décompose et perd trois molécules d'eau. Ce processus est également accéléré par le chauffage.

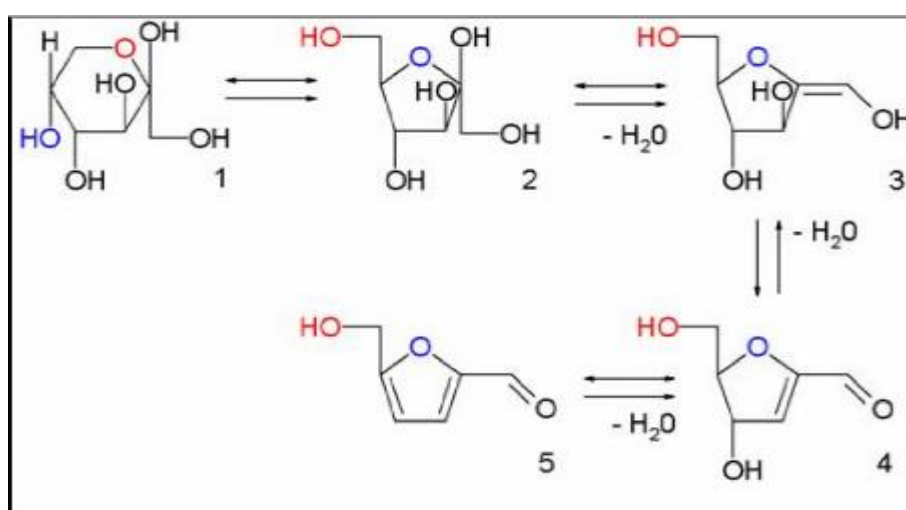
La présence d'HMF dans les miels est donc un révélateur de dégradation plus ou moins avancé de produit (MAKHOULFI *et al.*, 2007).

Et comme l'HMF est utilisé dans d'autres intérêts, des chercheurs de l'Université du Wisconsin- Madison aux Etats-Unis viennent de développer un nouveau procédé de synthèse du HMF à partir du fructose caractérisé par un rendement amélioré et une extraction plus facile du produit.


Les chercheurs ont également augmenté la solubilité du HMF dans le solvant réactionnel, la MIBK (methyl iso butylène cétone), en lui ajoutant de petites quantités de butanol-2, ce qui facilite l'extraction du HMF de la phase aqueuse en cours de procédé et avant qu'il ne réagisse avec elle.

La récupération du produit se fait ensuite après distillation du solvant, avec l'avantage que la MIBK possède un point d'ébullition relativement bas qui améliore le rendement d'extraction du HMF .

La figure ci- dessus montre en série : Fructopyranose (1), fructofuranose (2), et deux intermédiaires de l'étape de la déshydratation (non isolé) (3, 4) et finalement HMF (5)



La figure N°1: synthèse d'HMF .



D'après **MORCEAU *et al.*, (1994)**, l'apparition de ce composé est le résultat de la transformation des sucres simples et plus particulièrement du fructose en hydroxyméthylfurfurale, 5-(hydroxyméthyl)-2 furaldehyde (HMF).

L'acidité et la teneur en eau élevées favorisent cette transformation, mais l'excès de chaleur et un entreposage prolongé sont des facteurs encore plus importants dans ce processus.

L'HMF est un des facteurs de la qualité du miel. À la récolte, le miel n'en possède pas, mais le temps et la température favorisent sa formation. Cet important facteur relatif à la qualité du miel est lui aussi un indicateur pour la fraîcheur et le surchauffage du miel. Le miel brut ne contient pratiquement pas d'hydroxyméthylfurfural (HMF), cependant sa teneur augmente au cours du stockage en fonction du pH du miel et de la température de stockage. Quelques associations européennes d'apiculteurs (Allemagne, Belgique, Italie, Autriche, Espagne) vendent une partie de leur miel en tant que "miel de qualité" avec un taux maximal de 15 mg/kg. Jusqu'à présent, le contrôle chimique de la FSSA a montré que le taux de HMF de plus de 95% des miels est de moins de 15 mg/kg. Dans le commerce international, un taux maximal de 40 mg/kg s'est révélé acceptable. La proposition du Codex prévoit un taux maximal de 60 mg/kg. Cette proposition d'un taux maximal plus élevé se base sur le fait que, dans les pays chauds, la teneur en HMF du miel augmente plus rapidement avec la durée de stockage. La proposition la plus récente de l'UE exige un taux maximal de 40 mg/kg vu que cette norme s'est révélée réaliste pour les conditions européennes.

Il existe encore une autre différence entre les deux propositions. Comme c'est le cas pour la diastase, la teneur du Codex Alimentarius est valable lors de la mise en pot alors que la proposition de l'UE est valable pour l'ensemble des miels du commerce. Vu que le taux de HMF continue d'augmenter avec la durée de stockage, la proposition de l'UE est beaucoup plus sévère que celle du Codex Alimentarius. (**BOGDANOV *et al.*, 1999**).

I.9.1.8 Teneur en glycérol :

D'après **SCHWEITZER (2000)**, la présence du glycérol est naturellement faible dans les miels du fait de quelques levures. La corrélation est parfaite entre le taux de glycérol dans le miel et l'importance de la fermentation subie par celui-ci. Les miels ne doivent pas contenir plus de 300mg/kg de glycérol, sinon il ne sera plus commercialisé **CETAM (2006)**.

I.9.2. Les normes de miel

En Europe les critères de qualité du miel figurent dans une directive européenne et dans les normes du codex alimentarius (**tableau 4**) (**Bogdanov ,1999**), de nouveaux critères de qualité tels que la teneur en sucres spécifiques et la conductivité électrique sont pris en considération (**Tableau 5**) .Les taches futures de la commission internationale du miel consisteront a rassembler et a harmoniser les méthodes et les critères pour la caractérisation des miels monofloraux.

Tableau 4 : Les normes de miel selon Codex Alimentarius et l'Union Européenne (**BOGDANOV ,1999**).

Critères de qualité		Codex-	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	Miels qui ne sont pas mentionnés ci-dessous	65 g /100 g	65 g /100 g
	Miel de miellat ou mélanges de miel de miellat et de nectar	45 g /100 g	60 g /100 g
	<i>Xanthorrhoeapr.</i>	53 g /100 g	53 g /100 g
Teneur en saccharose apparent	Miels qui ne sont pas mentionnés ci-dessous	5g/100g	5g/100g
	<i>Robini, Lavandula, Hedysarum, Trifolium, Zitrus, Medicago, Eucalyptus cam., Eucryphialuc. Banksia menz.*</i>	10 g/100 g	10 g/100 g
	<i>Calothammus san., Eucalyptus scab., Banksiagr.</i> Miel de miellat et mélanges de miel de miellat et de nectar	15 g/100 g	-
Teneur en matières insolubles dans l'eau	Général	0,1 g/100 g	0,1 g/100 g
	Miel pressé	0,5 g/100 g	0,5 g/100 g
Teneur en matières minérales (cendres)	Teneur en matières minérales (cendres)	0,6 g/100 g	0,6 g/100 g


	Miel de miellat ou mélanges de miel de miellat et de nectar, miel de châtaignier	1,2 g/100 g	1,2 g/100 g
Acidité	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		
	Miels avec une teneur enzymatique naturellement faible	3	3
Teneur en hydroxyméthylfurfural	Après traitement et mise en pot (Codex)	60 mg/kg	40 mg/kg
	Tous les miels du commerce (UE)		

Tableau 5: Teneur en sucre et conductivité électrique: Proposition d'une nouvelle norme (**Bogdanov, 1999**).

Nouveaux critères de qualité proposés		Valeur proposée
Teneur en sucre	Somme du fructose et du glucose	
	Miel de nectar	≥ 60 g / 100 g
	Miel de miellat ou mélanges de miel de miellat et de nectar	≥ 45 g / 100 g
	<i>Saccharos</i>	≤ 5 g / 100 g
	Miels qui ne sont pas énumérés ci-dessous	
	<i>Banksia, Zitrus, Hedysarum, Medicago, Robinia, Rosmarinus</i>	≤ 10 g / 100 g
	<i>Lavandula</i>	≤ 15 g / 100 g
Conductivité électrique	Miel de nectar à l'exception des miels énumérés ci-dessous et des mélanges de ceux-ci; mélanges de miel de miellat et de nectar.	≤ 0,8 mS/cm
	Miel de miellat et de châtaignier, à l'exception des miels énumérés ci-dessous et des mélanges de ceux-ci. Exceptions: <i>Banksia, Erika, Eucalyptus, Eucryphia, Leptospermum, Melaleuca, Tilia.</i>	≥ 0,8 mS/cm

I-10 .Signes d'identification de la qualité et d'origine au niveau international

Une présentation des différents cadres institutionnels et réglementaires existants en Europe et en France et concernant la mise en place de signes



spécifiques de qualité aux produits agricoles et agroalimentaires entre autre le miel, serait intéressant pour qu'on puisse se positionner par rapport à notre législation en Algérie.

I-10-1 Au niveau européen

Quatre principaux signes officiels de qualité :

a) Appellation d'origine protégée (AOP)

Ce signe garantit, pour un produit donné, que sa production, sa transformation et son élaboration ont lieu dans une aire géographique ou un terroir déterminé avec un savoir-faire reconnu et constaté. Cette garantie est assurée par un organisme agréé par les pouvoirs publics, indépendant, dans le cadre des démarches européennes de qualité. Ce signe peut s'appliquer au miel

b) Indication géographique protégée (IGP)

Ce signe garantit un lien suffisant entre le produit et son origine, à l'un des trois stades au moins celui de la production, de la transformation ou de l'élaboration du produit. Il peut concerner le miel. Ce sigle est soumis au contrôle d'un organisme certificateur indépendant agréé par les pouvoirs publics, dans le cadre des démarches européennes de qualité.

c) Spécialité traditionnelle garantie (STG)

Ce signe met en valeur une composition traditionnelle du produit ou un mode de production traditionnelle. Cette mention permet de protéger un nom caractérisant une recette ou un savoir-faire traditionnel. Il peut concerner le miel. De la même manière que les signes précédents, ce signe est soumis au contrôle d'un organisme certificateur indépendant agréé par les pouvoirs publics, dans le cadre des démarches européennes de qualité.

d) Agriculture biologique (AB)

C'est un ensemble de pratiques agricoles respectueuses des équilibres écologiques et de l'autonomie des agriculteurs. L'Agriculture Biologique se distingue par son mode de production fondé sur la non utilisation de produits chimiques de synthèse, le recyclage des matières organiques, la lutte biologique. C'est l'équivalent français du signe de qualité européen AB. Il est soumis au contrôle d'un organisme certificateur indépendant agréé par les pouvoirs publics, dans le cadre des démarches officielles de qualité.

Ce sigle indique que le produit est issu de pratiques agricoles respectueuses des équilibres écologiques. Il concerner également le miel, et il est soumis aux mêmes conditions de contrôle (**REGARD , 1988 ;BOGDANOV et al., 1999**).



I-10-2 .Au niveau français

Trois principaux signes reconnus:

a) Label rouge (LR)

Ce signe garantit la qualité gustative supérieure du produit, avec des critères qualitatifs de l'élevage au distributeur. Cette qualité gustative est déterminée par des analyses sensorielles effectuées chaque année auprès des consommateurs. Elle est assurée par des contrôles d'un organisme certificateur indépendant agréé par les pouvoirs publics, dans le cadre des démarches officielles de qualité.

b) Appellation d'origine contrôlée (AOC)

C'est l'équivalent français de l'Appellation d'Origine Protégée européen (AOP). Ce signe implique un lien étroit entre le produit, le terroir et le savoir-faire de l'homme.

c) Autres démarches officielles françaises

Parmi les autres démarches officielles de qualité, on distingue les mentions valorisantes (Produit de montagne et Fermier) et la certification de produits (CQC).

d) Produit de Montagne.


Cette mention garantit que les matières premières, les produits agricoles ou agroalimentaires sont obtenus et élaborés dans une zone de montagne.

e) Fermier.

Cette mention garantit que les matières premières principales et fondant la particularité du produit ont été obtenues et élaborées sur une exploitation agricole.

f) Critères de qualité certifiée (CQC) :

Cette mention prouve que le produit possède des qualités spécifiques ou se conforme à des règles de fabrication particulières. Ces critères sont soumis au contrôle d'un organisme certificateur indépendant agréé par les pouvoirs



publics, dans le cadre des démarches officielles de qualité (**SOBOT , 1995 ; REGARD , 1988 ; MARCEAU,2008**).

II. La palynologie

II.1. Palynologie est ses applications

La palynologie est l'étude scientifique des pollens et les spores.

Un pollen est souvent spécifique d'un groupe végétal (famille, genre), parfois même de l'espèce : il est possible d'identifier une espèce végétale par l'observation de son pollen. Les caractères observés sont la taille (de 2,5 à 200 micromètres), la forme générale et l'aspect de l'exine : la stratification, les sculptures et granulations de la surface, le nombre, la forme et la disposition des ouvertures.


Les applications de la palynologie sont nombreuses :

- ✚ la palynologie apporte des éléments utiles dans les études de systématique végétale.
- ✚ la paléopalynologie est l'étude des pollens fossiles : elle permet de donner des informations sur le climat et la végétation au cours de l'ère quaternaire .

- ✚ l'aéropalynologie, qui consiste à analyser la présence dans l'air de différents types de pollens, a des applications en médecine (pathologies allergiques) et en agronomie (pollinisation).
- ✚ la méliisso palynologie est l'étude des pollens présents dans le miel, ce qui permet de détecter les mélanges et les fraudes. **(PELTRE, 1998)**.

II.2. Les analyses polliniques

L'analyse pollinique d'un miel n'est pas une analyse de la composition florale d'un miel. Cela s'explique aisément car les miellats ne contiennent généralement pas de pollen des espèces dont ils sont issus. Certaines fleurs comme le lavandin (plante stérile), Les nectars issus de nectaires extra floraux, des fleurs femelles des espèces monoïques et dioïques ne contiennent pas de pollen non plus. Par contre, on trouvera dans les miels des grains de pollen



provenant de la récolte de pollen en pelotes par les abeilles ainsi que ceux qui sont issus de certaines pratiques apicoles (échanges de cadre, transhumance...). L'analyse pollinique des miels est très importante. Elle est un élément déterminant dans la majorité des appellations mono florales. Elle donne des informations sur les espèces qui ont été utilisées par les abeilles, sur la présence éventuelle de miellat (éléments indicateurs de miellat), sur une éventuelle fermentation (présence de levures), sur des mauvaises pratiques apicoles (miels mal épurés) et sur l'origine géographique du miel (**SCHWEITZER, 2010**).


II.2.1. La Méliko-palynologie

La palynologie appliquée à l'apiculture ou la Méliko-palynologie est une discipline très ancienne puisqu'elle a ses origines dans les observations de (**PFISTER, 1895**) la présence constante des grains de pollen dans les miels. Le terme «Méliko-palynologie» n'est apparu qu'en **1966 et c'est MAURIZIO** qui lui a donné le statut d'une discipline scientifique moderne dont l'ouverture sur l'apiculture est de plus en plus prouvée.

La méliko-palynologie étudie le miel et son contenu pollinique. En analysant le pollen d'un échantillon de miel, il est possible de déterminer son origine géographique et de savoir quelles plantes ont été visitées par les abeilles. Le miel d'une seule espèce végétale est souvent plus précieux que le miel provenance de multiples espèces. (**SCHWEITZER, 2010**).

II.2.1.1. Les méthodes utilisées en méliko-palynologie

Depuis les travaux fondamentaux de **ZANDER ,(1935)**, un grand nombre d'examen microscopiques de miels ont été faits dans beaucoup de pays Européens ou autre. L'expérience ainsi acquise, rend souhaitable de donner une nouvelle version des «méthodes d'analyse pollinique des miels » publiées par la Commission Internationale de Botanique Apicole de l'Union Internationale des Sciences Biologiques UISB (1962 /1963) in (**LOUVEAUX et al., 1970**).



Le principe de ces méthodes repose sur le fait que tous les miels naturels contiennent en suspension avant et après leur extraction des constituants figurés microscopiques dont les plus importants sont les grains de pollen provenant des fleurs que l'abeille a visitées pour la récolte du nectar. Outre les grains de pollen, les miels naturels peuvent contenir en très faibles quantités: des spores de champignons, des algues microscopiques, des levures, des grains d'amidon, des fragments d'insectes et des poussières atmosphériques.

Par centrifugation d'une solution de miel dans l'eau, les éléments figures peuvent être concentrés dans un très faible volume pour en confectionner des préparations dont l'examen sous microscope apporte les informations sur son origine botanique, son origine géographique, son mode d'extraction, sa souillure éventuelle par des matières insolubles dans l'eau, son état de conservation et son degré de filtration.

L'identification des pollens, des spores de champignons et autres éléments figures d'origine végétale renseigne sur l'origine botanique et géographique du miel.


La mesure ou la simple estimation du volume de culot de centrifugation permet d'obtenir des informations sur le mode d'extraction et le degré de filtration du miel.

L'abondance relative des levures renseigne sur l'état de conservation du miel, quand à l'abondance relative des poussières atmosphériques, des particules minérales, des fragments d'insectes ou des grains d'amidon renseigne sur la pureté du miel (ANONYME, 1977).

A)- Méthode classique

La technique d'extraction et de montage des pollens a été codifiée par la Commission Internationale de Botanique Apicole sous la forme suivante:

10 g de miel sont mis en solution dans l'eau chaude (< 40°C) et centrifugé à 3000 tours/minutes pendant 10 minutes. Le culot de centrifugation est prélevé,



dépose sur lame, sèche, inclus dans la glycérine gélatinée et recouvert d'une lamelle. Après solidification complète du milieu, la préparation est lutée au baume du Canada (**LOUVEAUX et al., 1970**).

Ces mêmes auteurs recommandent, pour les miels riches en colloïdes, de centrifuger non pas dans l'eau distillée mais dans l'eau acidulée (5 ml d'acide sulfurique par litre d'eau distillée) afin de permettre la dissolution d'une grande partie de ces colloïdes. Le culot doit être rincé à l'eau distillée par une nouvelle centrifugation pour éliminer l'acide qui pourra se concentrer dangereusement lors du séchage du frottis.

Une autre méthode préconisée par (**LOUVEAUX et al., 1970**), consiste à l'élimination de la plus grande partie des colloïdes ainsi que des petites particules qui gênent l'observation des grains de pollens par la filtration du sédiment mis en suspension dans l'eau sur un filtre Millipore de porosité 3 ou 5 . Le pollen restant sur le filtre est lavé, le filtre puis le sédiment est inclus comme décrit plus haut.


Bien que ces techniques donnent satisfaction dans presque tous les cas, il semble que de nouveaux progrès soient possibles. En effet, d'après **LOUVEAUX (1968)**, les préparations

Obtenues présentent très souvent deux défauts: elles manquent de clarté, ce qui rend plus difficiles les observations, et elles se conservent mal.

B)- Méthode d'acétolyse

Jusqu'à **1970**, la Commission Internationale de Botanique Apicole de l'U.I.S.B, ne mentionne pas l'acétolyse du miel parmi les méthodes de Méliisso-palynologie.

En **1967**, **VORWHOL** exclut l'acétolyse des méthodes d'analyse du miel comme prenant trop de temps et provoquant la destruction d'éléments figurés accessoires tels que les algues, levures, morceaux d'insectes intéressant pour l'étude du miel (**GADBIN, 1979**).



Les arguments de **VORWHOL** demeurent valables pour l'étude des divers composants du miel, mais en Méliisso-palynologie plusieurs faits ont rendu nécessaire l'application des méthodes de traitement acétolytique mises au point par **(ERDTMAN ,1952)**.

L'acétolyse seule, permet par la clarification des structures de la paroi pollinique qu'elle opère, une observation assez fine permettant la détermination des formes polliniques et l'identification des taxons inconnus et douteux **(GADBIN, 1979)**.

Ce type de traitement permet une bonne conservation des préparations.


La méthode de l'acétolyse peut se schématiser ainsi:

- ✚ Déshydratation du matériel par l'acide acétique pur.
- ✚ Traitement au bain-marie du matériel dans un mélange des parties d'anhydride acétique et d'une partie d'acide sulfurique.
- ✚ Lavages multiples par centrifugation.

II.2.2. L'analyse sensorielle

C'est une technique qui fait appel tout d'abord au sens de l'observation (couleur, propreté, homogénéité de la masse, défaut éventuel de cristallisation etc...), on procède ensuite à un examen olfactif qui permet de déceler les odeurs et les arômes. Enfin, la dégustation permet d'apprécier les saveurs du miel, d'en percevoir les différentes composantes (goût sucré, acidité ou amertume) on peut aussi, de cette façon apprécier éventuellement la finesse de la cristallisation **(GONNET et VACHE, 1985)**.

Selon leurs origines, les différents miels présentent des caractères visuels, olfactifs, gustatifs et tactiles particulièrement diversifiés. L'examen organoleptique d'un produit est la fiche descriptive donnée par l'ensemble des perceptions sensorielles ressenties par le consommateur. Il peut ainsi apprécier ses qualités essentielles mais aussi ses défauts. Il ne remplace cependant pas les examens physico- chimiques et botaniques mais intervient pour confirmer une appellation.



Ces analyses sont réalisées dans des pièces inodores, climatisées à 20 °C, 60 % d'humidité et en lumière diurne. Les dégustateurs travaillent loin des repas et ne doivent pas porter d'odeurs avec eux. Le miel étudié est versé dans un verre à pied.

II.2.2.1. La Granulation

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

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

II.3. La morphologie pollinique

La morphologie du grain de pollen est caractéristique de chaque espèce.


L'identification des grains de pollen repose sur la taille, la forme, le nombre et la forme des ouvertures (pores et sillons) et l'architecture extrêmement variée de la membrane externe (exine). L'analyse au microscope photonique (grossissement jusqu'à 1000 fois) ne permet pas toujours de réaliser des déterminations au niveau de l'espèce. Chez les herbacées, les déterminations sont réalisées le plus souvent au niveau de la famille. Ainsi la détermination pollinique est bien moins précise que la détermination botanique.

II.3.1. Définition

II.3.1.1. Le grain de pollen

Constitue, chez les végétaux supérieurs, Le grain de pollen est le gamète mâle des plantes à fleurs. Il va servir à féconder les ovules situés dans les ovaires de la plante. Un grain de pollen contrairement aux cellules, possède deux noyaux : un noyau végétatif et un noyau reproducteur. **(PELTRE, 1986)**.

II.3.1.2. Spore :



Les individus diploïdes produisent par réduction chromatique (méiose) une tétrade de spores haploïdes : se sont des sporophytes : appareil végétale.

Il y'a deux types de tétrade : tétra de plane et tétraédrique; le type de tétrade dépend Essentiellement du mode d'apparition des cloisons de la méiose. **(REILLE, 1970).**

La dimension des grains de pollen et des spores est de l'ordre de 5 à 150 micromètres.

Les spores de Bryophytes et de Ptéridophytes s'identifient sur la base de leur forme (ronde, triangulaire, ellipsoïde...), de leur aperture, absente (alète), simple (fente monolète) ou triaxiale (fente trilète), de la présence éventuelle d'une perine, et de l'ornementation du sporoderme (strié, baculé, réticulé...).

II.3.2. Mode d'apparition des cloisons

✚ Apparition successive : figure N° 02

✚ Apparition simultanée : figure N° 03

Les deux divisions de la méiose ont lieux sans qu'aucune cloison n'apparaisse. Les quatre noyaux des spores entourés de leur cytoplasme et contenus dans l'enveloppe de la cellule mère constituent ainsi un petit coenocyte au sein duquel les noyaux se disposent à égale distance les unes des autres, occupant les sommets d'une tétrade régulier fictif (trois sur un plan le quatrième en dehors). C'est à ce moment que les cloisons qui les isoleront apparaissent simultanément par aboutir à la constitution d'une tétrade dite : tétraédrique **(REILLE, 1970).**

Les cellules filles (spores) s'isolent. Les quatre par des cloisons qui sont, soit perpendiculaires, soit parallèles, à la première cloison formée. Les trois possibilités offertes réalisent des tétrades dites planes

**Division
Réductionn**



Figure N° 02 : Mode d'apparition successive des cloisons (REILLE, 1970).

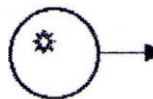
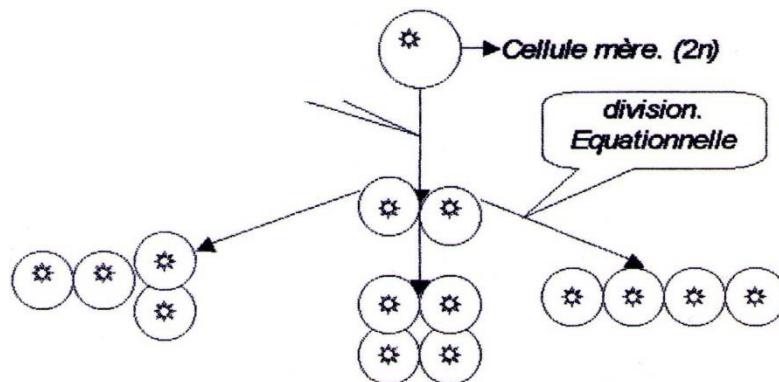


Figure N°



03: Mode

d'apparition simultanée des cloisons à la fin de la méiose : Formation des tétrades tétraédrique. (REILLE, 1970)

- ✚ **Tétrade cruciée** : ou chaque spore est en contact avec deux de ses sœurs, chacune d'elles a une peu la forme d'un quartier d'orange et présente une face interne à la tétrade (face proximale) qui est un dièdre et une face bombée (face distale).
- ✚ **Tétrade tétraédrique**: ou chaque spore est en contact avec trois de ses sœurs, la face interne proximale est un tièdre. (Figure N° 04).

Tétrade cruciée

Tétrade tétraédrique

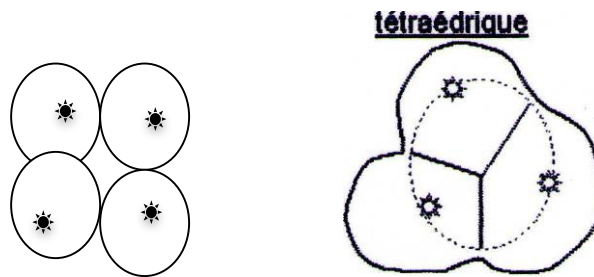


Figure N° 04: Formation des tétrades tétraédrique. (REILLE, 1970)

Spore s'ouvre lors de division soit tétrade ou tétraédrique s'observe une cicatrice «Laesura» c'est une fissure de la paroi spiral as niveau de l'arrête ou des arrêtes du tièdre ou tièdre proximal, c'est le lieu par ou la germination.

La cicatrice permet de distinguer fondamentalement deux types morphologiques des spores.

- ✚ Spores alètes se sont spores sans aperture.
- ✚ Spores monolètes se sont à une seul laesura.
- ✚ Spores trilètes se sont à trois laesure.

II.3.3. Classification de grain de pollen

On peut classer le pollen en 2 familles:

A)- les pollens entomophiles


Récoltés et transportés par les insectes, ils sont tous alimentaires

B)- les pollens anémophiles

Transportés par le vent, ils sont les plus allergisants. Les abeilles butinent les fleurs à pollen entomophile et ne butinent pas les fleurs à pollen anémophile. La seule exception à cette règle est le maïs. Le maïs est une graminée dont le pollen est disséminé par le vent. Néanmoins, l'abeille n'hésite pas à le butiner, malgré sa piètre valeur nutritionnelle. Les cultures intensives de maïs peuvent être contaminées par les pesticides, circulant dans la sève de la plante même. L'on comprend ainsi pourquoi les pièges à pollen sont habituellement retirés dès l'apparition des premières fleurs de maïs.

II.3.4. Les critères morphologiques

II.3.4.1. Les critères Interspécifiques



II.3.4.1.1. La forme

Diffère d'une espèce à autre par les limites externes et les dimensions.

A)- Les limites externes

✚ **Vue polaire:** la plus part des grains dans cette vue paraissent sphériques,

Triangulaires, ou de formes compliquées (**LAUVEAUX, 1970**).

Suivent la vue polaire et l'équatoriale on définit la présence ou l'absence des angles et par conséquent la forme de pollen.

✚ **Vue équatoriale:** Les gains paraissent ellipsoïdale, les sphériques ont des pôles égaux (**CERCEAUX et HIDEUX, 1983**).

Cette vue précise l'axe symétrique perpendiculaire sur l'axe équatorial et traverse la surface des grains de pollen selon l'espace équatoriale.

✚ **Vue méridienne:** Définir la forme globale de pollen et les espaces intérieures_et extérieures de l'exine, son épaisseur dans les régions de pollen ainsi que l'intine.

EX : dépourvu d'angles se sont des espèces circulaires, sphériques, ellipsoïdes.

Pourvu des angles se sont des espèces rectangulaires (obtus, actus); losangiques; rhomboédriques (**CERCEAUX et HIDEUX, 1983**).

✚ **Vue de profil:** Grace au calcul de P et E on peut classifier les formes des grains de pollen :

P/E la forma est isopolaire

P/L la forme est hétéropolaire.

B)-Les dimensions

Pour une étude statistique on doit réfère de **50 à 100** grains à fin d'obtenir une mesure plus au moins réel, la plongeur de pollen varie d'une espèce à l'autre.

✚ **Hétéro polaire :** mesure $L \times I \times H/2$ en um.

- ✚ Iso polaire : mesure en P×E.
- ✚ PE >1 forme longiaxe ; P=E =equiaxe; P/E< 1 breviaxe.
- ✚ Mesure de diamètre : grain dit peri – plantoaperture.

Tableau 06: Les mesures de démentions des grains de pollen se fait en se basant sur la méthode de **(ERDTMAN, 1952)**.

Formes	P/E×100
PROLATE	< 50
OBLATE	50-75
SUBSPEROIDAL	75-133
SUBOBLATA	75-88
OBLATE SPHEROIDAL	88-100
PROLATE SPHEROIDAL	100-114
SUB PROLATE	114-133
PROLATE	133-200
PERPROLALÉ	>200

II.3.4.1.2. Taille, structure et aspect du pollen

La taille du grain de pollen varie entre 5 microns (pollen de Myosotis) et 250 microns (conifères), la taille moyenne d'un grain de pollen étant de 25-30 microns.

Varie entre espèce et familles, elle dépend de l'âge de pollen, les conditions de développement végétatif.


En général le diamètre ne dépasse pas 1 mn le plus petit 2um (Myosotis sp), le plus grand environ 2 -3 mm (Zostera maritima).

Le pollen peut se composer d'un grain isolé (monade inaperturé, poré, colpé ou colporé) ou de grains multiples (dyade, tétrade, polyade) .

Le grain de pollen est le gamétophyte mâle. Il apparaît chez les préspermaphytes, qui ne libèrent donc pas de spores puisqu'elles restent sur le sporophyte.

Le grain de pollen mature est constitué habituellement :

- ✚ de deux ou trois cellules non cloisonnées. Il comporte deux noyaux haploïdes : le plus gros est le noyau végétatif, l'autre le noyau génératif ou reproducteur.

- 
- ✚ La cellule végétative est constituée d'un noyau, d'organites, de petites vacuoles déshydratées et de réserves (amidon, gouttelettes lipidiques).
 - ✚ Sa première fonction est d'assurer la survie du grain de pollen, sa seconde fonction de fabriquer le tube pollinique.
 - ✚ La cellule reproductrice est petite, excentrée et entourée par la cellule végétative. Le noyau est condensé et bloqué en prophase 1 de méiose.

II.3.4.1.3. La couleur

Le pollen peut avoir des couleurs très différentes suivant les fleurs qui sont butinées. Ces couleurs varient des tons de jaune, orange et même rouge sang ou violet jusqu'aux tons verts ou même très sombres, presque noirs. **(PELTRE, 1998).**

II.3.4.2. stratification de la paroi pollinique, les apertures

II.3.4.2.1. La paroi pollinique

Chez les plantes à fleurs (ou phanérogames), le grain de pollen présente deux enveloppes. L'une est externe, l'exine; l'autre est interne, l'intine. L'exine est très différente selon les espèces, ce qui permet la détermination

La cellule est entourée de **l'intine**, une couche en fibres cellulosiques, qui protège le grain de l'écrasement.

A l'extérieur se trouve **l'exine** dont la surface est propre à chaque espèce de plante à fleur. L'exine est constituée de matières grasses, gélifiées, flavonoïdes et vitamines anti-oxydantes liposolubles. L'exine permet au grain de pollen de le protéger contre le vent, le soleil, les U.V. la dessiccation et l'oxydation de l'air lors de son transport d'une fleur à une autre.

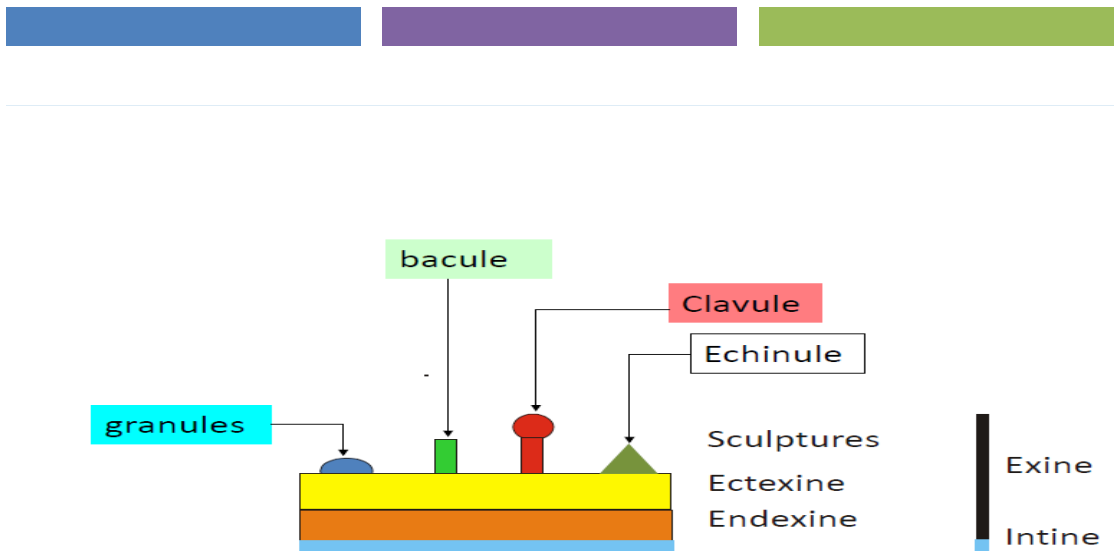


Figure 05 : Paroi pollinique (Ornementation) (DESPRAT, 1992)

A)- L'exine

Une couche externe très résistante, l'exine qui constitue l'exospore. Elle est constituée de sporopollenine. Cette couche comporte des apertures (points de moindre résistance, qui permettront l'émission du tube pollinique qui fécondera l'ovule).

L'exine, fortement cuticularisée résiste à la plupart des dégradations chimiques et biologiques, permettant au pollen d'être diffusé dans l'environnement sans être trop abîmés même si certains pollens meurent néanmoins rapidement.

L'ectexine est plus alvéolaire que les autres couches et peut être lisse (dissémination par le vent) ou ornementée (pour accrocher aux poils animaux, aux pattes des insectes, etc.). Les ornements de l'exine, en forme d'épines, de creux, de "verrues", de crochets ou de motifs propres à chaque espèce permettent souvent l'identification des genres, espèces, ou même de cultivars ou individus.

Ils rendent possible l'identification de la plante qui a produit le grain de pollen, parfois même des millions d'années après sa production, qui sont l'objet de la palynologie.

B)- Les types de l'exine

- ✚ Exine clavulée
- ✚ Exine granulée



✚ Exine échinulée

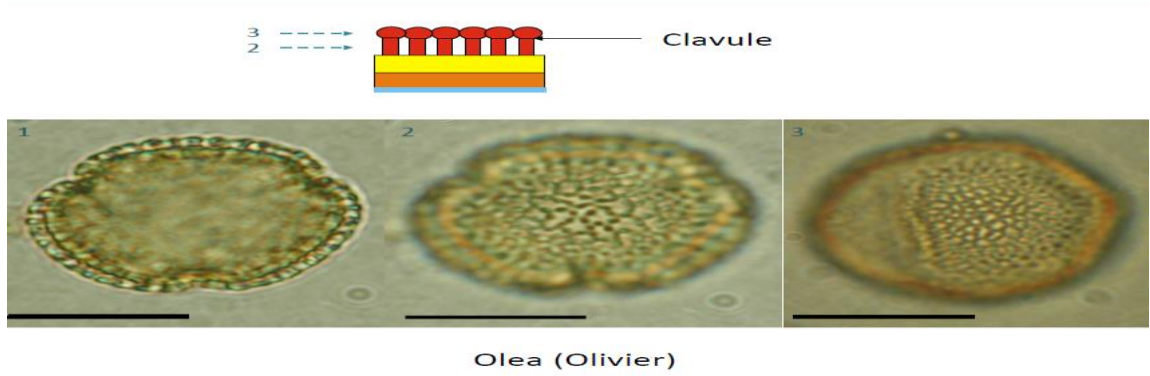


Figure 06 : Exine clavulée (DESPRAT, 1992)

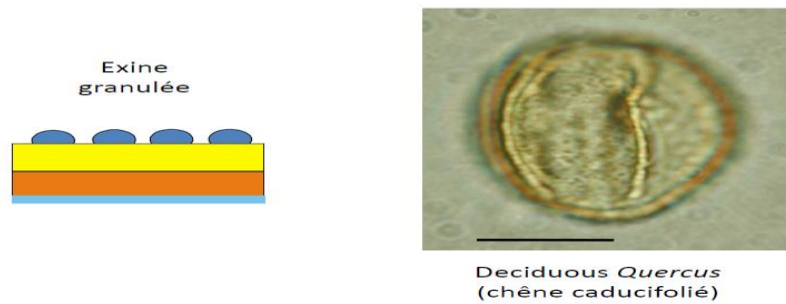



Figure 07 : Exine granulé (DESPRAT, 1992)



Figure 08: Exine échinulée (DESPRAT, 1992)

C)- L'intine



La couche interne qui forme l'endospore. Elle est mince et fragile, constituée de cellulose non modifiée et éventuellement d'autres polysaccharides. Elle est appelée l'intine.

D)- Sporopollenine

Dans les grains de pollen, l'enveloppe la plus externe du grain est faite de sporopollenine. Cette molécule est produite par les cellules au niveau des anthères (partie terminale des étamines produisant les grains de pollen).

Elle est indestructible sinon par oxydation. Lorsque des grains de pollen sont piégés dans les sédiments ou dans un milieu réducteur comme les tourbières, seule cette enveloppe n'est pas dégradée et se conserve très longtemps.

II.3.4.2.2. Aperture (pores et sillons)

Exine est plus souvent percé d'ouvertures de forme et en nombre variables distingués à laisser germer et s'accroître le tube pollinique qui ira féconder l'ovule d'une fleur et assurer la formation d'une graine.

Certaines ouvertures se présentent sous forme de pores arrondies, allongées en fuseau dessinent de sillons ou colpus, parfois pores et sillons sont associés et dans ce cas, les pores sont presque toujours situés à l'intérieur et au milieu des sillons.

- ✚ Sillons : ouvertures longitudinales.
- ✚ inaperturés.
- ✚ pores : ouvertures rondes ou ellipsoïdales.

A)- Multiples combinaisons (type polliniques)

- ✚ 01 pore : pollen monoporé.
- ✚ 01 sillon : pollen monocolpé.
- ✚ 03 pores : pollen triporé.
- ✚ 03 sillons : pollen tricolpé.
- ✚ Apertures complexes : pores + sillons ex pollen tricolporé.
- ✚ Quelques rares pollens inaperturés (ni pore, ni sillon).



II.4. Composition chimique et biochimique

Le pollen contient une forte proportion de protéines (de 16 à 40 %) contenant tous les acides aminés connus. Il contient également de nombreuses vitamines, notamment vitamine C, Vitamine E, provitamine A, vitamine PP et beaucoup des minéraux essentiels dont, le sélénium (peut contenir jusqu'à 515 % AJR).

Il est toujours présent, en petite quantité, dans le miel, ce qui permet d'identifier ses origines botaniques. L'apiculture fait appel à la méliissopalynologie qui est la science du miel et du pollen.

Les taux de glucides varient suivant l'espèce de 15 % à 75 % habituellement au centre de la France il est environ de 30 % en moyenne pour du pollen toutes fleurs et de 50 % pour par exemple le pollen de datte) (**PELTRE, 1998**).

I. Matériel et méthodes

I.1. Echantillonnage

Notre étude a porté sur 72 échantillons des miels locaux collectés chez des apiculteurs de différentes régions en Algérie (**tableau7 et figure 10**) dans ce travail de recherche. La collecte des échantillons de miel a été effectuée au cours de quatre ans de 2007 a 2010 .Les échantillons collectés sont conservés dans des pots en plastique (**figure9**) à la température de 4 °C pour éviter une éventuelle altération chimique et biologique. Les différents échantillons serviront pour toutes les analyses physico-chimiques et polliniques.



Figure 9:Image des échantillons collectés

Tableau 7 : Les échantillons collectés

Echantillons	Wilaya	Année de récolte	Echantillons	Wilaya	Année de récolte
E1	soukahras	2010	E37	Skikda	2008
E2	Oum el bouaghi	2009	E38	khenchla	2010
E3	soukahras	2009	E39	Taref	2008
E4	Taref	2010	E40	khenchela	2008
E5	Taref	2010	E41	aghwat	2010
E6	Guelma	2010	E42	Djelfa	2010
E7	Guelma	2009	E43	Oum el bouaghi	2007
E8	Guelma	2010	E44	Guelma	2009
E9	Guelma	2009	E45	Taref	2007
E10	Annaba	2008	E46	Taref	2007
E11	Guelma	2008	E47	Taref	2010
E12	Skikda	2010	E48	Djelfa	2010
E13	Guelma	2009	E49	Khenchla	2008
E14	Oum el bouaghi	2009	E50	Annaba	2007
E15	Taref	2007	E51	Taref	2009
E16	Taref	2010	E52	Tebessa	2007
E17	Taref	2010	E53	Annaba	2008
E18	Taref	2008	E54	Soukahras	2008
E19	soukahras	2009	E55	Tebessa	2007
E20	Annaba	2007	E56	Taref	2010
E21	Oum el bouaghi	2010	E57	Tebessa	2007

E22			E58	Blida 2009
	Djelfa	2010		
E23			E59	Taref 2010
	Skikda	2010		
E24			E60	Oum el bouaghi 2010
	Guelma	2009		
E25			E61	Blida 2009
	Khenchla	2010		
E26			E62	Oum el bouaghi 2007
	Taref	2009		
E27			E63	Khenchla 2009
	Taref	2010		
E28			E64	Aghwat 2009
	Annaba	2010		
E29			E65	Tebessa 2010
	Taref	2009		
E30			E66	Blida 2008
	Aghwat	2009		
E31			E67	Taref 2009
	Taref	2009		
E32			E68	Oum el bouaghi 2009
	Guelma	2010		
E33			E69	Annaba 2008
	Guelma	2010		
E34			E70	Blida 2007
	Oum el bouaghi	2007		
E35			E71	Blida 2010
	Guelma	2010		
E36			E72	Annaba 2007
	Skikda	2010		



Figure 10 : Localisation des échantillons sur un carte de relief

I.2.Méthodes d'analyses physico-chimiques



I.2.1.Détermination de la teneur en eau

L'indice de réfraction est une mesure optique qui varie en fonction de la concentration en eau du produit à analyser et de la température (**BOGDANOV *et al.* ,2009**).

La détermination de la teneur en eau s'effectue par la mesure optique de l'indice de réfraction (IR) du miel à 20°C .Cette mesure est réalisé par un réfractomètre de type Réfractomètre ATAGO Modèle RX 5000 .(voir annex1)

I.2.2.Détermination du pH et de l'acidité libre par titrage à pH 8,3

L'échantillon est dissous dans de l'eau , le pH mesuré , et la solution titrée avec 0,1 M de solution d'hydroxyde de sodium à un pH de 8,30 (**BOGDANOV *et al.* ,2009**).(voir annex1)

I.2.3.Détermination de la conductivité électrique (BOGDANOV *et al.* ,2009).

La conductivité électrique d'une solution de 20 g de matière sèche de miel dans 100 ml d'eau distillée est mesurée en utilisant une cellule de conductivité électrique. La détermination de la conductivité électrique repose sur la mesure de la résistance électrique, dont la conductibilité électrique est la réciproque (voir annex1).

I.2.4.Détermination de la teneur en cendres

La mesure de la teneur en cendre est déterminée selon la méthode de (**WILLIAMS, 1984**).La méthode est basé sur l'incérations du miel à une température de 630°C pendant 4 heures (voir annex1).


I.2.5.Dosage Des Protéines

Le dosage des protéines s'effectue selon la méthode de (**BRADFORD, 1976**), qui utilise le bleu brillant de coomassie (BBC) et le sérum albumine bovine (BSA) à 1mg/ml comme standard, le dosage s'effectue a l'aide d'une gamme d'étalonnage .On fait la lecture de l'absorbance (Do) a une longueur d'onde de 595 nm contre un blanc a l'aide d'un spectrophotomètre.

I.2.6.Dosage des hydroxyméthylfurfural HMF par HPLC (BOGDANOV *et al.*, 2009).

Le dosage des HMF des différents échantillons de miel collectés sont réalisés par chromatographie à haute performance (HPLC) selon (**BOGDANOV *et al.* ,2009**).

Les conditions chromatographiques et le mode opératoire sont présentés dans l'annexe 1 .Le chromatographe est de type HPLC Agilent 1200 series et la colonne de référence: Zorbax Eclipse XDB-C18 4,6 x150mm x5µm. L'élution des HMF est détectée par détecteur VWD : 285 nm. Le débit de travail est de 1ml/min pendant 10



min. L'étalonnage de la colonne est effectué avec un standard externe réalisée à partir de solution de HMF. Des volumes 10 µl pour les standards et 20 µl pour les échantillons sont injectés dans le chromatographe et l'enregistreur permet de suivre l'élution. Un intégrateur de type permet de calculer la surface des pics et de doser les HMF. La comparaison des surfaces des pics par rapport au chromatogramme des étalons permet de calculer la quantité des HMF de chaque échantillon de miel.

I.2.7. Détermination de l'indice diastasique ID avec Phadebas (BOGDANOV *et al*., 2009).

L'unité de l'indice diastasique, l'unité Gothe, est définie comme la quantité d'enzyme qui convertit 0,01 gramme d'amidon à la fin du point prescrit à une heure à 40 ° C dans les conditions du test. Les résultats sont exprimés en unités Gothe (ou unités de Schade) par gramme de miel.

La détermination de l'activité diastasique de miel est par une méthode photométrique, dans lequel une teinte bleue de type réticulé insoluble de l'amidon est utilisé comme substrat. Ceci est hydrolysé par l'enzyme, ce qui donne des fragments bleus solubles dans l'eau, déterminée par voie photométrique à 620 nm. L'absorbance de la solution est directement proportionnelle à l'activité diastasique de l'échantillon. Le mode opératoire est présenté dans l'annex 1.


I.2.8. Détermination de l'activité de saccharase IS (BOGDANOV *et al*., 2009).

L'activité de saccharase ou l'invertase est exprimée en unités UI, une unité où est définie comme le nombre de micromoles de substrat détruit par minute et exprimée par kilogramme de miel. L'activité peut également être exprimé en nombre Invertase.p- nitrophényl - α -D- glucopyranoside (pNPG) est utilisé comme substrat pour la détermination du nombre de saccharase dans le miel. pNPG est divisé en glucose et p-nitrophénol par α -glucosidase (invertase). En ajustant la valeur du pH à 9,5 la réaction enzymatique est arrêtée, et en même temps nitrophénol est transformé en anion nitrophénolate, qui correspond à la quantité de substrat converti et qui est déterminée par voie photométrique à 400 nm (voir annex 1).

I.2.9. Détermination qualitative et quantitative des sucres par HPLC (BOGDANOV *et al*., 2009).

Le procédé détermine le fructose, le glucose, le saccharose, le turanose et le maltose dans le miel. Il peut également être utilisé pour la quantification d'autres saccharides tels que le mélézitose, l'erlose, l'isomaltose et le raffinose.

Cette méthode est basée sur la méthode publiée à l'origine par Bogdanov *et al.*, 2009



. Après filtration de la solution, la teneur en sucre est déterminée par HPLC (High Pressure Liquid Chromatography) avec IR- détection. Les pics sont identifiés sur la base de leur temps de rétention. La quantification est effectuée selon la méthode de l'étalon externe sur les zones de pointe ou les hauteurs des pics.

L'identification et le dosage des sucres des différents échantillons de miel collectés sont réalisés par chromatographie à haute performance (HPLC) .Les conditions chromatographiques sont présentées (voir annexe) .Le chromatographe est de modèle HPLC Agilent 1200 series et une colonne en acier inoxydable analytique 4,6 mm de diamètre, 250 mm de longueur, contenant du gel de silice modifiée par une amine avec 5-7 um de taille de particule. Le débit: 1,3 ml / min Phase mobile : acétonitrile: eau (80:20 , v / v) de la colonne et le détecteur de température 30°C: volume d'échantillon de 0,1ml. L'étalonnage de la colonne est effectué avec un standard externe réalisée à partir de solution de sucres connus (Glucose, fructose turanose, saccharose et maltose).Des volumes de 1ml sont injectés dans le chromatographe et l'enregistreur permet de suivre l'éluion de chaque sucre .Un intégrateur permet de calculer la surface des pics et de doser les sucres L'ensemble est piloté par un micro-ordinateur. La comparaison des surfaces des pics par rapport au chromatogramme des étalons permet de calculer la quantité de sucre de chaque échantillon de miel.

I.3.L'analyse pollinique

I.3.1.1Détermination de la richesse pollinique

La richesse pollinique a été déterminée selon la méthode de **LAYKA ,(1989)**.

La méthode est basée sur l'observation microscopique d'une lame contenant du miel. On ajoute dans un tube a essai une quantité de miel, l'ensemble est placé sur un bain Marie à 100 C pendant 10 minutes pour dissoudre tous les cristaux, puis 5 mg de miel est pesé sur une lame .Ensuite la goutte de miel est étalée sur la lame sous forme des lignes droites à l'aide d'une épingle pour faciliter la lecture. La lecture est effectuée avec un microscope optique à l'agrandissement $\times 600$ et $\times 900$.

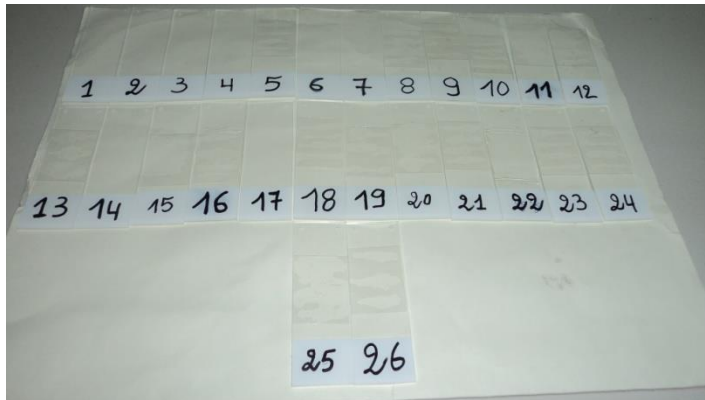


Figure 11 : Les lames préparées

Expression des résultats

Pour l'analyse pollinique quantitative, nous avons utilisé la classification proposée par (MAURIZIO, 1939) qui a publié la première méthode précise pour l'analyse pollinique quantitative. Cette méthode a conduit au classement des miels en cinq classes selon la richesse en grain de pollen :

- **Classe I** : moins de **2000** grains par gramme.
- **Classe II**: de **2000** à **10.000** grains par gramme.
- **Classe III** : de **10.000** à **50.000** grains par gramme.
- **Classe IV** : de **50.000** à **100.000** grains par gramme.
- **Classe V** : plus de **100.000** grains par gramme.

I.3.2. Analyse qualitative des grains de pollen


Le pollen est toujours présent dans le [miel](#), et permet d'identifier ses origines botaniques. L'[apiculture](#) fait appel à la [mélissopalynologie](#) qui est la science du miel et du pollen. Analyse qualitative des grains de pollen est déterminé selon la méthode d'acétolyse de la Commission Internationale de miel (LOUVEAUX *et al.*, 1978; VON DER OHE ET AL., 2004). (voir annex 1).

I.4. Analyse statistique

Les résultats obtenus sont traités par des analyses statistiques basées sur:

-Matrice de corrélation

-Analyse multi-variance de type analyse en composantes principales ACP
Nous avons utilisé le logiciel de Statistica version 8.



II.Résultats et discussion

II.1.1.La teneur en eau ou taux d'humidité

Le taux d'humidité nous renseigne sur les variations de teneur en eau de chaque échantillon de miel collecté. Les résultats obtenus figurent dans le tableau 8 et représentés par la figure 12 .



Echantillon	Humidité% m±SD	Echantillon	Humidité% m±SD
E1	16,37 ± 0,125	E37	16,64 ± 0,032
E2	15,38 ± 0,018	E38	14,43 ± 0,463
E3	16,25 ± 0,109	E39	16,79 ± 0,008
E4	16,94 ± 0,046	E40	13,76 ± 0,026
E5	15,44 ± 0,030	E41	13,90 ± 0,078
E6	17,84 ± 0,116	E42	13,91 ± 0,083
E7	15,96 ± 0,124	E43	15,98 ± 0,013
E8	16,36 ± 0,870	E44	17,81 ± 0,137
E9	15,33 ± 0,099	E45	13,94 ± 0,102
E10	15,23 ± 0,062	E46	14,24 ± 0,326
E11	15,22 ± 0,059	E47	17,33 ± 0,047
E12	15,97 ± 0,570	E48	13,86 ± 0,047
E13	15,19 ± 0,031	E49	14,88 ± 0,060
E14	15,05 ± 0,038	E50	13,77 ± 0,058
E15	17,75 ± 0,065	E51	13,83 ± 0,025
E16	17,06 ± 0,101	E52	13,89 ± 0,045
E17	17,30 ± 0,074	E53	15,58 ± 0,015
E18	15,65 ± 0,040	E54	16,25 ± 0,109
E19	16,23 ± 0,020	E55	14,12 ± 0,125
E20	15,60 ± 0,004	E56	13,72 ± 0,056
E21	15,17 ± 0,900	E57	15,91 ± 0,067
E22	13,73 ± 0,049	E58	15,58 ± 0,017
E23	16,66 ± 0,250	E59	17,63 ± 0,024
E24	16,75 ± 0,188	E60	16,76 ± 0,029
E25	16,85 ± 0,109	E61	16,55 ± 0,039
E26	15,67 ± 0,094	E62	14,92 ± 0,061
E27	14,36 ± 0,408	E63	13,69 ± 0,078
E28	15,68 ± 0,061	E64	13,87 ± 0,054
E29	17,53 ± 0,090	E65	14,16 ± 0,267
E30	13,74 ± 0,042	E66	15,62 ± 0,135
E31	15,62 ± 0,133	E67	13,97 ± 0,123

E32	17,26 ± 0,101	E68	16,86 ± 0,098
E33	17,30 ± 0,070	E69	17,50 ± 0,070
E34	15,24 ± 0,117	E70	13,79 ± 0,013
E35	17,74 ± 0,042	E71	16,37 ± 0,019
E36	16,49 ± 0,081	E72	15,62 ± 0,036

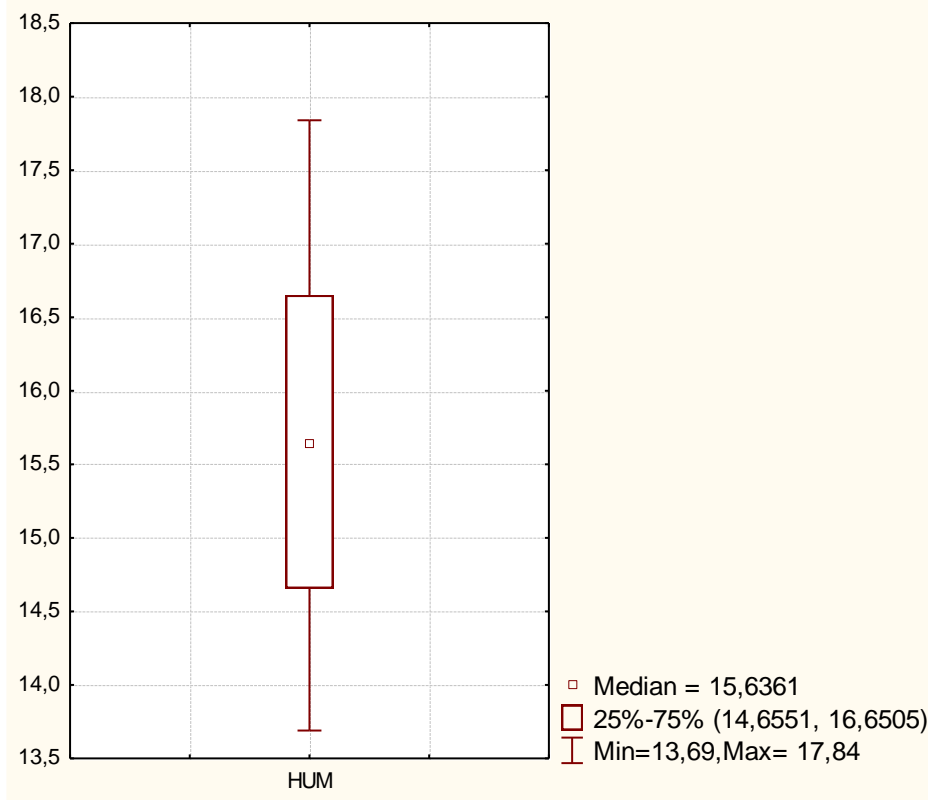


Figure 12 : Variation de l'humidité des miels analysé

L'examen des résultats montre que la teneur en eau varie entre **13,69%** et **17,84%** pour les échantillons **E6**, **E37** et **E6**. Tous les résultats cadrent les normes proposées par le **CODEX (≤21%)** les données obtenues sont présentées dans la **figure N°12** Un taux d'humidité élevé peut entraîner la fermentation du miel pendant le stockage cette réaction est due a l'action des levures osmotolérantes conduisant à la formation de l'alcool éthylique et le dioxyde de carbone. L'alcool peut être ensuite oxydé en acide acétique et de l'eau résultant en un goût amer (**CHIRIFE et al., 2006**). Les risques de fermentation d'un miel sont très élevés dans le cas où sa teneur en eau est supérieure à **19%**, la fermentation devient rare dans les miels ayant une teneur en eau inférieure à **19%**, c'est le cas de tous nos échantillons. Au dessous de **17%** la fermentation n'intervient pas à cette faible valeur d'humidité. Selon (**MANIKIS et**

HRASYVOULOU, 2001) la cristallisation des miels est directement liée à quelques paramètres sensibles tels que la teneur en eau. Les miels avec une teneur en eau de **15**

Echantillon	pH m±SD	Echantillon	pH m±SD
-------------	---------	-------------	---------

à **18%** on a une bonne cristallisation et c'est le cas de tous les échantillons étudiés. La teneur en eau obtenue des échantillons étudiés est trouvée dans l'intervalle de 13,69 à 17,84% ces résultats sont similaires à des résultats obtenus par des études précédentes sur des miels Algériens tel que les recherches de (**CHEFROUR et al, 2007; OUCHEMOUKH et al , 2010 ; MAKHLOUFI et al , 2010**) et avec des études sur des miels provenant d'autres pays comme les résultats obtenus par (**AL-KHALIFA ET AL-ARIFY, 1999; DUMAN et al., 2008; NANDA et al., 2003; GULER, 2005; PRZYBYLOWSKI et WILCZYNSKA, 2001; RODRIGUEZ et al., 2004**). Le contenu de miel d'humidité dépend de la saison de la récolte, les conditions climatiques, le degré de maturité dans la ruche et l'humidité de la plante d'origine (**FINOLA et al., 2007; FALLICO et al. 2004**).

II.1.2. pH

Le pH est un critère de qualité et qui figure dans les normes internationales. Les valeurs des pH des échantillons de miel obtenues sont regroupées dans le tableau 9 et représentées par la figure 13.

Tableau 9: Les valeurs de **pH** de chaque échantillon de miel

E1	3,925	±	0,215	E37	3,77	±	0,01
E2	4,075	±	0,035	E38	4,2	±	0,06
E3	3,955	±	0,205	E39	3,74	±	0,01
E4	3,68	±	0,04	E40	4,01	±	0,26
E5	3,84	±	0,01	E41	4,54	±	0,01
E6	3,855	±	0,045	E42	5,13	±	0,03
E7	3,787	±	0,031	E43	4,12	±	0,01
E8	3,66	±	0,06	E44	3,875	±	0,005
E9	3,98	±	0,04	E45	4,41	±	0,19
E10	4,165	±	0,005	E46	4,245	±	0,005
E11	3,911	±	0,010	E47	4,04	±	0,04
E12	3,785	±	0,015	E48	5,125	±	0,005
E13	3,861	±	0,035	E49	3,81	±	0,01
E14	3,88	±	0,28	E50	4,41	±	0,023
E15	4,105	±	0,235	E51	4,44	±	0,01
E16	3,77	±	0,02	E52	4,63	±	0,03
E17	3,72	±	0,01	E53	4,13	±	0,01
E18	3,745	±	0,015	E54	4,17	±	0,01
E19	4,31	±	0,14	E55	4,111	±	0,03
E20	4,205	±	0,005	E56	4,42	±	0,01
E21	3,46	±	0,16	E57	4,195	±	0,015
E22	5,19	±	0,02	E58	3,785	±	0,005
E23	3,815	±	0,015	E59	4,05	±	0,05
E24	3,964	±	0,006	E60	4,385	±	0,005
E25	4,335	±	0,005	E61	3,805	±	0,015
E26	3,685	±	0,175	E62	4,165	±	0,005
E27	4,26	±	0,01	E63	4,285	±	0,005
E28	4,175	±	0,005	E64	4,545	±	0,015
E29	3,73	±	0,01	E65	4,24	±	0,02
E30	4,545	±	0,005	E66	4,12	±	0,02
E31	3,845	±	0,005	E67	4,415	±	0,005
E32	3,945	±	0,005	E68	4,375	±	0,005
E33	3,95	±	0,01	E69	4,385	±	0,005
E34	4,095	±	0,005	E70	4,111	±	0,141
E35	3,85	±	0,01	E71	3,78	±	0,01
E36	3,49	±	0,26	E72	3,764	±	0,005

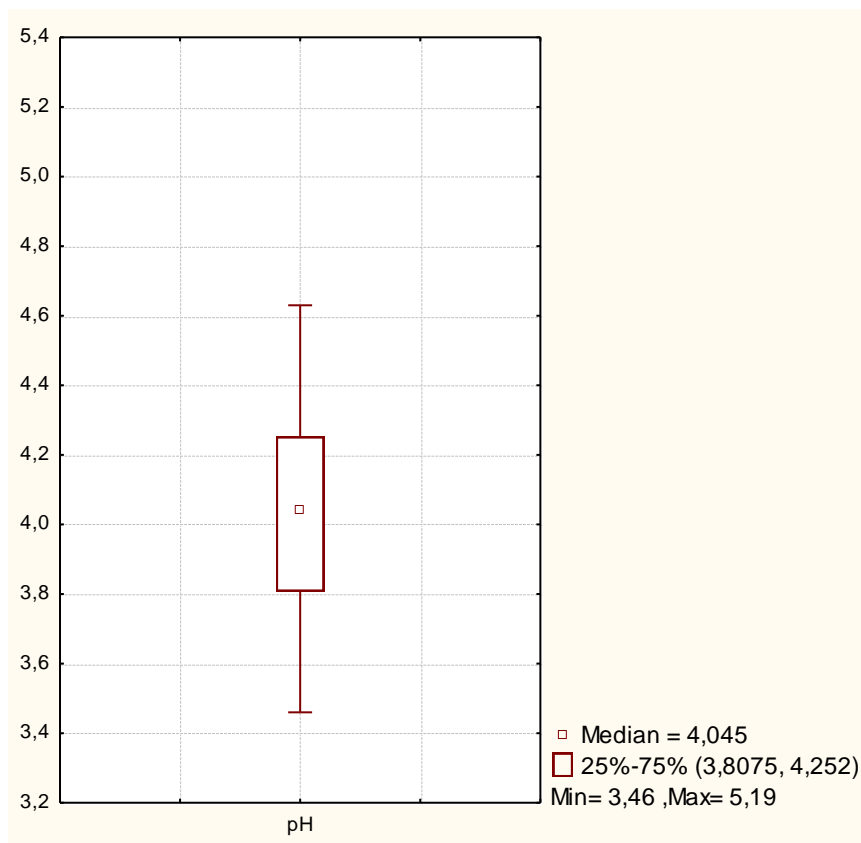



Figure 13 : Variation de pH des miels analysés

L'examen des résultats montre que le **pH** mesuré varie entre **3,46** et **5,19** pour les échantillons **E21** et **E22**. Les données obtenues sont présentées dans la **figure N 22** . D'après de **CODEX** (journal officiel de la république française, **1977**), **AOAC, 1990** et **2000**, les miels de nectar avec un léger mélange en miellat ont un **pH** compris entre **3,5** et **4,5** (Sauf le miel de châtaigner qui a un **pH** élevé à **5,4**) c'est le cas de de la majorité de nos échantillons par contre ceux de miellat sont compris entre **5** et **5,5** (**GONNET , 1987**).Les miel des échantillons **E22** et **E42** regroupent le miel de miellat ou mélange entre miel de fleur et miellat.

Les valeurs de pH de miel sont d'une grande importance lors de l'extraction et de stockage, l'acidité peut influencer par la texture, la stabilité et la durée de conservation de miel (**TERRAB et al., 2003**). L'acidité du miel est due à la présence d'acides organiques, en particulier l'acide gluconique, et les ions inorganiques tels que le phosphate et chlorure (**NANDA et al., 2003**).Nos résultats concordent avec les données déclarées par **AZEREDO et al., 2003**. En général, le miel est de nature acide, indépendamment de ses origines géographiques. Les valeurs de pH de l'Algérie



sont similaires a des miels Brésiliens, Espagnols, Turcs et Indiens (**AZEREDO et al., 2003; OUCHEMOUKH et al., 2007;CHEFROUR et al., 2007;MAKHLOUFI et al.,2007; KAYACIER ET KARAMAN, 2008; SUDHANSHU et al., 2010**).

II.1.3. L'acidité

L'acidité est un critère de qualité important. La fermentation du miel provoque une augmentation de l'acidité dans le miel, c'est pourquoi une valeur maximale est très utile, bien qu'il existe une fluctuation naturelle considérable. La teneur en acide est utilisée par les normes internationales. Tous les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau 10 et représentés par la figure 14.

Tableau 10 : les valeurs d'acidité de chaque échantillon de miel

Echantillon	Acidité m±SD (meq/Kg)			Echantillon	Acidité m±SD (meq/Kg)		
E1	21,965	±	0,253	E37	15,67	±	0,286
E2	13,499	±	0,193	E38	8,985	±	0,023
E3	21,746	±	0,77	E39	17,125	±	0,127
E4	17,5	±	0,024	E40	8,834	±	0,15
E5	17,355	±	0,331	E41	8,081	±	0,003
E6	19,885	±	0,065	E42	12,31	±	0,424
E7	17,52	±	0,061	E43	12,79	±	0,046
E8	25,628	±	0,168	E44	18,729	±	0,153
E9	24,246	±	0,31	E45	13,649	±	0,095
E10	15,935	±	0,039	E46	7,473	±	0,017
E11	20,446	±	0,178	E47	17,908	±	0,028
E12	15,307	±	0,095	E48	13,538	±	0,072
E13	18,459	±	0,290	E49	8,264	±	0,094
E14	11,671	±	0,063	E50	15,921	±	0,045
E15	23,826	±	0,184	E51	8,571	±	0,061
E16	17,562	±	0,1	E52	13,478	±	0,036
E17	24,025	±	0,495	E53	12,963	±	0,017
E18	17,48	±	0,402	E54	22,523	±	0,065
E19	22,322	±	0,228	E55	21,405	±	0,138
E20	15,983	±	0,007	E56	8,668	±	0,016
E21	10,936	±	0,488	E57	15,698	±	0,012
E22	11,959	±	0,057	E58	16,542	±	0,03
E23	15,182	±	0,134	E59	18,027	±	0,171
E24	24,382	±	0,018	E60	8,832	±	0,082
E25	9,133	±	0,003	E61	17,141	±	0,031
E26	17,486	±	0,072	E62	11,531	±	0,087
E27	7,535	±	0,003	E63	9,124	±	0,012
E28	16,137	±	0,143	E64	8,195	±	0,023
E29	22,172	±	0,32	E65	7,6	±	0,092
E30	7,778	±	0,104	E66	12,992	±	0,052
E31	16,656	±	0,044	E67	8,918	±	0,092
E32	24,178	±	0,074	E68	8,881	±	0,005
E33	24,282	±	0,014	E69	19,177	±	0,049
E34	13,079	±	0,085	E70	19,8	±	0,066
E35	19,502	±	0,016	E71	17,671	±	0,093
E36	16,113	±	0,163	E72	17,158	±	0,179

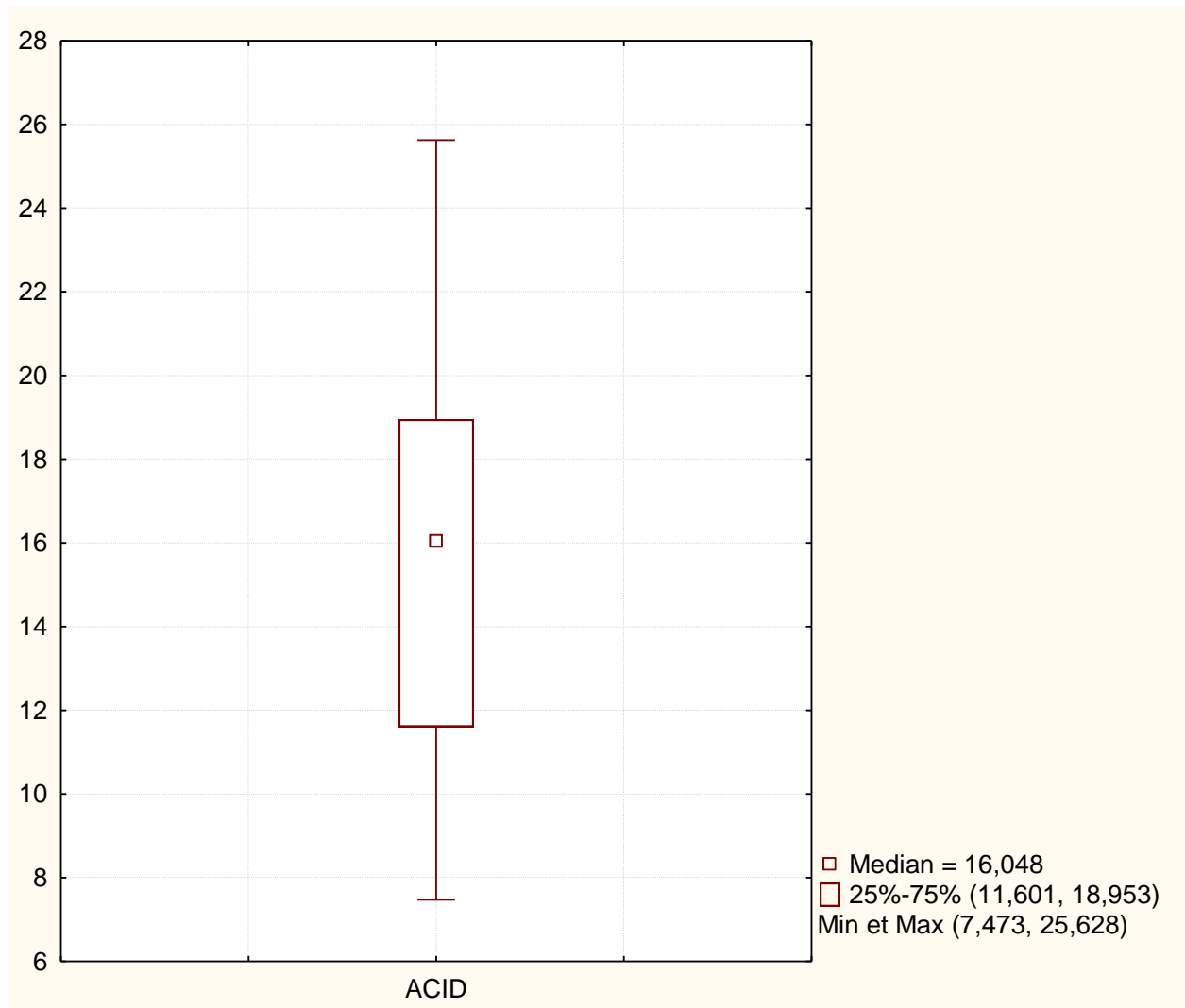



Figure 14 : Variation de l'acidité des miels analysés

Les valeurs de l'acidité libre sont situées entre **7,473 meq/Kg** et **25,628 meq/Kg** pour les échantillons **E46** et **E8** on peut dire que tous les résultats cadrent les normes requises du **CODEX ALIMENTAIRES, 1993** qui est $\leq 50\text{Meq/Kg}$. L'acidité libre du miel est due à la présence des ions inorganiques tels que les phosphates et les chlorures et des acides libres ou combinés sous forme de lactone (**EL-SHERBINY et RIZK, 1979; AL-KHALIFA et AL-ARIFY, 1999; NANDA, 2003**). L'acidité est un critère de qualité important. Elle peut varier de 10 à 60 meq/Kg, par exemple pour le miel de colza elle est au moyenne, pour le miel de sapin de 18,6 (**CHAUVIN, 1968; POUTAILLER, 1983**). Les résultats obtenus sont similaires à ceux obtenus par **YILMAZ et al., 2000, 1999; OZCAN et al., 2006; FINOLA et al.,**



2007;MAKHLOUFI *et al.*,2007 . D'autre part nos resultats sont plus faibles par rapport a des résultats ont été signalés par **ESTI *et al.*, 1997 ; COSTA *et al.* , 1999 et CANTARELLI *et al.*, 2008** . Les différences entre les résultats obtenus à partir de plusieurs études et nos résultats peuvent être dus à des différences de géographie, les procédures de récolte et les conditions de stockage. L'acidité naturelle du miel s'accroît avec le vieillissement du miel, lors qu'il est extrait de rayons fortement propolisés et notamment lorsqu'il s'altère par fermentation (**HORN et LULLMANN, 1992**).

II.1.4. La conductivité électrique

La conductivité représente un bon critère pour la détermination de l'origine botanique du miel et elle est désignée aujourd'hui lors de contrôles de routine du miel et qui remplace la teneur en cendres. Elle est utilisée par les nouvelles normes de Codex Alimentarius et l'Union Européenne Les résultats obtenus figurent dans le tableau 11 et présentés par la figure 15.

Tableau 11 : les valeurs de la conductivité électrique de chaque échantillon de miel

Echantillon	Cond m±SD (ms/cm)			Echantillon	Cond m±SD (ms/cm)		
E1	0,829	±	0,438	E37	0,38	±	0,001
E2	0,3235	±	0,0005	E38	0,2505	±	0,0005
E3	1,0755	±	0,0005	E39	0,462	±	0,002
E4	0,456	±	0,002	E40	0,248	±	0,001
E5	0,5772	±	0,0004	E41	0,3495	±	0,0005
E6	0,6085	±	0,0005	E42	0,6478	±	0,0008
E7	0,558	±	0,004	E43	0,3115	±	0,0015
E8	0,876	±	0,014	E44	0,612	±	0,002
E9	0,672	±	0,024	E45	0,6835	±	0,0025
E10	0,448	±	0,0134	E46	0,189	±	0,001
E11	0,564	±	0,0030	E47	0,995	±	0,002
E12	0,3795	±	0,0015	E48	0,6605	±	0,0015
E13	0,744	±	0,021	E49	0,1205	±	0,0015
E14	0,2555	±	0,0015	E50	0,326	±	0,005
E15	0,88	±	0,012	E51	0,3093	±	0,0005
E16	0,464	±	0,001	E52	0,686	±	0,001
E17	0,873	±	0,009	E53	0,314	±	0,004
E18	0,3509	±	0,041	E54	1,137	±	0,001
E19	1,081	±	0,003	E55	0,314	±	0,002
E20	0,503	±	0,001	E56	0,3265	±	0,0005
E21	0,254	±	0,002	E57	0,527	±	0,001
E22	0,643	±	0,001	E58	0,289	±	0,001
E23	0,3835	±	0,0045	E59	1,0505	±	0,0005
E24	0,8815	±	0,0005	E60	0,301	±	0,001
E25	0,2895	±	0,0005	E61	0,286	±	0,001
E26	0,5765	±	0,0025	E62	0,266	±	0,001
E27	0,1905	±	0,0015	E63	0,2515	±	0,0005
E28	0,501	±	0,001	E64	0,3335	±	0,0005
E29	0,8935	±	0,0015	E65	0,1896	±	0,0002
E30	0,3505	±	0,0005	E66	0,3215	±	0,0005
E31	0,59	±	0,001	E67	0,3065	±	0,0005
E32	0,875	±	0,002	E68	0,2935	±	0,0005
E33	0,8825	±	0,0005	E69	0,817	±	0,001
E34	0,3205	±	0,0005	E70	0,5689	±	0,023
E35	0,624	±	0,001	E71	0,2860	±	0,001
E36	0,3775	±	0,0025	E72	0,3625	±	0,033

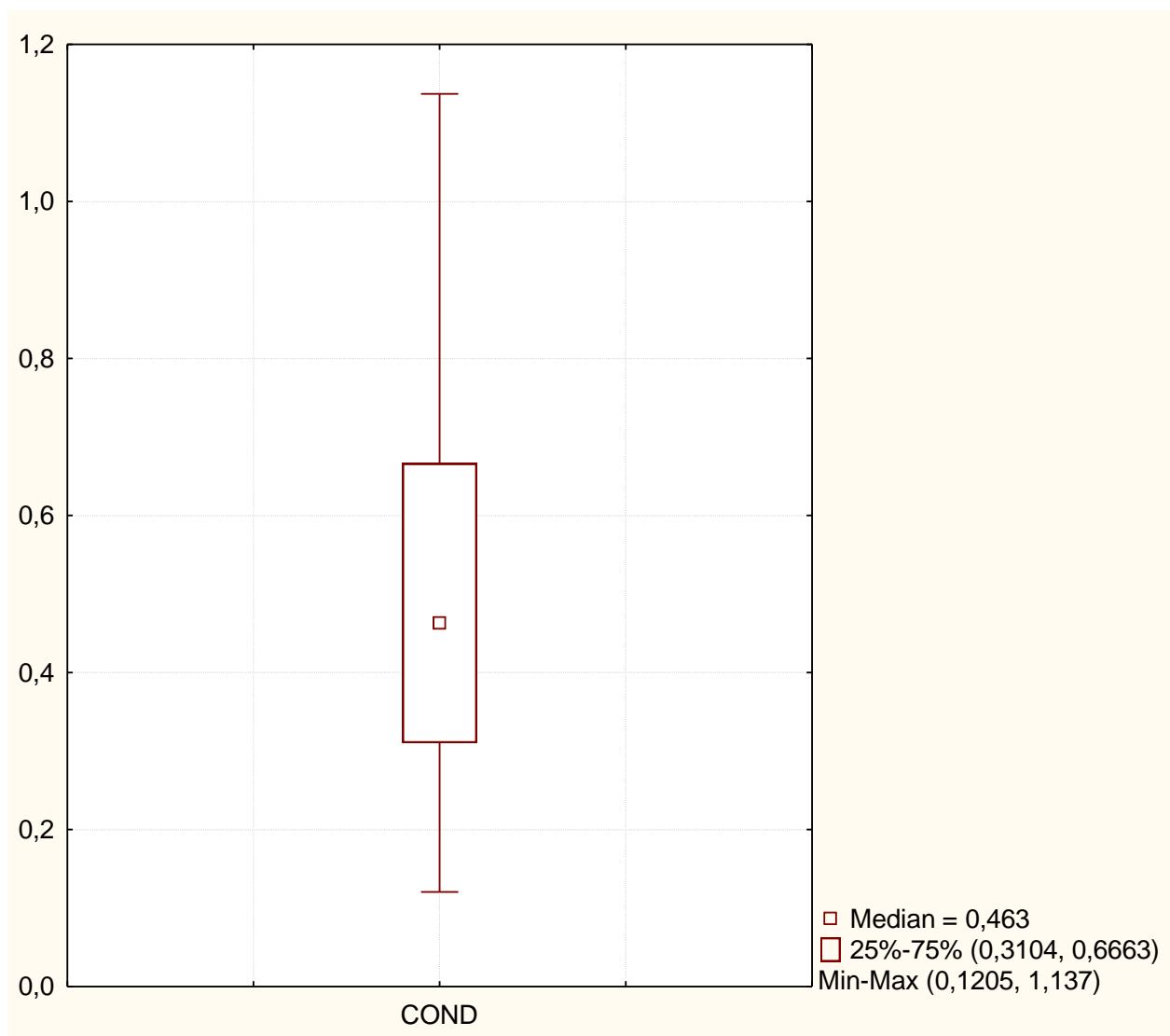



Figure 15 : Variation de la conductivité des miels analysés

Les valeurs de la conductivité électrique varient entre **0.1205 ms/cm** et **1,137 ms/cm** pour les échantillons **E49** et **E54**. Tous les résultats cadrent les normes internationales et qui sont \leq **0.80mS/cm** pour les miels de nectar et \geq **0.80mS/cm** pour le miel de miellat (**BOGDANOV *et al.*, 2004**). Ce paramètre dépend de la matière minérale, les acides organiques, les protéines, la composition en sucre et en fonction de l'origine botanique (**TERRAB *et al.*, 2003a**). La conductivité électrique est un bon critère de l'origine botanique du miel et par conséquent, il est très souvent utilisé dans le contrôle de routine de miel (**KASKONIENE *et al.*, 2010**). La conductivité spécifique de miel est en corrélation avec les niveaux de sels minéraux, des acides organiques et



des substances protéiques (**TERRAB *et al.*, 2004**).En miel naturel, il existe une corrélation linéaire entre la teneur en cendres et la conductivité spécifique (**DOWNEY *et al.*, 2005;KHAN *et al.*, 2006**).

Nos résultats sont similaires a cels obtenus par **CHEFROUR *et al.*, (2007)**; **OUCHEMOUKH *et al.*, (2007)**et **MAKHLOUFI *et al.*,(2010)**.

II.1.5.La teneur en cendres

La teneur en cendres est un critère de qualité qui dépend de l'origine botanique du miel. La teneur en matière minérale est un critère utilisé dans les normes internationales. L'ensemble des résultats obtenus est regroupé dans le tableau 12 et représenté par la figure 16 .

Tableau 12 : La teneur en cendre de chaque échantillon de miel

Echantillon	CENDRE m±SD		Echantillon	CENDRE m±SD	
	%			%	
E1	0,665	± 0,065	E37	0,182	± 0,052
E2	0,112	± 0,001	E38	0,043	± 0,041
E3	0,823	± 0,014	E39	0,250	± 0,013
E4	0,234	± 0,001	E40	0,050	± 0,041
E5	0,336	± 0,003	E41	0,199	± 0,054
E6	0,457	± 0,017	E42	0,336	± 0,021
E7	0,343	± 0,018	E43	0,183	± 0,029
E8	0,562	± 0,026	E44	0,327	± 0,150
E9	0,486	± 0,006	E45	0,298	± 0,123
E10	0,270	± 0,012	E46	0,023	± 0,076
E11	0,337	± 0,037	E47	0,577	± 0,105
E12	0,142	± 0,040	E48	0,320	± 0,061
E13	0,573	± 0,014	E49	0,088	± 0,090
E14	0,137	± 0,004	E50	0,111	± 0,045
E15	0,518	± 0,013	E51	0,184	± 0,020
E16	0,270	± 0,000	E52	0,441	± 0,084
E17	0,445	± 0,007	E53	0,155	± 0,064
E18	0,136	± 0,004	E54	0,839	± 0,037
E19	0,806	± 0,032	E55	0,350	± 0,067
E20	0,273	± 0,014	E56	0,142	± 0,041
E21	0,050	± 0,052	E57	0,238	± 0,035
E22	0,412	± 0,002	E58	0,089	± 0,023
E23	0,232	± 0,027	E59	0,753	± 0,064
E24	0,537	± 0,006	E60	0,128	± 0,048
E25	0,125	± 0,031	E61	0,097	± 0,015
E26	0,353	± 0,016	E62	0,115	± 0,043
E27	0,067	± 0,014	E63	0,056	± 0,029
E28	0,267	± 0,025	E64	0,178	± 0,026
E29	0,488	± 0,083	E65	0,090	± 0,078
E30	0,192	± 0,012	E66	0,124	± 0,025
E31	0,267	± 0,005	E67	0,200	± 0,010
E32	0,485	± 0,021	E68	0,156	± 0,021
E33	0,462	± 0,030	E69	0,377	± 0,032
E34	0,165	± 0,035	E70	0,287	± 0,512
E35	0,320	± 0,261	E71	0,073	± 0,010
E36	0,122	± 0,023	E72	0,198	± 0,021

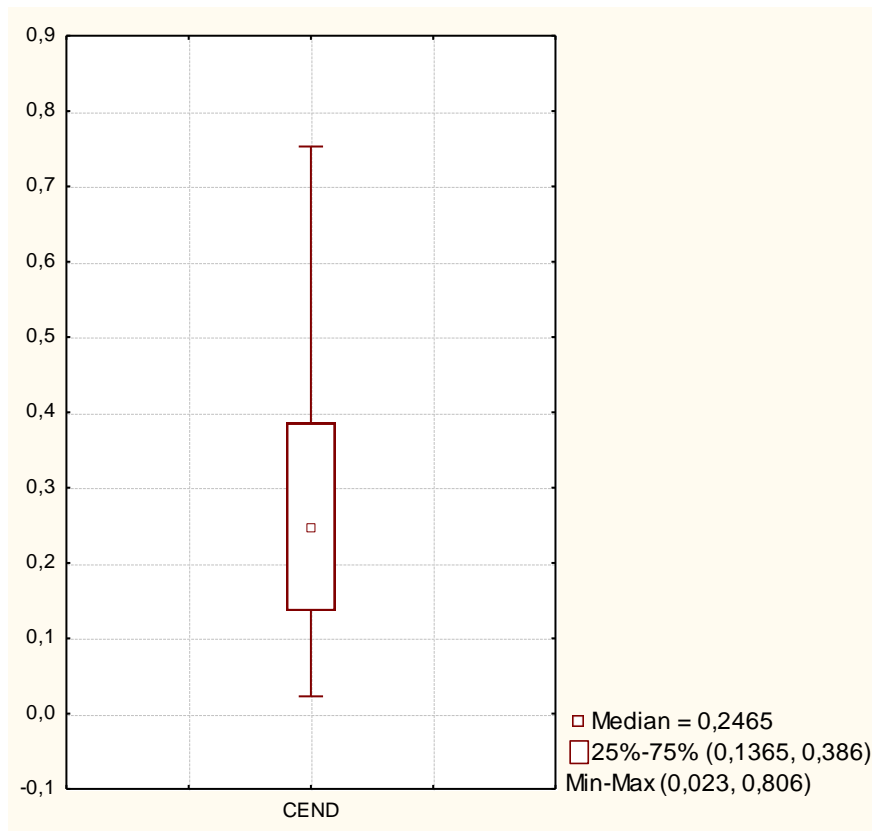



Figure 16 : Variation de la teneur en cendres des miels analysés

La matière minérale des miels analysés varie entre **0,023%** et **0,806 %** pour les échantillons **E36** et **E19**. Touts les résultats cadrent les normes internationales dont la teneur en cendre est de **0,6%** au maximum pour les miels de nectar et de **1%** pour le miel de miellat ou mélange. D’après les résultats an peut diviser les échantillons en deux groupes :

Groupe 01 : les miels avec une teneur en cendre que varie entre **0,023** et **0,490 %** pour la majorité des échantillons

Groupe 02 : les miels avec une teneur en cendre **>0.6** pour les échantillons **E1, E3, E19 et E59**. On peut dire que ces échantillons sont miel de miellat ou mélange.

Nos résultats sont en accord avec les résultats rapportés par les auteurs (**FELSNER et al., 2004 ; NANDA et al., 2003 ; TERRAB et al., 2004 ; DOWNEY et al., 2005 ; KHAN, KAISER, RAZA, ET REHMAN, 2006 ; AHMED et al., 2007 ; MENDES et al., 1998 et SAHINLER et al., 2004**).



Nos valeurs de la teneur en cendres obtenues sont similaires avec les valeurs obtenues par **OUCHEMOUKH *et al.*, (2007)** .Les différences dans la teneur en minéraux dépendent de la nature du sol dans lequel la plante d'origine a été localisé (Anklam, 1998). La teneur en minéraux est considérée comme un critère de qualité indiquant l'origine botanique du miel et La variabilité de la teneur en minéraux des miels pourrait être due à les processus de récolte, les techniques d'apicultures et la nourriture des abeilles (**FINOLA *et al.*, 2007**). La teneur en cendre est aussi en corrélation avec la conductivité électrique, l'origine botanique du miel et les éléments chimiques (**Na, Fe, Cl, S**) du terrain dans le quel poussent les plantes où les abeilles recueillent leur nectar ou leur miellée (**VORLWOHL, 1964 ; Al-KHALIFA et Al-ARIFY, 1999**).

II.1.6.La teneur en protéines

Le dosage des protéines de miel est un caractère qui ne figure pas les normes internationales. Cependant, leur richesse donne une valeur nutritionnelle aux miels. Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau 13 et représentés par la figure 1

1 Tableau 13 : La teneur en protéine de chaque échantillon de miel

Echantillon	Protéine m±SD		Echantillon	Protéine m±SD	
	%			%	
E1	0,142	± 0,002	E37	0,089	± 0,043
E2	0,199	± 0,010	E38	0,088	± 0,040
E3	0,069	± 0,001	E39	0,083	± 0,037
E4	0,077	± 0,003	E40	0,100	± 0,047
E5	0,056	± 0,005	E41	0,081	± 0,023
E6	0,019	± 0,005	E42	0,078	± 0,004
E7	0,079	± 0,004	E43	0,070	± 0,017
E8	0,050	± 0,013	E44	0,063	± 0,046
E9	0,094	± 0,023	E45	0,086	± 0,024
E10	0,062	± 0,003	E46	0,075	± 0,044
E11	0,067	± 0,005	E47	0,085	± 0,038
E12	0,076	± 0,007	E48	0,082	± 0,045
E13	0,134	± 0,008	E49	0,086	± 0,042
E14	0,110	± 0,006	E50	0,092	± 0,041
E15	0,130	± 0,009	E51	0,111	± 0,038
E16	0,135	± 0,071	E52	0,078	± 0,022
E17	0,086	± 0,043	E53	0,086	± 0,035
E18	0,118	± 0,032	E54	0,095	± 0,038
E19	0,089	± 0,043	E55	0,083	± 0,045
E20	0,088	± 0,062	E56	0,114	± 0,032
E21	0,093	± 0,037	E57	0,107	± 0,036
E22	0,075	± 0,009	E58	0,115	± 0,016
E23	0,107	± 0,041	E59	0,114	± 0,028
E24	0,091	± 0,038	E60	0,091	± 0,019
E25	0,112	± 0,035	E61	0,079	± 0,024
E26	0,124	± 0,037	E62	0,076	± 0,007
E27	0,125	± 0,019	E63	0,093	± 0,041
E28	0,103	± 0,018	E64	0,085	± 0,043
E29	0,103	± 0,024	E65	0,149	± 0,022
E30	0,093	± 0,030	E66	0,112	± 0,050
E31	0,093	± 0,036	E67	0,107	± 0,055
E32	0,088	± 0,040	E68	0,071	± 0,006
E33	0,087	± 0,046	E69	0,071	± 0,002
E34	0,084	± 0,048	E70	0,066	± 0,010
E35	0,061	± 0,008	E71	0,108	± 0,062
E36	0,064	± 0,013	E72	0,111	± 0,050

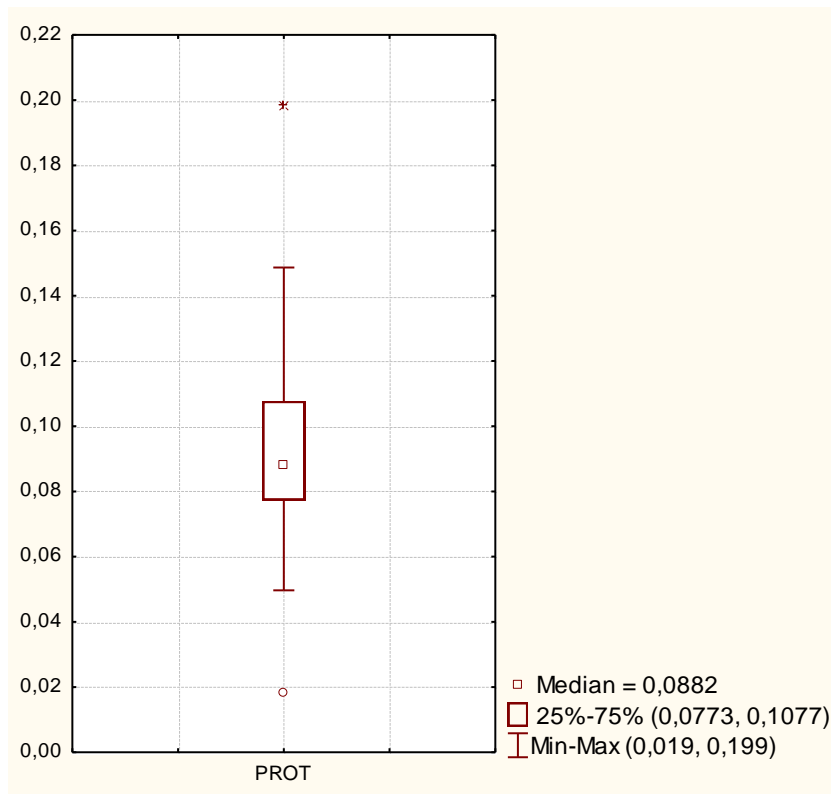



Figure 17 : Variation de la teneur en protéines des miels analysés

Le dosage des protéines de miel est un caractère qui ne figure pas les normes internationales. Cependant, leur richesse donne une valeur nutritionnelle aux miels. En ce qui concerne la teneur en protéines dans les échantillons de miel, on enregistre que la teneur en protéines est située entre 0,019 et 0,199 % pour les échantillons E6 et E2. La teneur en protéines varie avec la quantité de grains de pollens dans les miels. ANCHLING ,(2003) signale que les protides sont présents dans le miel en faible quantité 1.7 g/kg, soit une teneur de 0.26 %, ainsi il confirme qu'il s'agit essentiellement de peptone, d'albumines, de globulines et d'acides aminés libres telle que la proline, qui provient des sécrétions salivaires de l'abeille. La teneur en proline donne des informations sur la maturité du miel et peut servir à détecter des falsifications (VON DER OHE *et al.*, 1991). Selon JAGDISH et JOSEPH, 2004; LEE *et al.*, 1998) . Le miel *Apis cerana* contient de 0,1 à 3,3 pour cent de protéines, alors que le miel par *Apis mellifera* contient de 0,2 à 1,6 pour cent de protéine (LEE *et al.*, 1998). Beaucoup de bandes de protéines ont été détectées par SDS-PAGE dans les miels de l'origine de l'abeilles ou d'origine végétale (LEE *et al.*, 1998; MARSHALL ET WILLIAMS, 1987). La teneur en protéines dans nos miels est



comparable à celle mesurée dans les miels de Brésil où il a varié de 0,0199 à 0,2236 % (AZEREDO *et al.*, 2003) et un taux de protéines relativement élevées, allant de 0,22-0,96 % et 0,3700 - 0,9400 % et de ont été rapportés dans les miels analysés par (CHEFROUR *et al.*, 2007 ;OUCHEMOUKH *et al.*, 2007). La teneur en protéines dans les miels peut être attribuée à la présence d'enzymes, dont certaines sont introduits par les abeilles eux-mêmes, et d'autres sont pensés pour être dérivé à partir du nectar. La teneur en protéines du miel est normalement inférieure à 5 mg / g (Anklam, 1998). Le taux de protéine est dépendant du type de fleur. La proline est l'acide aminé prédominant trouvé dans le miel (SAXENA *et al.*, 2010).

II.1.7. La teneur en HMF (Hydroxyméthylfurfural)

La mesure de la teneur en HMF est très importante pour connaître la qualité de nos miels étudiés et ce critère est retenu par Codex Alimentarius. L'ensemble des résultats obtenus est regroupé dans le tableau 14 et représenté par la figure 18 .

Tableau 14 : La teneur en HMF de chaque échantillon de miel

Echantillon	HMF (mg/Kg) m±SD	Echantillon	HMF(mg/Kg) m±SD
E1	10,993 ± 0,675	E37	0,905 ± 0,015
E2	21,893 ± 0,355	E38	2,703 ± 0,560
E3	12,990 ± 0,840	E39	4,320 ± 0,180
E4	12,560 ± 0,250	E40	3,665 ± 1,015
E5	8,771 ± 0,290	E41	3,671 ± 0,010
E6	1,620 ± 0,010	E42	1,275 ± 0,515
E7	11,671 ± 0,900	E43	10,710 ± 0,570
E8	7,041 ± 0,740	E44	1,961 ± 0,470
E9	12,085 ± 0,125	E45	9,425 ± 0,955
E10	33,960 ± 0,230	E46	5,991 ± 0,750
E11	12,565 ± 0,435	E47	8,655 ± 0,635
E12	1,720 ± 0,252	E48	1,315 ± 0,515
E13	1,990 ± 0,920	E49	14,885 ± 0,015
E14	36,311 ± 0,440	E50	30,214 ± 0,162
E15	8,490 ± 0,510	E51	4,095 ± 0,455
E16	14,415 ± 0,335	E52	9,705 ± 1,155
E17	10,095 ± 0,725	E53	10,280 ± 0,440
E18	14,260 ± 0,220	E54	12,265 ± 0,725
E19	12,605 ± 0,785	E55	67,582 ± 1,070
E20	38,841 ± 0,390	E56	4,005 ± 0,335
E21	37,365 ± 0,455	E57	68,965 ± 0,375
E22	1,645 ± 0,595	E58	8,121 ± 0,430
E23	2,671 ± 0,290	E59	7,411 ± 1,060
E24	16,995 ± 0,015	E60	5,631 ± 0,280
E25	5,722 ± 0,230	E61	8,390 ± 0,280
E26	7,345 ± 0,595	E62	37,010 ± 0,200
E27	6,503 ± 0,310	E63	3,611 ± 0,340
E28	32,855 ± 0,905	E64	3,645 ± 0,375
E29	7,835 ± 1,145	E65	5,880 ± 0,700
E30	3,335 ± 0,005	E66	13,071 ± 0,220
E31	4,421 ± 0,040	E67	3,835 ± 0,225
E32	6,645 ± 0,705	E68	5,521 ± 0,300
E33	10,521 ± 0,020	E69	38,135 ± 0,903
E34	14,090 ± 0,550	E70	14,315 ± 0,045
E35	8,615 ± 0,295	E71	7,385 ± 0,515
E36	0,865 ± 0,775	E72	36,050 ± 1,250

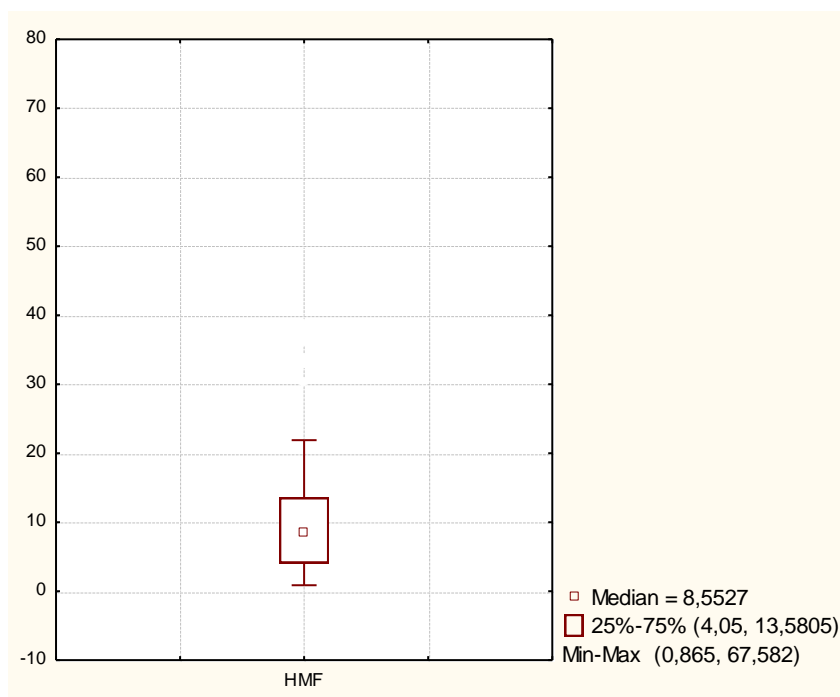



Figure 18 : Variation de la teneur en HMF des miels analysés

L'examen des résultats montre que les HMF varient entre 0,865-67,582mg/kg pour les échantillons E36 et E55. La majorité des résultats des HMF cadrent la norme requise par le Codex, à l'exception des deux échantillons E54 et E57. Nos résultats concordent avec les résultats obtenus par **CHEFROUR *et al.*, (2007)**; **MAKHLOUFI *et al.*, (2010)**.

Les normes d'HMF sont aussi en fonction des zones de production et c'est le cas de l'Union Européenne qui tolère le taux des HMF jusqu'à 40mg/Kg de miel. (**BOGDANOV, 1999**). Par contre, quelques associations européennes d'apiculteurs (Allemagne, Belgique, Italie, Autriche, Espagne) vendent une partie de leur miel en tant que "miel de qualité" avec un taux maximal de 15 mg/Kg. Les HMF sont formés soit par réaction de Maillard (chauffage des sucres réducteurs en présence des protéines), ou par déshydratation dans des conditions acides. Les teneurs en HMF sont largement reconnues comme des paramètres indiquant la fraîcheur de miel (**MENDES *et al.*, 1998**; **TERRAB *et al.*, 2002**). La présence des HMF dans le miel est un indicateur de mauvais stockage ou l'exposition du produit à l'effet thermique. Les HMF sont considérés comme irritants des yeux, la peau et les muqueuses de la voie respiratoire. Aucun rapport montre l'association entre les HMF et le cancer chez



l'homme. (FPA,2006 ;MILLER,1994).Toute fois l'étude de JANZAWSKI *et al.*, (2002) sur les rats et les souris trouve que la sulfonation des HMF peut conduire à une mutation qui provoque un cancer .Par contre d'autre études montrent que la présence des HMF conduit a une perturbations dans les fonctions du glutathion et les muscles lisses et provoque l'accumulation des poisons dans le corps .(PAMPLONA *et al.*,1995 ; CHI *et al.*, 1998).

II.1. l'indice diastasique (activité de α amylase)

La détermination de l'indice diastasique est un critère utilisé dans les normes internationales. L'indice diastasique de miel est très intéressant pour connaître la fraîcheur du miel et les conditions de stockage. Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau 15et représentés par la figure 19.

Tableau 15 : Les valeurs en indice diastasique ID de chaque échantillon de miel

Echantillon	ID(UE)	m±SD	Echantillon	ID(UE)	m±SD
E1	15,563	± 0,239	E37	17,103	± 0,117
E2	11,809	± 0,115	E38	17,008	± 0,122
E3	4,409	± 0,173	E39	24,110	± 0,127
E4	30,154	± 0,115	E40	17,561	± 0,283
E5	18,138	± 0,173	E41	24,107	± 0,117
E6	19,132	± 0,115	E42	28,602	± 0,259
E7	8,668	± 0,101	E43	11,969	± 0,138
E8	12,419	± 0,169	E44	18,964	± 0,042
E9	8,207	± 0,170	E45	23,982	± 0,107
E10	20,829	± 0,221	E46	14,874	± 0,158
E11	9,310	± 0,162	E47	15,749	± 0,195
E12	17,526	± 0,350	E48	29,030	± 0,500
E13	17,729	± 0,305	E49	6,310	± 0,283
E14	8,176	± 0,194	E50	19,266	± 0,385
E15	14,129	± 0,156	E51	20,141	± 0,422
E16	25,494	± 0,386	E52	21,405	± 0,354
E17	16,139	± 0,045	E53	9,655	± 0,568
E18	21,707	± 0,443	E54	13,297	± 0,333
E19	16,295	± 0,260	E55	9,916	± 0,129
E20	20,907	± 0,082	E56	20,342	± 0,150
E21	11,473	± 0,109	E57	2,076	± 0,490
E22	28,943	± 0,110	E58	8,458	± 0,105
E23	18,786	± 0,392	E59	15,503	± 0,294
E24	16,295	± 0,267	E60	15,072	± 0,110
E25	17,103	± 0,171	E61	8,229	± 0,202
E26	18,534	± 0,264	E62	6,449	± 0,151
E27	15,627	± 0,391	E63	16,078	± 0,196
E28	20,700	± 0,134	E64	21,441	± 0,606
E29	17,430	± 0,501	E65	12,098	± 0,108
E30	23,124	± 0,318	E66	9,499	± 0,346
E31	18,841	± 0,571	E67	19,012	± 0,110
E32	14,745	± 0,250	E68	14,313	± 0,163
E33	14,417	± 0,162	E69	0,391	± 0,179
E34	10,349	± 0,138	E70	6,862	± 0,239
E35	18,576	± 0,459	E71	7,805	± 0,175
E36	20,725	± 0,240	E72	3,079	± 0,932

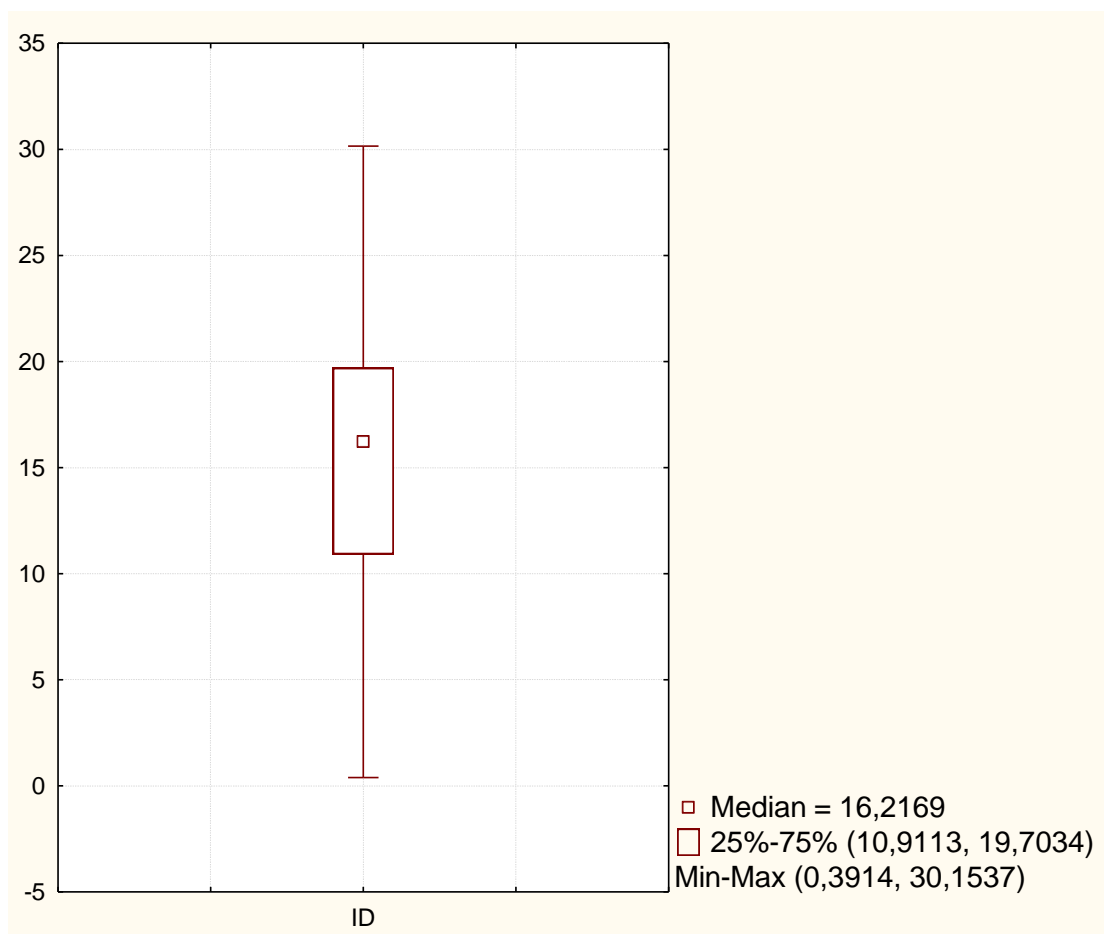



Figure 19 : Variation de l'indice diastasique des miels analysés

Le miel contient plusieurs enzymes dans la présence est à rattacher à l'origine double de miel : végétale et animale. On sait que le nectar contient dès sa récolte des enzymes qui agissent sur les sucres ; les sécrétions de l'abeille viennent y ajouter les enzymes de glandes pharyngiennes. L' α -amylase et α -amylase ou diastase de la digestion de l'amidon sont présentes dans tous les miels frais en quantités variables suivant l'origine du miel (**WHITE ,1980**). La détermination de l'indice diastasique est un critère utilisé dans les normes internationales. L'indice diastasique de miel est très intéressant pour connaître la fraîcheur du miel et les conditions de stockage. L'analyse des résultats indique que les valeurs de l'indice diastasique obtenues varient entre 0,391 UE et 30,154 UE pour les échantillons E69 et E4.



Les résultats de l'indice diastasique cadrent les normes (>8 unité) (**BOGDANOV ,1999**), à part les valeurs des échantillons E3, E49, E57, E62, E69, E70, E71 et E72 qui sont inférieure à la norme. **JEANNE,(1993)** indique que l'indice diastasique doit être supérieur à 8 (échelle de Schade) toléré à 3 pour les miels à faibles teneurs en diastase comme les miels d'agrumes et ayant un taux d'HMF<15. Les miels chauffés ont un indice diastasique faible et varient de 0,71 à 0,82 (**KERAR, 1994**) .Des travaux de recherche ont montré qu'il existe une corrélation entre l'effet thermique, l'activité amylolytique et les HMF qui sont utilisés comme un indice de fraîcheur du miel (**ODDO et al., 1999**). La variation de l'activité des diastases est liée à la production de miel ainsi que climat de la region de récolte (**SINGH ET SALLE , 1997**).

Une étude menée par **TOSI et al., (2004)** a montré que la destruction de toute l'activité de l'amylase nécessite un chauffage de miel à 80 ° C pendant 1,2 h, alors qu'il n'a fallu que 8,6 min pour l'inactivation de l'invertase.

Nos résultats concordent les résultats obtenus par **CHEFROUR et al., 2007 ;MAKHLOUFI et al., (2010)**.

II.1.9.L'indice de saccharose IS

L'ensemble des résultats obtenus de l'indice de saccharase est regroupé dans le tableau 16 et représenté par la figure 20 .

Tableau 16 : Les valeurs de l'indice de saccharose IS de chaque échantillon de miel

Echantillon	IS(UE) m±SD		Echantillon	IS(UE) m±SD	
E1	42,262	± 0,574	E37	105,534	± 0,390
E2	11,247	± 0,397	E38	110,149	± 0,070
E3	42,833	± 0,681	E39	111,525	± 0,199
E4	37,431	± 0,064	E40	30,678	± 0,348
E5	72,011	± 0,950	E41	141,903	± 0,150
E6	45,589	± 0,074	E42	170,255	± 0,167
E7	0,000	± 0,000	E43	186,431	± 0,225
E8	12,446	± 0,106	E44	47,236	± 0,326
E9	0,000	± 0,000	E45	136,247	± 0,548
E10	27,163	± 0,059	E46	49,456	± 0,427
E11	0,000	± 0,000	E47	52,344	± 0,340
E12	103,573	± 0,022	E48	179,781	± 0,285
E13	41,931	± 0,116	E49	11,673	± 0,136
E14	0,000	± 0,000	E50	0,605	± 0,225
E15	12,491	± 0,005	E51	132,290	± 0,147
E16	35,821	± 0,513	E52	52,256	± 0,188
E17	10,254	± 0,062	E53	43,466	± 0,229
E18	23,179	± 0,524	E54	0,000	± 0,000
E19	37,814	± 1,012	E55	0,000	± 0,000
E20	24,194	± 0,169	E56	107,881	± 0,149
E21	0,000	± 0,000	E57	0,000	± 0,000
E22	107,666	± 0,513	E58	181,323	± 0,158
E23	105,029	± 1,000	E59	25,686	± 0,035
E24	29,432	± 0,129	E60	97,738	± 0,093
E25	90,506	± 0,153	E61	113,352	± 0,421
E26	78,755	± 0,153	E62	0,000	± 0,000
E27	72,713	± 1,000	E63	139,383	± 0,289
E28	31,656	± 0,102	E64	69,161	± 0,209
E29	16,235	± 0,086	E65	9,526	± 0,039
E30	138,380	± 0,608	E66	9,526	± 0,039
E31	138,257	± 0,297	E67	132,756	± 0,317
E32	3,486	± 0,403	E68	89,421	± 0,319
E33	5,814	± 0,134	E69	0,000	± 0,000
E34	10,497	± 0,354	E70	0,000	± 0,000
E35	12,658	± 0,279	E71	39,487	± 0,302
E36	47,038	± 0,061	E72	5,774	± 0,177

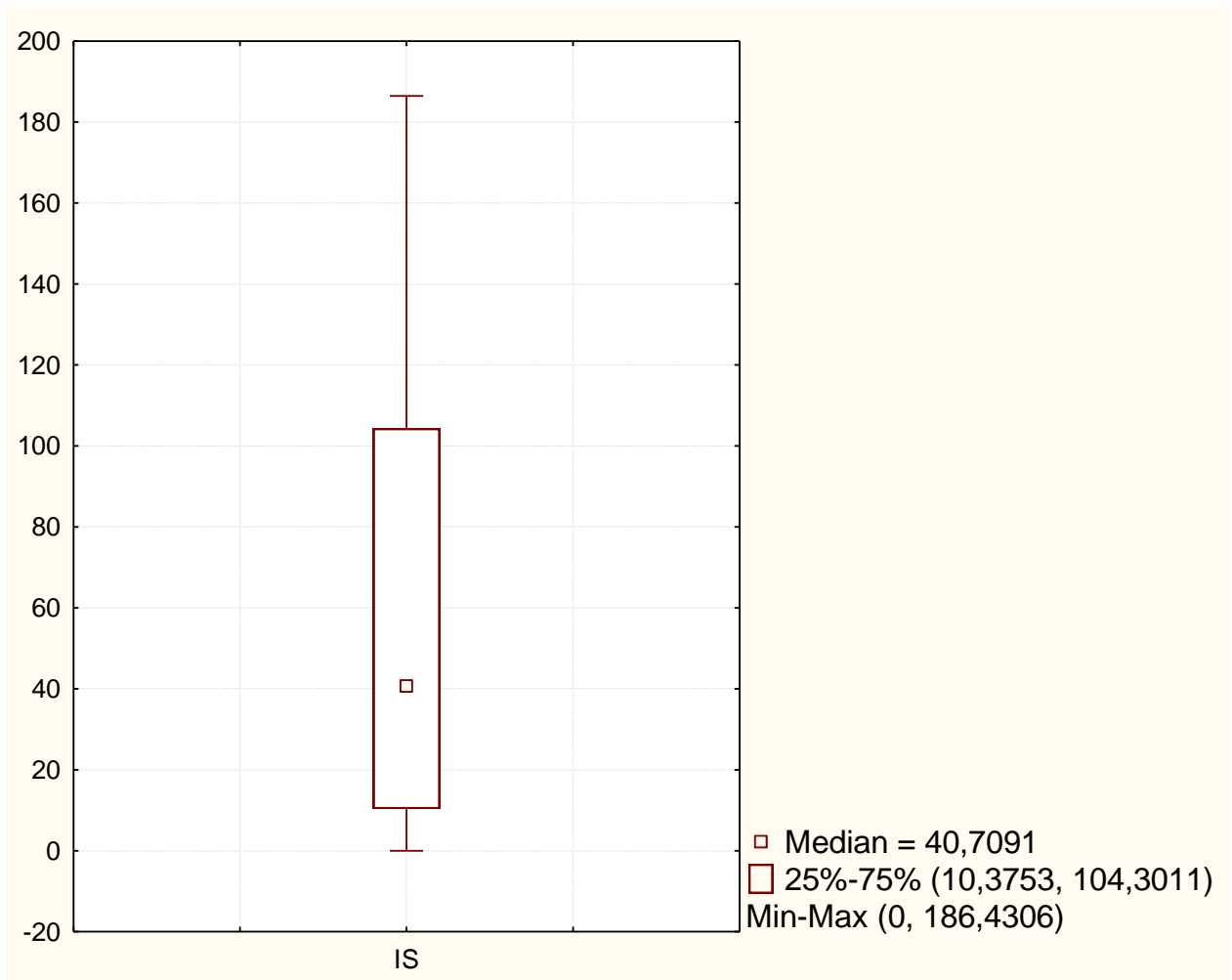



Figure 20 : Variation de l'indice de saccharase des miels analysés

L'examen des résultats montre que les valeurs de l'indice de saccharase IS varient entre 0 UE pour les échantillons E7,E14,E21,E54,E55,E57,E62,E69 ,E70 et 186,431 UE pour l'échantillon E43. Les résultats obtenus indiquent qu'il existe une grande variation de l'activité de l'invertase, IS est un indicateur beaucoup plus sensible de chauffage, les conditions et la durée de stockage de miel que la diastase et HMF. (ODDO *et al.*, 1999 ; SANCHEZ *et al.*, 2001). Le but de mesurer IS est de déterminer les miels naturels et artificiels, la diastase et l'invertase sont largement utilisés en Europe en tant que mesure de la fraîcheur du miel. Invertase est en général présents en petites quantités et inactivée par le chauffage (SIBEL BABACAN *et al.*, 2005). Nos résultats sur l'activité de l'invertase dans les miels sont plus ou moins similaires à ceux trouvés par DUSTMANN *et al.*, 1993 ; KRAUZE ET ZALEWSKI



,1991 ; HUIDOBRO *et al.*,1995 . Nos valeurs sont un peu différentes à des valeurs signalées par MAKHLOUFI *et al.*, (2007,2010).La variabilité de l'activité enzymatique présente dans les différents types de miel est probablement dû à une série de facteurs, tels que : période de collecte du nectar et par les conditions physiologiques de la colonie ; abondance des flux de nectar et sa teneur en sucre (un flux élevé de nectar concentré conduit à abaisser la teneur en enzyme) , l'âge des abeilles (quand l'abeille devient une butineuse ses glandes produise plus des enzymes) ; consommation de pollen etc (CRANE,1990 ;LIPP,1994 ; ODDO *et al.*, 1999).

II.1.10.Analyse qualitative et quantitative des sucres

Le spectre de sucres spécifiques donne des renseignements sur l'authenticité du miel et la falsification des sucres. Le taux de saccharose et la somme des teneurs en fructose glucose sont utilisés dans les normes internationales. Cependant, les sucres spécifiques du miel sont analysés pour obtenir des renseignements concernant différents aspects de la qualité du miel. Ainsi, le rapport fructose/glucose et la concentration de saccharose sont de bons critères pour différencier les miels monofloraux. La teneur en oligosaccharides tels que le mélézitose et le maltotriose sont de bons indicateurs pour la teneur en miellat d'un miel. L'Analyse quantitative et qualitative des sucres dans les variétés de miel étudiées est réalisé par HPLC. Tous les résultats obtenus sont représentés dans les tableau17,18,19,20,21et 22 et représentés par les figures 21,22,23,24 ,25, 26 et 27.

Tableau 17 : La teneur en fructose de chaque échantillon de miel

Echantillon	Fruct% m±SD			Echantillon	Fruct% m±SD		
E1	40,61	±	0,41	E37	39,23	±	2,81
E2	42,31	±	2,11	E38	38,63	±	3,55
E3	41,25	±	2,05	E39	37,23	±	3,79
E4	40,12	±	0,89	E40	41,23	±	1,94
E5	40,66	±	2,77	E41	40,7	±	1,06
E6	42,05	±	3,73	E42	40,4	±	3,29
E7	40,57	±	2,8	E43	39,35	±	0,78
E8	44,4	±	1,36	E44	39	±	2,39
E9	41,4	±	2,73	E45	38,69	±	0,21
E10	41,52	±	1,79	E46	40,48	±	1,51
E11	40,96	±	2,96	E47	41,51	±	1,92
E12	39,48	±	1,43	E48	37,87	±	2,27
E13	34,61	±	2,15	E49	39,44	±	0,07
E14	32,28	±	1,54	E50	37,77	±	0,9
E15	42,7	±	3,81	E51	40,98	±	3,77
E16	40,67	±	2,33	E52	40,6	±	0,42
E17	40,59	±	0,83	E53	39,23	±	1,57
E18	40,84	±	2,38	E54	42,29	±	3,25
E19	39,37	±	3,3	E55	39,73	±	1,14
E20	37,9	±	0,84	E56	39,45	±	2,23
E21	39,23	±	2,79	E57	39,44	±	2,2
E22	42,1	±	1,89	E58	39,24	±	1,04
E23	39,13	±	1,36	E59	39,23	±	2,81
E24	39,09	±	1,71	E60	38,72	±	2,25
E25	40,61	±	1,97	E61	38,63	±	3,55
E26	38,7	±	2,96	E62	38,55	±	1,31
E27	39,44	±	2,2	E63	38,08	±	1,76
E28	39,73	±	1,14	E64	37,77	±	0,9
E29	39,45	±	2,23	E65	37,23	±	3,79
E30	42,29	±	3,25	E66	36,96	±	3
E31	39,24	±	1,04	E67	44,4	±	1,36
E32	37,77	±	0,9	E68	42,05	±	3,73
E33	38,08	±	1,76	E69	41,52	±	1,79
E34	38,55	±	1,31	E70	41,4	±	2,73
E35	38,72	±	2,25	E71	40,96	±	2,96
E36	36,96	±	3	E72	40,66	±	2,77

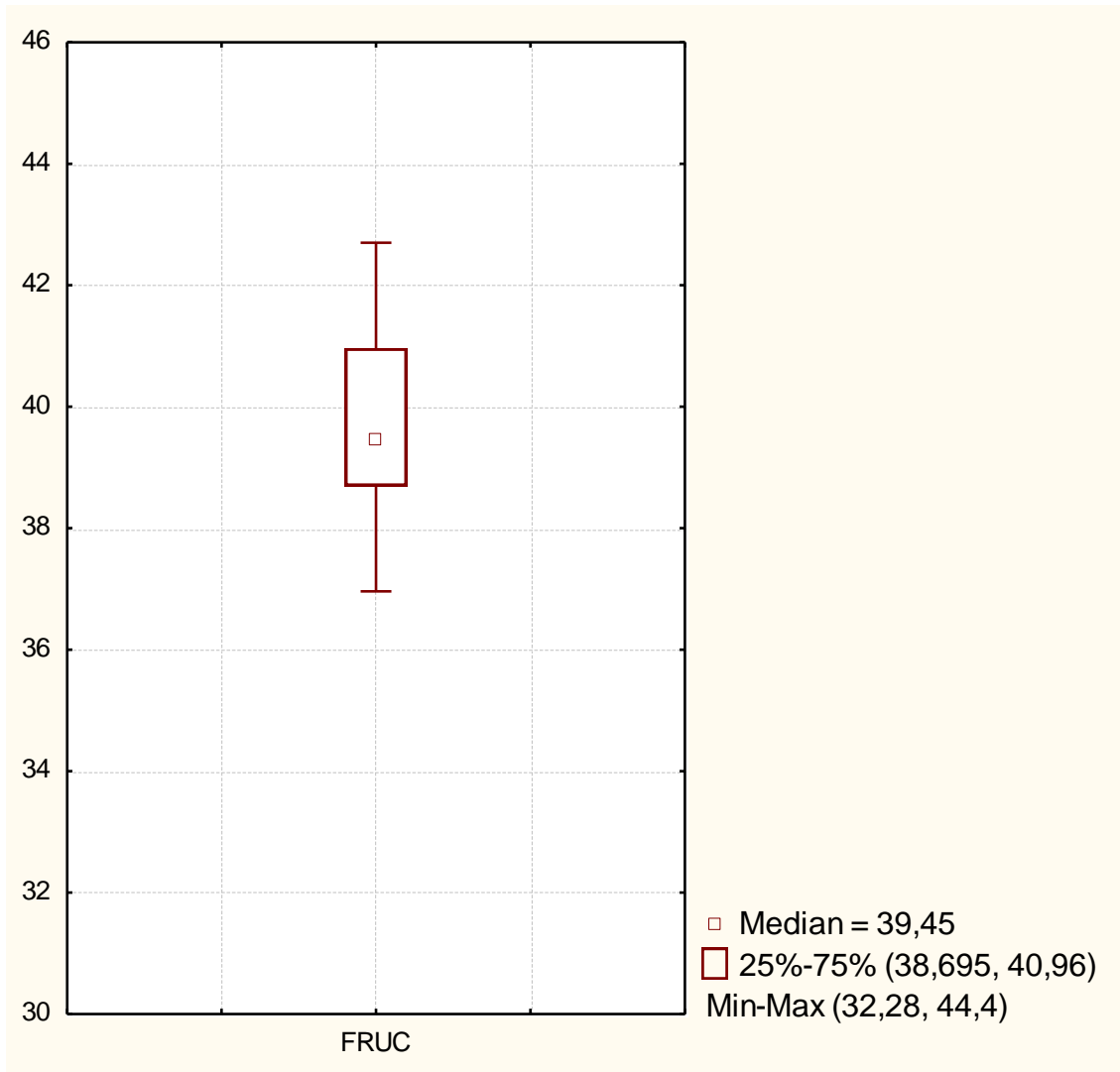


Figure 21 : Variation de la teneur en fructose des miels analysés

Tableau 18 : La teneur en glucose de chaque échantillon de miel

Echantillon	Glu m±SD			Echantillon	Glu m±SD		
	%				%		
E1	33,42	±	0,35	E37	33,52	±	2,40
E2	34,49	±	3,17	E38	31,22	±	2,87
E3	33,16	±	2,77	E39	31,09	±	3,17
E4	33,86	±	0,75	E40	33,99	±	1,60
E5	35,49	±	2,42	E41	31,06	±	0,81
E6	34,34	±	3,05	E42	29,36	±	2,39
E7	35,85	±	2,48	E43	31,24	±	0,62
E8	34,80	±	1,42	E44	30,47	±	1,87
E9	36,27	±	2,26	E45	29,00	±	0,16
E10	33,78	±	1,45	E46	33,18	±	1,24
E11	35,87	±	2,59	E47	26,85	±	1,24
E12	34,86	±	1,26	E48	26,10	±	1,56
E13	29,03	±	1,80	E49	26,94	±	0,05
E14	28,02	±	1,34	E50	31,69	±	1,44
E15	33,23	±	2,97	E51	32,13	±	1,28
E16	33,92	±	1,94	E52	33,42	±	0,35
E17	34,22	±	0,71	E53	34,49	±	3,17
E18	33,33	±	1,94	E54	33,39	±	2,56
E19	33,27	±	2,80	E55	31,09	±	0,90
E20	29,34	±	0,65	E56	36,97	±	2,09
E21	33,42	±	2,38	E57	31,95	±	1,79
E22	31,73	±	0,93	E58	34,16	±	0,91
E23	33,82	±	1,18	E59	33,52	±	2,40
E24	34,08	±	1,49	E60	32,05	±	1,86
E25	33,38	±	1,62	E61	31,22	±	2,87
E26	33,79	±	2,59	E62	32,38	±	1,10
E27	31,95	±	1,79	E63	31,81	±	1,48
E28	31,09	±	0,90	E64	31,69	±	1,44
E29	36,97	±	2,09	E65	31,09	±	3,17
E30	33,39	±	2,56	E66	31,85	±	2,58
E31	34,16	±	0,91	E67	34,80	±	1,42
E32	31,69	±	1,44	E68	34,34	±	3,05
E33	31,81	±	1,48	E69	33,78	±	1,45
E34	32,38	±	1,10	E70	36,27	±	2,26
E35	32,05	±	1,86	E71	35,87	±	2,59
E36	31,85	±	2,58	E72	35,49	±	2,42

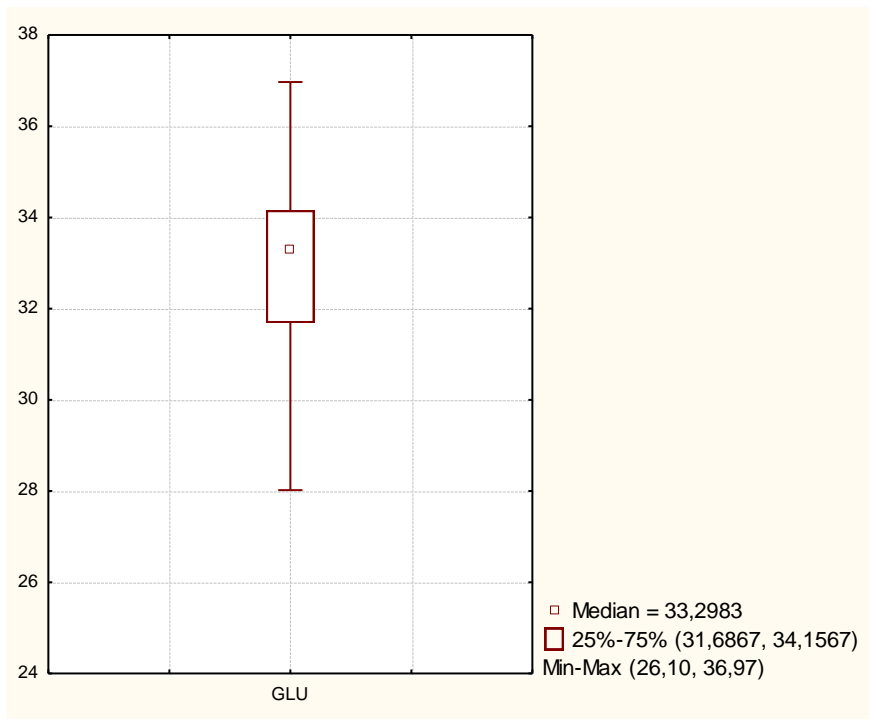


Figure 22 : Variation de la teneur en glucose des miels analysés

Tableau 19: La teneur en saccharose de chaque échantillon de miel

Echantillon	Sacch m±SD			Echantillon	Sacch m±SD		
			%				%
E1	3,88	±	0,11	E37	0	±	0
E2	1,22	±	0,01	E38	0	±	0
E3	4,08	±	0,24	E39	0	±	0
E4	0,73	±	0,04	E40	0	±	0
E5	5,36	±	0,13	E41	0	±	0
E6	0	±	0	E42	0,41	±	0,04
E7	1,9	±	0,08	E43	0,43	±	0,02
E8	2,56	±	0,24	E44	0	±	0
E9	1,96	±	0,15	E45	0	±	0
E10	0	±	0	E46	0,41	±	0,04
E11	2,09	±	0,14	E47	0	±	0
E12	1,02	±	0,08	E48	0	±	0
E13	0	±	0	E49	0	±	0
E14	0,98	±	0,09	E50	0,43	±	0,04
E15	1,26	±	0,07	E51	0,43	±	0,02
E16	0	±	0	E52	3,88	±	0,11
E17	1,14	±	0,04	E53	1,22	±	0,01
E18	1,31	±	0,08	E54	0	±	0
E19	1,31	±	0,12	E55	0	±	0
E20	0	±	0	E56	0,65	±	0,06
E21	0	±	0	E57	0	±	0
E22	0	±	0	E58	0	±	0
E23	0	±	0	E59	0	±	0
E24	0,77	±	0,04	E60	0	±	0
E25	0	±	0	E61	0	±	0
E26	0,99	±	0,1	E62	0	±	0
E27	0	±	0	E63	0,4	±	0,01
E28	0	±	0	E64	0,43	±	0,04
E29	0,65	±	0,06	E65	0	±	0
E30	0	±	0	E66	0	±	0
E31	0	±	0	E67	2,56	±	0,24
E32	0,43	±	0,04	E68	0	±	0
E33	0,4	±	0,01	E69	0	±	0
E34	0	±	0	E70	1,96	±	0,15
E35	0	±	0	E71	2,09	±	0,14
E36	0	±	0	E72	5,36	±	0,13

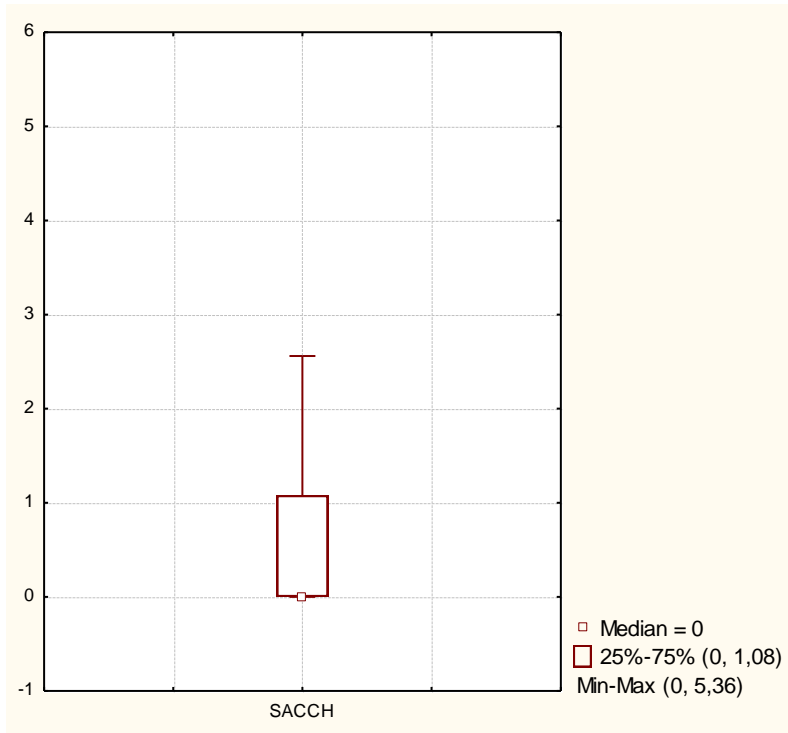


Figure 23 : Variation de la teneur en saccharose des miels analysés

Tableau 20 : La teneur en turanose de chaque échantillon de miel

Echantillon	Tura m±SD %			Echantillon	Tura m±SD %		
E1	1,58	±	0,08	E37	1,03	±	0,05
E2	1,71	±	0,12	E38	0,85	±	0,07
E3	1,62	±	0,03	E39	0,97	±	0,05
E4	1,84	±	0,07	E40	0,93	±	0,00
E5	0,00	±	0,00	E41	0,88	±	0,05
E6	0,00	±	0,00	E42	1,07	±	0,01
E7	0,00	±	0,00	E43	1,07	±	0,09
E8	0,00	±	0,00	E44	0,76	±	0,04
E9	0,00	±	0,00	E45	1,03	±	0,09
E10	2,23	±	0,12	E46	1,05	±	0,05
E11	0,00	±	0,00	E47	1,15	±	0,05
E12	2,77	±	0,11	E48	1,09	±	0,01
E13	0,00	±	0,00	E49	1,64	±	0,09
E14	2,23	±	0,05	E50	0,83	±	0,06
E15	1,29	±	0,05	E51	1,06	±	0,02
E16	1,58	±	0,07	E52	1,58	±	0,08
E17	0,00	±	0,00	E53	1,71	±	0,12
E18	1,30	±	0,05	E54	0,97	±	0,07
E19	1,13	±	0,10	E55	0,00	±	0,00
E20	1,27	±	0,08	E56	0,90	±	0,05
E21	1,35	±	0,04	E57	0,00	±	0,00
E22	2,03	±	0,16	E58	1,39	±	0,04
E23	1,02	±	0,05	E59	1,03	±	0,05
E24	0,77	±	0,04	E60	0,62	±	0,04
E25	1,09	±	0,04	E61	0,85	±	0,07
E26	2,10	±	0,13	E62	0,59	±	0,03
E27	0,00	±	0,00	E63	0,76	±	0,05
E28	0,00	±	0,00	E64	0,83	±	0,06
E29	0,90	±	0,05	E65	0,97	±	0,05
E30	0,97	±	0,07	E66	0,58	±	0,02
E31	1,39	±	0,04	E67	0,00	±	0,00
E32	0,83	±	0,06	E68	0,00	±	0,00
E33	0,76	±	0,05	E69	2,23	±	0,12
E34	0,59	±	0,03	E70	0,00	±	0,00
E35	0,62	±	0,04	E71	0,00	±	0,00
E36	0,58	±	0,02	E72	0,00	±	0,00

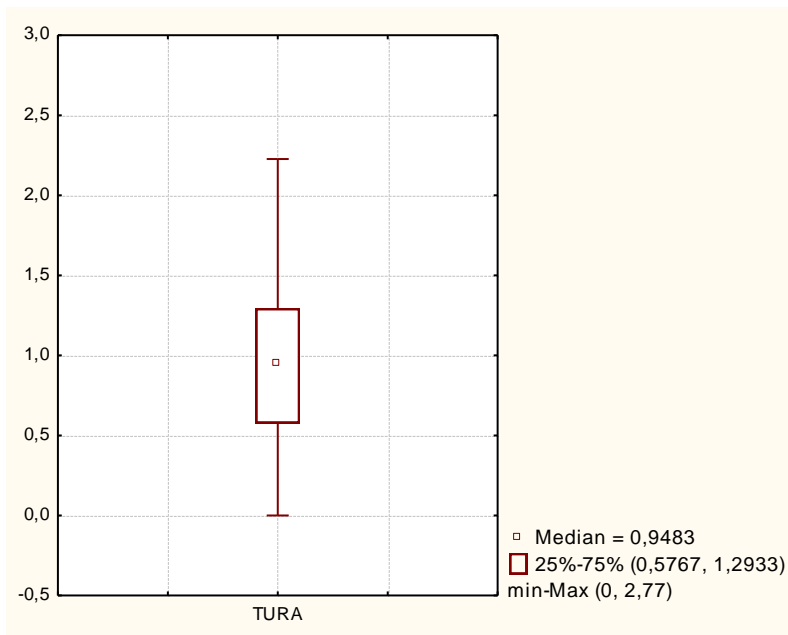


Figure 24 : Variation de la teneur en turanose des miels analysés

Tableau 21 : La teneur en maltose de chaque échantillon de miel

Echantillon	Malt m±SD			Echantillon	Malt m±SD		
	%				%		
E1	2,94	±	0,23	E37	3,2	±	0,2
E2	3,93	±	0,32	E38	2,42	±	0,03
E3	2,3	±	0,22	E39	2,26	±	0,01
E4	3,23	±	0,01	E40	5,12	±	0,15
E5	2,77	±	0,03	E41	2,94	±	0,11
E6	3,68	±	0,03	E42	3,24	±	0,16
E7	3,31	±	0,24	E43	2,27	±	0,17
E8	2,3	±	0,01	E44	2,35	±	0,05
E9	3,35	±	0,21	E45	4,63	±	0,11
E10	6,15	±	0,36	E46	2,84	±	0,11
E11	3,13	±	0,24	E47	2,38	±	0,15
E12	4,15	±	0,09	E48	2,43	±	0,06
E13	3,14	±	0,08	E49	2,74	±	0,04
E14	3,71	±	0,28	E50	2,72	±	0,14
E15	2,46	±	0	E51	3,11	±	0,05
E16	2,75	±	0,03	E52	2,94	±	0,23
E17	2,46	±	0,2	E53	3,93	±	0,32
E18	2,46	±	0,23	E54	2,29	±	0,16
E19	3,1	±	0,1	E55	2,54	±	0,22
E20	3,82	±	0,36	E56	3,07	±	0,18
E21	3,42	±	0,2	E57	2,28	±	0,14
E22	3,24	±	0,03	E58	2,3	±	0,01
E23	3,08	±	0,04	E59	3,2	±	0,2
E24	2,74	±	0,18	E60	2,48	±	0,05
E25	2,31	±	0,19	E61	2,42	±	0,03
E26	3,21	±	0,08	E62	2,34	±	0,07
E27	2,28	±	0,14	E63	2,61	±	0,13
E28	2,54	±	0,22	E64	2,72	±	0,14
E29	3,07	±	0,18	E65	2,26	±	0,01
E30	2,29	±	0,16	E66	2,76	±	0,25
E31	2,3	±	0,01	E67	2,3	±	0,01
E32	2,72	±	0,14	E68	3,68	±	0,03
E33	2,61	±	0,13	E69	6,15	±	0,36
E34	2,34	±	0,07	E70	3,35	±	0,21
E35	2,48	±	0,05	E71	3,13	±	0,24
E36	2,76	±	0,25	E72	2,77	±	0,03

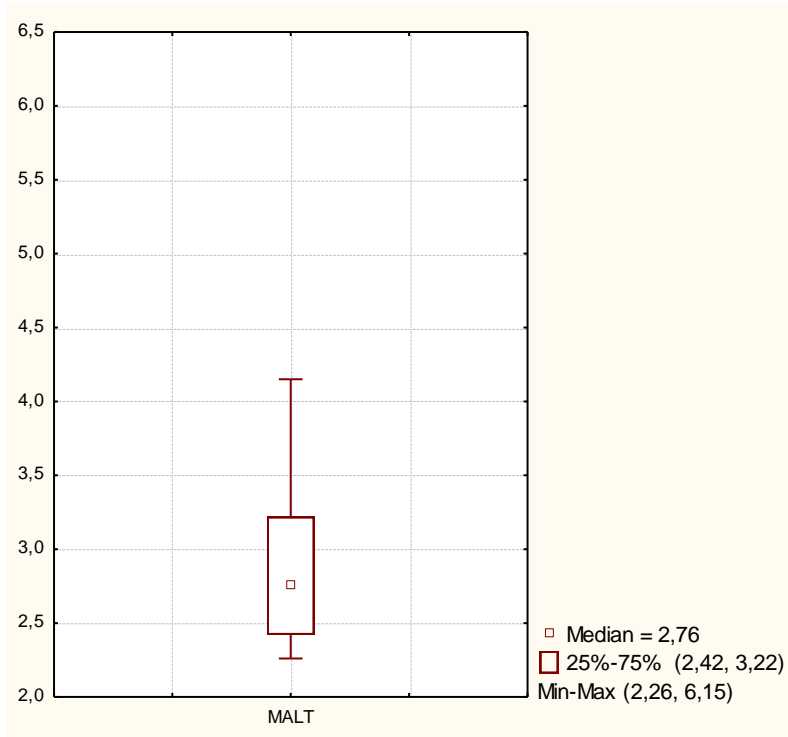


Figure 25 : Variation de la teneur en maltose des miels analysés

Tableau 22 : Les valeurs de glucose+fructose et fructose/glucose des échantillons

Echantillon	Glu+Fru %	Fru/Glu	Echantillon	Glu+Fru%	Fru/Glu
E1	74,03	1,215	E37	72,75	1,170
E2	76,80	1,231	E38	69,85	1,237
E3	74,41	1,247	E39	68,32	1,198
E4	73,98	1,185	E40	75,22	1,213
E5	76,15	1,146	E41	71,76	1,311



E6	76,39	1,225	E42	69,76	1,376
E7	76,42	1,132	E43	70,59	1,260
E8	79,20	1,276	E44	69,47	1,280
E9	77,67	1,141	E45	67,69	1,334
E10	75,30	1,229	E46	73,66	1,220
E11	76,83	1,142	E47	68,36	1,546
E12	74,34	1,133	E48	63,97	1,451
E13	63,64	1,192	E49	66,38	1,464
E14	60,30	1,152	E50	69,46	1,193
E15	75,93	1,285	E51	73,11	1,280
E16	74,59	1,199	E52	74,02	1,215
E17	74,81	1,186	E53	73,72	1,147
E18	74,17	1,225	E54	75,68	1,267
E19	72,64	1,183	E55	70,82	1,278
E20	67,24	1,292	E56	76,42	1,067
E21	72,65	1,174	E57	71,39	1,235
E22	73,83	1,326	E58	73,40	1,149
E23	72,95	1,157	E59	72,75	1,170
E24	73,17	1,147	E60	70,77	1,208
E25	73,99	1,217	E61	69,85	1,237
E26	72,49	1,145	E62	70,93	1,191
E27	71,39	1,235	E63	69,89	1,197
E28	70,82	1,278	E64	69,46	1,193
E29	76,42	1,067	E65	68,32	1,198
E30	75,68	1,267	E66	68,81	1,160
E31	73,40	1,149	E67	79,20	1,276
E32	69,46	1,193	E68	76,39	1,225
E33	69,89	1,197	E69	75,30	1,229
E34	70,93	1,191	E70	77,67	1,141
E35	70,77	1,208	E71	76,83	1,142
E36	68,81	1,160	E72	76,15	1,146

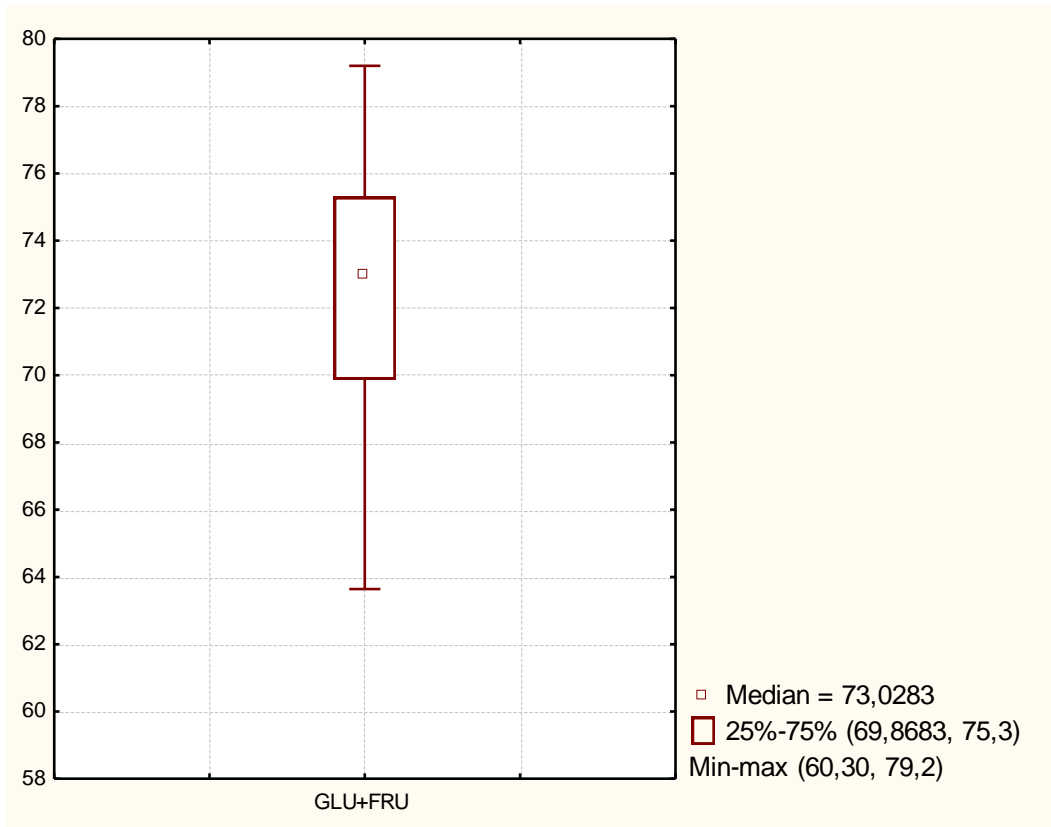


Figure 26 : Variation de la teneur en fructose+glucose des miels analysés

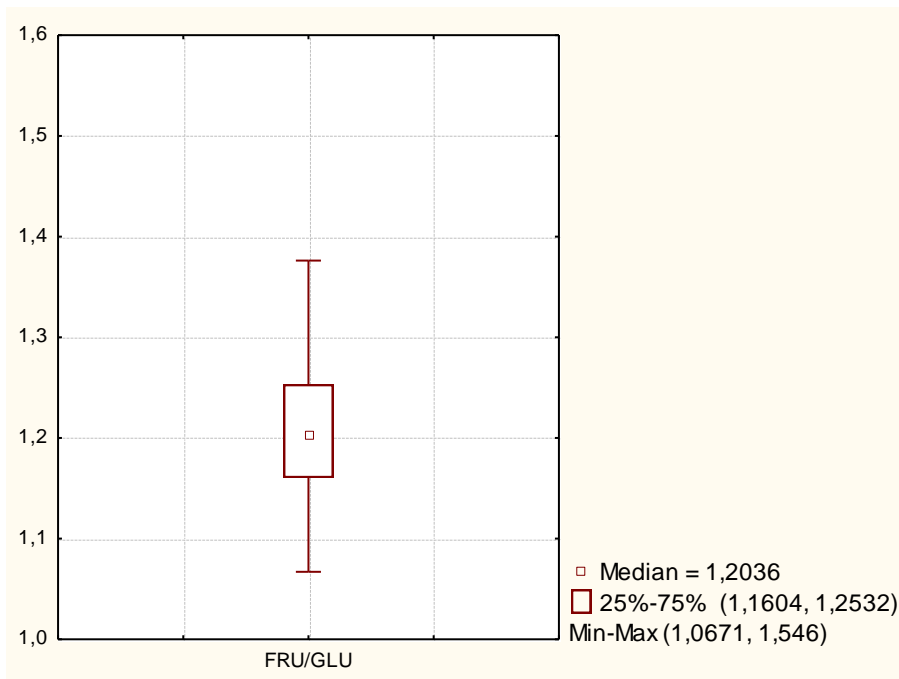



Figure 27 : Variation de la teneur en fructose/glucose des miels analysés



Le spectre de sucres spécifiques donne des renseignements sur l'authenticité du miel et la falsification des sucres. Le taux de saccharose et la somme des teneurs en fructose glucose sont utilisés dans les normes internationales. Cependant, les sucres spécifiques du miel sont analysés pour obtenir des renseignements concernant différents aspects de la qualité du miel. Ainsi, le rapport fructose/glucose et la concentration de saccharose sont de bons critères pour différencier les miels monofloraux. L'Analyse quantitative et qualitative des sucres dans les échantillons de miel étudiés est réalisé par HPLC.

En ce qui concerne la teneur en glucose toutes les valeurs varient entre 26.1% et 36.97%, on enregistre que la teneur la plus grande en glucose est détectée dans l'échantillon (E48) et la teneur la plus basse est de l'échantillon (E56) .

Par contre, les teneurs de fructose varient entre 32,28 est observé dans l'échantillon (E14) et 44.4% des'échantillons (E8 ,E67).


L'analyse par HPLC des sucres montre que les trois sucres tréalose ,mélibiase et mélézitose n'a pas détectés dans toutes les échantillons de miel étudiés.

En ce qui concerne le taux de saccharose dans les échantillons de miel étudiés, les résultats montrent que le taux de saccharose détecté varie entre 0,4 % dans l'échantillon E63 et et de 5.36 % dans les échantillons E72 et E5. On observe que toutes les valeurs de saccharose cadrent les normes ($\leq 10\%$)(**Bogdanov ,1999**) . Par contre 36 échantillons de miel étudiés ne représentent aucune trace de saccharose.

Les teneurs en turanose détectés dans les échantillons étudiés sont varient entre 0% et de 2,77% pour l'échantillon E12.

Les teneurs en maltose dans les échantillons de miel étudiés varient entre 2,26% pour les échantillons E39 et E65 et 6,15 % pour l'échantillon E69. La détermination du rapport entre le fructose et le glucose est très important pour connaître le type et la vitesse de cristallisation de miel. Les valeurs de fructose/glucose dans les échantillons étudiés varient entre 1.067 dans les échantillons E29 ,E56 et de 1,546 dans l'échantillon E47. Les valeurs de glucose+ fructose obtenues varient entre 60.3% dans l'échantillon E14 et 79,2 % dans l'échantillon E8. En ce qui concerne la somme de glucose et fructose ; tous les résultats obtenus cadrent les normes ($>65\%$)(**BOGDANOV ,1999**) a part la valeur de l'échantillon E14 .


Le monosaccharides glucose et le fructose sont clairement les sucres dominants dans nos miels , qui confirment que tous les échantillons de miel sont les miels



authentiques . Cependant Le profile de sucre obtenu est également similaire a cel que obtenue par **OUCHEMOUKH , (2007)** ; **JUSZCZAK et al., (2009)** ont identifié les mêmes sucres dans les miels d'herbes , sauf pour le fait qu'ils n'ont pas identifié le tréhalose. Conformément à **JUSZCZAK et al., (2009)** , nous n'avons pas relevé d'autres trisaccharides tels que le maltotriose ou raffinose qui ont été observés par d'autres enquêteurs dans d'autres miels (**DA COSTA LEITE et al., 2000; RUIZ-MATUTE ET al., 2007)** . D'autre part, le pic correspondant à mélézitose est probablement un mélange de mélézitose et erlose . Par conséquent , certains auteurs (**NOZAL et al., 2005; . RUIZ- MATUTE et al., 2007)** ont réussi à identifier erlose et Mélézitose indépendamment dans les miels naturels .

Les miels de miellat suspects avaient des valeurs moyennes significativement plus élevés de tréhalose et isomaltose , et des valeurs plus faibles de glucose , le saccharose , turanose et mélézitose , que les miels de fleurs . Plusieurs auteurs (**GOLOB ET PLESTENJAK , 1999; MATEO ET BOSCH -REIG , 1998)** ont trouvé glucose inférieure et la quantité de fructose dans les miels de miellat que les quantités trouvées dans les miels de fleurs . **GOLOB ET PLESTENJAK ,(1999)** n'ont pas trouvé de différences significatives dans les concentrations de saccharose entre les deux types de miels en provenance de Slovénie . Nos données de saccharose sont en accord avec d'autres données rapportées dans la littérature (**MATEO ET BOSCH -REIG , 1998)** pour plusieurs miels monofloraux, à l'exception de miel de la fleur d'oranger qui avait une valeur moyenne très élevée de $4,4 \pm 3,3 \%$. Tous les échantillons de miel ont une teneur en saccharose inférieure à 5/ 100 g, ce qui est généralement considéré comme la valeur limite pour les miels autorisés par la directive de la Communauté européenne. En dehors de saccharose, d'autres disaccharides ont été identifiés : le maltose. ce qui concorde avec les résultats des miels d'autres origines , rapportés par d'autres auteurs (**JUSZCZAK et al., 2009; MATEO ET BOSCH -REIG , 1998 ; TERRAB et al., 2003)** . Mélézitose a également été proposé de différencier miellat et fleur miels (**PERSANO ODDO ET PIRO , 2004)** . Miels de miellat avaient une concentration de mélézitose inférieure à celle concentration trouvée pour les miels de fleurs.

Le rapport Fructose / glucose (F / G) est recommandée pour évaluer la granulation du miel parce que le glucose est moins soluble dans l'eau que le fructose (**OJEDA DE**



RODRIGUEZ *et al.*, 2004). La proportion de fructose en glucose dépend largement de la source de nectar (**ANKLAM, 1998**) . Miels de fleur contenant plus de glucose que les miels de miellat , par conséquent, le rapport F / G dans la le miel de nectar est plus faible que dans les miels de miellat . La plupart des chercheurs (**MATEO ET BOSCH - REIG , 1998; NOZAL *et al.*, 2005; RODRIGUEZ de *et al.*, 2004; PEREZ- ARQUILLUE *et al.*, 1995**) obtient un rapport F / G de 1.2 , qui concorde avec nos données pour les miels de fleur . Toutefois plusieurs différences sont marquées, un rapport F / G de 1,0 pour les miels de fleur et environ 1,5-2,0 pour des miel de miellat , respectivement . Conformément à **MANIKIS et THRASIVOULOU (2001)**, le rapport glucose / humidité pourrait être un meilleur indicateur pour prédire miel cristallisation du miel. Les intervalles trouvés dans le cas du rapport saccharose / turanose sont en accord avec celles proposées dans le bibliographie (**HORVATH ET MOLNAR - PERL , 1997**) . Cependant, nos données sur le maltose sont similaires aux données présentées par d'autres chercheurs comme **NOZAL *et al.*, (2005)**) . Par conséquent, la grande diversité des miels naturels influence son contenu en sucres. (**NOZAL *et al.*, 2005**) .

II.2.L'analyse pollinique

I.2.1. La richesse pollinique

Les résultats obtenus de La richesse pollinique ainsi que la classification selon Maurizio ,1939 des échantillons de miel étudiés sont regroupés dans le tableau 23 et représentés par les figures 28 et 29 .

Tableau 23 : Les valeurs de la richesse pollinique de chaque échantillon de miel

Echantillon	Rich GP/g m±SD			Echantillon	Rich GP/g m±SD		
E1	42600	±	23	E37	67800	±	22
E2	800	±	321	E38	36000	±	203
E3	205000	±	220	E39	17900	±	201
E4	17700	±	111	E40	30100	±	115
E5	15400	±	3	E41	15000	±	11
E6	5810	±	321	E42	14600	±	16
E7	200000	±	24	E43	12200	±	217
E8	8600	±	219	E44	2400	±	305
E9	14000	±	211	E45	38200	±	11
E10	10000	±	36	E46	14800	±	211
E11	17800	±	24	E47	29600	±	415
E12	83600	±	90	E48	31600	±	106
E13	57900	±	86	E49	42200	±	104
E14	30100	±	287	E50	34400	±	214
E15	50000	±	221	E51	48400	±	105
E16	40600	±	32	E52	28000	±	223
E17	16200	±	21	E53	12600	±	32
E18	32400	±	230	E54	32800	±	16
E19	28200	±	100	E55	20800	±	22
E20	14800	±	36	E56	43700	±	118
E21	29600	±	287	E57	115400	±	214
E22	16000	±	310	E58	58100	±	601
E23	22000	±	400	E59	201000	±	112
E24	10400	±	18	E60	28600	±	305
E25	18400	±	190	E61	34000	±	303
E26	18800	±	98	E62	40000	±	107
E27	17600	±	148	E63	67800	±	513
E28	12800	±	226	E64	23600	±	214
E29	8000	±	118	E65	79000	±	401
E30	33700	±	216	E66	30100	±	325
E31	115400	±	221	E67	15000	±	101
E32	18100	±	614	E68	14060	±	103
E33	201000	±	513	E69	16200	±	236
E34	18600	±	107	E70	3240	±	321
E35	3400	±	105	E71	38200	±	224
E36	4000	±	125	E72	44800	±	203

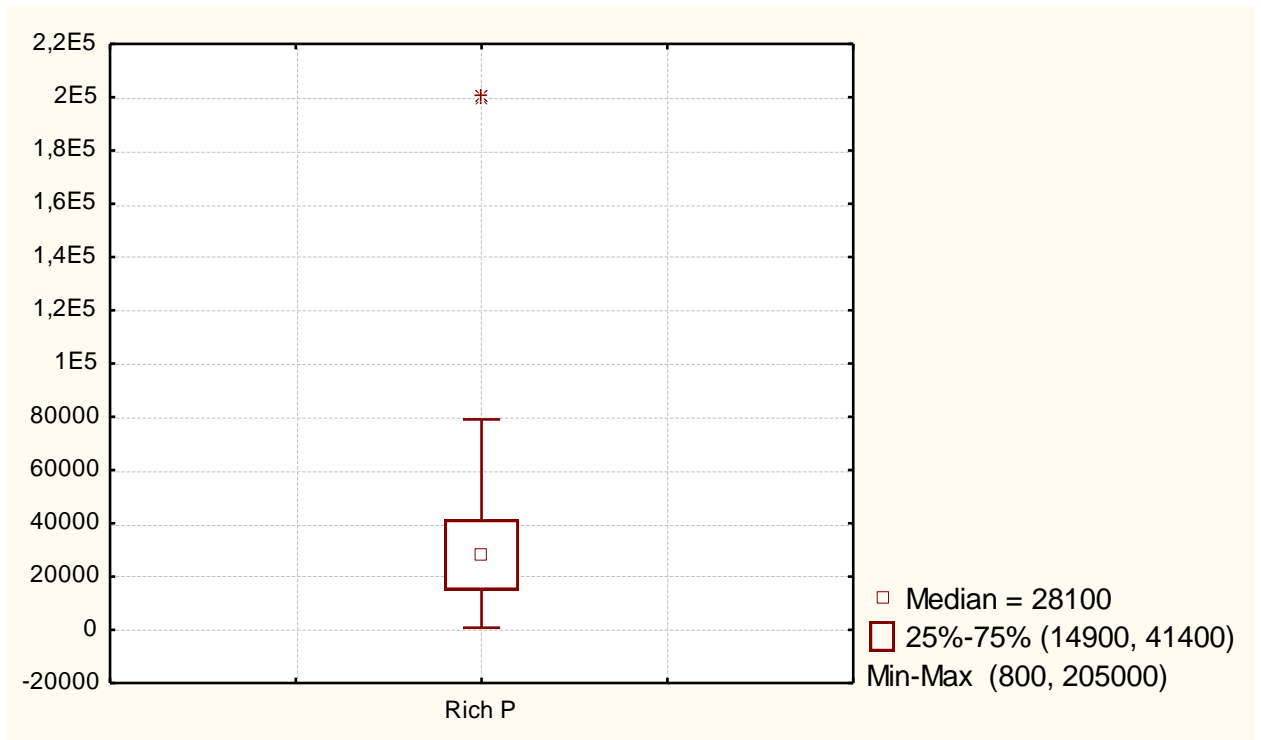


Figure 28 : Variation de la richesse en grain de pollen des miels analysés

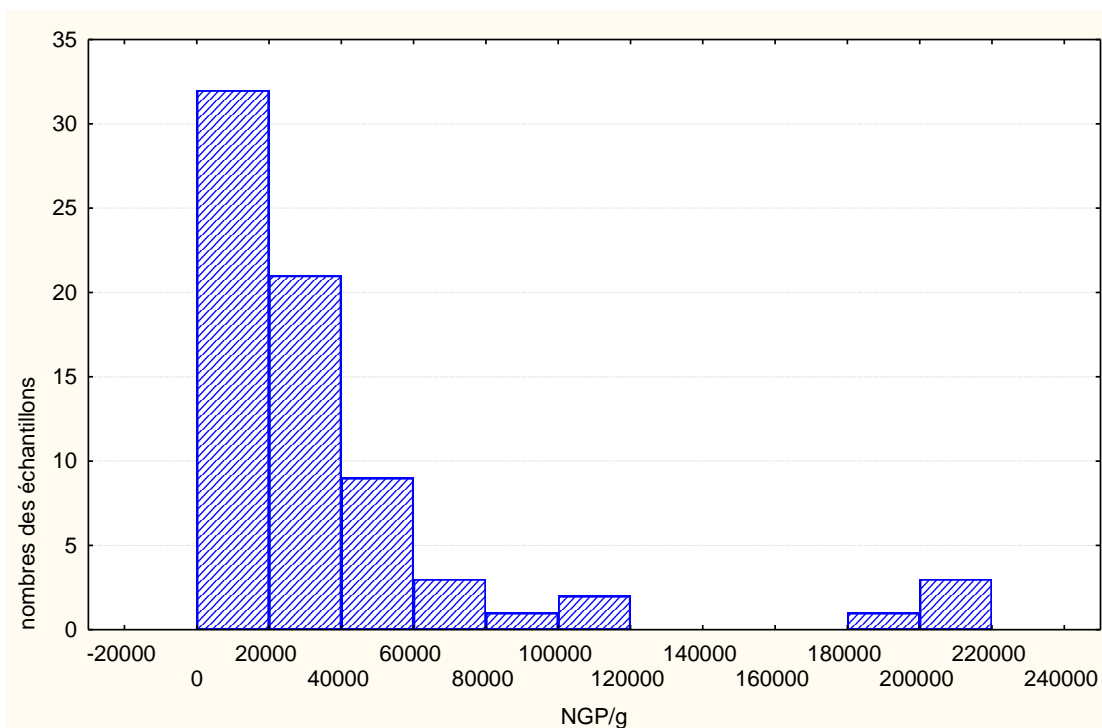



Figure 29: La répartition des échantillons de miel analysés selon le nombre de grain de pollen (NPG/g)



Les résultats de la teneur en grains de pollen de nos échantillons varient entre 800gp/g (E2) et 205000 gp/gde miel (E3).

L'échantillon **E2** est classé dans la classe **I** avec un teneur en grain de pollen de 800gp/g.

Les échantillons **E6, E8, E10, E29, E35, E36, E44 et E70** sont classés dans la classe **II** avec une teneur en grain pollen de plus **2000** grains par gramme.

La majorité de nos échantillons **E1, E4, E9, E10** sont classées dans la classe **III**,

Les échantillons **E12, E13, E37, et E58** sont classés dans la classe **IV**.

Les échantillons **E3, E7, E31 et E33** sont classés dans la classe **V** avec une teneur en grain de pollen plus 100000gp/g.

La variation du taux du pollen est due probablement:

- Au changement du couvert végétal d'un site à l'autre.
- La texture du sol et sa richesse en matière organique et minéraux, ont une influence considérable sur l'intensité de la sécrétion nectarifère et pollinifère.
- Le climat est un élément important qui conditionne la sécrétion mellifère et pollinifère.
- La nourriture de l'abeille et la méthode de l'extraction du miel (**LAUVEAUX, 1989**).
- La succession de plusieurs journées de beaux temps, un temps pluvieux au moment de la floraison favorise la production de grain de pollen (**LOUVEAUX, 1985**).

II.2.2. Analyse qualitative des grains de pollen

Les résultats de l'analyse pollinique qualitative sont regroupés dans le tableau 24

Tableau 24 : Les résultats de l'analyse pollinique qualitative de chaque échantillon de miel

Ech	Pollens dominants >45%	Pollens secondaires (16%- 45%)	Pollens minoritaires (3%-15%)	Pollens très minoritaires ou isolés (<3%)
E1	Néant	<i>Echium</i> 29% <i>Eucalyptus</i> 18%	<i>coronarium</i> 10%, <i>Echium</i> 9% <i>Trifolium sp</i> 7%	<i>Carduus</i> , <i>Apiaceæ</i> , <i>Asteraceæ</i> (échinulé), <i>Mentha spp</i> , <i>Arbutus unedo</i> , <i>Erica arborea</i> , <i>Lavandula stoechas</i> .
E2	Néant	<i>Trifolium sp</i> 25% <i>Eucalyptus</i> 19%	<i>Hedysarium coronarium</i> 4%	<i>Raphanus</i> , <i>Asphodelus</i> , <i>Papilionaceae</i> , <i>Lotus</i> , <i>Cistus</i> , <i>Citrus</i> , <i>Ribes</i> , <i>Erica</i> , <i>Borrago</i> , <i>Apiaceae</i> .
E3	<i>Echium</i> 49%	<i>Eucalyptus</i> 18% <i>Trifolium sp</i> 17%	<i>Hedysarium coronarium</i> 3%, <i>Lavandula stoechas</i> 3%	<i>Cistus</i> , <i>Mentha</i> , type <i>Genista</i> , , <i>Erica arborea</i> , <i>Carduus</i> , <i>Rhamnaceæ</i> , <i>Citrus</i> , <i>Apiaceæ</i> , <i>Acacia spp</i> , <i>Fabaceae</i> .
E4	<i>Eucalyptus</i> 50%	<i>Trifolium sp</i> 23%	<i>coronarium</i> 7%, <i>Echium</i> 4%	<i>Carduus</i> , <i>Apiaceæ</i> , <i>Asteraceæ</i> (échinulé), <i>Mentha spp</i> , <i>Arbutus unedo</i> , <i>Erica arborea</i> .
E5	Néant	<i>Hedysarium coronarium</i> 21%, <i>Echium</i> 16%	<i>Brassicaceæ</i> 7%, <i>Trifolium sp</i> 6%, <i>Eucalyptus</i> 6%, <i>Fabaceæ</i> 5%, <i>Carduus</i> 5%, <i>Asteraceæ</i> (<i>liguliflore</i>) 3%	<i>Rhamnaceæ</i> , <i>Asteraceæ</i> (échinulé), <i>Erica arborea</i> , <i>Prunus/Pyrus</i> , <i>Mimosa pudica</i> , <i>Lamiaceæ</i> , <i>Helianthus</i> , <i>Apiaceæ</i> , type <i>mimosa bimucromata</i> , type <i>Arctium</i> .

E6	<i>Neant</i>	<i>Eucalyptus</i> 16% <i>Erica arborea</i> 19%,	<i>Hedysarium coronarium</i> 10%, <i>Fabaceæ</i> 6%,	<i>Carduus</i> , <i>Apiaceæ</i> , <i>Asteraceæ</i> (échinulé), <i>Mentha</i> spp, <i>Arbutus unedo</i> ,
E7	<i>Néant</i>	<i>Trifolium</i> sp 33%, <i>Eucalyptus</i> 16%	<i>Echium</i> 7%, <i>Hedysarium coronarium</i> 4%,	<i>Cistus</i> , <i>Mentha</i> , type <i>Genista</i> , , <i>Erica arborea</i> , <i>Carduus</i> , <i>Rhamnaceæ</i> , <i>Citrus</i> , <i>Apiaceæ</i> , <i>Acacia</i> spp, <i>Fabaceæ</i> .
E8	<i>Echium</i> 55%	<i>Eucalyptus</i> 20% <i>Trifolium</i> sp 16%	<i>Hedysarium coronarium</i> 3%, <i>Fabaceæ</i> 3%	<i>Cistus</i> , <i>Mentha</i> , type <i>Genista</i> , , <i>Erica arborea</i> , <i>Carduus</i> , <i>Lavandula stoechas</i> , <i>Myrtus</i> , <i>Rubus</i> , <i>Citrus</i> , <i>Apiaceæ</i> .
E9	<i>Néant</i>	<i>Eucalyptus</i> 20% <i>Hedysarium coronarium</i> 16%	<i>Trifolium</i> sp 11% 10%, <i>Fabaceæ</i> 7%, <i>Carduus</i> 3%, <i>Erica arborea</i> 3%	<i>Apiaceæ</i> , <i>Lavandula asphodelus</i> , <i>Lavandula stoechas</i> , <i>Lamiaceæ</i> , <i>Brassicaceæ</i> , <i>Taraxacum</i> , <i>Euphorbiaceæ</i> , X(espèces
E10	<i>Néant</i>	<i>Eucalyptus</i> 21% <i>Trifolium</i> sp 17%,	<i>Echium</i> 12%, <i>Hedysarium coronarium</i> 11%, <i>Prunus/Pyrus</i> 9%, <i>Fabaceæ</i> 6%, <i>Carduus</i> 5%, <i>Erica arborea</i> 5%	<i>Allium</i> spp, <i>Apiaceæ</i> , <i>Lavandula asphodelus</i> , <i>Lavandula stoechas</i> , <i>Brassicaceæ</i> , <i>Myrtus</i> , <i>Erodium</i> sp, <i>Euphorbiaceæ</i> , <i>daucus carota</i> .
E11	<i>Néant</i>	<i>Eucalyptus</i> 40%	<i>Trifolium</i> sp 10% <i>Erica arborea</i> 9% <i>Erica</i> sp 3% <i>Hedysarium coronarium</i> 3%	<i>Cistus</i> , <i>Mentha</i> , type <i>Genista</i> , , <i>Erica arborea</i> , <i>Carduus</i> , <i>Lavandula stoechas</i> <i>Rhamnaceæ</i> , <i>Citrus</i> , <i>Apiaceæ</i> , <i>Acacia</i> spp, <i>Lavandula asphodelus</i> , <i>Lamiaceæ</i> , <i>Brassicaceæ</i>

E12	<i>Eucalyptus</i> 63%	<i>Hedysarium coronarium</i> 17%	<i>Echium</i> 6%, <i>Carduus</i> 5%	<i>Acacia</i> spp, <i>Trifolium</i> sp, <i>asteraceæ</i> (<i>liguliflore</i>), <i>Lavandula stoechas</i> , X(espèces indéterminés). <i>Pollens anémophiles</i> ou de plantes réputées non nectarifères <i>Olea</i> , <i>Cistus</i> , <i>Helianthemum</i>
E13	Néant	<i>Trifolium</i> sp 21%, <i>Eucalyptus</i> 17% <i>Hedysarium coronarium</i> 19%	<i>Erica arborea</i> 9% <i>Erica</i> sp 3%	<i>Adonis</i> sp, <i>Cistus</i> , <i>Mentha</i> , type <i>Genista</i> , , , <i>Carduus</i> , <i>Lavandula stoechas</i> <i>Rhamnaceæ</i> , <i>Citrus</i> , <i>Apiaceæ</i> , <i>Acacia</i> spp, <i>Lavandula asphodelu</i> .
E14	Néant	<i>Hedysarium coronarium</i> 25% <i>Trifolium</i> sp 18%	<i>Eucalyptus</i> 10%	<i>Rubus</i> , <i>Asphodelus</i> , , <i>Lotus</i> , <i>Lyptus</i> , <i>Citrus</i> <i>Cistus</i> , <i>Rosaceae</i> , <i>Mentha</i> , , <i>Erica</i> , <i>Borrago</i> , X(espèces indéterminés).
E15	Néant	<i>Eucalyptus</i> 40%, <i>Echium</i> 17%,	<i>Hedysarium coronarium</i> 6%, <i>Rubus</i> 5%	<i>Citrus</i> sp,, <i>Apiacea</i> , <i>Lavandula asphodelus</i> <i>Lamiacea</i> , <i>Acacia</i> sp , <i>Carduus</i> , <i>Erica arborea</i> , <i>Lavandula stoechas</i> .
E16	<i>Eucalyptus</i> 66%	<i>Echium</i> 17%	<i>Trifolium</i> sp 14%, <i>Borago officinalis</i> 3%	<i>Acacia</i> spp, , <i>asteraceæ</i> (<i>liguliflore</i>), <i>Lavandula stoechas</i> , <i>Molva</i> .
E17	Néant	<i>Eucalyptus</i> 32% <i>Echium</i> 20%	<i>Trifolium</i> sp 12%, <i>Rubus</i> 10%, <i>Erica arborea</i> 8%	<i>Cistus</i> , <i>Mentha</i> , type <i>Genista</i> , , <i>Carduus</i> , <i>Lavandula stoechas</i> <i>Pyrus</i> / <i>Molus</i> , <i>Citrus</i> , <i>Apiaceæ</i> .
E18	Néant	<i>Eucalyptus</i> 29% <i>Echium</i> 25%	<i>Trifolium</i> sp 15%, <i>Liliaceae</i> 7% <i>Citrus</i> 3%	<i>asteraceæ</i> (<i>liguliflore</i>), <i>Lavandula stoechas</i> , <i>Cistus</i> , <i>Mentha</i> , <i>Erica arborea</i> .
E19	Néant	<i>Eucalyptus</i> 35% <i>Hedysarium coronarium</i> 20%	<i>Trifolium</i> sp 15% <i>Lavandula stoechas</i> 3%	<i>Cistus</i> , <i>Mentha</i> , type <i>Genista</i> , , <i>Erica arborea</i> , <i>Carduus</i> ,

				<i>Rhamnaceæ, Citrus, Apiaceæ, Acacia spp, Fabaceæ.</i>
E20	<i>Eucalyptus</i> 69%	<i>Hedysarium coronarium</i> 20%	<i>Trifolium sp</i> 16%, <i>Hedysarium coronarium</i> 14%, <i>Rubus</i> 5%	<i>Lamiaceæ, Mentha, , Erica arborea, Carduus, Rhamnaceæ, Malva, Salix, Allium, Citrus, Cistus, Apiaceæ, Acacia spp, Fabaceæ.</i>
E21	<i>Neant</i>	<i>Hedysarium coronarium</i> 22%, <i>Eucalyptus</i> 18%	<i>Echium</i> 6%,	<i>Trifolium sp, Fabaceæ, Carduus, Rosaceae, Apiaceæ, Asteraceæ, Erica arborea,</i>
E22	<i>Néant</i>	<i>Eucalyptus</i> 42%	<i>Rubus</i> 15%	<i>Trifolium, Tamarix Carduus, Rosaceae Lamiaceae, sp, Mentha sp.</i>
E23	<i>Eucalyptus</i> 59%	<i>Trifolium sp</i> 18%, <i>Echium</i> 17%	<i>Hedysarium coronarium</i> 4%, <i>Lavandula stoechas</i> 4%	<i>Lamiaceæ, Mentha, type Genista, , Erica arborea, Carduus, Rhamnaceæ, Citrus, Apiaceæ, Acacia spp, Fabaceæ, X(espèces indéterminés).</i>
E24		<i>Eucalyptus</i> 20% <i>Trifolium sp</i> 16% <i>Echium</i> 16%	<i>Hedysarium coronarium</i> 6%, <i>Fabaceæ</i> 3%	<i>Cistus, Mentha, type Genista, , Lotus sp Carduus, Lavandula stoechas, Rosaceae Rhamnaceæ, Citrus, Apiaceæ, Acacia spp.</i>
E25	<i>Néant</i>	<i>Eucalyptus</i> 29%	<i>Echium</i> 14% <i>Trifolium sp</i> 11%, <i>Hedysarium coronarium</i> 4%	<i>Asteraceæ, Borago officinalis, Lavandula stoechas, Rubus sp, Rosaceae, Menth.</i>
E26	<i>Néant</i>	<i>Eucalyptus</i> 32% <i>Trifolium sp</i> 18%,	<i>Echium</i> 12%	<i>Citrus, Cistus, Mentha, type Genista, , Erica , Borago officinalis, arborea, Carduus, Lavandula stoechas Rhamnaceæ, Lotus, Rosaceae, Apiaceæ, Acacia spp,</i>

E27	<i>Néant</i>	<i>Eucalyptus 38%, Echium 20%,</i>	<i>Hedysarium coronarium 13% ,Carduus7%</i>	<i>Citrus sp,,Apiacea, Lavandula asphodelus Lamiacea,Erica sp , Acacia sp arborea , Apiaceae,Myrtus communis,Lavandula stoechas .</i>
E28	<i>Eucalyptus 69%</i>	<i>Trifolium sp 19%</i>	<i>Hedysarium coronarium 11% Salix 4% Sinapis ssp 3%</i>	<i>Carduus, Apiaceæ, Malva,pyrus,Citrus,Rosa ceae,Medicago,Asterace æ (échinulé), Mentha spp, Arbutus unedo, Erica arborea, Lotus, Lavandula stoechas.</i>
E29	<i>Néant</i>	<i>Hedysarium coronarium 21%, Echium 16% Eucalyptus 16%,</i>	<i>Trifolium sp 6%, Fabaceæ 5%, Carduus 5%,</i>	<i>Brassicaceæ ,Mentha sp Borago officinalis,Lotus Rosaceae,Rhamnaceæ, Asteraceæ (échinulé), Erica arborea .</i>
E30	<i>Néant</i>	<i>Eucalyptus 37%</i>	<i>Hedysarium coronarium 14%</i>	<i>Rubus ,Rosaceae Carduus ,Rosaceae Lamiacea, sp , Acacia sp</i>
E31	<i>Néant</i>	<i>Echium 19% Trifolium sp 18%, Eucalyptus 16%,</i>	<i>Hedysarium coronarium 11%, Fabaceæ 5%, Rosaceae 3%</i>	<i>Erica arborea, Carduu, Citrus,Rosaceae Asterace, Prunus/Pyrus, Mimosa pudica, Lamiaceæ, Helianthus, Apiaceæ.</i>
E32	<i>Neant</i>	<i>Eucalyptus 16% Echium 19%,</i>	<i>Hedysarium coronarium 10%, Fabaceæ 6%,</i>	<i>Carduus, Apiaceæ, Asteraceæ (échinulé), Mentha spp, Arbutus unedo, Erica arborea,</i>
E33	<i>Néant</i>	<i>Eucalyptus 20%</i>	<i>Echium 14%, Trifolium sp 13%, Hedysarium coronarium 4%,</i>	<i>Cistus, Mentha, type Genista, , Erica arborea ,Cistus,Rosaceae, Borago officinalis, Carduus, Rhamnaceæ, Citrus, Apiaceæ, Acacia spp, Fabaceæ.</i>

E34	<i>Neant</i>	<i>Hedysarium coronarium</i> 22%,	<i>Eucalyptus</i> 11% <i>Echium</i> 7%,	<i>Trifolium sp</i> , <i>Fabaceæ</i> , <i>Carduus</i> , <i>Rosaceae</i> , <i>Apiaceæ</i> , <i>Asteraceæ</i> , <i>Mentha spp</i> , <i>Arbutus unedo</i> , <i>Erica arborea</i> ,
E35	<i>Neant</i>	<i>Eucalyptus</i> 45%	<i>Trifolium sp</i> 15% <i>Erica arborea</i> 4% <i>Hedysarium coronarium</i> 3%	<i>Erica sp</i> , <i>Echium Cistus</i> , <i>Mentha</i> , type <i>Genista</i> , <i>Carduus</i> , <i>Asteracea Lavandula stoechas</i> , <i>Rhamnaceæ</i> , <i>Citrus</i> , <i>Apiaceæ</i> , <i>Acacia spp</i> , <i>Lavandula asphodelus</i> , <i>Lamiaceæ</i> , <i>Brassicaceæ</i>
E36	<i>Néant</i>	<i>Eucalyptus</i> 33% <i>Hedysarium coronarium</i> 18%	<i>Echium</i> 14% , <i>Carduus</i> 5%	<i>Acacia spp</i> , <i>Trifolium sp</i> , <i>asteraceæ (liguliflore)</i> , <i>Mentha sp</i> , <i>Rosaceae</i> , <i>Citrus</i> , <i>Lavandula stoechas</i> ,
E37	<i>Trfolium sp</i> 51%	<i>Eucalyptus</i> 23%	<i>Hedysarum coronarium</i> 8%	<i>Erica sp</i> , <i>Citrus</i> , <i>Cistus</i> , <i>Boraginoceae</i> , <i>arborea</i> , <i>Carduus</i> , <i>Rhamnaceæ</i> , <i>Apiaceæ</i> , <i>Acacia spp</i> , <i>Fabaceæ</i> , <i>X(espèces indéterminés)</i> .
E38	<i>Neant</i>	<i>Eucalyptus</i> 32%	<i>Trifolium sp</i> 13% <i>Hedysarium coronarium</i> 10%	<i>Erica sp</i> , <i>Echium</i> , <i>Erica arborea</i> , <i>Cistus</i> , <i>Citrus</i> , <i>Apiaceæ</i> , <i>Acacia spp</i> , <i>Lamiaceæ</i> , <i>Brassicaceæ</i>
E39	<i>Néant</i>	<i>Eucalyptus</i> 35% , <i>Trifolium sp</i> 18% ,	<i>Hedysarium coronarium</i> 15%	<i>Citrus sp</i> , <i>Apiacea</i> , <i>Mentha Cistus</i> , <i>Carduus</i> , <i>Lavandula asphodelus</i> , <i>Rosaceae Lamiaceae</i> , <i>sp</i> , <i>Acacia sp</i> , <i>Erica arborea</i> , <i>Apiaceae</i> , <i>Myrtus communis</i> , <i>Lavandula stoechas</i> .
E40	<i>Neant</i>	<i>Hedysarium coronarium</i> 35% <i>Eucalyptus</i> 22%	<i>Trifolium sp</i> 15% <i>Erica arborea</i> 9%	<i>Cistus</i> , <i>Mentha</i> , type <i>Genista</i> , <i>Erica sp</i> , <i>Carduus</i> , <i>Rhamnaceæ</i> , <i>Citrus</i> , <i>Lavandula asphodelus</i> , <i>Brassicaceæ</i>

E41	Neant	<i>Eucalyptus sp</i> 35% <i>Trifolium sp</i> 20%	<i>Arctium sp</i> 12% <i>Hedysarium coronarium</i> 10%	<i>Tamarix</i> , <i>Rubus</i> , <i>Carduus</i> , <i>Lavandula asphodelus</i> , <i>Rosaceae</i> <i>Lamiacea</i> , <i>sp</i> , <i>Acacia sp</i>
E42	<i>Eucalyptus</i> 77%		<i>Hedysarium coronarium</i> 10%	<i>Rubus</i> , <i>Rosaceae</i> <i>Carduus</i> , <i>Lamiacea</i> , <i>sp</i> , <i>Acacia sp</i> , <i>Tamarix apiaceae</i> , <i>Mentha sp.</i>
E43	Néant	<i>Eucalyptus</i> 34% <i>Hedysarium corornarium</i> 20%	<i>Trifolium sp</i> 9%,	<i>Echium</i> , <i>Adonis</i> , <i>Rosaceae</i> , <i>Cistus</i> , <i>Rubus sp</i> , , <i>Carduus</i> , <i>Lavandula stoechas</i> , <i>Rhamnaceæ</i> , <i>Citrus</i> , <i>Apiaceæ</i> , <i>Acacia spp</i> ,
E44	Néant	<i>Eucalyptus</i> 25% <i>Echium</i> 20%	<i>Trifolium sp</i> 14%, <i>Rubus</i> 7%	<i>Apiaceae</i> , <i>Cistus</i> , <i>Myrtus s</i> , <i>Mentha</i> , <i>type Genista</i> , , <i>Thymus</i> , <i>Asteraceae</i> , <i>Citrus</i> , <i>Apiaceæ</i> , <i>Acacia</i>
E45	<i>Trifolium sp</i> 14%,	<i>Eucalyptus</i> 40% <i>Trifolium sp</i> 20%,	<i>Borago officinalis</i> 15% <i>Thumus sp</i> 8%	<i>Acacia spp</i> , , <i>asteraceæ</i> , <i>Erica arbora</i> , <i>Medicagosp</i> , <i>Lavandula stoechas</i> , <i>Rubus</i> .
E46	Néant	<i>Eucalyptus</i> 42% <i>Echium</i> 20%	<i>Trifolium sp</i> 14%,	<i>Adonis sp</i> , <i>Cistus</i> , <i>Rubus sp</i> , <i>Mentha</i> , <i>type Genista</i> , , <i>Erica arborea</i> , <i>Carduus</i> , <i>Lavandula stoechas</i> <i>Rhamnaceæ</i> , <i>Citrus</i> , <i>Apiaceæ</i> , <i>Acacia spp</i> ,
E47	Néant	<i>Eucalyptus</i> 39%	<i>Echium</i> 15% <i>Trifolium sp</i> 15%, <i>Borago officinalis</i> 4%	<i>asteraceæ (liguliflore)</i> , <i>Medicagosp</i> , <i>Lavandula stoechas</i> , <i>Rubus sp</i> , <i>Cistus</i> , <i>Mentha</i> , <i>Erica arborea</i>
E48	Néant	<i>Eucalyptus</i> 40%	<i>Rubus</i> 10%	<i>Hedysarium coronarium</i> <i>Carduus</i> , <i>Lavandula</i> , <i>Mentha</i> , <i>asphodelus</i> , <i>Rosaceae</i> .
E49	Néant	<i>Eucalyptus</i> 22%	<i>Trifolium sp</i> 14%,	<i>Echium</i> , <i>Brasicaceae</i> , <i>Rubus sp</i> , <i>Mentha</i> , <i>type Genista</i> , , <i>Erica arborea</i> , <i>Carduus</i> , <i>Rhamnaceæ</i> , <i>Citrus</i> ,

E50		<i>Eucalyptus</i> 40% <i>Echium</i> 35%	<i>Hedysarium coronarium</i> 12%, <i>Erica arborea</i> 8% <i>Daucus</i> 4%	<i>Lamiaceæ</i> , <i>Mentha</i> , <i>Carduus</i> , <i>Rhamnaceæ</i> , <i>Citrus</i> , <i>Cistus</i> , <i>Apiaceæ</i> , <i>Acacia spp</i> , <i>Fabaceæ</i> , <i>Medicago sp</i> , <i>Lavandula stoechas</i> , <i>Myrtus</i> .
E51	Néant	<i>Eucalyptus</i> 37% <i>Trifolium sp</i> 20%,	<i>Echium</i> 12%, <i>Hedysarium coronarium</i> 7%	<i>Apiaceæ</i> , <i>Lavandula stoechas</i> , <i>Lamiaceæ</i> , <i>Brassicaceæ</i> , , <i>Rosaceae</i> , <i>Medicago sp</i> , , <i>Fabaceæ</i> , <i>Carduus sp</i> .
E52	Néant	<i>Trifolium</i> 35 % <i>Eucalyptus</i> 19%, <i>Rosaceae</i> 17%	<i>Convolvulus sp</i> 11% , <i>Apiaceæ</i> 7%, <i>Echium</i> 5%, <i>Mentha spp</i> 3%,	<i>Papilionaceae</i> , <i>Centaurea</i> , <i>Cirsium</i> , <i>Citrus sp</i> , <i>Carduus</i> , <i>Arbutus unedo</i> , <i>Erica arborea</i> , <i>Lavandula stoechas</i> , <i>Taraxacum</i> , <i>Euphorbiaceae</i> , <i>X</i> (espèces indéterminés).
E53	Néant	<i>Eucalyptus</i> 20% <i>Echium</i> 17%	<i>Hedysarium coronarium</i> 7%, <i>Trifolium sp</i> 4%,	<i>Lamiaceæ</i> , <i>Mentha</i> , , <i>Erica arborea</i> , <i>Allium sp</i> <i>Rhamnaceæ</i> , <i>Citrus</i> , <i>Cistus</i> , <i>Apiaceæ</i> , <i>Acacia spp</i> , <i>Fabaceæ</i> .
E54	Néant	<i>Eucalyptus</i> 45%	<i>Trifolium sp</i> 15% <i>Echium</i> 12% <i>Hedysarium coronarium</i> 5%,	<i>Cistus</i> , <i>Mentha</i> , <i>Erica arborea</i> , <i>Carduus</i> , <i>Medicago officinalis</i> , <i>Rosaceae</i> , <i>Rhamnaceæ</i> , <i>Citrus</i> , <i>Lavandula stoechas</i> , <i>Asteraceae</i> , <i>Apiaceæ</i> , <i>Acacia spp</i> , <i>Fabaceæ</i> .
E55	Néant	<i>Trifolium</i> 25 % <i>Eucalyptus</i> 21%,	<i>Rosaceae</i> 15% <i>Apiaceæ</i> 8%, <i>Echium</i> 6%,	<i>Convolvulus sp</i> , <i>Mentha spp</i> , <i>Papilionaceae</i> , <i>Cirsium</i> , <i>Citrus sp</i> , <i>Carduus</i> , <i>Arbutus unedo</i> , <i>Erica arborea</i> , <i>Lavandula stoechas</i> .
E56	Néant	<i>Eucalyptus</i> 36%	<i>Trifolium sp</i> 13%, <i>Echium</i> 9%	<i>Citrus</i> , <i>Cistus</i> , <i>Mentha</i> , type <i>Genista</i> , , <i>Erica sp</i> , <i>Rosaceae</i> , <i>Borago officinalis</i> , <i>Erica</i>

				<i>arborea, Carduus, Lavandula stoechas, Lotus, Rosaceae, Apiaceae, Acacia spp,</i>
E57	Néant	<i>Trifolium 30 % Eucalyptus 25%,</i>	<i>Rubus 14%</i>	<i>Rosaceae, Echium Apiaceae, Convolvulus sp, Mentha spp, , Citrus sp, Carduus, Arbutus unedo, Erica arborea.</i>
E58	<i>Citrus 66%</i>	<i>Trifolium sp 17%, Eucalyptus 16%</i>	<i>Daucus carota 9% Hedysarum coronarium 7%</i>	<i>Phyllaceae, Olea, Chenop odiaceae, Echium, Rosaceae, Lotus, Acacia, Cistus</i>
E59	Néant	<i>Trifolium sp 26%, Echium 16% Eucalyptus 16%,</i>	<i>Hedysarum coronarium 12%,</i>	<i>Carduus, Brassicaceae , Mentha sp, Rosaceae, Fabaceae Borago officinalis, Lotus, Rhamnaceae, Asteraceae (échinulé), Erica arborea .</i>
E60	Néant	<i>Hedysarum coronarium 25%</i>	<i>Eucalyptus 15% Trifolium sp 14%,</i>	<i>Echium, Rubus sp , Mentha, type Genista, , Erica arborea, Carduus, Lavandula stoechas, Rhamnaceae, Citrus, Apiaceae, Acacia.</i>
E61	Néant	<i>Citrus sp 25% Trifolium sp 17%, Eucalyptus 16%</i>	<i>Hedysarum coronarium 10% Echium 8%</i>	<i>Phyllaceae, Olea, Chenop odiaceae, Echium, Mentha sp, Rosaceae, Erica arborea, Lotus, Acacia, Cistus</i>
E62	Néant	<i>Eucalyptus 45%</i>	<i>Rubus 18% Rosmarium officinalis 4%</i>	<i>Echium, citrus Mentha sp, Rosaceae</i>
E63	Neant	<i>Eucalyptus 34%</i>	<i>Trifolium sp 15% Hedysarum coronarium 8%</i>	<i>Erica sp, Echium Cistus, Mentha, type Genista, , Carduus, Asteraceae Citrus, Apiaceae, Acacia spp, Lavandula asphodelus, Lamiaceae, Brassicaceae</i>

E64	Néant	<i>Eucalyptus</i> 45%	<i>Rubus</i> 10% <i>Hedysarium coronarium</i> 8%	<i>Carduus</i> , <i>Lavandula asphodelus</i> , <i>Rosaceae</i> <i>Lamiaceae</i> , sp , <i>Acacia</i> sp
E65	Néant	<i>Trifolium</i> 38 % <i>Eucalyptus</i> 18%, <i>Rosaceae</i> 17%	<i>Convolvulus</i> sp10% , <i>Apiaceæ</i> 9%, <i>Echium</i> 5%, <i>Mentha</i> spp3%, <i>Lavandula stoechas</i> 3%	<i>Citrus</i> sp, <i>Carduus</i> , <i>Arbutus unedo</i> , <i>Erica arborea</i> , <i>Taraxacum</i> , <i>Euphorbiaceae</i> .
E66	Néant	<i>Trifolium</i> sp 23%, <i>Eucalyptus</i> 19%	<i>Citrus</i> 15% <i>Hedysarium coronarium</i> 9%	<i>Phyllaceae</i> , <i>Olea</i> , <i>Chenopodiaceae</i> , <i>Echium</i> , <i>Rosaceae</i> , <i>Lotus</i> , <i>Acacia</i> , <i>Cistus</i>
E67	Néant	<i>Eucalyptus</i> 30% <i>Trifolium</i> sp 25%,	<i>Echium</i> 14%,	<i>Hedysarium coronarium</i> , <i>Apiaceæ</i> , <i>Lavandula stoechas</i> , <i>Lamiaceæ</i> , <i>Brassicaceæ</i> , <i>Taraxacum</i> , <i>Rosaceae</i> , <i>Medicago</i> sp, <i>Euphorbiaceæ</i> , <i>Fabaceæ</i> , <i>Carduus</i> , <i>Erica arborea</i> .
E68	Neant	<i>Hedysarium coronarium</i> 22% <i>Eucalyptus</i> 18%	<i>Trifolium</i> sp 13%	<i>Erica</i> sp , <i>Carduus</i> , <i>Asteracea</i> <i>Citrus</i> , <i>Apiaceæ</i> , <i>Acacia</i> , <i>Rosaceae</i> <i>Lavandula asphodelus</i> , <i>Lamiaceæ</i> , <i>Brassicaceæ</i>
E69	Néant	<i>Hedysarium coronarium</i> 35%, <i>Eucalyptus</i> 20%	<i>Echium</i> 14%, <i>Trifolium</i> sp 11%,	<i>Allium</i> spp, <i>Apiaceæ</i> , <i>Lavandula asphodelus</i> , <i>Lavandula stoechas</i> , <i>Lamiaceæ</i> , <i>Brassicaceæ</i> , <i>Myrtus</i> , <i>Prunus/Pyrus</i> <i>Fabaceæ</i> , <i>Carduus</i> , <i>Erica arborea</i> .
E70	Néant	<i>Citrus</i> 40% <i>Caryophyllaceae</i> 17%	<i>Echium</i> 11% <i>Cistus</i> 7%, <i>Eucalyptus</i> 4%	<i>Phyllaceae</i> , <i>Olea</i> , <i>Chenopodiaceae</i> , <i>Echium</i> , <i>Lotus</i> , <i>Acacia</i> , <i>Cistus</i> , <i>Anula</i> , <i>Plantago</i> , <i>lotus</i>



E71	Néant	Citrus 20% Eucalyptus 17%	Lotus 15% Echium 9%,	Trifolium sp , Lavandula stoechas Rhamnaceæ, Apiaceæ,Acacia,Cistus,A nula.
E72	Néant	Eucalyptus 35% Echium 17%	Daucus carota 14%, Hedysarium coronarium11%,	Lamiaceæ, Mentha, , Erica arborea, Salix,Iris Lavandula stoechas Rhamnaceæ, Lotus sp ,Citrus,Cistus, Apiaceæ, Acacia spp, Fabaceæ,

En ce qui concerne l'analyse qualitative des pollens , les résultats obtenus révèlent que tous les échantillons de miel étudiés sont d'origine miel de fleurs ce qui concorde avec les résultats de l'étude physico-chimiques obtenus. On note également que les pollens dominants dans la majorité des échantillons sont : les pollens de l'*Eucalyptus*, Trèfle (*Trifolium*), Vipérine (*Echium sp*) et le Sainfoin d'Espagne (*Hedysarium coronarium*), Crucifères (*Braceceae*), Composées (principalement *Carduus*) et dans une moindre mesure, *Rubus* et *Citrus* . Nos résultats de l'analyse pollinique sont en accord avec les résultats de **LOUVEAUX ET ABED , (1984) ; CHEFROUR et al., (2007) ; OUCHEMOUKH et al.,(2007) et MAKHLOUFI et al., (2007,2010)** Nos résultats sont tout à fait en accord avec **OUCHEMOUKH et al., (2005) et BELAID ,(1999)** . En ce qui concerne les principales espèces , mais ces auteurs rapportent des fréquences plus élevées de pollen des arbres fruitiers (*Prunus et Pyrus et Erica*) que nous avons trouvé .

La distribution de pollen observée est tout à fait normal pour le miel de la Méditerranée (**PERSANO ODDO ET PIRO , 2004**). Toutefois 12 de nos miels sont compatibles avec les caractéristiques du miel monofloraux , comme décrit par **SERRA BONVEHI ,(1988) ; PERSANO ODDO et al ., (1995,2000) et PERSANO ODDO ET PIRO , (2004)** . Parmi ces échantillons on a trouvé 7 échantillons présentent un nombre de pollen d'*Eucalyptus* dominant (E12, E16, E20, E23 et E28). Egalement **LOUVEAUX ET ABED ,(1984)** ont observé que l'*Eucalyptus* est l'une des plantes mellifères les plus importantes en Algérie et **TERRAB et al., (2003)**



II.3.L'analyse statistique

II.3.1-Matrice de corrélation

Le calcul des coefficients de corrélation linéaire entre les variables prise deux à deux ont été réalisé grâce au logiciel statistica 8. Il consiste à étudier netteté des relations existantes entre les 17 paramètres physico-chimiques.

L'étude de la matrice de corrélation (**Tableau 25**) montre que :

- L'humidité est significativement corrélé avec l'acidité, la valeur de cette corrélation est $r=0,64$.

- Le pH est négativement corrélé avec l'humidité, la valeur de cette corrélation est : $r=-0,57$.
- L'acidité est corrélé significativement avec la conductivité, la valeur de la corrélation est $r=0,78$.

- Il existe une corrélation très hautement significative entre la conductivité et le teneur en cendre $r=0,96$, ce qui confirme l'hypothèse de la relation trouvée par les chercheurs liant positivement la teneur en matière minérale du miel avec sa capacité de conduction de l'électricité.

- On remarque que il existe une corrélation significative entre la teneur en cendre et l'acidité, la valeur de cette corrélation est : $r=0,73$.

- Une corrélation positive existe entre la richesse pollinique et la teneur en protéine $r=0,66$.

- Une corrélation moyenne négative existe entre le taux des HMF et indice diastasique et indice de saccharase, les valeurs de la relation sont respectivement $r=-45$ et $r=-50$.
- Le taux en fructose est moyennement corrélée avec le taux de glucose $r=0,50$.
- Le rapport fructose/glucose est moyennement corrélé avec le pH $r=42$.

Tableau 25 : Matrice de corrélation des analyses physico-chimiques

Variable	Correlations (TABSTAT)																	
	HUM	pH	ACID	COND	CEND	Rich P	PROT	HMF	ID	IS	FRUC	GLU	SACCH	MALT	TURA	GLU+FRU	FRU/GLU	
HUM	1,00																	
pH	-0,57	1,00																
ACID	0,64	-0,48	1,00															
COND	0,45	-0,05	0,78	1,00														
CEND	0,40	-0,04	0,73	0,96	1,00													
Rich P	-0,18	-0,09	-0,16	-0,17	-0,15	1,00												
PROT	-0,14	-0,06	-0,15	-0,15	-0,11	0,66	1,00											
HMF	0,07	-0,08	0,15	-0,02	-0,05	-0,13	0,06	1,00										
ID	-0,18	0,34	-0,19	0,04	0,02	0,07	-0,06	-0,45	1,00									
IS	-0,34	0,44	-0,46	-0,27	-0,27	0,17	-0,06	-0,50	0,48	1,00								
FRUC	0,01	0,10	0,13	0,19	0,20	-0,13	-0,13	-0,09	-0,00	0,01	1,00							
GLU	0,14	-0,31	0,25	0,04	0,05	-0,04	0,02	-0,07	-0,22	-0,20	0,50	1,00						
SACCH	-0,06	-0,17	0,29	0,21	0,27	-0,04	-0,01	0,01	-0,24	-0,18	0,32	0,44	1,00					
MALT	-0,05	0,07	-0,03	-0,01	-0,04	-0,17	-0,10	0,16	-0,02	-0,15	0,10	0,16	-0,06	1,00				
TURA	-0,03	0,07	-0,13	-0,00	-0,01	0,18	0,16	-0,04	0,20	0,15	-0,11	-0,17	-0,14	0,39	1,00			
GLU+FRU	0,09	-0,15	0,23	0,13	0,14	-0,09	-0,05	-0,09	-0,14	-0,12	0,84	0,89	0,44	0,15	-0,17	1,00		
FRU/GLU	-0,16	0,42	-0,17	0,11	0,10	-0,07	-0,12	-0,00	0,24	0,24	0,22	-0,73	-0,23	-0,10	0,10	-0,34	1,00	

II.3.2. Analyse en composante principale (ACP)

Ces analyses permettent de mieux évaluer la ou les relation (s) existante (s) entre les paramètres, les échantillons d'une part, et les paramètres avec les échantillons d'autre part.

L'analyse des projections des variables sur les plans factoriels au témoin:

L'examen des plans factoriels permettra de visualiser les corrélations entre les variables et d'identifier les 17 groupes paramètres des échantillons de miel, ayant pris des valeurs proches sur certaines variables.

Les trois premiers axes de l'analyse en composante principale expliquent 53,10 % de la variation totale présente dans les 17 variables proposés à l'analyse, repartis en 24,32%, 14,98%, 13,70% (**Figure 30,31 et 32**).

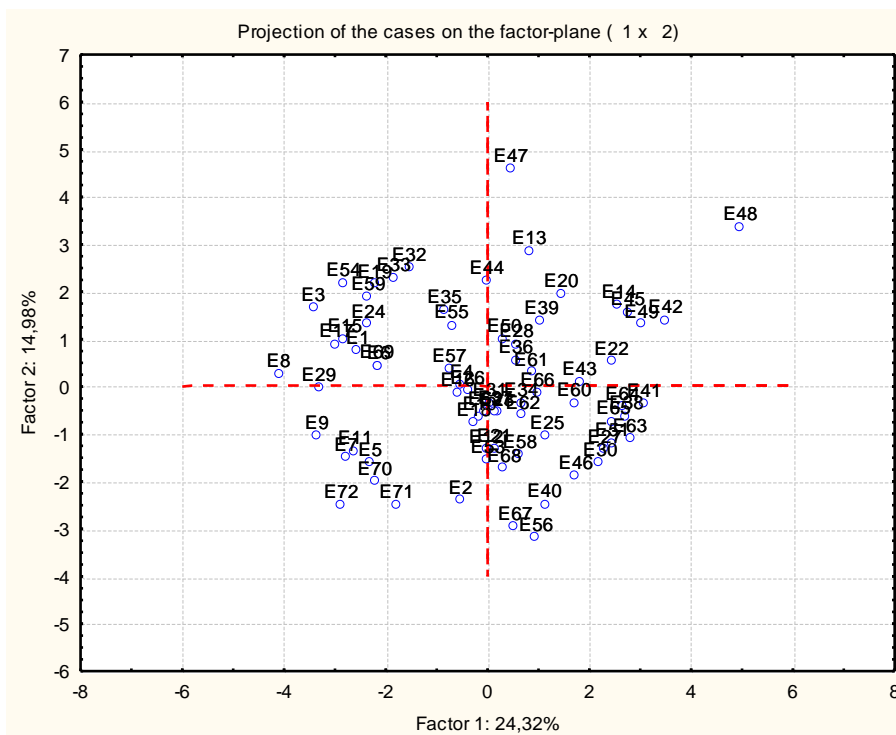
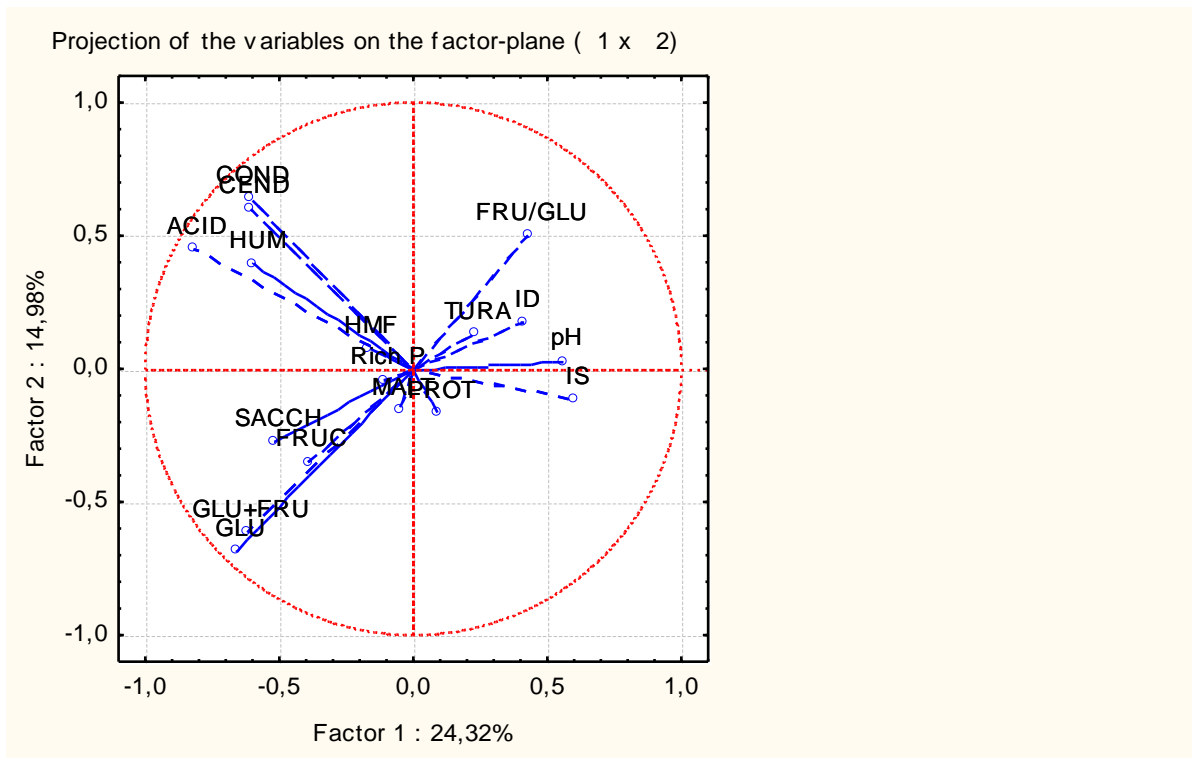


Figure 30: Cercle de corrélation des 17 variables et la projection des échantillons sur les deux premières composantes principales.

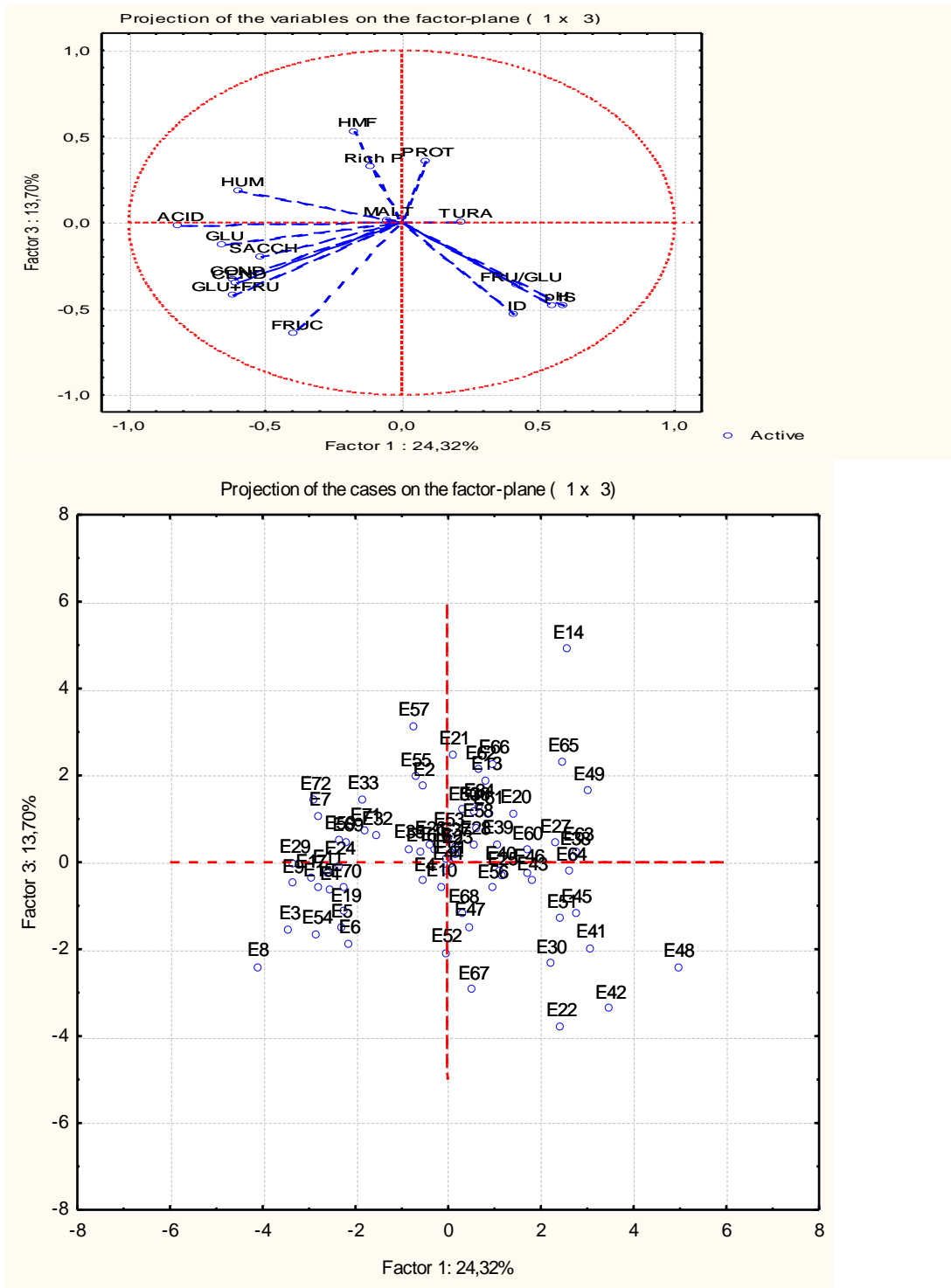


Figure 31 : Cercle de corrélation des 17 variables et la projection des échantillons sur le premier et la troisième composante principale.

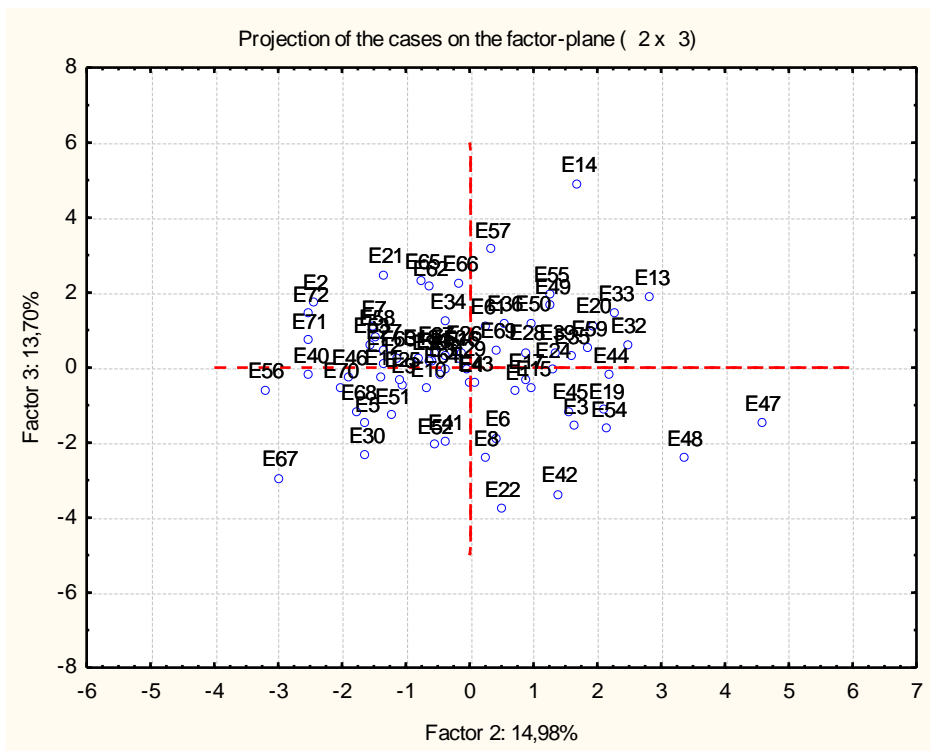
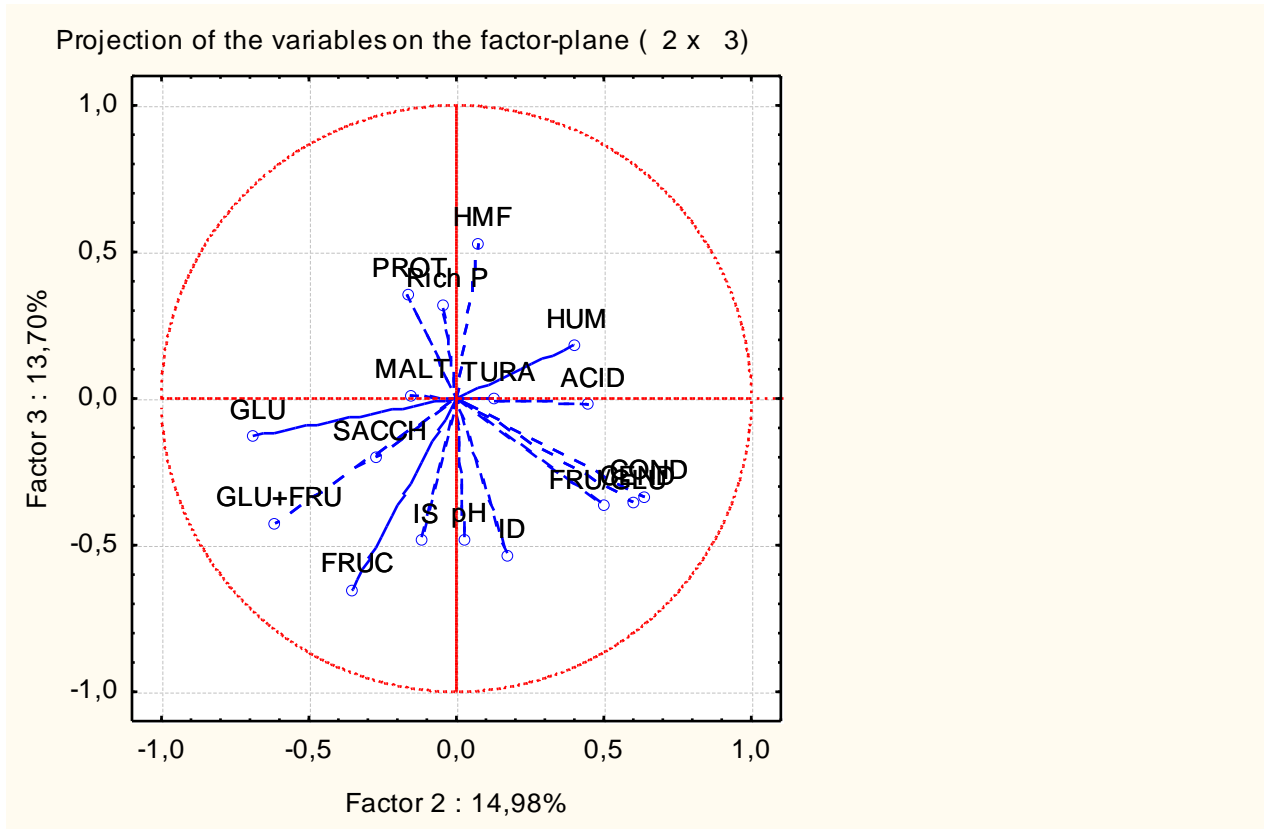



Figure 32 : Cercle de corrélation des 17 variables et la projection des échantillons sur la deuxième et la troisième composante principale.



L'axe 1 à 24,32% d'inertie. Il donne des informations sur le teneur cendre, conductivité, glucose+fructose et glucose. On remarque que la teneur en cendre et la conductivité électrique sont inversement orienté par rapport le la teneur en glucose+fructose et le teneur en glucose, car la corrélation est négative entre ces deux groupes.

L'axe 2 révèle 14,98% de l'information. Il représente le teneur en glucose, conductivité et le rapport fructose/glucose.

Le plan factoriel 1x2 révèle 39,30% (24,32+14,98) (**Figure 30**) sépare trois groupes bien distinctes. Le premier groupe composé d'un seul paramètre qui est le rapport fru/glu. Le deuxième groupe est constitué de trois paramètres: conductivité, cendre et acidité. Le troisième groupe est caractérisé par les paramètres suivants: glucose+fructose et glucose.

La projection du cercle de corrélation des paramètres sur celui dans échantillons montre que E24, concorde avec l'humidité, E43 avec pH. E70, E71, E72 sont réunis par leur teneur en glucose+fructose et la teneur en glucose.

L'axe 3 donne 13,70% de l'information totale, teneur en HMF, ID et IS.

Le plan factoriel 1x3 donne 38,02% de l'information (**Figure 31**), il sépare 4 groupes: la teneur en eau. Dans la face opposée un groupe formé de 3 paramètres conductivité, cendre et glu+fru. pH, IS et ID forme le troisième groupe. Le dernier groupe composé d'un seul paramètre (la teneur en protéine).

La confrontation du cercle de corrélation avec le plan factoriel des échantillons indique que E42 possède un pH et IS élevé. Les échantillons E66, E13, E62 et E65 sont réunis ensemble à cause de leur teneur en protéine.

Le plan factoriel 2x3 donne 28,68% de l'information (**Figure 32**). En plus des groupes déjà obtenus par les deux premiers plans factoriels. Les HMF est orienté inversement avec le ID et la teneur en eau avec les cendres et la conductivité car la corrélation est négative. La confrontation du cercle de corrélation avec le plan factoriel des échantillons indique que E8 possède un pH élevé, E66 caractérisé par leur richesse pollinique.



Conclusion et perspectives


Dans le cadre de l'évaluation de la qualité physico-chimique et botanique des miels produits et collectés dans onze wilayas (Annaba, Skikda, Soukahrass, Geulma, Tebéssa, Taref, Oum Bouaghi, Khenchela, Blida, Djelfa et Aghwat) en Algérie. Les différentes investigations effectuées, nous ont permis donc d'avoir des résultats très intéressants et exploitables dans le domaine agro-alimentaire et la santé. Ces travaux recherches sont publiés dans un journal, c'est donc une contribution scientifique pour les chercheurs. Ainsi, nos miels étudiés, au nombre 72 échantillons sur le territoire Algérien sont comparés aux normes internationales.

L'étude physico-chimique a montré que:

La détermination de la teneur en eau dans les échantillons de miel étudiés est importante pour la qualité du miel. Elle nous a permis de connaître les conditions de stockage, la fermentation de miel le climat et les conditions d'extraction de miel. Les résultats obtenus montrent que tous les échantillons de miel étudiés contiennent un taux d'humidité inférieur à 18%. La fermentation devient rare dans les miels Ayant une teneur en eau inférieure à **19%** c'est le cas de tous nos échantillons.

La détermination de la conductivité électrique et le contenu des cendres dans les échantillons de miel nous a permis de connaître l'origine de miel et le contenu minérale de nectar. Les résultats des conductivités électriques et les teneurs en cendres obtenus révèlent que tous échantillons les de miel étudiés sont des miels de nectar ou mélange de nectar avec miel de miellat.

La mesure du pH et l'acidité pour tous les échantillons de miel étudiés sont aussi importants pour connaître le type de miel. Les résultats du pH révèlent que les tous les échantillons présentent un pH inférieur à 4.5. Les valeurs de pH de miel diffèrent selon le type de nectar (par exemple le miel de nectar de trèfle est plus acide que les autres miels.).




Les critères de qualité tels que l'hydroxyméthylfurfural (HMF) l'activité de l'amylase (ID) et l'indice de saccharase (IS) sont utilisés pour apprécier les détériorations dues au stockage et à la chaleur. Les résultats obtenus de ces trois paramètres montrent que la plus part de nos miels sont des miels frais. On enregistre aussi que la plus part des échantillons présentent des taux en HMF très bas et des valeurs d'indice diastasique très élevées.

Le spectre des sucres spécifiques nous a permis de connaître l'authenticité du miel et la falsification des sucres. Cependant, les sucres spécifiques du miel sont analysés pour obtenir des renseignements concernant différents aspects de la qualité du miel. Ainsi, le rapport fructose/glucose et la concentration de saccharose sont de bons critères pour différencier les miels monofloraux.

L'analyse pollinique quantitative montre que les échantillons de Guelma, SoukAhras et Skikda sont plus riches en grains de pollen comparativement aux autres échantillons analysés. En ce qui concerne l'analyse qualitative des pollens, on note également que les pollens dominants dans la majorité des échantillons sont : les pollens de l'Eucalyptus, Trèfle (*Trifolium*), Vipérine (*Echium sp*) et le Sainfoin d'Espagne (*Hedysarium coronarium*), Crucifères (principalement *Carduus*) et dans une moindre mesure, Rubus et Citrus, les résultats obtenus révèlent que tous les échantillons étudiés sont d'origine miel de fleurs ce qui concorde avec les résultats de l'étude physico-chimiques obtenus.

Les différents paramètres étudiés montrent que les échantillons de miel collectés chez les différents apiculteurs sont de bonnes qualités par rapport aux normes internationales. Toutes fois, la qualité du miel est affectée par différents facteurs dont dépend la qualité : L'origine botanique et géographique, les conditions climatiques de récolte, les conditions et les méthodes d'extraction, les conditions de stockage et de transport, la nourriture de l'abeille et la richesse botanique de la région.



En Algérie et les pays du Maghreb, il n'y a pas encore une législation sur le miel et son étiquetage, comme il en existe dans l'union européenne, les Etats unis et a Canada. Cette loi pourrait contribuer à protéger les consommateurs, les futurs clients internationaux du "Miel d'Algérie" et les apiculteurs contre la concurrence déloyale.

Dans plusieurs régions du pays, l'apiculture est exercée dans le cadre typiquement familial et traditionnel, ce qui permet aux ménages des zones rurales de s'assurer une seconde source de revenus mais rend difficile la tâche des spécialistes en la matière pour expertiser et analyser le potentiel national apicole. Par ailleurs, Selon les témoignages de nombreux apiculteurs, des réseaux de commerçants procèdent à l'acquisition de grandes quantités auprès des producteurs avant d'y intégrer d'autres produits dont le sucre principalement avant de proposer un produit contrefait au consommateur.

En perspective, il convient de poursuivre ces recherches par :

- la détermination des contaminants de miel tel que les métaux lourds, les antibiotiques et les pesticides une attention afin de mieux comprendre l'influence de l'environnement sur la qualité de miel.
- Etablir un état de lieu de la filière apicole en Algérie.
- Proposer des actions regroupant les différents opérateurs intéressés par cette démarche de qualité.
- Créer une réglementation (législation) de la filière apicole au niveau du pays pour pouvoir commercialiser ces miels qui sont de bonnes qualités.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

A

- ✚ **Ahmed, J., Prabhu, S. T., Raghavan, G. S. V., Ngadi, M. (2007).** Physico-chemical, rheological, calorimetric and dielectric behaviour of selected Indian honey. *Journal of Food Engineering*.79:1207–1213.
- ✚ **Al-Khalifa ,A.S., Al-Arify ,I.A (1999).** Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Saudi honeys. *Food Chem.* 67:21-25.
- ✚ **Al-Somal, N., Coley Ke ., Molan ., Hancock , B.M .(1994).** Susceptibility of *Helicobacter pylori* to the antibacterial activity of manuka honey.*J R Soc Med.* 87:9.
- ✚ **ANCHLING, F.(2001) .** L'abeille de la France. Revue autorisées par Apicervices françaises.
- ✚ **Anklam ,E .(1998).** A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. *Food Chem.* 63:549-563.
- ✚ **Anonyme.(1977).** *Méthodes officielles d'analyse du miel*, Arrêté du 15 février 1977, N°77-79. Paris.
- ✚ **Anonymous.(2005.)** Know your food:Honey. *Times of India (Times of Chandigarf)*, 29/12/2005.
- ✚ **Antony, S.M., Han ,I.Y., Rieck ,J.R. Et Dawson ,P.L.(2002).**Antioxidative effect of Maillard reaction products added to turkey meat during heating by addition of honey. *Journal of Food Science.* 67(5):1719-1724.
- ✚ **Antony ,S.M., Rieck ,J.R. Et Dawson ,P.L.(2000).**Effect of dry honey on oxidation in turkey breast meat. *Poultry Science.* 79: 1846-1840.
- ✚ **AOAC: Official methods of analysis.(1990).** Acidity of honey, pp: 962-970.
- ✚ **AOAC: Official methods of analysis.(2000).** International Official methods of Analysis of **AOAC International. 2000**; Vol. II, 17 th Edition.
- ✚ **Azeredo ,L.D.C., Azeredo ,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.

B

- ✚ **Bang ,L.,Buntting ,C Et Molan ,P.(2003).** The effect of dilution on the rate of hydrogen peroxide production in honey and it implication for wound healing. J . Altern. Compl. Med. 9(2): 267-273.
- ✚ **Bartosz ,G.(1997).** Oxidative Stress In Plants.Acta Physiologiae Plantarum.19 : 47-64.
- ✚ **Bertoncel ,J., Dobersek ,U., Jammik M., Golob ,T .(2007) .** Evaluation Of The Phenolic Content, Antioxidant Activity And Colour Of Slovenian Honey. Food Chemistry.105: 822–828.
- ✚ **Belaid,M.(1999) .** Etude Physico-Chimique Et Palynologique De Quelques Miels d'algérie : Etablissement Des Normes d'identification. Thèse De Magister. Ina El Harrach. 213p
- ✚ **Biri, M.(1986).** L'élevage moderne des abeilles. Manuel pratique. Ed DEVECCHI.S.A. (paris), 91 p.
- ✚ **Blasa ,M., Candiracci M., Accorsi ,A., Piacentini ,M. P., Albertini ,M.C., Piatti, E .(2006) .**Raw Millefiori Honey Is Packed Full Of Antioxidants. Food Chemistry.97: 217–222.
- ✚ **Bogdanov ,S et Martin , P.(2000).** Qualité Du Miel Et Normes Internationales Relatives Au Miel. Apiservice.Pp: 12.
- ✚ **Bogdanov ,S et Honig . (1999.) Quality And International Regulatory Standards,** Review Of The Work Of The International Honey Commission. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg 90, In Press.
- ✚ **Bogdanov ,S et Kilchenman ,V.(2003).** Critère d'appréciation De La Qualité. Dans Le Reveu Centre Suisse De Recherche Apicole.Pp : 6.

- ✚ **Bogdanov ,S. (1999.)** Qualité Du Miel et Normes Internationales Relatives Au Miel.Rapport De La Commission Internationale Du Miel. Www.Apiservices.Com (12 Pages).

Références bibliographiques

- ✚ **Bogdanov ,S., Ruoff ,K., Oddo ,P.L.(2004).** Physicochemical Methods For The Characterisation Of Unifloral Honey .Apidologie .35:17p.
- ✚ **Bogdanov,S., Lullmann ,C Et Martin ,P.(1999.)** Qualité Du Miel Et Norme International Relative Au Miel. Rapport De La Commission International Du Miel Du Miel. Abeille Cie N° 71-4.1 2.
- ✚ **Bogdanov,S., Bleri ,K Et Figar,M.(1995).** Miel: Définition Et Directives Pour l'analyse Et l'appréciation. Dans Le Revue Centre Suisse De Recherche Apicole, Pp: 9.
- ✚ **Bogdanov,S.(2003).** Miel. Apidologie. 23. (A), Pp : 1-31.
- ✚ **Bogdanove,S.(1999).** Honey Quality, Methods Of Analysis And International Regulatory Standards: Review Of The Work Of The International Honey Comission, Mitt Lebensm.Hyg.90: 108-125.
- ✚ **Bogdanove,S.(2009).** Harmonised Methods Of The International Honey Commission : Review Of The Work Of The International Honey Comission.90: 1-63.
[Http://Www.lhc-Platform.Net/lhcmethods2009.Pdf](http://www.lhc-platform.net/lhcmethods2009.pdf).
- ✚ **Bonnier Gaston ,1853-1927.** Célèbre Botaniste Français Qui A Travaillé Avec G. De Layens Sur Des Ruchers Expérimentaux, Et Dont Les Observations Furent Des Références Dans Ce Domaine.
- ✚ **Boutbila ,N Et Hachani, N.(2004).**Synthèses Des Résultats De Recherche Sur Les Caractères Physico-Chimique Des Miels d'algérie. Mémoire d'ingénieur. Institut National Agronomique. Centre Suisse De Recherche Apicole. Suisse, P : 1-26-29.
- ✚ **Bradford, M. (1976).** A Rapid And Sensitive Method For The Quantification Of Microgram Quantities Of Protein Utilizing Of Protein-Dye Binding.

Analytical Biochemistry.72: 248–254.

- ✚ **Brady,N.F., Molan.P,C Et Harfoot ,C.G.(1996)**. The Sensitivity Of Dermatophytes To The Antimicrobial Activity Of Manuka Honey And Other Honey. *Pharmaceutical Sciences*,.2 :471-473.
- ✚ **Bruneau.(1991)**. L'europe Apicole. *Les Carnets Du Cari*.30 : 8-12.
- ✚ **Burdock,G.A.(1998)**. Review Of The Biological Properties And Toxicity Of Bee Propolis(Propolis).*Food Chem Toxicol*.36:347.

Références bibliographiques

C

- ✚ **Cantarelli, m. A., pellerano, r. G., marchevisky, e. J., camiña, j. M. (2008)**. Quality of honey from argentina: study of chemical composition and trace elements. *The journal of the argentine chemical society*, 96(1–2), 33–41.
- ✚ **Cerceau-larrival ,m.th et hideux ,m.(1983)**. Pollens de quelque plantes médicinales du rwanda, agence de coopération culturelle et technique, imprimerie boudin paris : 58pp.
- ✚ **Cetam-lorraine.(2006)** .*informations sur les différentes analyses des miels*, laboratoire des analyses et d'écologie apicole, 6p.
- ✚ **Chataway ,h.(1935)**. *Canadian j. Res*, pp: 6,532-547.
- ✚ **Chauvin, r.(19689)**. Les glandes cirières et la cire .biologie et physiologie générale in traité de biologie de l'abeille. Tomeé ed masson et cie.536p.
- ✚ **Chauvin,r .(1968)** .*actions physiologiques et thérapeutiques des produits de la ruche, in traité biologique de l'abeille*, tome 3. Edition masson de cie, paris. Pp : 116-155.
- ✚ **Chauvin,r .(1968)** . *Traité biologique de l'abeille*, tome 3. Edition masson de cie, paris. Pp : 298-310.
- ✚ **Chefrour ,a., battesti ,m.-j., ait k., tahar a. (2007)** .melissopalynologic and physicochemical analysis of some north-east algerian honeys.eur. *J. Sci. Res.* 18: 389–401 (<http://www.eurojournals.com/ejsr%2018%203.pdf>) (accessed on 25 june 2009).

- ✚ **Chen, I., Mehta, A., Berenbaum, M., Zangerl, A. R. Et Engeseth, N. J. (2000).** Honeys from different floral sources as inhibitors of enzymatic browning in fruit and vegetable homogenates. *Journal of agricultural and food chemistry*. 48 :4997-5000.
- ✚ **Chi, W. C., Zhang, Y. H., Cao, J., Guo, J. (1998).** Investigation of the restriction on the formation of 5-hmf spec. *J. Pharm. People's mil. Surg.* 14: 101- 104 .
- ✚ **Coco, F. I., Valentini, C., Novelli, V., Ceccon, I. (1996).** High-performance liquid

Références bibliographiques

Chromatographic determination of 2-furaldehyde and 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde in honey. *J. Chromatogr. A*: 95-102.

- ✚ **Codex Alimentaire. (1969)** .commission recommended european standard for honey. *Cac/RS-12-1969. J1, fao/who. Food stand. Program. Rom.* Reprinted in *bee world* 1969, pp: 51, 79- 91.
- ✚ **Codex Alimentaire. (1993).** Standard for honey, ref. Nr. *CI 1993/14-sh, fao and who, rome* (1993).
- ✚ **Codex Alimentaire. (2000)** .codex norme pour le miel p:10.
- ✚ **Codex Alimentaires. (1993)**). Codex norme pour le miel.
- ✚ **Codex Alimentaires. (1998)**).codex normes pour le miel. 10p.
- ✚ **Codex Alimentarius Commission. (2001).** Revised codex standard for honey. *Codex standard 12-1981. Rome: fao and who food standards programme.*
- ✚ **Codex norme pour le miel codex stan. (1981)**).norme adoptée en 1981. Révisions en 1987 et 2001.
- ✚ **Costa, I. S. M., Albuquerque, M. L. S., Trugob, I. C., Quinteiro, I. M. C., Barth, O. M., Ribeiro, M., et al. (1999).** Determination of non-volatile compounds of different botanical origin Brazilian honeys. *Food chemistry*. 65: 347-352.

- ✚ **Crane,e. (1979).** The flowers honey comes from. In: honey. A comprehensive survey (edited by e.crane), london: heinemann.pq .3-76.
- ✚ **Czech.m,p., lawrence ,j. C et lynn ,w.s.(1974).** Evidence for the involvememt of sulfhydryl oxidation in the regulation of fat cell hexose transport by insulin. Proc. Nat. Acad. Sci. Usa.71(10): 4174-4177.

D

- ✚ **Da costa leite, j. M., trugo, l. C., costa, l. S. M., quinteiro, l. M. C., barth, o. M., dutra, v. M. L., et al. (2000).** Determination of oligosaccharides in brazilian honeys of different botanical origin. Food chemistry.70:93–98.
- ✚ **Desprat,s.(1992).** Identification pollinique.université bordeaux 1 avenue des facultés 33405 talence cedex, france.

Références bibliographiques

- ✚ **Donadieu ,y.(1984).** Toutes les thérapeutiques de ma pharmacie naturelle: les produits de la ruche. Lavoisier ed, p : 12.
- ✚ **Donadieu ,y.(2003).**qu'est que le miel .chapitre e. Faculté de médecine de paris .07p .
- ✚ **Downey, g., hussey, k., kelly, j. D., walshe, t. F., & martin, p. G. (2005).** Preliminary contribution to the characterisation of artisanal honey produced on the island of ireland by palynological and physico-chemical data. Food chemistry.91:347–354.
- ✚ **Dumanaydin,b.,sezer,c.,oral,n.b.(2008).**kars'tasatıβsasunulansüzme balların kalite niteliklerinin araβtırılması. Kafkas üniversitesi veteriner fakültesi dergisi.14(1):89–94.
- ✚ **Dustmann j.h.,** honey, quality and its control, am. Bee j. (1993) 648–651.

E

- ✦ **Emmanuelle ,h., julie ,c. Et laurent,g.(1999).** Méthodes d'analyses chimiques, département science de l'aliment. Les constituants chimiques du miel (91744 massy codex france).
- ✦ **Erdtman,g.(1952).** Did dicoty ledonous plants rxirt i early jurassic times, geo. Foren, stokholm : 539p.
- ✦ **Esti, m., panfili, g., marconi, e., trivisonno, m. C. (1997).** Valorization of the honeys from the molise region through physico-chemical, organoleptic and nutritional assessment. Food chemistry. 58(1–2):125–128.
- ✦ **Ezz el arab, a.m., girgis ,s.m., hegazy, e.m et abd el kalek,a.b.(2006).** Effect of dietary honey on intestinal microflora and toxicity of mycotoxins in mice. BMC Compl. Alt. Med.6: available from :<http://www.biomedcentral.com/1472-6882/6/6>.

F

- ✦ **Fallico, b., zappala, m., arena, e., verzara, a. (2004).** Effect of conditioning on

Références bibliographiques

Hmf content in unifloral honeys. Food chemistry.85: 305–313.

- ✦ **Felsner, m. L., cano, c. B., bruns, r. E., watanabe, h. M., almeida-muradian, l. B., matos, j. R. (2004).** Characterization of monofloral honeys by ash contents through a hierarchical design. Journal of food composition and analysis.17:737–747.
- ✦ **Finola ,m.s., lasagno ,m.c., Marioli ,j.m .(2007).** Microbiological and chemical characterization of honeys from central argentina. Food chem. 100:1649-1653.
- ✦ **Food products association (FPA) .(2006).** Emerging chemical contaminants update. 1: (2), www.fpa-food.org/upload/library/07112006200748.pdf.
- ✦ **Foti, m., piattelli, m., baratta.,m.t et ruberto,g.(1996).** Flavonoids, coumarins, and cinnamic acids as antioxidants in micellar system.

Structure-activity relationship. Journal of agricultural and food chemistry. 44(2) : 497-501.

- ✚ **Franty ,a.(1984).** L'apiculture aujourd'hui. Edition dunob, paris, france, p31-222.

G

- ✚ **Gadbin, c.(1979).** *L'intérêt de l'acétolyse en méliissopalynologie, die bedeutung der acetolyse in der melissopalynologie*, laboratoire de botanique historique et palynologie, e.r.a. n° 404 du c.n.r.s. 6p.
- ✚ **Gheldof,n et engeseth ,n. J.(2002).** Antioxidant capacity of honeys from various floral sources based on the determination of oxygen radical absorbance capacity and inhibition of vitro lipoprotein oxidation in human serum samples. Journal of agricultural and food chemistry. 50 :3050-3055.
- ✚ **Gheldof,n., wang ,x. H et engeseth,n.j.(2003.)** Buch wheat honey increases serum antioxidant capacity in humans. J. Agri.food chem. 51: 1500-5.
- ✚ **Golob, t., doberšek, u., kump, p., necˇemer, m. (2005).** Determination of trace and minor elements in slovenian honey by total reflection x-ray fluorescence spectroscopy. Food chemistry. 91: 593–600.

Références bibliographiques

- ✚ **Gonnet, m. (1982)** . Le miel ; composition, propriétés, conservation. Inra station expérimentale d'apiculture. P : 1-18.
- ✚ **Gonnet,m et vache ,g.(1985.)** Le gout de miel. Ed. Unaf, paris. P : 150.
- ✚ **Gonnet,m.(1982).**le miel, composition, propriétés et conservation. 2éme ed., opida echauffour, france. 1982 ; 31 pages.
- ✚ **Gonnet,m.(1986)** *.l'analyse des miels. Description de quelques méthodes de contrôle de qualité.* Bul. Tech. Apic.54 :13(1). Pp 17-36.

- ✚ **Gonnet,m.(1973).** L'hydroxyméthylfurfural dans les miels. Mise au point d'une méthode de dosage. Station expérimentale d'apiculture, ceyevct de recherches agronomiques du sud-est, montfavet (vaucluse). P : 15.
- ✚ **Guler ,a., bakan ,a., Nisbet ,c., yavuz ,o. (2007).** Determination of important biochemical properties of honey to discriminate pure and adulterated honey with sucrose (saccharum officinarum l.) Syrup. Food chem. 105(111):9-1125.
- ✚ **Guler, z. (2005).** Dog ũ karadeniz bölgesinde üretilen balların kimyasal ve duysal nitelikleri.gıda, 30(6):379–384.

H

- ✚ **Hayes, g.r et lockwood, d.h.(1987).** Role of insulin phosphorylation in the insulinomimetic effects of hydrogen peroxide. Proc. Nat .acad.sci. Usa .84:8115-8119.
- ✚ **Heffetz ,d., bushkin ,i., dror ,r et zich,y(1990).** The insulinomimetic agents h2o2 and vanadate stimulate proteine tyrosine phosphorylation in intac cells. J .biol. Chem. 265(5): 2896-2902.
- ✚ **Horn,h et lüllmann,c.(1992).** Das grosse honigbuch, ehrenwirth, münchen.
- ✚ **Horváth, k., molnár-perl, i. (1997).** Simultaneous quantitation of mono, di- and trisaccharides by gc–ms of their tms ether oxime derivatives: ii. In honey. Chromatographia.45:328–335.
- ✚ **Huchet ,e., Coustel ,j., guinot. L.(1996).** Les constituants chimiques du miel. Méthode d'analyse chimique. Département de science et l'aliment. Ecole nationale supérieure des industries agricoles et alimentaire. France. 16p.

Références bibliographiques

- ✚ **Hudiara, i. S. (1998).** Microwave complex permittivity of water at high temperature. Iete technical review.15: 221-223.
- ✚ **Huidobro,j.f.,santana,f.j.,sanchez,m.p.,sancho,m.t., muniategui, s., simal-lozano, j. (1995).** Diastase, invertase and b-glucosidase activities in

fresh honey from north-west spain. Journal of apicultural research.34(1):39–44.

J

- ✚ **Jagdish, t., & joseph, i. (2004).** Quantification of saccharides in multiple floral honeys using fourier transform infrared microattenuated total reflectance spectroscopy. Journal of agricultural and food chemistry: 52:3237–3243.
- ✚ **Jeddar .a., kharsany. A., ramsaroop u.g .(1985).** The antibacterial action of honey. An in vitro study. S afr med j. 67:257.
- ✚ **Journal officiel de la republique française.(1977).** Arrêté du 15/12/77. Relatif aux méthodes officiels d'analyse. Du miel (journal officiel de la république française- n.c. du 22/04/77).
- ✚ **Juszczak, l., socha, r., roznowski, j., fortuna, t., nalepka, k. (2009).** Physicochemical properties and quality parameters of herbhoney. Food chemistry, 113:538–542.
- ✚ **Janzowski ,cv., glaab e,sammimi ,rj.,schlatte ,g .,eisenbrand .(2002).**5hydroxymethyl furfural: assessment of mutagenicity, dna-damaging potential and reactivity towards cellular glutathione.food chemical toxicol.(38): 801-809.

K

- ✚ **Kalabova ,k., borkovcova ,i., smutna ,m., vecerek ,v .(2003).** Hydroxymethylfurfural in czech honeys. Czechoslovak j. Anim. Sci. 48: 551-557.
- ✚ **Kaskoniene, v., venskutonis, p.r., ceksteryte, v.(2010).** Carbohydrate composition and electrical conductivity of different origin honeys from lithuania. Lwt—food sci. Technol. 43:801–807.

Références bibliographiques

- ✚ **Kerrar ,n.(1994).** Contribution à la connaissance physico-chimique des miels algériens, mémoire de fin d'études, i.n.f.s.a de mostaganem, 12:15-21 p.
- ✚ **Khan, m. N., kaiser, m., raza, s. M., & rehman, m. (2006).** Physicochemical properties and pollen spectrum of imported and local samples of blossom honey from the pakistan market. International journal of food science and technology.41:775–781.
- ✚ **Khenfer ,a et fettal ,n.(1997).** Le miel. Edition el ouafak, p : 23.
- ✚ **Krauze, a., zalewski ,r.i. (1991.)** Classification of honeys by principal component analysis on the basis of chemical and physical parameters. Klassifizierung von honigen durch chemische und physikalische parameter mit hilfe der hauptkomponentenanalyse, z. Lebensm. Unters. Forsch. 192:19–23.

L

- ✚ **Ladas,s.d et raptis.(1999).** Honey, fructose, adsorption ,and the laxative effect. Nutrition 15: 7-8.
- ✚ **Larson ,r. A.(1988).** The antioxidants of higher plants. Phytochemistry .27(4) : 969-978.
- ✚ **Lyka ,s.(1989).**les méthodes de la palynologie appliquée a l'étude des *papaver olea*. These de 1^{er} fascicule,i.nr.s,montpellier,france .pp18-25
- ✚ **Lee, d. C., lee, s. Y., cha, s. H., choi, y. S., rhee, h. I. (1998).** Discrimination of native bee-honey and foreign bee-honey by sds–page. Korean journal of food science. 30: 1–5.
- ✚ **Louveaux ,j.(1985).** Les abeilles et leur élevage. Edition opida. P: 165-181.
- ✚ **Louveaux, j.(1968).** *L'analyse pollinique des miels, in traité biologique de l'abeille*, tome 3. Edition masson de cie, paris. Pp 324-361.
- ✚ **Louveaux, j.(1976).** Caractéristiques de composition du miel. Un commentaire sur les annexes du décret du 22 juillet 1976. Inra.p :4-10.
- ✚ **Louveaux,j.(1989).** Les abeilles et leur élevage. Opida, pp : 125-207.

Références bibliographiques

- ✚ **Louveaux, j., maurizio, a et vorwohl, g.(1970).** *Les méthodes de la méliisopalynologie*, commission internationale de botanique apicole de l'u.i.s.b. 17p.
- ✚ **Louveaux,j.(1980).** *Les abeilles et leur élevage*. Hachette, paris, 235p.

M

- ✚ **Makhloufi ,c., jacob, d.,kerkvliet., giancarlo ricciardelli d'albore.,ali choukri., riad samar.(2010).** Characterization of algerian honeys by palynological and physico-chemical methods. *Apidologie* .41:509–521.
- ✚ **Makhloufi ,c., schweitzer, p., azouzi, b., persano oddo, l., choukri ,a., laaredij, h.(2007).**some properties of algerian honeys. *Apiacta*, 42: 73–80.
- ✚ **Manikis, i., thrasivoulou, a. (2001).** The relation of physicochemical characteristics of honey and the crystallization sensitive parameters. *Apiacta*.36:106–112.
- ✚ **Marceau ,j .(1994).** Les hmf et la qualité du miel .l'abeille.. Volume 15 numéros 2 .service de zootechnie, mapaq.[en ligne] adresse url : www.agrireseau.qc.ca page consultée le 24/10/2007.
- ✚ **Marshall, t., williams, k. M. (1987).** Electrophoresis of honey: characterization of trace proteins from complex biological matrix by silver staining. *Analytical biochemistry*. 167:301–303.
- ✚ **Mateo, r., bosch-reig, f. (1998).** Classification of spanish unifloralhoney by discriminant analysis of electrical conductivity, color, water content, sugars and ph. *Journal of agricultural and food chemistry*.50(46):393–400.
- ✚ **Maurizio, a. (1939).** *Microscopy of honey: crane e, ed, honey, comprehensive survey*.london.heinemann. P: 240-257.
- ✚ **Maurizio, a.(1966).** *La formation du miel. Les produits de la ruche*, in *traité de biologie de l'abeille*. Tome 03 .ed masson et cie .389p.
- ✚ **Mazrou ,a.(2008).** Effet de la température sur l'évolution de l'hmf dans les miels algériens. Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'études supérieures en biologie. Université iben-khaldountiaret.



Références bibliographiques

- ✚ **Mckibben ,j et engeseth n,j.(2002).** Honey as a protective agent against lipid oxidation in ground turkey. Journal of agricultural and food chemistry.50 :592-595.
- ✚ **Miller ,j.a .(1994).** Recent studies on the metabolic activation of chemical carcinogens 1, cancer research. 54: 1879s-1881s.
- ✚ **Mclellan, m. R., kime ,r. W., lee, c. Yet long, t.m.(1995).** Effect of honey as an antibrowning agent in light raisin processing. Journal of food processing and preservation .19 :1-8.
- ✚ **Mendes ,e., brojo ,p.e., ferreira implvo., ferreira ,m.a .(1998).** Quality evaluation of portuguese honey. Carbohydr. Polym. 37(3):219-223.
- ✚ **Meziri. A.(2004).** Etude palynologique et analyse physico-chimique de quelques miels de la région de mila. Mémoire de l'obtention d'un diplôme d'ingénieur d'état, université d'annaba, 52p.
- ✚ **Molan ,p. C.(1992).** The antibacterial activity of honey. 2. Variation in the potency of the antibacterial activity. Bee world. 73 :59-76.

N

- ✚ **Nair,s., meddah,b ., aoues,a.(2013).** Pollen spectra of honeys produced in algeria. African journal of agricultural research. . 8(21), pp. 2540-2544.
- ✚ **Nanda,v., sarkar ,b. C., sharmab, k et bawa .a .s.(2003).** Physicochemical properties and estimation of mineral content in honey produced from different plants in northern india. Journal of food composition and analysis. 16: 613-619.
- ✚ **Natella,f., nardini ,m., di felice,m et saccini,c.(1999).** Benzoic and cinnamic acid derivatives as antioxidants: structure-activity relation. Journal of agricultural and food chemistry.47(4) :1453-1459
- ✚ **Nozal ,m.j., bernal ,j.l., toribio ,l., jimenez ,j.j., martin ,m.t. (2001)** high-

performance liquid chromatographic determination of methyl an- thranilate, hydroxymethylfurfural and related compounds in honey, j. Chromatogr. A 917: 95–103.

Références bibliographiques

- ✚ **Nozal, m. J., bernal, j. L. (2002).** Extraction of thymol, eucalyptol, methanol, and camphor residues from honey and beeswax. Food chemistry. 954: 207–217.

O

- ✚ **Oddo lp, piazza mg, pulcini p (1999).** Invertase activity in honey. Apidologie 30:57-65.
- ✚ **Ojeda de rodríguez, g., sulbarán de ferrer, b., ferrer, a., & rodríguez, b. (2004).** Characterization of honey produced in venezuela. Food chemistry, 84, 499–502.
- ✚ **Oszmianski,j et lee,c. Y.(1990.)** Inhibition of polyphenol oxidase activity and browning by honey. Journal of agricultural and food chemistry.38 :1892-1895.
- ✚ **Ouchemoukh ,s., paul schweitzer.,mostapha bachir bey.,hafsa djoudad-kadji., hayette louaileche.(2010).** Hplc sugar profiles of algerian honeys. Food chemistry .121:561–568.
- ✚ **Ouchemoukh ,s., louaileche ,h., schweitzer .p .(2007).** . Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some algerian honeys. Food control. 18: 52–58.
- ✚ **Özcan, m., arslan, d., & ceylan, d. A. (2006).** Effect of inverted saccharose on some properties of honey. Food chemistry.99:24–29.

P

- ✚ **Paramas, a. M. G., bárez, j. A. G., garcia-villanova, r. J., palá, t. R., albajar, r. A., sánchez, j. S. (2000).** Geographical discrimination of honeys by using mineral composition and common chemical quality parameters.

Journal of the science of food and agriculture.80: 157–165.

- ✚ **Peltre,g.(1998).** Interrelation entre les pollens allergisants et la pollution de l'air. *Allerg immunol* .30 : 324-6.
- ✚ **Pamplona ,r ., bellmunt ,m., portero d.,riba ,j., Prat (1995).** Chromatographic evidence for amadori product formation in rat liver aminophospholipids. *Life sci*. 57: 873-879.

Références bibliographiques

- ✚ **Pérez-arquillué, c., conchello, p., ariño, a., juan, t., & herrera, a. (1995).**physicochemical attributes and pollen spectrum of some unifloral spanish honeys. *Food chemistry*.54:167–172.
- ✚ **Persano oddo ,l et bogdanov ,s.(2004).** Determination of honey botanical origin: problems and issues.*apidologie*, 35:s2-s3.
- ✚ **Persano oddo, l., piro, r. (2004).** Main european uni- floral honeys: descriptive sheets, *apidologie* .35 (suppl. 1):s38–s81.
- ✚ **Philippe .j.m.(1995).** Le guide de l'apiculteur. 3eme ed, edisud, la calade, aix-en-provence. France, 347p.
- ✚ **Phillipe ,j .m .(1988).** Le guide de l'apiculteur. Ed. Sud, pp: 200-295.
- ✚ **Piazza, a et bogdanov, s.(1991).** Caractéristique physico chimique et critère d'applicaaton de la qualité. Dans le revue centre suisse de recherche.
- ✚ **Piazza,a., accorti ,m and persano ,o.l.(1991).** Apicoltura electrical conductivity, ash, couleur and specifie rotatory power. P: 51-63.
- ✚ **Postmes ,t., van den bogaard ,a.e et hazen,m.(1993).** Honey for wounds, ulcers, and skin graft preservation. *Lancet* 1993 .341 :756.
- ✚ **Pourtallier ,j., davico ,r., rognone ,m.c. (1990).** Les analyses dans le contrôle de pureté de la gelée royale. *L 'abeille de france* 753:405–407.
- ✚ **Prost ,p.j .(2005).** Apiculture, connaitre l'abeille –conduire le rucher. Lavoisier, paris, p. 382.

- ✚ **Przybyłowski, p., & wilczyn´,ska, a. (2001).** Honey as an environmental marker. Food chemistry.74:289–291.

R

- ✚ **Ramirez,c.(2000.)** Les effets de traitement thermique sur la qualité du miel pendant l'entreposage. Dans la revue apiacta, pp: 1.
- ✚ **Regard, a. (1988).** Le manuel de l'apiculteur néophyte. Lavoisier (ed). France. 453 pages.

Références bibliographiques

- ✚ **Reille,m.(1970).** Leçon de palynologie et d'analyse pollinique, ed : c.n.r.s. paris. 133p.
- ✚ **Ricciardelli ,d.,albore ,g., vorwohl, g. (1980)** sortenhonige im mittelmeergebiet, rivista agricoltura subtropicale e tropicale 74:89–118.
- ✚ **Rodriguez ,g. O., ferrer ,b. S., ferrer ,a., rodriguez ,b.(2004).** Characterization of honey produced in venezuela. Food chemistry .84: 499–502.
- ✚ **Ruiz-matute, a. I., ramos, l., martínez-castro, i., & sanz, m. L. (2007).** Fractionation of honey carbohydrates using pressurized liquid extraction with activated charcoal. Journal of agricultural and food chemistry. 56:8309–8313.

S

- ✚ **Sang ,m.i., polemis, n., morales ,v., corzo .n., prost, j.(1987).** Apiculture, 6eme edition bailliére, paris, france. 507-571p.
- ✚ **Saxena, s.,gautam, and sharma, a.(2010).**physical, biochemical and antioxidant properties of some indian honeys. Food chemistry. 118(2): 391–397.
- ✚ **Schweitzer,p.(2010).** Analyses des miels .laboratoire d'analyse du cetam-lorraine .france, 24 juil 2010, pp.17-19.
- ✚ **Schweitzer, p.(2001).**la couleur du miel .revue l'abeille de france n°872 .laboratoire d'analyse et d'écologie apicole.08p.
- ✚ **Schweitzer,p.(2005).**encore des miels hors normes. Revue l'abeille de france n°917 .laboratoire d'analyse et d'écologie apicole. 03p.

- ✚ **Seijo ,m.c., aira, m.j., mendez ,j. (2003)** palynological difference in pollen content of *eucalyptus* honey from australia, portugal and spain.grana 42:183–190.
- ✚ **Serrano, s., villarejo, m., espejo, r., & jodral, m. (2004).** Chemical and physical parameters of andalusian honey: classification of citrus and eucalyptus honeys by discriminant analysis. Food chemistry,.87:619–625.

Références bibliographiques

- ✚ **Shambangh ,p., worthington ,v., herbert ,j .h.(1990).** Differential effects of honey sucrose and fructose on blood sugar leveles. J. Manip. Physiol. Ther. 13:322-325.
- ✚ **Shiota, m., moore, m.c ., galassetti , p., monohan ,m ., neal , d.w., shulman ,g.i et cherrington ,a.d.(2002).** Inclusion of low amounts of fructose with an Intraduodenal glucose load makedly reduces post prandial hyperglycemia and hyperinsulimia in the conscious dog . Diabetes 51 :469-478.
- ✚ **Sibel ,b ., arthur, g., rand. (2005).** Purification of amylase from honey. Journal of food science. 70(6):25-30.
- ✚ **Silva ,f. A., borges, f., guimaraes,c., lima ,j. L. F. C., matos,c et reis, s.(2000).** Phenolic acids and derivatives: studies on the relationship among structure, radical scavenging activity and physicochemical parameters. Journal of agricultural and food chemistry. 48(6) :2122-2126.
- ✚ **Singh, n., bath, p. K. (1997).** Quality evaluation of different types of indian honey. Food chemistry.58(1–2):129–133.
- ✚ **Sobot ,j. (1995).** 150 plantes mellifères. France agricole. P 16-19.
- ✚ **Sudhanshu ,s., satyendra ,g., Arun ,s .(2010)** .physical, biochemical and antioxidant properties of some indian honeys. Food chem.118: 391- 397.

T

- ✚ **Tarrab, a ., recamales et hernans, d.(2004).** Food chemistry. Characterisation of spanish thym honeys by their physico-chemical characterisation and mineral content. N° :65 : 34-37.
- ✚ **Terrab ,a., diez ,m.j., heredia .f.j .(2002).** Characterization of moroccan unifloral honeys by their physicochemical characteristics. Food chem. 79:373-379.
- ✚ **Terrab,a., diez ,m. J., heredia ,f. J.(2003).** Palynoloical, physico-chemical and colour characterization of moroccan honeys: i. River red gum (eucalyptus camaldulensis dehn) honey. International journal of food science and technology .38: 379–386.

Références bibliographiques

- ✚ **Tonks,a.j., cooper,r.a., jones,k.p., blair,s., parton ,j et tonks,a. (2003).** Honey stimulates inflammatory cytokine production from monocytes. Cytokine 21 :242-247.
- ✚ **Tosi, e.a., ré, e., lucero, h., bulacio, l.(2004).** Effect of honey high-temperature short-time heating on parameters related to quality, crystallisation phenomena and fungal inhibition.lebensm.-wiss. U.-technol. 37 (6): 669–678.
- ✚ **Truswell ,a.s., seach ,j.m et thorburn,a.w.(1989).** Incomplete absorption of pure fructose in healthy subjects and the facilitating effect of glucose. Amer. J ; clin. Nutr. 48:1424-1430.

V

- ✚ **Von der ohe ,w. (1994)** unifloral honeys: chemical conversion and pollen reduction, grana 33: 292– 294.
- ✚ **Von der ohe ,w., persano oddo ,l., piana ,m.l., morlot, m., martin, p. (2004)** harmonized methods of melissopalynology, apidologie 35 (suppl. 1):s18–s25.


- ✚ **Vorwohl,g.(1964).** Messung der elektrischen leitfähigkeit des honigs und der verwendung der messwerte zur sortendiagnose und zum nachweis von verfälschungen mit. Zeitschr. Bienenforsch, pp. 34-47.
- ✚ **Vorwohl,g(1967).** Die beziehung zwischen der elektrischen leitfähigkeit der honige und ihrer trachtmässigen herkunft. In: ann. D'abeille 7 :301-309 .

W

- ✚ **Wahdan,hal.(1998).**causas of the antimicrobial activity of honey. Infectoin 1998 :26:26.
- ✚ **Wang ,x.h., gheldof ,n et engeseth ,n.j.(2004).** Effect of processing and storage on antioxidant capacity of honey. Journal of food science .69(2) :fct96-fct101.
- ✚ **White ,j.w.(1979).**spectrophotometric method for hydroxymethyl furfural in honey. Journal of the association of official chemists, 62:509-514.

Références bibliographiques

- ✚ **White,j., subers ,m.,schepartz, m.(1962).** The identification of inhibine, the antibacterial factor in honey, as hydrogen peroxyde and its origin in a honey glucose oxidase system. Biochim. Biophys. Acta: 57-70.
- ✚ **White,j.w.(1980.)** Hydroxymethyl furfural content of honey as an indicator of its adulteration with inverted sugars. Bees word.61(1980) :29.
- ✚ **White, j.w.(1978.)**Honey.advances in food research.24:287-374.
- ✚ **White,j.w.(1975.)** Composition of honey. In crane e., editor; honey: a comprehensive survey; london, u k; heinemann: 207-239.
- ✚ **Williams, s.(1984).** Official methods of analysis, 14. Ed. Arlington aoac inc. (1984).

- 
- ✦ **Willix, d.j., molan ,p.c et harfoot ,c.g.(1992).** A comparison of the sensitivity of wound-infecting species of bacteria to the antibacterial activity of manuka honey and other honey. J appl bacteriol . 73 :388.

Y

- ✦ **Yilmaz, h., kufrevioglu, i. (2000).** Composition of honeys collected from eastern and south-eastern anatolia and effect of storage on hydroxymethylfurfural content and diastase activity. Turkish journal of agriculture and forestry.25:347–349.
- ✦ **Yilmaz, h., yavuz, o. (1999).** Content of some traces metals in honey from south-eastern anatolia. Food chemistry.65: 475–476.

Z

- ✦ **Zander, e .(1935).** .beitraege zur herkunftsbestimmung bei honig. Verlag der reichsfachgruppe imker e.v.berlim.
- ✦ **Ziegler ,h.(1968.)** La sécrétion du nectar, in traité biologique de l'abeille, tome 3.

Site d'internet

http://www.leconews.com/fr/actualites/nationale/agriculture/plus-de-75-des-besoins-en-miel-sont-importes-07-04-2014-168629_291.php

Annexe 1

Les méthodes d'analyses physicochimiques et polliniques

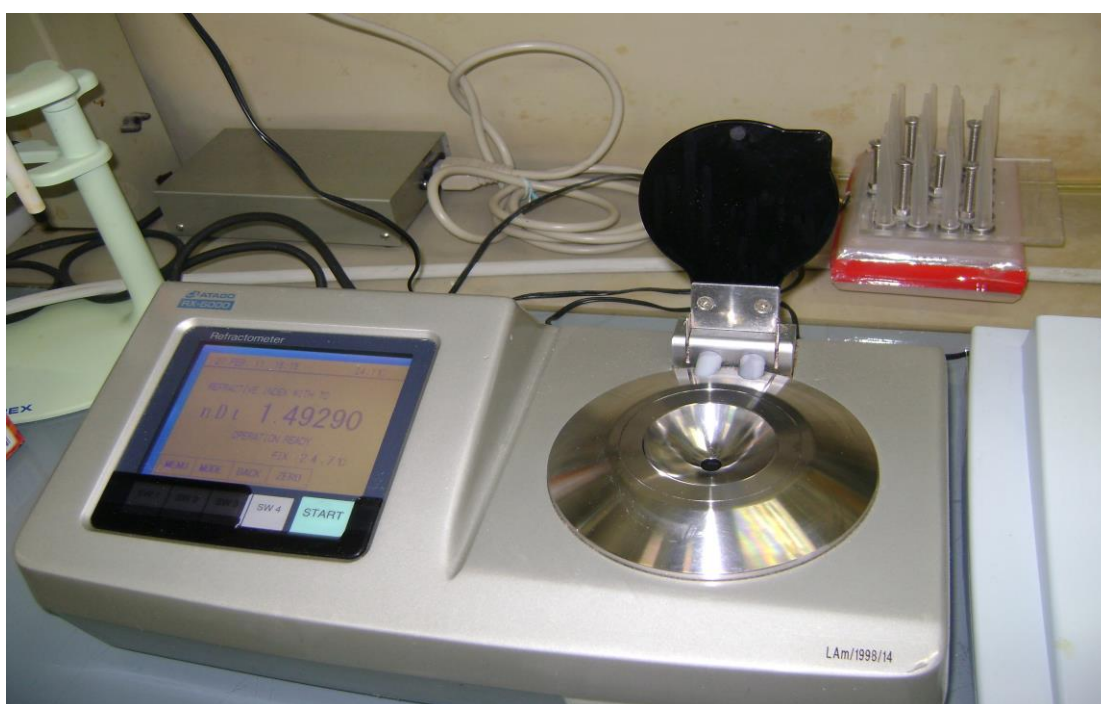
1. Détermination de la teneur en eau

Mode opératoire

Le miel à analyser doit être homogénéisé et parfaitement liquide. Dans le cas où l'échantillon est cristallisé, on le met dans un flacon fermé hermétiquement et on le place à l'étuve à 40°C ou dans un bain marie à 50°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 et étalée en couche mince sur la surface du prisme. La lecture de l'IR est effectuée à travers l'oculaire. La lecture est faite à 20°C, et si elle 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.

Figure 33: Image de réfractomètre ATAGORX-5000



2. Détermination du pH et de l'acidité libre par titrage à pH 8,3

L'échantillon est dissous dans de l'eau, le pH mesuré, et la solution titrée avec 0,1 M de solution d'hydroxyde de sodium à un pH de 8,30 (Bogdanov *et al.*, 2009).

REACTIFS

Les solutions tampon pour l'étalonnage de l'appareil de mesure du pH à un pH de 3,7 (ou 4,0) et 9,0 .

0,1 M de solution d'hydroxyde de sodium.

Equipement

pH-mètre d'une précision de 0,01 unité .

Agitateur magnétique .

Burette 10 ml ,

25 ml ou de titrage automatique .

Bécher de 250 ml .

Figure 34:Image de titrateur automatique Kytoelectronics AT-500-2E

Mode opératoire

L'étalonnage de l'appareil de mesure de pH

L'appareil doit être étalonné à pH 3,0 , 7,0 et 9,0 .

Dissoudre 10 g d'échantillon dans 75 ml d'eau distillée dans un bécher de 250 ml .

Remuer avec l'agitateur magnétique, plonger les électrodes du pH dans la solution et enregistrer le pH . Titrer avec 0,1 M NaOH à pH 8,30 (une lecture régulière doit être obtenue dans les 120 secondes de démarrage du titrage , en d'autres mots , compléter le titrage dans les 2 minutes .) . Noter la lecture de la plus proche de 0,2 ml en utilisant une burette de 10 ml et de 0,01 ml si le titrage automatique a une précision



suffisante.

Calcul et expression des résultats

pH - Signaler à deux décimales .

L'acidité libre , exprimer en milliéquivalents ou millimoles d'acide / kg de miel.

3.Détermination de la conductivité électrique (Bogdanov *et al* .,2009).

La conductivité électrique d'une solution de 20 g de matière sèche de miel dans 100 ml d'eau distillée est mesurée en utilisant une cellule de conductivité électrique . La détermination de la conductivité électrique repose sur la mesure de la résistance électrique, dont la conductibilité électrique est la réciproque .

REACTIFS

Une solution de chlorure de potassium , 0,1 M . Dissoudre 7,4557 g de chlorure de potassium (KCl), séché à 130 ° C , dans de l'eau fraîchement distillée dans un ballon de 1000 ml et compléter au volume avec de l'eau distillée. Préparer fraîches le jour de l'utilisation.

ÉQUIPEMENT

Conductimètre , gamme inférieure 10-7 S.

Cellule de conductivité , une électrode à double platiné (à électrodes à immersion) .

Thermomètre avec les divisions à 0,10 C.

Bain d'eau thermostaté à une température de 20 ° C ± 0,5 ° C .

Fioles jaugées de 100 ml et 1000 ml .




Figure 35:Image de conductivimètre Inlab level 2

Mode opératoire

Préparation de l'échantillon

Dissoudre une quantité de miel , l'équivalent de 20,0 g de miel anhydre , dans de l'eau distillée. Transvaser la solution quantitativement dans une fiole jaugée de 100 ml et porter au volume avec de l'eau distillée.

Verser 40 ml de la solution d'échantillon dans un bécher et placer le bécher dans un bain d'eau thermostaté à 20 ° C. Rincer la cellule de mesure à fond avec la partie restante de la solution d'échantillon .Immerger la cellule de conductivité dans la



solution d'échantillon. Lire la conductance en mS après que l'équilibre de la température a été atteint.

Calcul et expression des résultats

Calculer la conductivité électrique de la solution de miel , à l'aide de la formule suivante : $K = SH$.

SH = conductivité électrique de la solution de miel dans mS.cm⁻¹

4.Détermination de la teneur en cendres

La mesure de la teneur en cendre est déterminée selon la méthode de (**WILLIAMS, 1984**).La méthode est basé sur l'incérations de miel à une température de 630°C pendant 4 heures .

Mode opératoire

Carboniser une masse M₀ miel \ (M₀ égale 5g), avec précaution, dans une capsule en porcelaine, à une température de 630°C pendant 4 heures, jusqu'à l'obtention d'une cendre blanche. Apres refroidissement, on le pèse (M₁).

Equipements

Balance.

Four a moufle.

Capsule en porcelaine

Expression des résultats

Elle est calculée selon la formule suivante (BOGDANOV et COL, 1995) :

$$\text{Teneur en cendes} = (M_1 - M_2) / M_0 \times 100\%.$$

M₁ : poids de la capsule avec les cendres

M₂ : poids de la capsule vide

M₀ : poids de miel

5.Dosage Des Protéines

Principe

Le dosage des protéines s'effectue selon la méthode de (**Bradford, 1976**), qui utilise le bleu brillant de coomassie (BBC) et le sérum albumine bovine (BSA) à 1mg/ml comme standard, le dosage s'effectue a l'aide d'une gamme d'étalonnage.

Equipements

Balance.

Spectrophotomètre.

Vortex.

Agitateur.

Béchers.

Réactifs

Bleu brillant de coomassie G 250 (BBC)

100mg de BBC+50ml d'éthanol 95%. Après agitation pendant 2 heures, on ajoute 100ml d'acide ortho-phosphorique 85 pour cent et compléter le volume avec de l'eau distillée jusqu'à 100ml, enfin agitation pendant quelque minutes.

Albumine de sérum de bovine (BSA)

1mg de BSA +1ml d'eau distillée, puis agitation.

Mode Opérateur

2g de miel est dissous dans 2ml d'eau distillée, après agitation, on prend 100ul et on ajoute 2ml de BBC, on fait l'agitation pendant 5 minutes.

A l'aide d'un spectrophotomètre on fait la lecture de l'absorbance (Do) a une longueur d'onde de 595 nm contre un blanc (100ul eau distillé+2ml de BBC).

Expressions Des Résultats

On trace la courbe d'étalonnage des protéines qui est réalisé à partir d'une solution de BSA. (Courbe d'étalonnage figure N°14)

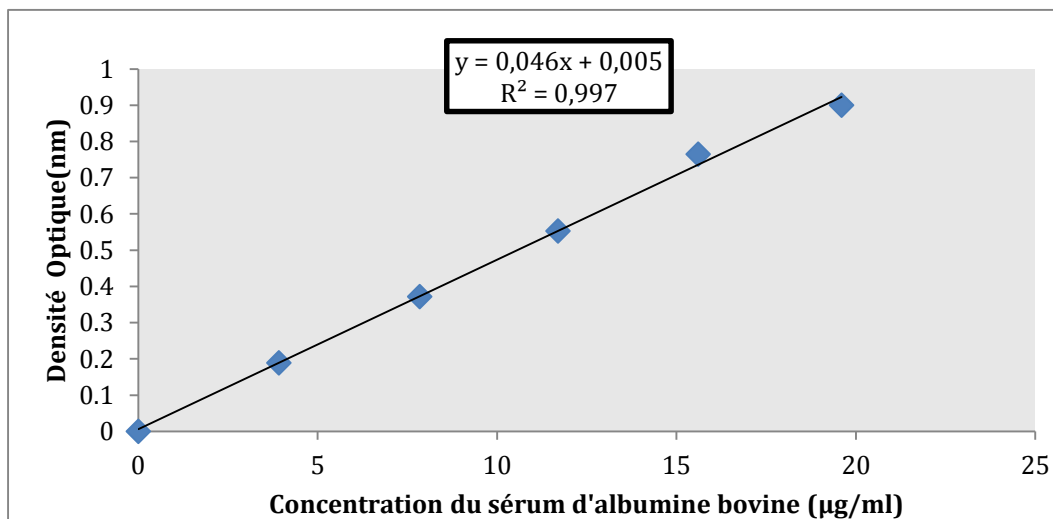


Figure 36: La courbe d'étalonnage des protéines

6. Dosage des hydroxyméthylfurfural HMF par HPLC (Bogdanov *et al.*, 2009).

A. Equipements

- HPLC Agilent 1200,
- Centrifugeuse ou filtre de 0.45µm pour milieu polaire et non polaire,
- Balance analytique,
- Fioles jaugées de 25 ml, 50 ml, et 250 ml.
- Béchers de 25 ml, 100 ml et baguettes de verre de propres,
- Vial pour HPLC de 1,5ml opaque (protection contre la lumière).

B. Protocole expérimental



B.1.Mise en marche de l'HPLC et conditions chromatographiques

Allumage et choix de la méthode d'analyse (Load method> HMF)

Les conditions chromatographiques sont les suivantes

- Injection avec Needle Wash
- Volume : 10µl pour les standards et 20 µl pour les échantillons
- Flow : 1ml/min
- Colonne de type Zorbax Eclipse XDB-C18 4,6 x150mm x5µm (ou équivalent)
- Thermostat : Not Controlled.
- Détecteur VWD : 285 nm
- Run Time : 10 minutes.



Figure 37: Image d'une HPLC Agilent technologies 1200 series

B.2. Création de la courbe d'étalonnage

La courbe d'étalonnage doit être créée lors de chaque blanc d'analyse. Elle est créée avant le passage des échantillons de miels.

Création de la droite d'étalonnage

Dans la table de séquence :

- Rubrique Sampel Type : Calibration
- Rubrique Cal Level standard, encodé les valeurs 1 à 4
- Rubrique Update Cal : Replace.

Les quantités correspondantes aux 4 standards seront ajoutées dans la partie data analysis > Calibration Table > Amount.

🚦 Pour les solutions étalons, le volume d'injection est de 10µl.


Le coefficient de régression de la droite doit être supérieur à 0.995. Ce coefficient est noté au niveau de la courbe de calibration (calibration curve) de la partie DATA ANALYSIS et du rapport « DOSAGE HMF »

- 4 solutions standard
- Blanc
- Miel témoin
- Miel à analyser

Remettre un miel témoin ou un standard T3 toutes les 10 injections d'échantillons.

B.3.2. Mesure de l'HMF des miels Témoin et des miels

- Peser environ exactement 5 g de chaque miel à analyser dans des bichers de 25 ml identifiés par le numéro d'analyse de l'échantillon.
- Ajouter le contenu d'une dispensette (+/- 10ml) d'eau déminéralisée dans chaque bécher et dissoudre le miel par agitation mécanique avec une baguette de verre (« préhomogénéisation ») ou avec un barreau magnétique.
- Lorsque tous les béchiers ont subi la préhomogénéisation, transférer quantitativement la solution aqueuse de miel dans une fiole jaugée de 25 ml et porter au trait de jauge avec de l'eau déminéralisée.



- Centrifuger 10 minutes à 3500 tours ou filtrer de 0.45 µm. Placer les échantillons dans des vials à l'abri de la lumière

C. Résultats

Les résultats sont exprimés en mg/kg selon la relation (voir le dossier de validation) :

$HMF \text{ (mg/kg de miel)} = HMF \text{ mesuré} \times 5 / \text{Pesée HMF (g)}$

Pesée HMF est la masse de miel pesée.

7.Détermination de l'indice diastasique ID avec Phadebas (Bogdanov *et al*.,2009).

L'unité de l'indice diastasique, l'unité Gothe, est définie comme la quantité d'enzyme qui convertit 0,01 gramme d'amidon à la fin du point prescrit à une heure à 40 ° C dans les conditions du test. Les résultats sont exprimés en unités Gothe (ou unités de Schade) par gramme de miel

PRINCIPE

Détermination de l'activité diastasique de miel est par une méthode photométrique, dans lequel une teinte bleue de type réticulé insoluble de l'amidon est utilisé comme substrat. Ceci est hydrolysé par l'enzyme, ce qui donne des fragments bleus solubles dans l'eau, déterminée par voie photométrique à 620 nm. L'absorbance de la solution est directement proportionnelle à l'activité diastasique de l'échantillon. Le mode opératoire est présenté dans l'annex 1

Réagents

Comprimés Phadebas, Pharmacia Diagnostics.

NaOH 0,5 M.

Un tampon d'acétate (0,1 M, pH 5,2) : Dissoudre 13,6 g d'acétate de sodium trihydraté dans l'eau. Ajuster le pH de la solution à 5,2 avec de l'acide acétique glacial (1-2 ml) et diluer à 1 litre avec de l'eau.

Équipements

spectrophotomètre

mélangeur thermostaté

Bain Marie



FIGURE 38 : Détermination de l'indice diastasique ID avec Pheadebas

Procédure

Peser 1,00 g de miel dans une fiole jaugée de 100 ml , dissoudre dans la solution tampon d'acétate et de remplir à la marque . Terminez la procédure en une heure. Transférer 5,0 ml de la solution dans un tube à essai et le placer dans le bain d'eau à 40 ° C.


Préparation d'un blanc : en plaçant 5,0 ml du tampon d'acétate dans un autre tube à essai qui est traitée exactement comme la solution d'échantillon.

Pour les deux solutions on ajoute une tablette Phadebas et on lance le chronomètre . Incorporer les solutions dans le mélangeur de réactif jusqu'à ce que les comprimés se déssoudrent (environ 10 secondes). Terminer la réaction après exactement 15 minutes en ajoutant 1 ml de solution d'hydroxyde de sodium . Mélanger à nouveau le mélange dans le mélangeur de réactifs pendant environ 5 secondes . Filtrer immédiatement à travers les solutions papiers filtres et mesurer l'absorbance de 1 cm cuvettes à 620 nm en utilisant l'eau comme référence. L' absorbance du blanc est soustraite de celle de la solution d'échantillon (A_{620nm}) .

Si l' absorbance est supérieure de 1,0 diluer l'échantillon avec de l'eau . Prendre en considération le facteur de dilution lors du calcul des résultats.

Calcul et expression des résultats

Le procédé classique pour la détermination de l'activité diastasique de miel est le procédé de Schade (3,4). L'activité de la diastase est exprimée en nombre de diastase (DN) en unités de Schade et est définie comme suit : une unité de diastase correspond



à l'activité enzymatique de 1 g de miel , qui peut hydrolyser 0,01 g d'amidon en une heure à 40 ° C .

$$DN = 28,2 \times A_{620} + 2,64$$

8.Détermination de l'activité de saccharase IS (Bogdanov *et al* .,2009).

L'activité de saccharase ou l'invertase est exprimée en unités UI, une unité où est définie comme le nombre de micromoles de substrat détruit par minute et exprimée par kilogramme de miel . L'activité peut également être exprimé en nombre Invertase.

PRINCIPE

p- nitrophényl - α -D- glucopyranoside (pNPG) est utilisé comme substrat pour la détermination du nombre de saccharase dans le miel . pNPG est divisé en glucose et p -nitrophénol par α -glucosidase (invertase) . En ajustant la valeur du pH à 9,5 la réaction enzymatique est arrêtée , et en même temps nitrophénol est transformé en anion nitrophénolate , qui correspond à la quantité de substrat converti et qui est déterminée par voie photométrique à 400 nm .

Réactifs

Solution tampon (0,1 M ; pH = 6,0) : Dissoudre 11,66 g de potassium hydrogène phosphate KH_2PO_4 et 2,56 g de phosphate disodique $Na_2HPO_4 \cdot 2H_2O$ dans l'eau et diluer à 1L .

Substrat p- nitrophényl- α -D- glucopyranoside (pNPG) solution (0,02 M) . Dissoudre 6,0252 g de pNPG dans une solution tampon et compléter à 1L . pNPG est peu soluble dans l'eau , mais la solution n'est pas très stable . Pour dissoudre la pNPG en chauffant la solution tampon jusqu'à 60 ° C et refroidir immédiatement la solution. La solution peut être stockée dans une bouteille sombre dans le réfrigérateur jusqu'à un mois.

Solution de réaction de terminaison (3 M , pH = 9,5) . Dissoudre 363,42 g de tris- (hydroxyméthyl) aminométhane dans l'eau et diluer à 1 litre . Ajuster à un pH de 9,5 avec de l'acide chlorhydrique 3M .

Equipements

Photomètre (fixé à 400 nm)

Bain d'eau thermostaté (40 \pm 0,5 ° C).

Vortex

pH - mètre

Figure 39: Détermination de l'activité de saccharase IS

Mode opératoire

Préparation des échantillons

Solution de miel : transfert de 5,00 g de miel avec une solution tampon quantitativement dans un flacon de 25 ml et remplir à la marque . Cette solution peut se conserver au réfrigérateur pendant une nuit.

Placer 5,0 ml de solution de substrat dans un tube à essai ou un tube en plastique dans le bain d'eau à 40 ° C pendant 5 minutes avant d'ajouter la solution de miel .

Ajouter 0,50 ml de solution de miel (temps de départ) . Mélanger le contenu




brièvement dans un mélangeur et incubé à 40 ° C.

Après exactement 20 minutes, ajouter 0,50 ml de la solution de réaction de terminaison et se mélangent de nouveau dans un mélangeur (de solution d'échantillon) Pour le blanc incubé 5,0 ml de solution de substrat à 40 ° C en même temps. Après cinq minutes, ajouter 0,50 ml de solution de réaction de terminaison, boucher le tube, bien mélanger, puis ajouter 0,50 ml de solution de miel. Préparer un blanc pour chaque miel testé.

Refroidir les solutions à température ambiante aussi rapidement que possible et mesurer les absorbances des solutions à 400 nm. Les mesures doivent être effectuées après environ 15 minutes et en tout cas moins d'une heure.

Calcul et expression des résultats



La quantité de p- nitrophénol dans uM produite au cours de l'essai correspond exactement à la quantité de substrat utilisée dans uM . Par conséquent, l'activité d'invertase de miel peut être calculée à partir de l'absorbance mesurée à 400 nm et est indiquée en unités / kg (U / kg)

$$1U/kg = 1\mu\text{molp} - \text{NPG minutes} \times \text{kg de miel}$$

$$\text{Invertase en U / kg} = 6 \times 0,05 \times 0,05298 \times \times 104 \text{ Aa } 400 = 158,94 \times \text{Aa } 400.$$

Il est courant d'exprimer l'activité d'invertase que le numéro de l'invertase (IN) . IN indique la quantité de saccharose par g hydrolysé en 1 heure par les enzymes contenues dans 100 g de miel dans des conditions de test

$$\text{IN} = 21,64 \times \text{Aa } 400$$

9.Détermination des sucres par HPLC (Bogdanov *et al* .,2004). (Bogdanov *et al* .,2009).

Le procédé détermine le fructose, le glucose, le saccharose, le turanose et le maltose dans le miel. Il peut également être utilisé pour la quantification d'autres saccharides tels que le mélézitose , l'erlose , l'isomaltose et le raffinose .

PRINCIPE

Cette méthode est basée sur la méthode publiée à l'origine par **Bogdanov 2009** . Après filtration de la solution, la teneur en sucre est déterminée par HPLC (High Pressure Liquid Chromatography) avec IR- détection. Les pics sont identifiés sur la base de leur temps de rétention. La quantification est effectuée selon la méthode de l'étalon externe sur les zones de pointe ou les hauteurs des pics.

REACTIFS

L'eau doit être distillée ou devrait être de pureté au moins équivalente .

Le méthanol pour CLHP

L'acétonitrile pour HPLC

Solution éluant pour la HPLC . Mélanger 80 volumes d'acétonitrile avec 20 volumes d'eau . Dégazer avant son utilisation.

Les substances standards sont le fructose, le glucose, le saccharose , le maltose , turanose Mélézitose , raffinose , isomaltose et turanose

Pipette 25ml de méthanol dans 100 ml fiole jaugée. Selon les sucres à analyser , dissoudre les montants indiqués ci-dessous dans l'eau d'environ 40 ml et transférer quantitativement dans le ballon et remplir à la marque avec de l'eau .fructose : 2,000 g, glucose : 1,500 g, saccharose :0,250 g, turanose : 0,150 g, maltose : 0,150 g

Et on filtre les solutions standards avec une membrane de filtration pour transférer la solution dans les flacons .

Les solutions standards sont stables pendant 4 semaines au réfrigérateur à 4 ° C et pendant six mois à -180 °C.

EQUIPMENT

flacons .

bain à ultrasons .

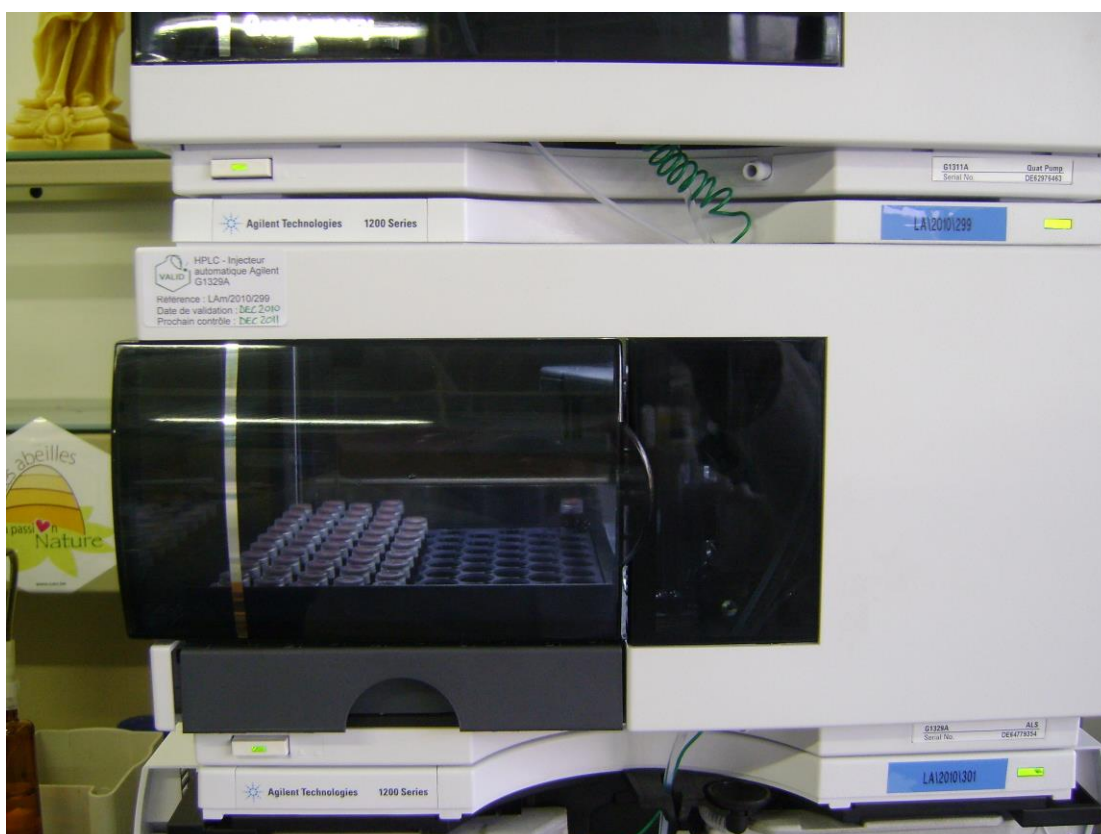
fioles jaugées de 100 ml et 25 ml

pipette .

Filtre à membrane pour les solutions aqueuses , la taille des pores de 0,45 um .

Porte-filtre pour filtres à membrane avec une seringue appropriée.

Chromatographie liquide haute performance comprenant la pompe , l'applicateur d'échantillons , à température régulée RI- détecteur thermostaté à 30 ° C * , température régulée four à colonne à 300C , intégrateur .



Colonne en acier inoxydable analytique , par exemple 4,6 mm de diamètre, 250 mm de longueur, contenant du gel de silice modifiée par une amine avec 5-7 um de taille de particule



Figure 40 : Image d'un injecteur automatique Agilent G 1329 A pour HPLC

Mode opératoire

Préparation de la solution d'échantillon

Peser 5 g de miel dans un bécher et dissoudre dans 40 ml d'eau . Introduire à la pipette 25 ml de méthanol dans un ballon volumétrique de 100 ml et transférer la solution de miel quantitativement dans le ballon. Remplir à la marque avec de l'eau . Verser à travers un filtre à membrane et recueillir dans des flacons d'échantillon. Stocker pour la solution étalon.

Chromatographie liquide haute performance (CLHP)

Les conditions suivantes ont été trouvées pour donner une séparation satisfaisante.

Débit: 1,3 ml / min Phase mobile : acétonitrile: eau (80:20 , v / v) de la colonne et le détecteur de température : volume d'échantillon de 30°C .

Si ce n'est pas possible d'effectuer l'analyse à 30°C et si le détecteur ne peut pas être thermostaté à 30 ° C , effectuer l'analyse à la température ambiante . Dans ce cas, il n'est pas possible de séparer mélézitose et erlose .

Calcul et expression des résultats

Les sucres du miel sont identifiés et quantifiés par comparaison des temps de rétention et l'aire des pics des sucres du miel avec celles des sucres classiques.

Que le pourcentage en masse des sucres , W, doit être déterminé de fructose , de glucose, de maltose , etc , et en g/100g sont calculés selon la formule suivante

$$W = \frac{A1 \times V1 \times m1 \times 100}{A2 \times V2 \times m0} \text{ O\grave{u}}$$

A1 = aires des pics ou des hauteurs de pic du composé de sucre donné dans la solution d'échantillon, exprimées en unités de surface, la longueur ou l'intégration.

A2 = hauteurs de pic du composé de sucre donné dans la solution étalon , exprimé en unités d'aire , la longueur ou l'intégration.

V1 = volume total de la solution d'échantillon en ml

V2 = volume total de la solution standard en ml

m1 = masse de la quantité en grammes de sucre dans le volume total de la norme (V2) m0 = poids de l'échantillon en g

La comparaison des surfaces des pics par rapport au chromatogramme des étalons permet de calculer la quantité de sucre de chaque échantillon de miel.

10. Analyse qualitative des grains de pollen

Le pollen est toujours présent dans le [miel](#), et permet d'identifier ses origines botaniques. L'[apiculture](#) fait appel à la [méliissopalynologie](#) qui est la science du miel et du pollen. Analyse qualitative des grains de pollen est déterminé selon la méthode d'acétolyse de la Commission Internationale de miel (VON DER OHE *et al.* ,2004)

Equipements

- Balance.
- centrifugeuse
- Vortex.
- Agitateur.
- Plaque chauffante
- Bêchers.
- Microscope assisté à un appareil photos



Figure 41:
Analyse
pollinique
par
microscop
e optique



c)- Réactifs :

Acide sulfurique

Acide acétique pure

Acide anhydre acétique


Glécérine gilatinee

Protocole expérimental

10 g de miel est pesé dans un tube à centrifuger de verre aigu (capacité. 50 ml). 20 ml d'eau distillée (°C 20-40) est ajouté .On centrifuge cette solution pendant 10 minutes à 1000 g puis on retire le surnageant. On ajoute 20 ml d'eau distillée pour dissoudre complètement le reste puis la centrifugation pendant 5 minutes à1000g. On retire le surnageant et enlève tout le liquide sauf les dernières gouttes. Enfin avec une pipette, les dernière gouttes sont prélevées et la déposées délicatement au centre d'une lame de microscope. Une goutte de glycérine gélatinée teintée légèrement, avec la solution de base d'éthanol de fuchsine (0.5-1 ml de cette solution en 10 ml de gelée liquide de glycérine) est versée, puis recouvrir d'une lamelle. Les bords sont lutés avec du vernis à ongles. On peut alors examiner les différents grains de pollen et tenter leur identification.

L'analyse pollinique d'un miel comporte deux étapes. La première est l'identification des grains de pollen observés. La seconde sera leur dénombrement. L'identification ne peut se faire que par comparaison de la morphologie et des dimensions des grains de pollens observés avec celles de grains connus qui constituent des références. Celles-ci peuvent être des microphotographies numérisées : elles constituent une banque de données que l'on peut consulter pour comparaison. Les photographies ne sont utilisables que lorsqu'elles sont de qualité et effectuées selon différents plans.

Equipements



Un microscope trioculaire pouvant travailler en immersion avec ou sans contraste de phase et avec ou sans polarisation

Une caméra CCD .

Un moniteur de contrôle

Un micro ordinateur équipé d'un logiciel.

Des logiciels annexes permettant le traitement des images .

Les images microscopiques numérisées ont déjà permis un archivage de milliers de pollen. Le même travail sera également effectué avec du pollen acétolyse. Cette banque de données permet de retrouver rapidement, grâce à une classification judicieuse, un pollen présent dans

les miels. le système permet également des mesures morphométriques précises Grâce à ces mesures et à des mesures colorimétriques par densité optique. Le système " repère " avec la même efficacité les éléments indicateurs de miellat comme les spores, les mycéliums, les asques, les algues. Il peut également comptabiliser les levures, les fibres végétales, les grains d'amidon...

Annexe 2

Les graphes et les tableaux des analyses statistiques

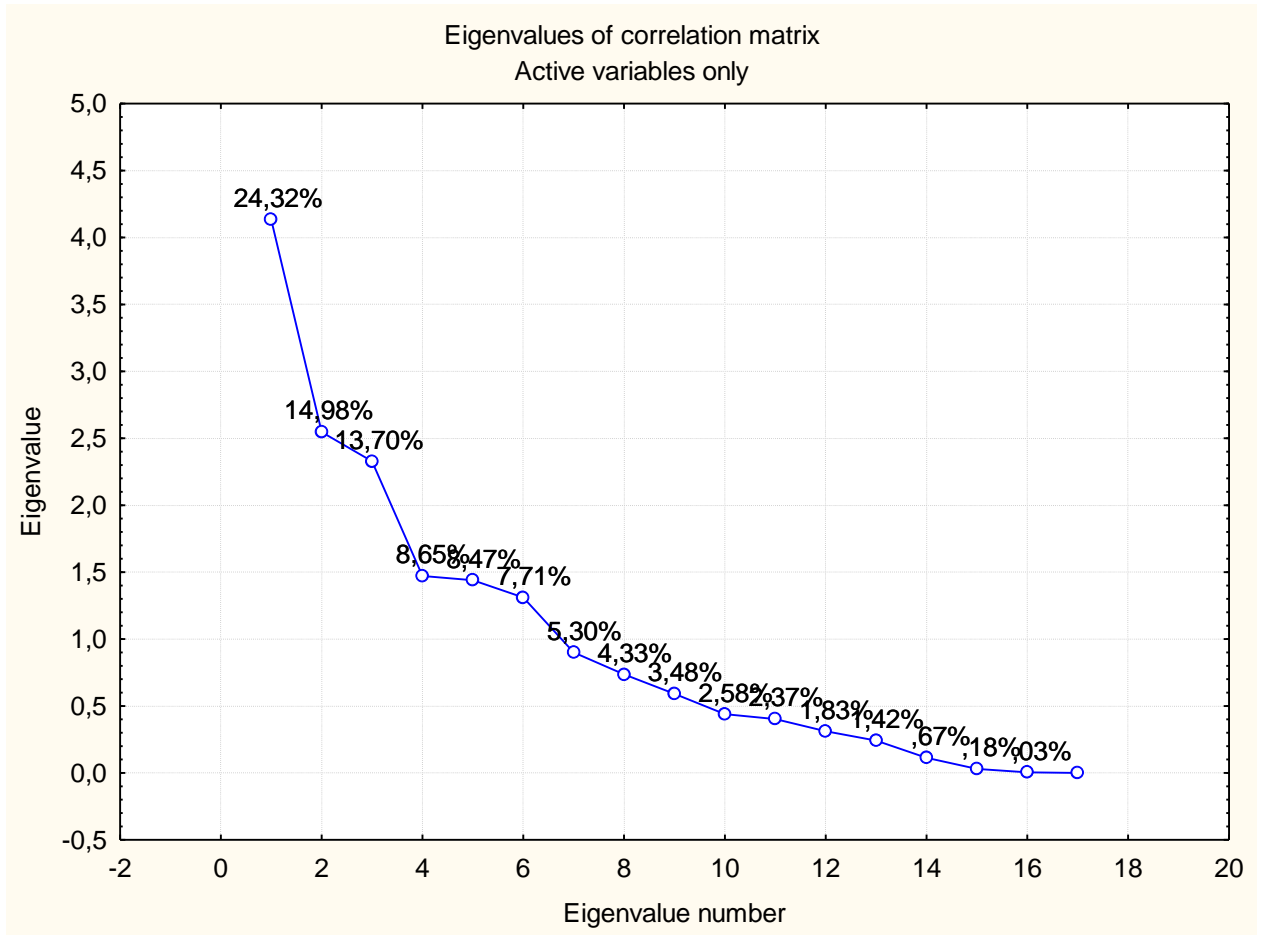


Figure 42 : Graphe de la corrélation entre les variables

Tableau 25 :La corrélation entre les facteurs de site

cases	Factor1	Factor2	Factor3
E1	-2,54089	0,74979	-0,65953
E2	-0,52628	-2,42157	1,72715
E3	-3,42205	1,65751	-1,57484
E4	-0,50452	0,02480	-0,45458
E5	-2,30064	-1,60837	-1,53302
E6	-2,13065	0,43257	-1,89286
E7	-2,77080	-1,50375	1,03962
E8	-4,10005	0,25465	-2,42140
E9	-3,35007	-1,04038	-0,49802

E10	-0,14765	-0,65247	-0,58820
E11	-2,59622	-1,37346	-0,28225
E12	-0,02213	-1,34437	0,07112
E13	0,82400	2,85680	1,87109
E14	2,58804	1,70930	4,88284
E15	-2,79732	0,99608	-0,57666
E16	-0,58099	-0,13521	0,22766
E17	-2,95828	0,88512	-0,38745
E18	-0,26652	-0,76813	0,24781
E19	-2,20805	2,13939	-1,16807
E20	1,45407	1,93517	1,10973
E21	0,13424	-1,31566	2,44363
E22	2,44399	0,51042	-3,79949
E23	0,18883	-0,56493	0,17947
E24	-2,33602	1,30156	-0,08546
E25	1,17543	-1,05782	-0,33066
E26	-0,38694	-0,09433	0,37473
E27	2,31067	-1,34878	0,41820
E28	0,57845	0,89344	0,38525
E29	-3,31016	-0,03234	-0,04382
E30	2,22160	-1,61274	-2,35971
E31	0,05463	-0,35275	-0,06495
E32	-1,53614	2,48570	0,59395
E33	-1,83896	2,29380	1,43173
E34	0,66655	-0,34144	1,23484
E35	-0,83860	1,60059	0,29840
E36	0,56241	0,55119	1,15898
E37	0,15509	-0,53255	0,34382
E38	2,74016	-0,62753	0,13511
E39	1,06595	1,37054	0,39024
E40	1,12582	-2,48981	-0,20748
E41	3,08485	-0,37309	-1,99683
E42	3,50437	1,40277	-3,39935
E43	1,81410	0,08712	-0,44488
E44	-0,00818	2,21035	-0,20714
E45	2,76435	1,57069	-1,19008
E46	1,74034	-1,88441	-0,25914
E47	0,46496	4,58838	-1,50132
E48	4,97494	3,36842	-2,43037
E49	3,03038	1,29490	1,62871
E50	0,33152	0,98909	1,17174
E51	2,45615	-1,20464	-1,31104
E52	-0,03762	-0,53901	-2,10543

E53	0,01311	-1,54418	0,57313
E54	-2,82720	2,17860	-1,66955
E55	-0,70078	1,27972	1,94328
E56	0,96041	-3,19380	-0,62491
E57	-0,74496	0,35469	3,11607
E58	0,64114	-1,45496	0,78500
E59	-2,33564	1,87051	0,49166
E60	1,70774	-0,34148	0,25882
E61	0,86428	0,28855	1,07726
E62	0,69910	-0,61879	2,11663
E63	2,80495	-1,12062	0,23394
E64	2,65689	-0,44479	-0,22220
E65	2,48095	-0,74180	2,29748
E66	0,98540	-0,14820	2,24391
E67	0,54717	-2,97671	-2,96426
E68	0,33181	-1,74360	-1,19234
E69	-2,16679	0,44352	0,45205
E70	-2,20679	-2,01830	-0,60442
E71	-1,78404	-2,51253	0,68562
E72	-2,86690	-2,49646	1,41103

Tableau 26 : La corrélation entre les facteurs de variables

Variable	Factor coordinates of the variables, based on correlations (TABSTAT1)		
	Factor 1	Factor 2	Factor 3
HUM	-0,596363	0,396930	0,182764
pH	0,558940	0,029329	-0,480450
ACID	-0,820537	0,448703	-0,020810
COND	-0,611255	0,638592	-0,335312
CEND	-0,605640	0,599894	-0,352515
PROT	0,089123	-0,167887	0,355597
Rich P	-0,110296	-0,042567	0,321817
HMF	-0,172389	0,075346	0,529246
ID	0,413565	0,173172	-0,535071
IS	0,598679	-0,115925	-0,484124
FRUC	-0,392837	-0,350294	-0,650659
GLU	-0,657398	-0,686807	-0,128707
SACCH	-0,515992	-0,273944	-0,199013
MALT	-0,054107	-0,157898	0,010385
TURA	0,226386	0,130310	0,001983
GLU+FRU	-0,618695	-0,614502	-0,425295
FRU/GLU	0,428544	0,500532	-0,368122