

Université MUSTAPHA Stambouli

Mascara



جامعة مصطفى اسطمبولي

معسكر

Faculté des Sciences Exactes

Département de Chimie

THESE de DOCTORAT

Spécialité Chimie

Intitulée

Potentialités mellifères, analyse et étude des vertus thérapeutiques des miels de la région de Sidi bel Abbès

Présentée par : DJELLOUL Zidane

Le 22/05/2022 à 09h00

Devant le jury :

Président	BOUCHEKARA Mohamed	Professeur	Université de Mascara
Examineur	BAKHTI Mohame Amine	MCA	Université de Mascara
Examineur	MOUFFOK Benali	Professeur	Université de Sidi Bel Abbès
Examineur	ACHOURI Mohamed Yacine	MCA	Université de Sidi Bel Abbès
Encadreur	TALEB Mourad	Professeur	Université de Sidi Bel Abbès
Co-Encadreur	MEDDAH Boumediene	Professeur	Université de Mascara

Remerciement

C'est avec un grand plaisir que je réserve cette page en signe de gratitude et de profonde reconnaissance à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin pour la réalisation de ce modeste travail.

D'abord on remercie dieu le tout puissant pour nous avoir donné le courage de mener à terme ce travail.

J'adresse mes plus sincères remerciements à mon encadreur Pr TALEB Mourad qui m'a dirigé avec une grande rigueur scientifique, sa patience, ses conseils, sa disponibilité.

Je remercie mon Co-encadreur Pr MEDDAH Boumediène pour sa précieuse assistance et son partage illimité de ses connaissances.

Aux membres du jury,

Merci au Pr BOUCHEKARA Mohamed d'avoir accepté de présider le jury de ma thèse.

Merci également aux Pr MOUFFOK Benali, Mr BAKHTI Mohamed Amine et Dr ACHOURI Mohamed Yacine d'avoir accepté de juger mon travail.

Je remercie également toute les équipes du laboratoire de recherche de Synthèse de l'information environnementale, section chimie analytique et du département de pharmacie et les intervenants professionnels qui ont contribué dans ce travail et à leurs tête mon cher ami BENAOULA Sid-Ahmed.

Je tiens à témoigner toute ma reconnaissance aux personelles de la direction de la Conservation des forêts de la wilaya de Sidi Bel Abbès ainsi que l'association des apiculteurs de sidi bel abbés « Djebel Moksi »

Je salue tout particulièrement la patience des acteurs de la filière apicole qu'ils soient amateurs ou professionnels, qui ont pris le temps de répondre aux questionnaires.

Je remercie également monsieur KECHAR Kadour, vice-président de l'association des apiculteurs «Djebel Moksi» de la wilaya ainsi que monsieur LAHMAR Amine représentant de la direction du service agricole de la wilaya pour ses conseils et ses données qui nous ont beaucoup aidé.

Merci à tous les étudiants des clubs scientifique que je dirige de m'avoir aidé. Merci à tous ceux qui m'ont fait partager leurs connaissances.

Dédicaces

En témoignage de ma gratitude et mon amour

Je dédie ce travail

A mes très chers et défunts parents ;

A ma chère famille ;

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit de vos sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation et ma formation le long des années passées.

A Ma tendre défunte sœur ;

Affable, honorable, aimable : tu représentes pour moi la source de tendresse et l'exemple de dévouement qui n'as pas cessé de m'encourager. Tu as fait plus qu'une sœur puisse faire pour que ses enfants suivent le bon chemin dans leur vie et leurs études.

A mes sœurs : Amina et Nacera et mon unique frère Nasreddine, puisse dieu vous garder, éclairer votre route et vous aider à réaliser à votre tour vos vœux les plus chers

A ma femme Farah pour m'avoir soutenue et encouragée tout au long de ces années, pour ta bonne humeur et ta patience lors de la rédaction de cette thèse, pour nos merveilleux moments passés durant ces années, je te dédie cette thèse.

A mes enfants Inès et Abdelkader Marouane, mes sources d'inspiration.

A mes nièces Hadia, Soumia, Dounia et Naila et neveux Djaber et Djihad

A mes beaux-parents, qui me poussent quotidiennement à aller de l'avant.

Aux membres de ma belle familles, qui ont cru en moi jusqu'aux bouts.

A mes amis.

A tous ceux qui me sont chers et proches, à tous ceux qui ont semé en moi à tout point de vue, soyez-en remerciés.

Table des matières

Liste des Figure	V
Liste des tableaux	IX
Abréviations	XI
Introduction	1
Chapitre I: Analyse physicochimique des échantillons de miels	10
I.1 GENERALITES SUR LE MIEL	10
I.2 LE CODEX ALIMENTARIUS	11
I.2.1 Définition	11
I.2.2 Historique.....	11
I.2.3 Son rôle	12
I.2.4 Le Comité National du Codex Alimentarius (CNCA) :	13
I.3 LES MARQUEURS DE QUALITE	16
I.4 LA COMPOSITION DU MIEL.....	17
I.5 LES CRITERES DE QUALITE DU MIEL.....	21
I.6 ANALYSE DE LA QUALITE DU MIEL.....	22
I.6.1 L'humidité ou l'hygroscopicité du miel	22
I.6.2 Chaleur spécifique.....	22
I.6.3 Coloration.....	23
I.6.4 Conductivité thermique	23
I.6.5 Conductivité électrique	23
I.6.6 Densité.....	23
I.6.7 Fluorescence.....	23
I.6.8 Indice de réfraction.....	23
I.6.9 Viscosité.....	24
I.6.10 Le pH et l'acidité	24

I.6.11	L'Hydroxy-Méthyl-Furfural (HMF).....	25
I.6.12	Les sucres	26
I.6.13	Les enzymes	26
I.6.14	Les différentes analyses du miel :	27
I.7	MATERIELS ET METHODES.....	28
I.7.1	Recolte.....	28
I.7.2	Presentation de la region d'étude	28
I.7.3	Choix des echantillons du miel	29
I.7.4	Analyses physico-chimiques effectuees.....	32
I.8	RESULTATS ET DISCUSSION.....	45
I.8.1	La teneur en eau (TE).....	45
I.8.2	L'hydroxymethylfurfural (HMF)	47
I.8.3	L'activite diastasique (AD)	49
I.8.4	Le pH et l'acidite libre	51
I.8.5	La teneur en cendre (TC).....	53
I.8.6	Conductivite electrique (CE).....	55
I.8.7	Les sucres reducteurs et saccharose	57
I.8.8	Pouvoir rotatoire specifique (PR).....	59
I.8.9	La couleur.....	61
I.9	CONCLUSION	66
Chapitre II: Evaluation de l'activité antioxydante des échantillons de miels algériens.....		68
II.1	PROPRIETES THERAPEUTIQUES DU MIEL	68
II.1.1	L'introduction.....	68
II.1.2	Le miel et la sante.....	70
II.1.3	Les composés phénoliques	74
II.2	MATERIELS ET METHODES :.....	76
II.2.1	Les différentes analyses effectuées	76

II.2.2	Dosage des polyphénols totaux (TP).....	76
II.2.3	Détermination des flavonoïdes (TF).....	79
II.2.4	Activité antioxydante totale.....	80
II.2.5	Test FRAP (Ferric reducing-antioxidant power).....	81
II.2.6	Effet de balayage du radical DPPH.....	85
II.2.7	Analyse statistique.....	87
II.3	RESULTATS ET DISCUSSION.....	87
II.3.1	Teneur en composés phénoliques totaux (TP).....	89
II.3.2	Teneur en flavonoïdes	91
II.3.3	Activité antioxydante totale.....	94
II.4	Conclusion.....	104
Chapitre III: Analyse statistique des résultats et corrélations		105
III.1	Introduction	105
III.2	Matrice de corrélation des paramètres.....	105
III.3	Analyses en composantes principales (ACP).....	106
III.4	Résultats des analyses statistiques :.....	107
III.4.1	Matrice de corrélation des paramètres physico-chimiques et biochimiques :.....	107
III.4.2	Analyse en composante principale (ACP).....	112
III.5	Conclusion.....	115
Chapitre IV: Potentialité mellifère de la flore de Sidi-Bel-Abbès et enquête sur les apiculteurs.....		117
IV.1	Introduction	117
IV.2	Etat de l'art.....	119
IV.2.1	La fleur (Figure IV-1)	119
IV.2.2	L'abeille et la fleur	121
IV.2.3	Les plantes mellifères.....	125
IV.2.4	L'ALGERIE.....	127
IV.2.5	Différents types de miels :.....	128

IV.2.6	Selon l'origine	128
IV.2.7	L'origine géographique	132
IV.2.8	Selon le mode d'extraction, de production et de présentation (Codex-stan-12, 1981) :	132
IV.2.9	L'apiculture	132
IV.2.10	L'apiculture dans le monde	133
IV.2.11	L'apiculture en Algérie	133
IV.3	MATERIELS ET METHODES	138
IV.3.1	Objectifs :	138
IV.3.2	Présentation des milieux de collecte des miels	138
IV.3.3	L'enquête sur les apiculteurs de la région de Sidi-Bel-Abbès	138
IV.3.4	Détermination et identification des plantes mellifères	139
IV.4	Résultat et discussion	142
IV.4.1	L'enquête.....	142
IV.4.2	Inventaire floristique	154
	Conclusion.....	175
	Bibliographie.....	183
	Annexe.....	214
	Résumé.....	252

Liste des figures

Figure Int.1 : Peintures rupestres sur les parois de la grotte de l'Araignée (<i>cueva de aralia</i>) près de Valence en Espagne.....	1
Figure Int.2 : Photo de Joe Neely (de compte Facebook).....	2
Figure I-1: Composition moyenne du miel (Bruneau, 2015)	18
Figure I-2: analyse élémentaire du miel en ppm (Morse, 1980 ; Petrov, 1970 ; Stosnach, 2006)	20
Figure I-3: 5-(hydroxyméthyl)-2-furaldéhyde.....	25
Figure I-4: mécanisme de conversion du fructose en HMF	25
Figure I-5: Evolution au fil du temps (mois) de la teneur en HMF dans deux échantillons de miels	49
Figure I-6: Variation de l'activité de la conductivité électrique des miels analysés	56
Figure I-7: variation de rotation angulaire spécifique dans les échantillons de miel analysés.....	59
Figure I-8: distribution des couleurs des miels analysés.....	63
Figure I-9: exemple de chenille processionnaire d'arbre à stade gaulis au foret de Tanira à Sidi bel-abbés	64
Figure I-10: Infestation d'une cicadelle blanche sur les jeunes pousses d'un rameau	65
Figure II-1: Schéma réactionnel de l'enzyme au contact avec le glucose.....	69
Figure II-2: Structure chimiques de base des acides phénoliques (Chira <i>et al.</i> , 2008).	74
Figure II-3: Classification des composés phénoliques	75
Figure II-4: Structure de base des flavonoïdes (Heim <i>et al.</i> , 2002)	75
Figure II-5: Courbe d'étalonnage de l'acide gallique	78
Figure II-6: courbe d'étalonnage de la quercétine.....	80
Figure II-7 : Courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique	82
Figure II-8: La réduction d'un complexe ferrique tripyridyletriazine ferrique en sa forme ferreux	83
Figure II-9: Droite d'étalonnage du sulfate de fer (II) dans le test FRAP	84
Figure II-10: La molécule de DPPH (2,2-diphinol-1-picrylhydrazyl)	85
Figure II-11: Spectre du radical DPPH (After, 2002)	86
Figure III-1: Cercle de corrélation des 18 variables.....	113
Figure III-2: la projection des échantillons en fonction des variables.....	114

Figure III-3: Projection des échantillons	115
Figure IV-1: Schéma théorique d'une fleur	119
Figure IV-2: La pollinisation de fleurs par les insectes.....	120
Figure IV-3 : Les couleurs vues par l'homme et par l'abeille (Clément, 2015).....	122
Figure IV-4: Un pissenlit tel que vu par une abeille (à gauche).....	122
Figure IV-5: Exemples de pollinisation. A = Abeille domestique, Apis mellifera récoltant le nectar, B= Apis mellifera chargée de pollen.....	124
Figure IV-6: morphologie de la tête d'une abeille.....	124
Figure IV-7: A= abeille récoltant du pollen, B = Abeille déposant le pollen dans la ruche, C= vue agrandi de Pollen d'abeille, D= Echantillon de grains de pollen observés en microscopie électronique à balayage (https://no.pinterest.com/starstvff/)	125
Figure IV-8: Exemples ruches avant l'indépendance. A = Rucher de démonstration à Rovigo, B= Rucher de démonstration du SAR Azail (Sebdou). Griessinger dans l'Algérien n° 36 de décembre 1986.	134
Figure IV-9: Production de miel à SBA (DSA, 2020)	136
Figure IV-10: Ruches modernes et traditionnelles 2010/2019.....	137
Figure IV-11: découpage de la Wilaya de Sidi-Bel-Abbès en six circonscriptions	140
Figure IV-12: A= randonnée effectuée pour le recensement, B= les apiculteurs de l'association de Sidi-Bel-Abbès.....	142
Figure IV-13: l'Age des apiculteurs.....	143
Figure IV-14: Niveau d'instruction des apiculteurs	143
Figure IV-15: Acquisition des pratiques apicoles	145
Figure IV-16: Nombre de ruches possédées par les répondants.....	146
Figure IV-17: Les différentes fonctionnalités numériques.....	147
Figure IV-18: quantité du miel produite chaque année	149
Figure IV-19: les plantes mellifères reconnues par les apiculteurs.....	150
Figure IV-20: zones d'installation des ruches.....	151
Figure IV-21: les conséquences observées.....	153
Figure IV-22: Richesse spécifique des stations inventoriées dans les six zones.....	155
Figure IV-23: Répartition des 61 familles botaniques	155

Figure IV-24: Circonscription de Sidi-Bel-Abbès : A=ruches placés dans la région de Sidi Hamadouche (Sarno), B = la sidi Mohammed Benali.....	157
Figure IV-25: A= <i>Calycotome spinosa</i> , B= <i>Asphodelus Microcarpus</i> , C= <i>Chamaerops humilis</i> et D= <i>Lobularia maritima</i>	158
Figure IV-26: La richesse floristique de la zone 1	158
Figure IV-27: Circonscription de Sfisef ; A=Belarbi, B = Tenira.....	159
Figure IV-28: La richesse floristique de la zone 2	160
Figure IV-29: paysage de la commune de Merine (zone 3)	160
Figure IV-30: diversité floristique par famille de la zone 3	161
Figure IV-31: A= <i>Pistacia lentiscus</i> , B= <i>Quercus coccifera</i> , C= <i>Phillyrea angustifolia</i> , D= <i>Rosmarinus tournefortii</i>	161
Figure IV-32 : A : fleur atractylis-cancellata caractéristique des zone steppique, B= ruches placés à Ras elma.....	162
Figure IV-33: diversité floristique par famille de la zone 4	162
Figure IV-34: fleurs des espèces A= <i>Borago officinalis</i> L., B= <i>Sinapis alba</i> , C= <i>Tamarix gallica</i> L. et D= <i>Malva sylvestris</i>	163
Figure IV-35: Circonscription de Sidi Ali Benyoub	164
Figure IV-36: diversité floristique par famille de la zone 5	164
Figure IV-37: Teghalimet – Dhaya	165
Figure IV-38: diversité floristique par famille de la zone 6	165
Figure IV-39: A= <i>Pinus pinaster</i> L. ; B= <i>Tetraclinis articulata</i>	166
Figure IV-40: A= <i>Asphodelus microcarpus</i> , B= <i>Calycotome spinosa</i> Link., C= <i>Chamaerops humilis</i> L., D= <i>Cupressus sempervirens</i> , E= <i>Eucalyptus sideroxylon</i> , F= <i>Rosmarinus officinalis</i> L., G= <i>Pistacia lentiscus</i> L., H= <i>Quercus Ilex</i> L. et I= <i>Teucrium polium</i> L.....	166
Figure IV-41: La biodiversité de la zone d'étude en fonction de l'altitude.....	173

Liste des Tableaux

Tableau I-1: Composition du miel (Prost, 1987).....	19
Tableau I-2: Composition moyenne de miel selon sa provenance (Bogdanov, 2006).....	20
Tableau I-3: Caractéristiques réglementaires de composition des miels (Codex Alimentarius, 2001)...	21
Tableau I-4: Présentation de différents échantillons	30
Tableau I-5: Correspondance entre la teneur en eau des miels et leur indice de réfraction (Chataway, 1932 ; Bogdanov, 2009).....	33
Tableau I-6: Couleur du miel (exprimé en absorbance à 635 nm) et valeurs correspondantes en échelle de Pfund	44
Tableau I-7: Résultats de l'analyse physico-chimique des échantillons de miel.....	45
Tableau I-8: Teneur en eau des miels publiées en Algérie et ailleurs	47
Tableau I-9: Teneur en HMF dans les miels publiés en Algérie.....	48
Tableau I-10: Activité diastasique dans des miels publiées en Algérie et ailleurs.....	50
Tableau I-11: Etudes de la variation du pH dans la littérature	51
Tableau I-12: L'acidité libre de miels dans la littérature	53
Tableau I-13: les valeurs des teneuses en cendres dans la littérature.....	54
Tableau I-14: la teneur en sucres réducteurs et saccharose dans la littérature	58
Tableau I-15: caractéristiques des 5 échantillons.....	60
Tableau I-16: Teneur en pouvoir rotatoire dans les miels publiés dans la littérature	60
Tableau I-17: intensités des couleurs de miels selon les méthodes de référence dans la littérature	62
Tableau I-18; distribution des couleurs des miels analysés (N : nombre).....	63
Tableau I-19/ caractéristiques des échantillons de couleurs clairs	64
Tableau I-20: caractéristiques des échantillons de miels de miellat.....	64
Tableau II-1: Variétés de miels Algériens et leurs propriétés spécifiques (Oudjet, 2010).....	72
Tableau II-2: Résultats de dosage des antioxydants et activités antioxydants des miels étudiées.	87
Tableau II-3: propriétés antioxydantes et antiradicalaires des miels unifloraux décrits au cours de ces dernières années.	88
Tableau II-4: Teneur en composés phénoliques totaux (TP) dans la littérature	89

Tableau II-5: Teneur en composés phénoliques totaux et flavonoïdes dans la littérature.....	93
Tableau II-6: le pouvoir réducteur des échantillons avec un pH entre 4.5 et 5.1	96
Tableau II-7: Résultats du test de Frap dans la littérature ($\mu\text{M Fe (II)}/100 \text{ g}$)	98
Tableau II-8: Résultats du test de DPPH dans la littérature	103
Tableau III-1: Matrice de corrélation des paramètres physico-chimiques et biochimiques.....	109
Tableau III-2: matrice de corrélation des paramètres du potentiel antioxydant	110
Tableau III-3: les matrices de corrélation dans la littérature	111
Tableau IV-1: La répartition de la superficie forestière de la Wilaya de Sidi-Bel-Abbès par zone.....	141
Tableau IV-2: Raisons du choix de l'activité d'apiculture	145
Tableau IV-3: Caractéristiques techniques de l'apiculture des répondants	148
Tableau IV-4: les symptômes rapportés par les apiculteurs.....	153
Tableau IV-5: Répartition des 15 plus importantes familles botaniques de la région(*)	156
Tableau IV-6: calcul des Indices de Jaccard pour les 6 zones	172

Abréviations

Abs : Absorbance

ADE : ALGÉRIENNE DES EAUX

ANGEM : Agence Nationale de gestion du Micro-crédit

ANSEJ : Agence Nationale de gestion du Micro-crédit

BNEDEP : Bureau National d'Études pour le Développement Rural

C.F.SBA : conserverie des forêts de Sidi-Bel-Abbès.

C° : Degré Celsius

Cal : calorie

CE : Conductivité Electrique

CFPA : Centre de Formation Professionnelle et d'Apprentissage

CNAC : Caisse nationale d'assurance-chômage

Cpt : Composés phénoliques totaux

CRMA : Caisse Régionale de Mutualité Agricole

DAS : direction de l'agriculture de Sidi Bel Abbès

DPPH : 2,2-diphényl -1- picrylhydrazyl

EAG : Equivalents d'Acide Gallique

Ech : Echantillon

EQ : Equivalents Quercetine

Flav : Flavonoïdes

H₂O₂ : Peroxyde d'hydrogène.

Ha : Hectare

HMF: HydroxyMéthylFurfural

INRAA : Institut national de la recherche agronomique d'Algérie

ITELV : Institut technique de l'élevage

L : litre

ITELV : Institut Technique des Elevages

m/v : masse sur le volume.

Meq : milliéquivalent.

mg : milligramme

ml : Millilitre

MS : Matière sèche.

mS/ cm : Millisiemens par centimètre

Nm : Nanomètre.

pH : Potentiel d'hydrogène

PM : plantes mellifères

PR : Pouvoir réducteur

S : seconde

SAU : surface agricole utile

SBA : Sidi-Bel-Abbès.

UV : ultraviolet

µL : microlitre

I ntroduction

Ce modeste travail, qui est le fruit de mes plus de 10 ans d'expériences dans la recherche et l'entrepreneuriat et 20 ans d'enseignement dans le département de pharmacie, est une découverte d'un monde animal fascinant, avec son organisation parfaitement adaptée, sa complexité et sa complétude qui lutte pour la préservation de la biodiversité.

Comme étant chimiste dans l'âme, notre domaine est devenu au fil des temps pluridisciplinaire et transversal. L'ancienne image d'une chimie orpheline et ennemie de la nature a changé, elle se voit plus libre et plus entouré que jamais. Elle est devenue indispensable dans tous les domaines de recherche, d'entrepreneuriat et de commerce.

Mon choix sur le sujet de l'abeille s'est fait spontanément, vu le contexte actuel sur le sujet de la préservation de la nature et l'élimination progressive mais obligatoire des pesticides dans nos cultures. L'abeille semble « devenir » l'alternative naturelle et « bio » afin d'y remédier du fait que les plantes sont à la base de l'alimentation sur Terre. Aujourd'hui, une des missions du chimiste est de proposer des produits naturels ou de synthèse permettant de protéger la faune et la flore des maladies tout en associant efficacité et respect de l'environnement. Au-delà de leur mode d'obtention, il s'agit également d'utiliser ces produits de façon raisonnée en respectant les doses conseillées pour inscrire les pratiques agricoles dans une démarche de développement durable.

Cette thèse nous a mené à côtoyer les principaux acteurs de ce thème et qui sont l'abeille et l'apiculteur, et dans un souci de faire un constat sur le sujet, le travail préliminaire nous a conduit à faire une enquête sur eux afin de faire une mise au point sur la situation de l'apiculture dans notre région. Les analyses effectuées dans nos laboratoires sur des échantillons semblaient inexploitable sans faire une étude globale sur le sujet.

Les abeilles et le management – Biomimétisme des organisations

L'abeille dans sa ruche comme tout autre organisme biologique a passé des millions d'années à évoluer de façon à maîtriser les obstacles de leur environnement, en déployant des trésors d'ingéniosité pour s'adapter à son environnement, et survivre dans ce monde sauvage et insouciant de l'écologie.

Elle est devenue notre inspiration au fil du temps. Elle est adorée au monde entier, tandis qu'elle est sacrée au Mexique, et un emblème national en Slovénie ; en Angleterre, elle symbolise le travail à travers les armoiries de Manchester. Cependant son univers n'a pas révélé tous ces secrets. En 2019, le photographe Joe Neely a pris en photo deux abeilles se blottissant dans une fleur et le cliché présente un beau côté de ces insectes dont nous sommes rarement intéressés. Contrairement à ce qu'on le savait, les abeilles mellifères, travaillent jour et nuit en faisant de petites siestes d'environ 15 à 30 secondes à la fois (Hopkins, 2019).



Figure Int.2 : Photo de Joe Neely (de compte Facebook)

(<https://www.facebook.com/photo.php?fbid=1076211415859896&set=picfp.100004131424147&type=3&theater>)

L'abeille a inspiré les innovations dans les sciences, les techniques, la médecine, le management. C'est ce qu'on appelle le **biomimétisme**.

Les abeilles comme d'autres insectes volants peuvent voler dans des environnements naturels très encombrés, et ils sont capables de résister aux collisions en vol du fait de la combinaison de la résilience de leurs ailes, de leurs exosquelettes et de leurs muscles ainsi qu'à leur faible inertie. Partant de ces constats, des chercheurs ont pu créer un robot abeille biomimétique appelé Robobee (Vaughan, 2019 ; Chen et al, 2019). Des applications de Robobee sont déjà envisagées, notamment pour la pollinisation ou le survol de décombres, à la recherche de survivants.

La fabrication et la manière dont les abeilles construisent leur ruche le sont tout autant. Elles sont une des preuves montrant que le génie chimique et mathématique existe. Sans calcul ni réflexions, elles ont

Introduction

inventé un modèle repris par les hommes pour diverses utilisations. Ce modèle est celui des structures alvéolaires des ruches qui permettent d'obtenir une grande solidité en utilisant peu de cire forment des nids d'abeilles à 95 % de vide et tout en conservant une bonne souplesse. À la fois légères, résistantes, flexibles et économes en matériaux, elles sont copiées dans l'industrie, notamment en aéronautique (pour les extrémités des ailes d'avion, par exemple) ou sur les chantiers navals.

Thomas Hales a inventé un théorème du nid d'abeille vis à vis de ce modèle en 1999 et revu en 2001. Ces « nids d'abeilles » sont également utilisés pour les travaux publics, principalement comme bassins de rétention d'eau et pour le renforcement des sols (Hales, 1999 & 2001).

L'abeille domestique : une formidable « usine » de production

Comme l'entreprise, **la ruche des abeilles à miel est un exemple concret** regroupant des individus organisés collectivement pour produire ensemble des biens et services. Ce concept est actuellement présent dans plusieurs laboratoires de recherche aux Etats Unies, où des chercheurs polyvalents se retrouvent dans un même laboratoire ou équipe pour réaliser un projet commun.

Dans la ruche, chaque abeille a un rôle particulier au cours de sa vie lui permettant d'assurer son bon fonctionnement et garantir un futur si possible meilleur à celle-ci. L'organisation de la ruche se décline en trois castes d'individus : la reine, les ouvrières et les mâles. Leur organisation est bien plus collaborative, horizontale, mais assez complexe qu'organisé où le rôle de la reine étant - outre la reproduction - de permettre la cohésion et l'appartenance à la ruche grâce à ses phéromones. L'arsenal chimique de la reine est le plus riche qu'on le pensait, vu que c'est elle qui oriente le travail des ouvrières. Parmi les phéromones royales, citons la QMP (Queen mandibular pheromone), qui pousse les jeunes ouvrières à choyer leur reine, à rester près d'elle pour la nourrir et lui nettoyer le corps et les antennes.

La reine possède deux types de phéromones : **les phéromones incitatrices**, qui induisent des comportements chez les abeilles qui les perçoivent, et **les phéromones modificatrices**, qui agissent profondément sur leur physiologie. Ce type de communication en interne permet de responsabiliser les équipes et de faire coopérer les collaborateurs dans une meilleure dynamique collective. Cela peut inciter les humains à élaborer des stratégies de communication qui rendent possible intelligence collective et communication transversale au sein de l'entreprise à l'instar du bio mimétisme de la ruche.

D'un autre côté, Il est important pour les abeilles de distinguer celles qui font partie de la ruche de celles qui en sont étrangères. Pour cela, dès sa naissance, l'abeille doit apprendre à reconnaître l'odeur caractéristique de sa colonie. Cette faculté chimique est vitale, notamment à l'automne, lorsque peuvent survenir les pillages entre ruches.

Introduction

On découvre ainsi les secrets de leur communication : sons, odeurs, choréographies, contacts ou phéromones, les abeilles disposent de nombreux moyens chimique et physique pour communiquer entre elles. Pas étonnant, pour une société aussi complexe qui doit aussi bien penser à ses besoins immédiats qu'à ses besoins futurs. Chaque message entraîne un changement de comportement, voire un changement physiologique qui peut être extrêmement profond.

A l'image des abeilles qui communiquent entre elles la géolocalisation des meilleures sources de pollen, les équipes peuvent avoir une plus grande fluidité des relations et du networking au sein de l'entreprise.

La communauté des abeilles nous apprend aussi le sens de l'immunité sociale. Face à une menace, les abeilles sont capables de modifier leur comportement afin de protéger la ruche (Dussaubat-Arriagada., 2012).

L'abeille possède des principes dont on s'inspire tous les jours. Elles agissent ensemble de manière coopérative avec une intelligence collective, afin de maintenir leur ruche à une température constante.

D'un autre côté, en pollinisant la fleur, elle assure la production du miel de demain. **De la même façon, nous nous sommes inspiré un nouveau modèle d'économie qu'on appelle l'économie circulaire** (Ezvan, 2020). Son principe est simple : préférer recycler que jeter, partager plutôt qu'acheter.

Dans ce contexte, la chimie a un rôle primordial dans la révolution de l'industrie et plus particulièrement la chimie verte.

Dans la nature, une logique fondamentale commande toutes les autres : c'est que tout système vivant veut le rester !

Depuis le début de la pandémie de Covid-19, un seul mot d'ordre : distanciation sociale. L'objectif est de réduire les contacts entre les personnes infectées et les autres, afin de minimiser la propagation de la maladie. Mais si nous avons parfois bien du mal à appliquer cette stratégie, celle-ci est utilisée depuis longtemps dans la nature par certaines espèces animales. Les individus contaminés sont alors rejetés par le reste de la troupe. C'est notamment le cas des abeilles. Lorsqu'elles sont infectées, les larves émettent des produits chimiques que les adultes peuvent détecter. Une fois identifiées, les abeilles jetteront les membres malades de la ruche (Trapp et al, 2017).

L'abeille ressource stratégique universelle pour le développement local, la biodiversité et la sécurité alimentaire

*« Si l'abeille venait à disparaître, l'homme n'aurait plus que quelques années à vivre. »
(Albert Einstein).*

Miel, abeilles et fleurs sont indissociables. Leurs relations sont responsables de l'actuelle biodiversité végétale puisque 80% des espèces de plantes de fleurs évoluent grâce à l'abeille. Les abeilles, piliers de la pollinisation et donc de la présence des fleurs, fruits et légumes. L'activité pollinisatrice donne à l'apiculture un rôle essentiel à l'écologie mondiale des plantes à fleurs, qui est cependant soumise aux modifications des milieux (Clément *et al.*, 2014).

En effet les abeilles sont essentielles au maintien de la biodiversité, c'est à ces petits insectes qu'on doit la diversité de la plupart des fruits et des légumes que nous mangeons (Biri, 2010). Mais cette mission s'appuie sur nous les humains et plus particulièrement les scientifiques pour la concrétiser. La chimie verte semble jouer un rôle important dans cette démarche.

La chimie durable a été formalisée en 1998 sous le nom de Green Chemistry par Warner et Anastas. Elle repose sur 12 principes, eux-mêmes basés sur 4 grandes notions : l'économie d'énergie, la sécurité et l'innocuité, la prévention des déchets, et la gestion des ressources.

L'image de la chimie durable la lie positivement à la préservation de l'environnement et l'engage à assurer un développement durable sans compromettre la capacité des générations futures à assurer le leur.

Si on parle de diversité, ce sont 75% des cultures vivrières qui produisent les graines et les fruits que nous consommons sont influencées, au moins partiellement, par la pollinisation. 35% de ce que nous mangeons dépend directement de leur travail silencieux. Le miel qu'elles produisent est le fruit d'une osmose parfaite entre l'abeille et la fleur, dans un ballet incessant de va et vient, elle visite en moyenne 900 fleurs. Quatre-vingt sept des principales cultures vivrières mondiales sont soutenues en tout ou en partie par la pollinisation. Ceci, à son tour, nourrit des milliers d'espèces d'animaux et d'oiseaux. Ils sont la raison principale de la diversité des espèces végétales. Selon les rapports de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), le déclin de la population d'abeilles affecterait négativement les principales cultures comme le café, le cacao, les amandes, les tomates et les pommes, etc....

Catarino *et al.* en 2019 ont démontré que la pollinisation par les abeilles devançait l'utilisation de produits phytopharmaceutiques dans le rendement et la rentabilité du colza.

Gallai *et al.* (2009) ont estimé la valeur du service « pollinisation » au niveau mondial à 153 milliards d'euros. Cependant, les besoins en pollinisation sont loin d'être couverts. En 2016, alors qu'il y avait

Introduction

environ 90,5 millions de ruches dans le monde, il devrait en avoir le triple pour garantir la pollinisation de toutes les cultures (Shahbandeh, 2019).

Pour la survie de plus de 80% des plantes, on trouve dans le monde environ 20 000 espèces d'abeilles.

Le 6 janvier 2020, un manifeste en faveur de la protection des insectes a été publié dans la revue scientifique britannique « Nature Ecology & Evolution ». Pour parvenir à ralentir, voire à mettre fin à son déclin, les scientifiques ont partagé des actions concrètes : suppression progressive des pesticides, diversification des cultures et réduction de la pollution lumineuse, atmosphérique et hydraulique (Sánchez-Bayo & Wyckhuys, 2019).

Par ailleurs, Douglas *et al.* (2020) ont démontré la toxicité des insecticides sur les abeilles domestiques. Durant les 20 dernières années, les insecticides seraient devenus bien plus toxiques pour les abeilles, et ce serait dû aux enrobages de semences avec des néonicotinoïdes dans les cultures de maïs et de soja (Douglas *et al.*, 2020).

Le but de l'apiculture n'est donc pas uniquement la production du miel qui est secondaire par rapport à la pollinisation des plantes, mais qui suscite l'intérêt de l'homme depuis la nuit des temps pour ses effets thérapeutiques innombrables utilisés par les anciennes civilisations pour faire face aux épidémies qui ont menacé l'humanité, et pour ses qualités. Ce qui a poussé l'homme à la domestiquer depuis 04 millions d'années. D'ailleurs les peintures rupestres (Figure Int.1) en sont un bon témoignage à l'exemple de la peinture trouvée sur les parois de la grotte de l'Arana (*cueva de aralia*) en Espagne, datant de 6.000 ans avant Jésus-Christ (Waring et Waring, 2010).

En 2019, Earthwatch Institute a déclaré « Les abeilles sont l'espèce la plus précieuse de la planète, et si elles disparaissaient aujourd'hui, l'humanité ferait de même très bientôt ! (Concio et Joy, 2019). Leur disparition aurait de graves conséquences environnementales, mais aussi économiques et sociales. Les abeilles sont un pilier majeur de la biodiversité et leur disparition entraînerait des répercussions directes sur la santé publique.

« Dans l'esprit des gens, le miel est un aliment sain possédant des propriétés étonnantes : virucide, bactéricide, anti-cancéreuse, et bien d'autres ».

Les textes coraniques et hadiths mentionnés en matière de miel sont parmi les premiers textes à affirmer les bienfaits absolus et les propriétés thérapeutiques prouvées de cette substance précieuse.

Le miel est connu de nos ancêtres depuis la nuit des temps et l'utilisé comme un remède pour un ensemble de maladies.

Introduction

Hippocrate, le père de la médecine, disait que l'usage du miel conduisait à la plus extrême vieillesse, et le prescrivait pour combattre la fièvre, les blessures, les ulcères et les plaies purulentes (Joyeux, 2014).

Le coran a donné plusieurs pistes et indications sur l'abeille. Dieu parle aux femelles des abeilles et noms aux males, ce qui prouve que c'est elles qui font le plus de fonctions dans la ruche (El-Raoui, 2006).

Dieu nous incite à la connaissance en citant « **De leur ventre, sort une liqueur, aux couleurs variées** » sans cité le miel explicitement. C'est à nous d'étudier ces excréments d'abeilles (miel, cire, poison..) et de découvrir leurs caractéristiques et d'analyser leurs compositions (Hernandez, 2012).

D'autre part, il nous incite à l'**expérimentation** et annonce textuellement « **dans laquelle il y a une guérison pour les gens** » Toutes ces excréments d'abeilles, sont des remèdes. Mais l'homme serait incapable d'attribuer chaque maladie à son remède sans une analyse préalable. Il fascine de plus en plus la médecine moderne : les études et travaux scientifiques prouvant ses propriétés cicatrisantes et antiseptiques puissantes se multiplient. Parallèlement, l'apparition de souches bactériennes toujours plus résistantes ainsi que l'augmentation du coût des pansements et des antibiotiques amènent l'Homme à exploiter toutes les vertus de cette denrée noble. Le miel est redevenu une alternative à reconsidérer dans le traitement de certaines plaies cutanées en particulier celles infectées et/ou torpides (Lechaux, 2013 in Koechler, 2015).

Les vertus du miel sont de plus en plus connues à travers le monde, à tel point qu'une nouvelle science a été créée : l'apithérapie. Cette médecine soigne certaines maladies grâce aux propriétés du miel et de ses dérivés (propolis, gelée royale, pollen).

Ce n'est qu'au 19ème siècle que l'apiculture, que nous connaissons aujourd'hui, est née. Elle s'efforce d'obtenir de ses abeilles un produit de qualité en quantité suffisante pour répondre à la demande des consommateurs, et ce malgré la tendance à l'affaiblissement et à la mortalité des colonies d'abeilles dans le monde entier.

Le miel est un produit végétal et animal très complexe d'une alchimie qui en découle d'une composition chimique variable et lui confère des propriétés diverses, formé du nectar des fleurs, de propolis, de composés d'abeille mais surtout du pollen. Actuellement, il est perçu par le grand public comme un aliment naturel, non pollué et bénéfique pour la santé.

La richesse de la flore mellifique, génère une diversité de miels qui se distinguent par leur composition, et dépendant directement de l'origine du nectar et du miellat, le climat, les conditions environnementales et la compétence des apiculteurs (Gheldof et Engesth, 2002 ; Küçük et al., 2007).

Introduction

Cette diversification mellifère lui a attribué plusieurs vertus grâce à leurs propriétés antioxydantes et antimicrobiennes. Ces propriétés sont utiles pour le traitement des brûlures, des troubles gastro-intestinaux, de l'asthme, des blessures et des ulcères de peau et bien d'autres usages thérapeutiques (Al-Mamary et al., 2002 ; Lobreau–Callen et al., 1999).

Une bonne connaissance des types de miels constitue la base essentielle d'une commercialisation rationnelle. La définition des miels monofloraux en particulier reste difficile ; classiquement, elle est basée sur l'utilisation d'un ensemble d'analyses portant sur les caractéristiques polliniques et les propriétés physico-chimiques.

La melissopalynologie est un paramètre majeur pour le contrôle de la qualité du miel (Maieves et al., 2020). Cependant, cette méthode demande une base de données nationale des fleurs algérienne qui n'est pas disponible actuellement. Cependant elle ne peut en elle seul résoudre le problème de la détermination de l'origine botanique des miels. La caractérisation de l'appellation du miel est fondée à la fois sur des analyses physico-chimiques et polliniques (Louveaux, 1985).

D'un autre côté, l'étude scientifique des produits de la ruche, utilisés à des fins médicales ne s'est développée que récemment. Entre 2004 et 2010, Descottes, pionnier de l'utilisation du miel dans les pansements, a permis de crédibiliser les produits du rucher aux yeux de la communauté scientifique.

Chez nous en Algérie, la production apicole a connu un essor considérable ces dernières années due à une forte demande de ce produit ; pour plusieurs raisons : la poussée démographique, l'amélioration du niveau de vie, et la recrudescence d'intérêt de consommer bio « produits de terroir ». D'après les statistiques du ministère de l'Agriculture, la production de miel est passée de 90 tonnes en 2007, à 74 420 quintaux/an actuellement. En 2019, le pays comptait 51.539 apiculteurs déclarés et 1,6 millions de colonies apicoles réparties à travers les régions du Nord, au niveau des montagnes, des steppes, mais aussi dans les régions du Sud, représentant ainsi le cheptel national (APS, 2020). Cependant la production nationale des miels reste très inférieure par rapport aux potentialités mellifères existantes. Il reste encore des régions mellifères à identifier, en citant les forêts avec une superficie de 4 082 455 d'hectare, les prairies naturelles qui s'étendent sur 47 556 hectares, ainsi que les 934 984 hectares de plantations fruitières (APS, 2020).

Tout ce potentiel mellifère que regorge notre pays pourrait nous offrir la possibilité de développer la production nationale des miels, mais fait toutefois face à des difficultés liées à l'écoulement des produits apicoles sur le marché national, à cause notamment de la concurrence déloyale de nombreux produits en provenance de l'étranger, de la fraude mais aussi de l'absence des normes nationales de qualité.

Introduction

Les variétés de miels Algériens portent des noms différents, pas moins de 13 sont recensés par le ministère de l'Agriculture (miel d'agrumes, d'eucalyptus, de romarin, de lavande, de jujubier, d'euphorbe, d'arbousier, de la carotte sauvage, de romarin, de thym, d'origan, de peganum (harmel), de caroubier, de chardon en plus du miel de toutes les fleurs du printemps).

La région de Sidi-Bel-Abbès est une zone caractérisée par une diversité naturelle (des terres forestières, agricoles et pastorales). Elle possède l'un des patrimoines forestier le plus important au niveau national. Concernant l'extraordinaire variété des miels de notre région, qui reflète la diversité des paysages qui la composent. Notre région produit des miels authentiques, originaux et diversifiés les uns des autres, comme le Jujube, l'Euphorbe, l'Echinops, l'Eucalyptus, le Moutarde Blanc, les Chaussettes, en plus des miels de transhumance.

Cette région, par sa taille, possède un potentiel énorme en termes de ressources naturelles. L'identification et la localisation des zones à fort potentiel apicole auront un impact socio-économique remarquable sur les populations rurales.

Le développement de l'apiculture est étroitement lié à la disponibilité des ressources apicoles, des abeilles sauvages à domestiquer dans leur biotope et au contrôle de gestion de l'apiculture. Par conséquent, nos ruches sont généralement placées dans des zones de cultures biologiques ou sauvages.

Tout ce potentiel mellifère de notre région et la variété de miel n'a fait l'objet que d'études scientifique limité qui puisse donner un véritable coup de fouet à notre économie de miel et pour d'éventuels autre études sur les vertus du miel dans la santé et pour l'usage hospitalier.

De ce fait, notre survie dépend en grande partie de la survie de ce petit insecte vulnérable qui est l'abeille, et sa santé devient une priorité pour la nôtre. L'un des paramètres et baromètre de l'état de sa santé est le miel qu'elle produit et de sa qualité. Ainsi, notre objectif est de faire une étude physicochimique des miels récoltés dans différentes régions de Sidi-Bel-Abbès et Tlemcen et l'évaluation de leurs activités antioxydants afin d'avoir une première constatations sur non seulement la qualité du miel mais celui de l'abeille qui le produit.

Notre étude comporte quatre chapitres. Le 1^{er} concerne l'étude physicochimique des miels récoltés dans la région. Le 2^{ème} : l'évaluation de l'activité antioxydante de ces mêmes échantillons. Le 3^{ème} traite les analyses statistiques des résultats des deux précédent chapitres. Le quatrième chapitre fait l'inventaire floristique et le potentiel mellifère de la région de Sidi-Bel-Abbès. En dernier, une conclusion est donnée avec les perspectives.

Chapitre I: Analyse physicochimique des échantillons de miels

I.1 GENERALITES SUR LE MIEL

Le miel est la substance sucrée naturelle produite par les abeilles mellifères de l'espèce *Apis mellifera* (L.1758 ; Apidae) ; à partir du nectar de plantes ou à partir d'excrétions laissées sur celles-ci par des insectes butineurs ; ou à partir de sécrétions dérivant de parties vivantes de plantes ; que les abeilles butinent, modifient (en les associant avec des substances spécifiques propres qu'elles sécrètent elles-mêmes), placent, déshydratent, stockent et laissent épurer et mûrir dans les rayons de la ruche, donnant des miels de nectar ou de miellat (Codex -Alimentarius-Commission, 2001 ; Louveaux, 1985 ; Der, 1994 ; Amri *et al.*, 2007 ; Achouri *et al.* ,2015 ; Liu *et al.*, 2013 ; Moumeh, *et al.*, 2020).

Le miel qui compte parmi les produits les plus convoités, est une denrée biologique très complexe de première catégorie, de haute valeur énergétique, d'une énorme diversité, lui attribuant différentes propriétés nutritionnelles et thérapeutiques. Pour ces raisons, de nombreuses études se sont intéressées à ses propriétés. (Doukani *et al.*, 2014 ; Louveaux, 1985 ; Amri *et al.*, 2007 ; Merah *et al.*, 2010 ; Baltrusaityte *et al.*, 2007 ; Bogdanov et Blumer, 2001 ; Badawy, 2004)

La composition chimique, la saveur ainsi que l'aspect extérieur du miel sont variables, principalement en fonction de la source du nectar (s) dont il est issu et se sont précisément les divers éléments qu'il possède qui font son secret (Weiss, 1985). Cette composition change d'une variété à l'autre, elle est influencée par de nombreux facteurs tel que la nature du sol et du végétal, le moment et le mode de la récolte (Lamballais, 1989 ; Verdant, 2002 ; Biri, 1999 ; Caillas, 1974 ; White, 1975), le mode d'extraction et de conservation, la race d'abeille, l'état physiologique de la colonie et surtout le type de nourrissage (Bogdanov, 2006 ; Cimpoiou *et al.*, 2012 ; Doukani *et al.*, 2014).

La composition, la couleur, l'arôme et la saveur de miel dépendent principalement des fleurs butinées, les régions géographiques, climatiques et les espèces d'abeilles impliquées dans sa production, et sont également affectés par les conditions météorologiques (Escuredo *et al.*, 2014 ; Tornuk *et al.*, 2013 ; Moumeh *et al.*, 2020).

Par ailleurs, le miel est un aliment qui subit de nombreux changements dans sa composition pendant le stockage. Ainsi, ceux-ci se produisent habituellement en raison de différentes réactions chimiques, y compris la fermentation, l'oxydation et le traitement thermique, ce qui modifie ses constituants (Moreira *et al.*, 2007). Par exemple, le hydroxyméthylfurfural (HMF) peut être formé lorsque le miel est soumis à un traitement thermique ou résulte lors d'une longue durée de stockage (Tornuk *et al.*, 2013) et qui va devenir volatiles et toxiques, en fonction de sa concentration (Gianelli Barra *et al.*, 2010). Ainsi les

paramètres physico-chimiques révèlent l'identité et la qualité de miel et ils sont considérés comme utiles pour détecter ces possibles adultérations, et aussi pour confirmer les conditions d'hygiène pour la manipulation et le stockage du miel (Puscas *et al.*, 2013).

Afin de décrire les paramètres qui confirment la qualité et l'authenticité de miel et trouver des caractéristiques similaires dans les différents miels produits dans le monde entier, en utilisant des conditions telles que la pureté, la maturité et la détérioration, on s'appuie sur le Codex Alimentarius.

I.2 LE CODEX ALIMENTARIUS

I.2.1 Définition

Le Codex Alimentarius, ou "code alimentaire", est un recueil de toutes les normes, codes d'usages, directives et recommandations de la Commission du Codex Alimentarius. Celle-ci est la référence internationale en matière de normes alimentaires. C'est un organisme subsidiaire de l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et de l'Organisation mondiale de la santé (OMS).

C'est le fruit d'un long processus d'évolution mettant en œuvre un large échantillon représentatif de la communauté mondiale où plusieurs personnes représentant de nombreux intérêts et disciplines qui ont participé à ce processus.

I.2.2 Historique

C'est en 1953, que l'organe directeur suprême de l'OMS, a déclaré que l'utilisation croissante de diverses substances chimiques dans l'industrie alimentaire au cours des dernières décennies pose un nouveau problème de santé publique qu'il convient d'étudier.

En 1954, le terme Codex Alimentarius Europaeus a vu le jour en Autriche ainsi que l'idée de créer une Commission européenne du Codex Alimentarius. C'est avec l'accord des États européens, que le Conseil européen du Codex Alimentarius Europaeus est établi en 1958.

En 1961, la FAO a adopté une résolution créant la Commission du Codex Alimentarius (Résolution N°.12/61) proposant que ses travaux sur les normes alimentaires soient repris par la FAO et l'OMS.

En 1963, l'Assemblée mondiale de la Santé approuve la création du Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires et adopte les statuts de la Commission du Codex Alimentarius (Commission Mixte FAO/OMS du Codex Alimentarius, 1968).

C'est qu'en 1985 que L'Assemblée générale des Nations Unies a déclaré que, dans la mesure du possible, les gouvernements devaient adopter les normes du Codex Alimentarius.

Et c'est en 1991 qu'on a reconnu qu'il était important de fournir des évaluations fondées sur des données scientifiques et tenant compte des principes d'évaluation des risques.

En 1992, La Conférence internationale FAO/OMS sur la nutrition a reconnu que les réglementations alimentaires devaient tenir compte des normes internationales recommandées par la Commission du Codex Alimentarius (FAO, 1992).

C'est qu'en 2000 que l'Assemblée mondiale de la Santé a reconnu l'importance des normes, directives et autres recommandations de la Commission du Codex Alimentarius pour la protection de la santé du consommateur et la garantie de pratiques commerciales équitables et a prié instamment les États Membres de l'OMS de participer activement aux activités dans le domaine nouveau de l'analyse des risques pour la sécurité sanitaire des aliments.

Enfin en 2014, es normes ont été adoptées à l'échelle internationale lors de la Deuxième Conférence internationale sur la nutrition.

I.2.3 Son rôle

Le système du Codex a été créé pour protéger la santé des consommateurs, assurer des pratiques commerciales équitables et harmoniser les normes alimentaires au niveau mondial. Le commerce des produits alimentaires est actuellement estimé à plus de 1500 milliards de dollars par an en 2018 (Havelaar, 2019). Le Codex Alimentarius dispose de normes alimentaires universelles pour la protection du consommateur sur un marché mondial en expansion présente des avantages manifestes.

Son rôle sur la protection de la santé du consommateur a été souligné en 1985 par la résolution 39/85 des Nations unies, dont les directives invitaient les gouvernements à tenir compte de la nécessité d'assurer la sécurité alimentaire de tous les consommateurs et d'adopter des normes tirées du Codex lors de la formulation de leurs politiques et plans nationaux en matière de produits alimentaires.

La Commission du Codex Alimentarius est un organe intergouvernemental ouvert à tous les pays membres ou membres associés de la FAO et de l'OMS. Elle comprend actuellement près de 200 pays membres représentant plus de 98 % de la population du monde. Son premier objectif est la préparation de normes alimentaires qui sont publiées dans le Codex. Les normes, directives, codes de bonne conduite et recommandations sont adoptées après examen par les pays membres. Le Codex Alimentarius contient plus de 200 normes. Il s'agit de normes générales ou de recommandations sur l'étiquetage des denrées alimentaires, les additifs alimentaires, les contaminants, les méthodes d'analyse et d'échantillonnage, l'hygiène alimentaire, la nutrition et les aliments diététiques ou de régime, les systèmes d'inspection et de certification des importations et des exportations alimentaires, les résidus de médicaments vétérinaires dans les aliments et les résidus de pesticides dans les aliments. Ce Comité a déjà examiné plus de 700 produits chimiques et 25 contaminants.

I.2.4 Le Comité National du Codex Alimentarius (CNCA) :

En Algérie, le Comité National du Codex Alimentarius (CNCA) a été créé par décret exécutif n°05-67 du 30 janvier 2005 est placé sous l'égide du Ministère chargé de la protection du consommateur (Ministère du Commerce), il est doté d'un Secrétariat Permanent assuré par le Centre Algérien du Contrôle de la Qualité et de l'Emballage.

La commission nationale est chargée de faire le lien entre le Secrétariat de la Commission Mixte FAO/OMS du Codex Alimentarius et le Comité National du Codex Alimentarius ; d'Organiser et assurer le suivi matériel et administratif des relations du comité avec la commission du Codex Alimentarius et des organes qui en dépendent ; de Recueillir, traiter et classer les informations relatives aux activités de la Commission du Codex Alimentarius afin de constituer une banque de données.

A- Norme algérienne sur le miel NA15304 (Bocquet, 2019)

La norme algérienne en vigueur pour le miel se base sur le Codex Alimentarius. Elle est plus exigeante que ce dernier sur 2 points :

- L'humidité maximum est fixée à 18% (sauf mélanges nectars/miellats ou miellats : 20%)
- Le taux de HMF des miels fraîchement récoltés est limité à 20 mg/kg

Cette norme définit par ailleurs les dénominations légales pour le miel

Norme algérienne sur les méthodes d'échantillonnage et d'analyse du miel AVPNA 19410

Cette norme définit le mode d'échantillonnage du miel pour l'analyse des lots, et les méthodes d'analyses. Celles-ci sont les méthodes officielles utilisées dans les laboratoires nationaux et internationaux.

B- Etiquetage

Le miel est soumis au décret exécutif 13-378 du 5 Muharram 1435 correspondant au 9 novembre 2013 fixant les conditions et les modalités relatives à l'information du consommateur.

C- Le label

Ces dernières années, nous assistons à l'émergence d'un nouveau modèle de développement qualifié de territorial, qui repose sur la valorisation des produits locaux, dits de terroir, comme alternative aux produits de masse.

Le processus de labellisation relève de deux logiques fondamentales. Aux Etats Unies et les pays du nouveau monde, elle suit une logique privée de marque commerciale alors qu'en Europe, elle suit une logique d'action collective qui s'inscrit dans le cadre d'une stratégie de développement territorial (Allaire, 2010). L'Algérie a choisi de s'inscrire dans la logique européenne de développement rural (Khelfaoui & Hamidi, 2018).

Cependant ce n'est qu'en 2020 que la commission nationale s'est intéressée au miel algérien et ces propriétés. Le miel fait l'objet actuellement d'une éventuelle labélisation ainsi que le label « Miel Bio ».

Un décret relatif aux procédures de certification et de contrôle des produits de terroir labellisés sera bientôt publié au Journal officiel, et permettra par la suite l'installation des organismes de certification et de contrôle régulier des produits de terroir labellisés afin de s'assurer en permanence de leur conformité au cahier des charges.

Ces nouveaux organismes, certifiés par ALGERAC (organisme algérien d'accréditation) et agréés par le ministère de l'Agriculture, auront la charge de s'assurer que le produit à certifier est conforme au cahier des charges et de vérifier sur le terrain que les conditions fixées dans le cahier des charges continuent d'être respectées dans la durée.

Actuellement, l'Algérie compte une soixantaine de produits potentiellement labellisables, cependant seulement deux produits ont été labellisés : la datte Deglet Nour de Tolga et la figue sèche de Béni Maouche.

Dans ce sens, le ministère de l'agriculture tente un nouveau mode de production naturel par l'agriculture biologique qui exclut l'utilisation de la plupart des produits chimiques et synthétiques pour éviter leurs nuisances sanitaires et obtenir des produits sains.

En Algérie, il y a 1400 ha de superficies biologiques avec 772 ha de production, ce qui est extrêmement faible étant donné que la superficie cultivée dans le monde est estimée à 69,8 millions d'hectares dans quelque 200 pays (Willer *et al.*, 2019).

L'Algérie a mis en place un soutien financier aux agriculteurs biologiques en l'an 2000 et elle a créé un bureau central pour l'agriculture biologique au ministère de l'agriculture en 2002. La première loi comprenant des sections relatives à l'agriculture biologique a été publiée en 2008. En 2013, un comité national de pilotage a été créé et a fait ses débuts dans le processus de rédaction de la législation en 2018 avec 74 exploitants biologiques (Willer *et al.*, 2019).

Le secteur de l'agriculture traditionnelle est actuellement en cours de certification en Algérie. Ceci est d'autant plus pertinent pour les agriculteurs des zones de montagne qui ont peu recours aux pratiques modernes (chemisassions, utilisation intensive d'intrants industriels, etc.). De nombreux produits peuvent être affectés par les conversions en agriculture biologique, comme le miel.

Le sol du nord-ouest de l'Algérie présente des avantages en faveur de ce type d'agriculture biologique pour de nombreuses raisons, comme des conditions édaphiques et climatiques favorables, une faible utilisation d'intrants chimiques et les compétences agricoles traditionnelles des agriculteurs de cette région.

Les caractéristiques agro-climatiques de la région font du nord-ouest de l'Algérie un site privilégié pour promouvoir l'agriculture biologique.

Le manuel de formation à l'agriculture biologique africaine a défini dans le chapitre 10-1, les critères à respecter et les étapes de l'apiculture biologique (FiBL, 2011).

Afin de réaliser des ruches biologiques, des apiculteurs volontaires se sont impliqués de manière spontanée à cette démarche en travaillant de manière biologique et en respectant des spécifications comprenant :

- Positionner les ruches dans un rayon de 3 km principalement plantées de cultures ; biologiques ou de plantes sauvages ;
- Utiliser des ruches faites de matériaux naturels ;
- N'utiliser que des produits biologiques pour protéger les ruches (cire, propolis, huiles végétales, etc.) ;
- Ne prener que du miel dans des cadres qui ne contiennent pas de couvain ;
- Laisser des réserves suffisantes de miel et de pollen pour l'hiver ;
- Utiliser que de la cire organique.

Les apiculteurs devaient respecter ces spécifications pendant un an avant de pouvoir utiliser le mot « biologique » sur les étiquettes de leurs produits (Thrasylvoulou *et al.*, 2014).

A Sidi-Bel-Abbès, nous avons tenté une nouvelle expérience pour produire du miel biologique selon les règles et principes de l'apiculture écologique définis par la législation de l'Union africaine (UA) et la législation nationale dans le domaine (FiBL, 2011). Ces règles appliquées par les apiculteurs sont contrôlées à chaque étape par les organismes d'inspection locaux.

Plusieurs étapes ont été organisées avant d'analyser leurs échantillons. Dans un premier temps, plusieurs parcelles ont été identifiées en 2016 sur tout le territoire local pour les convertir en agriculture biologique. En juin 2016, nous avons identifié, en collaboration avec la Direction de l'Agriculture et du Développement Rural pour la protection des sols et l'association des apiculteurs de notre région, les sites sauvages afin de les convertir en espaces bio. La priorité a été donnée aux zones à vocation biologique qui n'ont pas été fertilisées chimiquement pendant au moins trois ans, période nécessaire à la conversion des terres en bio.

Il y a un énorme potentiel dans notre région pour pratiquer ce mode de culture car les agriculteurs n'utilisent pas beaucoup d'engrais et de pesticides en particulier dans les zones de montagne mais du fumier et du compost.

La deuxième étape a été de sensibiliser les agriculteurs, les apiculteurs et les techniciens sur l'importance de cette culture et les techniques de son développement, deux ateliers de formation ont été organisés en janvier et février 2017.

Les ruches sont placées dans différents sites à l'extrême nord-ouest de l'Algérie (coordonnées géographiques : 2°9' de longitude ouest et 0°3' de longitude est, et en latitude de 34°08' à 35°52' de latitude nord). Ces sites correspondent à des zones de culture biologique ou sauvage dans un rayon de 3 km et loin des sources de pollution ; cela empêche les abeilles de se nourrir de cultures recevant des pesticides en floraison. Les apiculteurs sélectionnés ont utilisé des matériaux non traités, sans peintures ou vernis synthétiques et des fondations en cire organique à l'intérieur des cadres de ruches. Les abeilles se nourrissent ainsi principalement de leur miel et ont été soignées par des méthodes naturelles (homéopathie ou phytothérapie). Pendant la récolte, l'utilisation de répulsifs chimiques a été interdite et l'extraction du miel a été faite à froid, sans chauffage.

I.3 LES MARQUEURS DE QUALITE

Le Codex Alimentarius utilise aussi des marqueurs de qualité identiques que celle préconisé par la pharmacopée pour les médicaments et compléments alimentaire.

Ainsi le procédé d'analyse peut faire intervenir l'identification de produits chimiques particuliers (appelés « marqueurs »), qui peuvent aider à fabriquer un produit normalisé. Les marqueurs sont des constituants ou des groupes de constituants chimiquement définis auxquels on peut recourir pour assurer l'homogénéité d'un produit d'un lot à l'autre, que ce produit ait une activité thérapeutique ou qu'il en soit dépourvu. Ces marqueurs sont classés en deux catégories :

- **Marqueur actif** : Constituant ou groupe de constituants connu et généralement accepté contribuant à l'activité thérapeutique. La concentration du produit peut être ajustée par normalisation à la concentration reproductible d'un marqueur actif, soit celle se trouvant naturellement dans la plante, soit celle d'un extrait plus concentré.
- **Marqueur d'analyse** : Constituant ou groupe de constituants utilisé uniquement à des fins d'analyse, qui ne contribue pas à l'activité thérapeutique, et auxquels la concentration du produit peut être ajustée pour obtenir une composition reproductible.

En se basant sur ces données, le Codex Alimentarius a décrit les caractéristiques des composés présents dans le miel pour élargir les connaissances sur la stabilité de composés chimiques afin d'identifier des marqueurs qui pourraient attester de la stabilité chimique du miel.

La documentation de ces paramètres physico-chimiques est nécessaire à l'évaluation de la qualité du miel. Elle se traduit par la mise en place des codes de pratique dans la production de miel et qui conduira à une

augmentation de la production ; contribuant ainsi à la création de la richesse national, l'amélioration de la qualité du miel et l'établissement de normes nationales de qualité appropriées pour le miel.

Dans ce chapitre on va présenter les analyses physico-chimiques préconisées selon les techniques d'analyses recommandées par la commission internationale du miel (IHC) publiées par Bogdanov *et al.* (1997) et mises à jour par Bogdanov (2009). Ces analyses portent sur les critères suivants : la teneur en eau, l'indice de réfraction, la conductivité électrique, le pH, l'acidité libre, HMF et les sucres. La détermination des paramètres physico-chimiques permet de vérifier la qualité des miels selon les normes internationales du Codex Alimentarius (2001) et celles de la Directive de la Commission européenne du miel 2001/110/CE (Conseil de l'Union européenne, 2001), modifiée par la Directive 2014/63/UE (Conseil de l'Union européenne et Parlement européen, 2014)

I.4 LA COMPOSITION DU MIEL

Pendant des millénaires, on ne disposait que du miel comme source abondante de matières sucrées (Canini *et al.*, 2005 ; Chouia, 2014). Cependant le miel est une substance très complexe dont la synthèse demande plusieurs étapes qui toutes ont une influence sur sa composition chimique finale. Il est défini par un certain groupe de substances, toujours présents, mais en quantité variable selon la source, acides organiques, eau, glucides, lactones, protides ou substances azotées, substances minérales, oligo-éléments (tel que le fer et le manganèse), vitamines, lipides, produits polluants comme le plomb, le cadmium et l'hydroxyméthylfurfural (Bogdanov, 1996 ; Chouia, 2014).

Le tableau I-1 présente la composition générale d'un miel. La composition moyenne du miel est la suivante : 79,5% d'hydrates de carbones (sous forme de sucres divers plus précisément d'un mélange de glucose (31 %) et de fructose (38 %), environ 6 % de disaccharides), 17% d'eau et 3,5% pour le reste. Il est évident qu'en réalité, cette composition est beaucoup plus complexe (Bruneau, 2015 ; Jeremy, 2012).

On trouve également de l'hydroxyméthylfurfural (HMF) mais dans les vieux miels ou dans les miels qui ont subi un chauffage (Gonnet, 1963). Cette substance est due à la déshydratation moléculaire du fructose. A forte concentration, le HMF dénature la qualité d'un miel, en altérant son goût. Son dosage permet donc de vérifier la qualité du miel.

La composition chimique du miel est aussi variable que son aspect extérieur et se sont précisément les divers éléments qu'il possède qui font son secret (Weiss, 1985) (voir figure I-1).

Cette composition varie d'une variété à l'autre (voir Tableau I-2), elle est influencée par de nombreux facteurs : la nature du sol et du végétal, le moment et le mode de la récolte, le mode d'extraction et de conservation, la race d'abeille, l'état physiologique de la colonie et surtout le type de nourrissage (Bogdanov, 2006).

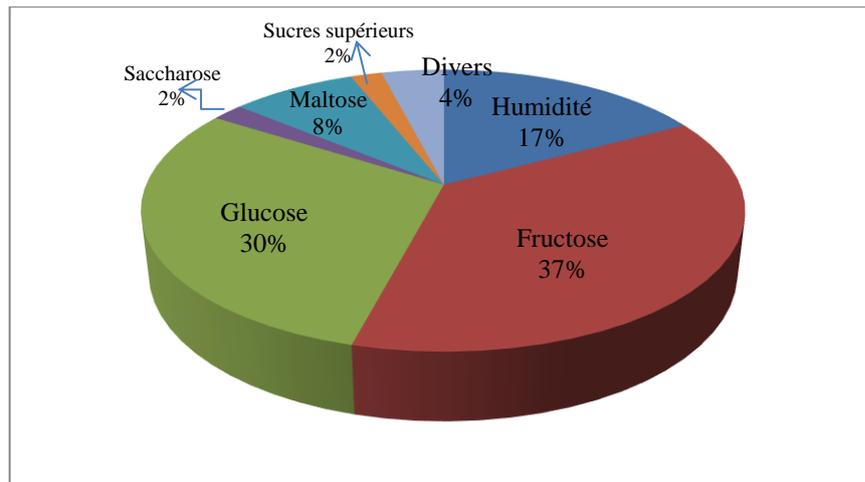


Figure I-1: Composition moyenne du miel (Bruneau, 2015)

D'un point de vue analyse élémentaire, le miel est donc essentiellement composé de carbone, d'hydrogène et d'oxygène (composants de base des composés organiques). Pour les autres minéraux, le miel contient 0,1 % au maximum et pour les miels de nectar et autre, jusqu'à 0,5 % pour les miels de miellat, avec plus d'une trentaine d'éléments déjà, césium, chlore, chrome, cobalt, cuivre, fer, lithium, magnésium, manganèse, mercure, molybdène, nickel, or, palladium, phosphore, potassium, rubidium, scandium, silicium, sodium, soufre, strontium, titane, vanadium, zinc, zirconium (Codex Alimentarius, 2001). Ces éléments minéraux ne sont pas toujours tous présents dans un miel déterminé. En revanche, certains le sont systématiquement dans tous les miels et souvent alors en grande quantité, notamment le potassium, premier cation intracellulaire indispensable à la vie. Les miels foncés sont globalement plus riches quantitativement en matières minérales que les miels clairs (Lascevi & Gonnet, 1974).

Les teneurs en éléments minéraux cationiques sont représentés dans la figure I-2 (en mg/kg (ppm)). Plusieurs travaux se sont consacrés aux teneurs des minéraux dans le miel. Le Calcium et Magnésium furent trouvés par Van Dine et Thompson (1908) puis le Phosphore par Fehlmann (1912).

Entre 1932 et 1939, 9 éléments ont été ajoutés (Fe, Cu, Mn, Si, S, Cl, Na et K) par Schuette et ces collaborateurs (Schuette & Remy, 1932 ; Schuette & Triller, 1938 et Schuette & Woessner, 1939 in Porrini *et al.*, 2002). Ils ont constaté que les miels foncés ont une teneur en K, Na, Mg, Fe, Cu, Mn, Ci et S plus élevée que dans les miels clairs, alors que la teneur en Ca, P et Si varie peu (Ebrahimzadeh *et al.*, 1979 in Porrini *et al.*, 2002).

Par ailleurs, Vermeulen et Plerents (1965) ont trouvé des corrélations entre les teneurs en hydrates de carbone, en phosphore et en fer dand de nombreux miels belges ainsi qu'avec la date de récolte, la région et la couleur, et font état de variations de concentration en calcium, phosphore, manganèse et fer selon leur origine. Miskiewicz (1969) et Varju (1970) indiquent ne relation entre les teneurs en sels minéraux de plusieurs miels d'acacia hongrois et polonais avec la plante et le sol.

Tableau I-1: Composition du miel (Prost, 1987)

Hydrates de carbone (sucres) 75-80%	Acides 0,3%	Protéines et aminoacides 0,4%	Vitamines (traces/ par ordre de présence)	Diastases	Minéraux 0,2%	Divers
Sucres réducteurs <ul style="list-style-type: none"> • Glucose : 31% • Fructose : 38% Sucres non réducteurs (5 à 10%) <ul style="list-style-type: none"> • <u>Saccharose</u> • Maltose • Isomaltose • Erllose • Mélézitose • Raffinose • Turanose • Dextrantriose • Galactose 	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	Riboflavine : Vit B2 Nicotinamide : Vit B3 Acide folique : Vit B9 Acide ascorbique : Vit C Thiamine : Vit B1 Pyridoxine : Vit B6 Biotine : Vit B8 Acide pantothénique : Vit B5	Amylase α et β Invertase Traces de : Catalase Enzymes acidifiantes Glucose-oxydase	Potassium Sodium Calcium Magnésium Fer Zinc Cuivre Manganèse Bore Phosphore Silicium	Esthers volatils Acétylcholine Pigments Colloïdes Facteur antibiotique (l'inhibine) Eléments figurés (pollen)
Prost, 1987	Huchet <i>et al.</i> , 1996	Khenfer et Fettal, 2001a	Louveaux, 1968	Louveaux, 1985	Donadieu, 1978	Khenfer <i>et Fettal</i> , 2001b

Tableau I-2: Composition moyenne de miel selon sa provenance (Bogdanov, 2006)

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

* (Toutes les indications sont données en g/100 g de miel)

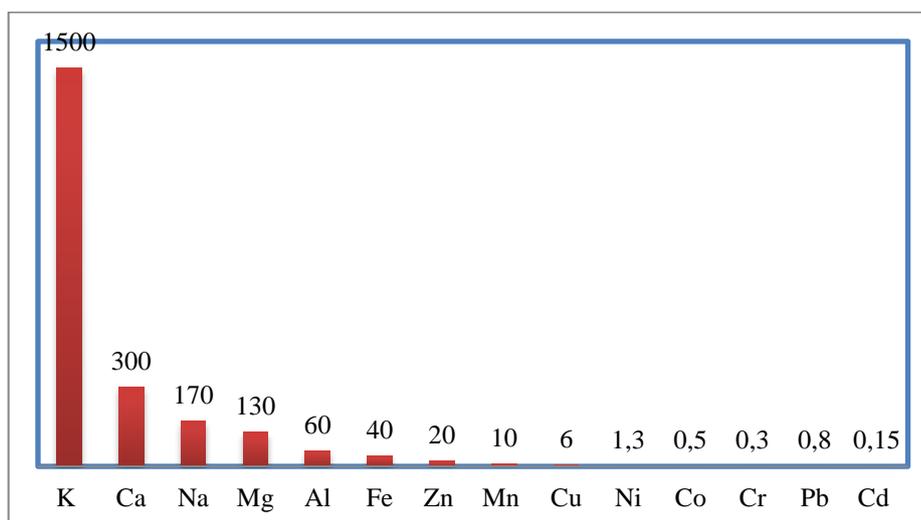


Figure I-2: analyse élémentaire du miel en ppm (Morse, 1980 ; Petrov, 1970 ; Stosnach, 2006)

D'autres parts, Mladenov en 1968 et Petrov en 1970 prouvaient la présence de 21 nouveaux éléments : Al, Be, B, Ba, Ge, Ga, Au, Sn, Co, Li, Mo, Pb, Ag, Sr, Ti, Cr, Zn, Zr, et Sb et proposaient d'utiliser le miel pour compenser certaines carences en oligo-éléments chez l'homme (Lascevi & Gonnet, 1974 in Porrini *et al.*, 2002).

Cependant, l'environnement est exposé à divers contaminants bactériologiques et chimiques tels que les éléments toxiques (Falco *et al.*, 2003). Ces éléments peuvent se retrouver dans le produit fini qui est consommé par l'homme (Fleche *et al.*, 1997). D'autre part, des éléments tels que le cadmium, le plomb et le mercure sont bien connus d'être toxiques pour l'homme (Fredes *et al.*, 2006). **En effet, les produits de la ruche servent de bio-indicateurs pour une contamination par des métaux lourds (As, Cd, Pb, Hg) dans un rayon de trois kilomètres autour de la ruche (Porrini *et al.*, 2002).**

Les sources de contamination des miels par les métaux lourds peuvent être dues aux milieux extérieurs comme les émissions des usines, la métallurgie non ferreuse, l'essence plombée, l'utilisation des pesticides contenant le cadmium, le mercure organique, et les pesticides à base d'arsenic qui sont encore en usage dans certains pays (Pisani *et al.*, 2008). Le dosage de ces polluants constitue donc un bon indicateur de la pollution de l'environnement. Achour et Khali (2014) ont caractérisé la qualité physicochimique et toxicologique de quelques variétés de miel provenant de différentes régions algériennes, et constataient que la plupart de miels sont de bonne qualité chimique, répondant aux normes imposées, sauf pour le miel de jujubier provenant de Laghouat et d'eucalyptus d'Oued Mazafran. Les éléments de traces qui sont présent étaient en quantité modérée et ne présentent aucun risque sur la santé tant qu'ils sont à faible dose.

I.5 LES CRITERES DE QUALITE DU MIEL

Tableau I-3: Caractéristiques réglementaires de composition des miels (Codex Alimentarius, 2001)

Sucres	Fructose + glucose	Miel de fleurs	> 60 g/100 g
		Miel de miellat ou mélange miellat + fleurs	> 45 g / 100 g
	Saccharose	Cas général	≤ 5 g / 100 g
		Faux acacia (<i>Robinia pseudacacia</i>), Luzerne (<i>Medicago sativa</i>), Banksie de Menzies (<i>Banksia menziesii</i>), Hedysaron (<i>Hedysarum</i>), Eucalyptus rouge (<i>Eucalyptus camadulensis</i>), Eucryphia lucida, E. Milliganii, agrumes spp.	≤ 10 g / 100 g
		<i>Lavendula spp.</i> , <i>Borago officinalis</i>	≤ 15 g / 100 g
Eau	Cas général	≤ 20 %	
	Miel de bruyère (<i>Calluna</i>) et miel destiné à l'industrie en général	≤ 23 %	
	Miel de bruyère (<i>Calluna</i>) destiné à l'industrie	≤ 25 %	
Matières insolubles dans l'eau	Cas général	≤ 0,1 g / 100 g	
	Miel pressé	≤ 0,5 g / 100 g	
Conductivité électrique *	Cas général	≤ 0,8 mS/cm	
	Miel de miellat et miel de châtaignier et mélanges de ces miels	> 0,8 mS/cm	
	Exceptions : arbusier (<i>Arbutus unedo</i>), bruyère cendrée (<i>Erica</i>), Eucalyptus, Tilleul (<i>Tillia spp.</i>), Bruyère commune (<i>Calluna vulgaris</i>), manuka ou jelly bush (<i>leptospermum</i>), théier (<i>Melaleuca spp.</i>)		
Acides libres	Cas général	≤ 50 mEqu. d'acides / kg	
	Miel destiné à l'industrie	≤ 80 mEqu. d'acides / kg	
Indice diastasique	Cas général	> 8	
	Miels ayant une faible teneur en enzymes (agrumes) et une teneur en HMF ≤ 15mg/kg	> 3	
Teneur en HMF	Cas général, sauf miels destinés à l'industrie	≤ 40 mg/kg	
	Miel d'origine déclarée en provenance de	≤ 80 mg/kg	

C'est une donnée chiffrée, obtenue après une analyse portant sur un élément particulier constitutif du miel, donc un indice objectif, qui atteste que le miel est conforme à l'appellation miel telle que définie dans la réglementation internationale du Codex Alimentarius (voir tableau I-3) et que de ce fait il a été récolté dans de bonnes conditions et surtout n'a pas été altéré ou n'a pas subi de dégradations.

La prise en compte de ces critères de qualité est une sécurité à la fois pour l'apiculteur qui prouve la conformité de son produit aux normes légales et pour le consommateur qui en est informé.

I.6 ANALYSE DE LA QUALITE DU MIEL

On évalue la qualité d'un miel depuis des décennies par des analyses, et la liste des auteurs ayant travaillé sur ce sujet est impressionnante. Et puisque, le miel est sujet à des tentatives de fraude comme beaucoup d'autres produits alimentaires, les chercheurs sont alors arrivés peu à peu à définir un certain nombre de normes se remettant aux divers aspects physico-chimiques, pollinique, biologique ainsi que (sensoriel) organoleptique du miel. Ces caractéristiques sont devenues des normes internationales du Codex Alimentarius (Codex Alimentarius Commission, 2001 et European Commission, 2002). Ces propriétés sont :

I.6.1 L'humidité ou l'hygroscopicité du miel

La teneur en eau d'un miel déterminée par réfractomètre, provient essentiellement de l'humidité du nectar mais peut être influencée par de nombreux facteurs, comme : le moment de la récolte, les conditions de stockage, les conditions climatiques lors de la récolte, etc.

L'humidité est l'une des plus importantes caractéristiques du miel, du fait qu'elle joue un rôle capital dans sa qualité (Bogdanov *et al.*, 2004 ; Antinelli, 2010).

Les normes légales autorisent un miel jusqu'à 20 % mais seuls les miels dont l'humidité est inférieure à 18 % se conservent bien (Prost et Le Conte, 2005). En excès, l'humidité est souvent responsable de la fermentation du miel (Bogdanov *et al.*, 2004 ; Serem et Bester, 2012 ; lequet, 2010). Trop sec (< 16,5 %), le miel ne libère plus ses arômes de façon idéale.

I.6.2 Chaleur spécifique

Lorsqu'on réchauffe du miel, il demande deux fois moins de calories que le même poids d'eau. Cependant, il transmet très mal la chaleur qu'il reçoit du fait qu'elle ne se diffuse pas d'une façon uniforme (Prost, 1987).

I.6.3 Coloration

La coloration des miels est une caractéristique physique majeure dépendant de l'origine du produit. Elle est également une qualité sensorielle primordiale qui détermine en partie le choix du consommateur (Schweitzer, 2001).

I.6.4 Conductivité thermique

La conductivité thermique du miel est de $1,29 \cdot 10^{-4} \text{ Watt} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ (Gonnet, 1982).

I.6.5 Conductivité électrique

La conductivité électrique représente la capacité d'un corps à permettre le passage du courant électrique. Elle dépend de la teneur en minéraux et de l'acidité du miel révélant la présence d'ions, des acides organiques et des protéines (Yücel & Sultanoglu, 2013a) ; plus elles sont élevées, plus la conductivité correspondante est élevée ((Piazza *et al.*, 1991 in Bogdanov, 1999 ; Bogdanov, 2011).

La mesure de la conductivité est un excellent critère pour la détermination de l'origine botanique du miel et permet également, de différencier les miels de fleurs des miels de miellat (Bogdanov *et al.*, 2004). Le miel de miellat, miel fabriqué à partir d'une substance élaborée par les pucerons grâce à la sève des végétaux, a une conductivité plus élevée ($>0,8 \text{ mS/cm}$) qu'un miel de nectar ($0,15 - 0,3 \text{ mS/cm}$). Certains miels de fleurs possèdent cependant une conductivité plus élevée (pissenlit, bruyère) (Codex Alimentarius, 2001).

I.6.6 Densité

La densité d'un miel homogène est le rapport de la masse volumique de ce miel à la masse volumique de l'eau pure à $4 \text{ }^\circ\text{C}$, exprimé en nombre décimal. La densité du miel varie approximativement de 1,39 à 1,44 à $20 \text{ }^\circ\text{C}$ (Gonnet, 1982). Le miel est donc un produit relativement dense. Les variations de la densité proviennent surtout des variations de la teneur en eau. On peut pratiquement se servir de la densité comme moyen de connaître la teneur en eau d'un miel (Louveaux, 1985).

I.6.7 Fluorescence

Sous l'action d'une lumière ultraviolette, beaucoup de miels présentent une légère fluorescence (Chauvin, 1968).

I.6.8 Indice de réfraction

D'après Donadieu (1978), plus l'indice de réfraction augmente, plus la teneur en eau du miel diminue. Il est de 1,47 à 1,50 à la température de 20°C .

I.6.9 Viscosité

La majorité des miels ont une viscosité normale (Louveaux, 1985). Selon Huchet *et al.* (1996), La viscosité du miel dépend de trois facteurs qui sont, sa teneur en eau, sa composition chimique et sa température.

La viscosité est très élevée à basse température. Elle décroît rapidement lorsque la température augmente (Gonnet, 1982). Huchet *et al.* (1996), ajoutent que, pour 30 à 35°C, la viscosité est minimale, c'est d'ailleurs la température de la ruche. C'est pourquoi les apiculteurs sont contraints, au cours des opérations de centrifugation, d'extraction et de mise en pots, d'opérer à température suffisamment élevée. Cette viscosité augmente avec la quantité de la matière colloïdale contenue dans le miel : les miels foncés ont une viscosité plus élevée que les miels clairs (Hooper, 1980). D'autre part, Elle dépend également de la composition des différents sucres (Prost et Le Conte, 2005).

I.6.10 Le pH et l'acidité

L'acidité libre est un paramètre important lié à la détérioration de miel. Elle provient des acides organiques libres ou combinés sous forme de lactones, dont leur origine principale est recherchée du côté des sécrétions salivaires de l'abeille et dans les processus enzymatiques et fermentatifs (Moreira *et al.*, 2007). Certains de ces acides proviennent du nectar et d'autres de miellat, (Bogdanov *et al.*, 2004).

Le pH et l'acidité libre vont influencer la stabilité du miel et ses conditions de conservation. Ils nous donnent également des informations sur son origine. L'acidité libre est celle que nous percevons dans la bouche.

Le Comité du Codex Alimentarius (2001) permet une valeur maximale de 50 mEq/kg pour l'acidité libre (Bogdanov, 2005). Des valeurs plus élevées peuvent être le signe de la fermentation des sucres en acides organiques (Bogdanov *et al.*, 2004 ; Ruoff *et al.*, 2006 ; Natarajan et Yesuvadian, 1978). Cependant, la présence d'acides organiques différents, l'origine géographique et la saison des récoltes peuvent affecter l'acidité des miels (Tornuk *et al.*, 2013.).

L'étude de l'acidité du miel identifie son origine botanique. Les miels de nectar, très acides, ont un pH faible compris entre 3,5 et 4,5 tandis que les miels de miellat, moins acides, ont un pH un peu plus élevé (entre 4,5 et 5,5) (Deschamps, 1998 ; Schweitzer, 2005).

Les acides organiques présent dans le miel son responsable de cette variation du pH (entre 3,5 et 5,5). Il influence fortement la vitesse de dégradation des sucres et des enzymes : elle est plus rapide pour un pH faible (3,5-4,0) que pour un pH plus élevé (4,0-5,0).

Les miels acides se dégradent rapidement. Néanmoins, plus le taux de la matière minérale est fort, et plus le pH de miel se rapproche de la neutralité (Gonnet, 1982).

I.6.11 L'Hydroxy-Méthyl-Furfural (HMF)

Le l'Hydroxy méthyl-5-furfural ou HMF est un aldéhyde cyclique produit par la dégradation du fructose et du glucose dans un milieu acide (Rosatella *et al.*, 2011).

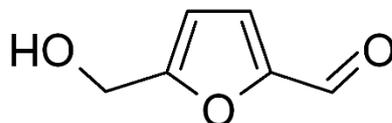


Figure I-3: 5-(hydroxyméthyl)-2-furaldéhyde

Comme de nombreux composés responsables de goûts et de couleurs dans l'alimentation, il est formé par la réaction de Maillard (une réaction de brunissement non enzymatique) rapidement pendant la transformation des aliments ou lentement durant le stockage dans des conditions acides favorisant sa production ainsi que pendant la caramélisation (Arribas-Lorenzo et Morales, 2010). La dégradation des hexoses, en présence d'un acide, peut amener à la formation d'un dérivé hétérocyclique à fonction carbonylée qui est l'Hydroxy méthyl-5-furfural (HMF) (Gonnet, 1963).

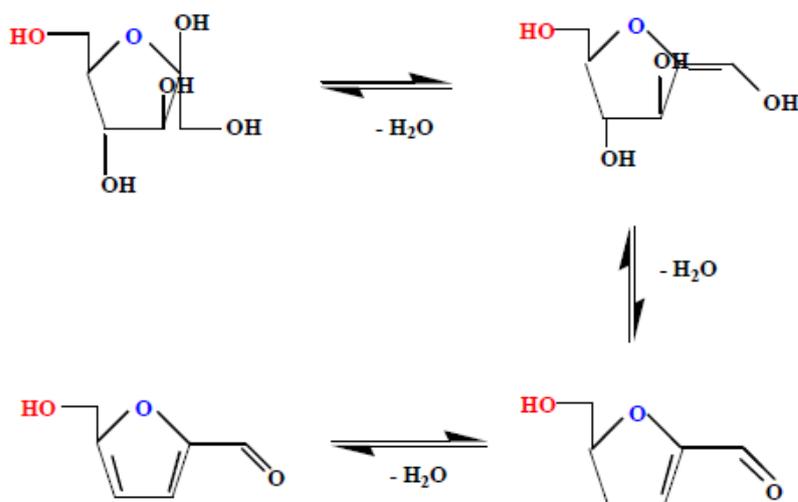


Figure I-4: mécanisme de conversion du fructose en HMF

Nul au départ, sa concentration va augmenter dans le temps et avec la température. La teneur en HMF reflète donc l'âge et le passé thermique du miel (Antinelli, 2010 ; Adjlouni et Sujirapinyiokul, 2010). À température ambiante, la concentration en HMF peut augmenter d'environ 5 à 10 mg/kg par an durant son stockage. Au niveau mondial le miel ne doit pas posséder une teneur en HMF supérieure à 80 mg/kg, le taux maximum a été fixé à 40mg/kg dans l'union européenne (Prost et Le Conte, 2005)

I.6.12 Les sucres

Le miel est principalement constitué d'une grande diversité de sucres qui sont classés en fonction de leur taille : les monosaccharides (glucose et fructose) ; les disaccharides (maltose, gentobiose...) et les trisaccharides (erlose, mélézitose, raffinose...). Ces derniers sont responsables de sa cristallisation, de son hygroscopicité et de sa viscosité. (Bogdanov *et al.*, 2004).

Comme il est mentionné dans tableau I-3, les principaux sucres dans le miel sont : Le glucose et le fructose.

La répartition entre les différents sucres permettra de communiquer des informations sur l'origine également de prévoir la vitesse de cristallisation et la stabilité de la structure d'un miel (White *et al.* 1963). Celui de miellat est moins riche en monosaccharides que le miel de nectar mais sa teneur en di- et trisaccharides est plus élevée.

Le fructose est largement responsable de l'hygroscopicité du miel. Le glucose, quant à lui, est le principal responsable de la cristallisation (Bogdanov, 2008).

Seuls les miels très riches en fructose (acacia, châtaignier, miellat...) peuvent rester liquides longtemps.

I.6.13 Les enzymes

Le miel contient des enzymes (substances protéiques qui accélèrent une réaction biochimique). Leurs quantités varient en fonction de l'origine botanique du miel et de l'intensité de la miellée. Parmi les enzymes rencontrées dans le miel, la saccharase (ou invertase) et la diastase (ou amylase) donnent les renseignements les plus utiles (Cotte *et al.*, 2003 ; Lequet, 2010).

Elles sont très sensibles à la chaleur et au vieillissement. Elles donnent une information plus précise que le HMF sur les chocs thermiques subis par le miel. La diastase résiste mieux à la température que la saccharase.

Les résultats de l'activité de ces enzymes s'expriment en indice de saccharase (IS) et indice diastasique (ID). Généralement, un miel non dégradé a un IS supérieur à 10 et un ID supérieur à 8.

Il apparait clairement que l'utilisation d'un seul critère pour caractériser le miel est impossible et inutile, seule l'interprétation combinée de toutes les analyses permet de caractériser complètement un échantillon (Antinelli, 2010).

Plusieurs études ont fait l'objet de la caractérisation d'échantillons de miels ainsi que la classification des différentes variétés (Belaid, 1998 ; Andrade *et al.*, 1999 ; Terrab *et al.*, 2003 ; Naman *et al.*, 2005 ; Karaoui *et al.*, 2006 ; Ahmed *et al.*, 2006 ; Conti *et al.*, 2007 ; Naab *et al.*, 2008 ; Belouali *et al.*, 2008 ; Carvalho *et al.*, 2009 ; Khalil *et al.*, 2010a ; Kahraman *et al.*, 2010 ; Saxena *et al.*, 2010a ; Gomes *et al.*, 2010 ; Mbogning *et al.*, 2011 ; Kirs *et al.*, 2011 ; Ahmed *et al.*, 2012 ; Nair *et al.*, 2013 ; Achour & Khali, 2014 ;

Laalam *et al.*, 2014 ; Mighri, 2014 ; Makhloufi , 2015 ; Homrani *et al.*, 2020 ; Dahmani *et al.*, 2020 ; Bella *et al.*, 2020 ; Makhloufi *et al.*, 2020 et Bakchiche *et al.*, 2020).

L'intérêt scientifique pour évaluer la qualité des miels algériens était très inédit et moins avancé par rapport à d'autres pays de la méditerranée, avant 2015. Cependant, peu d'études se sont intéressées aux miels de la région de la wilaya de sidi bel-abbès. On peut citer celui de Makhloufi en 2010 (un de Sidi-Bel-Abbès parmi 66) où Merrah en 2010 qui a étudié 3 échantillons de miel dont un de notre région. Idem pour Mehdi *et al.* en 2018. Une autre étude d'Achouri *et al.* (2019) qui font partie de notre équipe de Sidi-Bel-Abbès a analysé le HMF de 34 échantillons dont 11 de Sidi-Bel-Abbès. Concernant l'extraordinaire variété de miels de notre région et qui dépend de la diversité des paysages qui le composent. Notre région produit des miels authentique, originaux, et diversifiés les uns des autres, parmi eux on peut évoquer ceux du jujubier, euphorbe, echinops, eucalyptus, moutarde blanche, chaussetrappe en plus des miels de transhumances.

Tous ce potentiel mellifère de notre région et la variété des miels n'a fait l'objet que de peu d'études scientifiques qui peut donner un réel booste à notre économie du miel et pour d'éventuels autre études sur les vertus du miel dans la santé et pour l'usage hospitalier.

I.6.14 Les différentes analyses du miel :

Le miel est le produit de la ruche le plus consommé et donc le plus contrôlé. Certaines étapes sont déterminantes pour la qualité du produit final car les occasions de le dégrader sont nombreuses.

Une monographie du miel a été déjà été inscrite à la Pharmacopée européenne. On y trouve les caractères du miel, les opérations à réaliser afin d'en faire l'identification, ainsi que les différents essais auxquels il doit répondre (voir Annexe 01)

Plusieurs paramètres traduisent plus particulièrement la qualité du miel (Bogdanov *et al.* 1997) :

- La teneur en eau. C'est le critère essentiel car il garantit la conservation du miel, (la fermentation dégrade irrémédiablement un miel) ;
- La teneur en HMF, (hydroxy méthyl furfural) c'est un critère qui mesure le vieillissement du miel, liée à la transformation du fructose lors du chauffage ou du stockage du miel ;
- L'activité diastasique représentative de l'activité enzymatique de l'amylase ;
- La valeur de l'acidité libre ou dosage de l'invertase associée au dosage des acides libres dans le miel, qui augmente lors de la fermentation.

Ces deux derniers critères sont des indices qui mesurent le vieillissement, tout comme l'H.M. F mais de façon plus sensible. Ces trois paramètres se complètent.

D'autres critères sont des contrôles d'appellation et/ou d'origine :

- La conductivité électrique,
- L'acidimétrie,
- Le dosage des sucres,
- La coloration,
- L'analyse pollinique.

Une remarque concernant l'analyse pollinique, elle n'est pas déterminante pour l'appellation contrairement à ce que beaucoup d'apiculteurs pensent. Elle discrimine cependant l'origine de façon pertinente. Cependant on abordera ce sujet dans un autre chapitre.

Les lois concernant le miel sont développées en tenant compte des exigences visant à normaliser le traitement des produits, et d'assurer les conditions d'égalité et de la transparence dans leur développement et la commercialisation.

I.7 MATERIELS ET METHODES

I.7.1 Recolte

Les échantillons du miel naturel sont récoltés dans deux régions mitoyennes de l'Oranie (Nord-Ouest de l'Algérie) ; il s'agit de la région de Sidi-Bel-Abbès et Tlemcen.

I.7.2 Présentation de la region d'étude

Cette étude a été réalisée dans l'extrême nord-ouest de l'Algérie qui a un énorme potentiel de ressources naturelles. L'identification et la localisation de zones vierges à fort potentiel apicole auront un impact socio-économique remarquable impact sur les populations rurales.

Cette région possède des forêts parmi les plus denses et les plus riches du pays, représentant 32% de leur superficie, composée de forêts, de broussailles, de plantes endémiques et de nappes d'alfa avec une superficie totale d'environ 579 000 ha. Les principaux peuplements forestiers sont dominés par les essences suivantes par ordre décroissant d'importance : pin d'Alep, chêne vert, cèdre, genévrier oxycèdre, chêne-liège Eucalyptus, caroube, olive, bruyère et formations telles que le chardon-Marie, la feuille de laurier, la lavande, le thym et romarin.

a) Relief de la région de Sidi-Bel-Abbès

Le relief peut être décomposé en trois grands ensembles naturels physiques distincts :

- Les zones de montagnes : Elles couvrent une superficie totale de l'ordre de 2.250,37 km² soit 24,59% de la wilaya. Elles occupent au nord, les monts de Tessala, de Beni Chougrane sur environ 864,20 km² et la partie centrale de la wilaya par les monts de Dhaya environ 1.386,16 km² ;
- Les zones de plaine : Elles couvrent une superficie totale de l'ordre de 3.239,44 km² soit 35,40% de l'espace wilaya. Elles sont représentées par la plaine de Sidi-Bel-Abbès environ 2.102,85 km² dont

l'altitude varie entre 400 à 800 m et les hautes plaines de Telagh environ 1.136,59 km² dont l'altitude varie de 400 à 1.000 m ;

- Les zones de steppe : Elles constituent le sud de la wilaya et occupent une superficie totale de l'ordre de 3.660,82 km² soit 40% de l'espace wilaya dont l'altitude varie de 1.000 à 1.400 m.

b) Relief de la région de Tlemcen

La Wilaya de Tlemcen est située sur le littoral Nord-ouest du pays et dispose d'une façade maritime de 120 km. C'est une wilaya frontalière avec le Maroc, Avec une superficie de 9017,69 Km². Le Chef-lieu de la wilaya est situé à 432 km à l'Ouest de la capitale, Alger

La région de Tlemcen constitue un paysage diversifié ou on rencontre deux ensembles physiques distincts du nord au sud. La première couvre 5845,50 Km² soit environ 65% de la superficie de la wilaya, elle-même constituée de trois zones :

- La zone Nord est constituée des Monts des Trara et Sebâa Chioukh apparaît comme un massif caractérisé par une érosion assez remarquable et des précipitations peu importantes. Le premier à 1 136 m d'altitude au niveau du djebel Fellaoucene.;
- Un ensemble de plaines agricoles, avec à l'ouest la plaine de Maghnia et au centre et à l'est un ensemble de plaines et plateaux intérieurs appelé bassin de Tlemcen : les basses vallées de Tafna, Isser et le plateau de Ouled Riah. Au sud de cet ensemble, le chef-lieu de la Wilaya est établi. Cet ensemble est caractérisé par de fortes potentialités agricoles, un tissu urbain dense, un bon réseau routier et une importante activité industrielle ;
- Les monts de Tlemcen qui font partie de la grande chaîne de l'Atlas tellien qui traverse l'Algérie d'Est et en Ouest, et s'érigent en une véritable barrière naturelle entre les hautes plaines steppiques et le Tell ;

Le second ensemble du sud constitué par les hautes plaines steppiques. Cette zone steppique qui couvre 3172,19 Km² représente 35 % de la wilaya (Bouabdellah, 1992). La couverture végétale étant la réplique conditions climatiques (300 mm), les sols peu profonds pauvres en humus sont sensibles à l'érosion, la nappe alfatière constitue un potentiel économique en cellulose pour la fabrication de la pâte à papier couvrant une superficie de 154000 ha.

Les principaux peuplements forestiers sont dominés par les espèces suivantes par ordre d'importance décroissante des superficies concernées : le pin d'Alep, le chêne vert, le thuya, le genévrier oxycèdre, le chêne-liège et diverses autres espèces.

I.7.3 Choix des échantillons du miel

Soixante-quatre échantillons de miel ont été collectés directement des ruches à partir des apiculteurs de différents sites de la région de Sidi-Bel-Abbès et de Tlemcen, puis transférés au laboratoire de Synthèse

de l'information environnementale, section chimie analytique de l'université de Sidi-Bel-Abbès (Tableau I-4).

Les différents échantillons ont été conservés dans des flacons de 60 g, étiquetés, datés, et gardés à la température ambiante (25-30 °C). Le tableau I-5 résume les références des différents échantillons, l'origine géographique et l'appellation botanique des miels étudiés.

Tableau I-4: Présentation de différents échantillons

E	appellation botanique par l'apiculteur	zone géographique	lieu	date de la récolte
1	multi fleur	sidi Dahou	SBA	juil-16
2	multifleur	Sfisef	SBA	juil-16
3	multifleur	Tabia	SBA	juil-16
4	multifleur	Sidialibenyoub	SBA	juil-15
5	multifleur	Foret Bouhriz	SBA	juil-16
6	chardon	Sidi Brahim	SBA	août-16
7	jujubier	Dhaya	SBA	août-16
8	euphorbe	Sidi-Bel-Abbès	SBA	août-16
9	chardon	Boukhenfiss	SBA	août-16
10	multifleur	Lac Sidi Mohamed Benali	SBA	août-16
11	multifleur	Sidi Yagoub	SBA	juil-16
12	multifleur	Sidi Brahim	SBA	août-16
13	multifleur	Tanira	SBA	août-16
14	thym	Sidi Khaled	SBA	juil-16
15	multifleur	Mont Dhaya	SBA	juil-16
25	multi fleur	Touayta	SBA	juin-16
26	montagne	Boukhanefis	SBA	sept-16
27	montagne	Tassala	SBA	août-16
28	multi fleur	Tassala	SBA	juil-16
29	montagne	Ouled Ben Dida	SBA	avr-16
30	romarin	Dhaya	SBA	mars-16
31	multifleurs	Touayta	SBA	mai-16
35	romarin	Telagh	SBA	mars-16
36	roquette	Sfisef	SBA	août-16
37	eucalyptus	Boukhanefis	SBA	juil-16
38	multifleurs	Boukhanefis	SBA	juil-16
39	chausse trappe	Sidi Dahou	SBA	juil-16
40	Multifleurs	Lac Sidi Mohamed Benali	SBA	juin-16
42	eucalyptus	Dhaya	SBA	août-16

44	romarin	Ain El Berd	SBA	mars-16
46	multifleurs	Boukhanefis	SBA	août-17
53	Thym	Tassala	SBA	févr-17
54	Eucalyptus	Dhaya	SBA	mai-17
56	multifleurs	Sidi Brahim	SBA	nov-17
57	Euphorbe	Tanira	SBA	juin-17
58	Kelkha	Sidi Khaled	SBA	sept-17
59	Euphorbe	Dhaya	SBA	juil-17
60	Jujubier	Tanira	SBA	janv-17
62	Eucalyptus	Beni Chougrane	SBA	avr-17
63	multifleurs	Sidi Daho	SBA	mai-17
64	multifleurs	Sidi Brahim	SBA	juin-17
16	multifleur	Sebdou	Tlemcen	août-16
17	multifleur	Sabra	Tlemcen	août-16
18	multifleur	Beni Snous	Tlemcen	août-16
19	jujubier	Ain Nekrouf	Tlemcen	juil-16
20	multifleur	Ahfir	Tlemcen	juil-16
21	euphorbe	Terni	Tlemcen	juil-16
22	jujubier et férule	El Aricha	Tlemcen	août-16
23	multifleur	Sebdou	Tlemcen	juil-16
24	montagne	Sabra	Tlemcen	août-16
32	multifleurs	Sebdou	Tlemcen	juil-16
33	chausse trappe	Sebdou	Tlemcen	juil-16
34	multifleurs	Sebdou	Tlemcen	aout-16
41	multifleurs	Ahfir	Tlemcen	juil-16
43	multifleurs	Sebdou	Tlemcen	aout-16
45	multifleurs	Sebdou	Tlemcen	août-17
47	lavande	Sabra	Tlemcen	août-17
48	thym	Beni Snous	Tlemcen	août-17
49	multifleur	Ain Nekrouf	Tlemcen	août-17
50	multifleurs	Beni Snous	Tlemcen	août-17
51	multifleurs	Ain Nekrouf	Tlemcen	août-17
52	Jujubier	Terni	Tlemcen	août-17
55	Jujubier	Mansourah	Tlemcen	août-17
61	multifleurs	Ahfir	Tlemcen	oct-17

I.7.4 Analyses physico-chimiques effectuées

Les paramètres du miel mesurés sont :

1. Teneur en eau (TE)
2. Teneur en hydroxyméthylfurfural HMF (HMF)
3. L'activité de l'amylase également appelé indice diastasiq (AD)
4. Le pouvoir rotatoire spécifique (PRS)
5. Teneur en cendres (cendre)
6. Le pH et l'acidité libre (pH et AL)
7. Teneur en sucres réducteurs (glucose et fructose) et en saccharose (Glu-Fru et Sac)
8. La conductivité électrique (CE)
9. La coloration ABS_{635} et l'intensité du couleur ABS_{450} (Pfund et ABS_{450})

Tous les paramètres ont été mesurés selon les méthodes recommandées par l'association internationale du miel 2009 (IHC 2009 ; Bogdanov *et al.*, 2009) exception fait pour la coloration ABS_{635} (Naab *et al.* 2008) et l'intensité du couleur ABS_{450} (Beretta *et al.*, 2005).

a. Détermination de la teneur en eau (TE)

L'humidité du miel est l'une des caractéristiques les plus importantes, influençant les propriétés physiques de miel telles que la viscosité et la cristallisation, ainsi que d'autres paramètres : la couleur, la saveur, le goût, la densité, la solubilité et la conservation (Escuredo *et al.*, 2013 ; Bogdanov *et al.*, 2004. Antinelli, 2010).

On entend par la teneur en eau le pourcentage pondéral d'eau existant dans le miel. Ce pourcentage peut varier dans les régions où l'humidité est relativement élevée, ou en fonction de la saison, comme le miel est plus susceptible de souffrir d'un processus de fermentation dans la saison des pluies plutôt que la saison sèche. L'humidité dans le miel peut aussi augmenter pendant les opérations de traitement du produit, ainsi que les mauvaises conditions d'entreposage, parce que le miel est hygroscopique et absorbe l'humidité de l'atmosphère (Karabagias *et al.*, 2014).

La méthode utilisée pour la détermination de la teneur du miel en eau est celle exigée par le Codex Alimentarius (Codex Stan 81-12). Elle est déterminée par la mesure de l'indice de réfraction du miel à 20°C. A l'aide du tableau de Chataway (1932), on obtient la valeur correspondante en pourcentage d'eau (Bogdanov, 2009).

Tableau I-5: Correspondance entre la teneur en eau des miels et leur indice de réfraction (Chataway, 1932 ; Bogdanov, 2009).

Indice de réfraction à 20°C	Teneur en eau g/100g	Indice de réfraction à 20°C	Teneur en eau g/100g
1,5044	13,0	1,4885	19,2
1,5038	13,2	1,4880	19,4
1,5033	13,4	1,4875	19,6
1,5028	13,6	1,4870	19,8
1,5023	13,8	1,4865	20,0
1,5018	14,0	1,4860	20,2
1,5012	14,2	1,4855	20,4
1,5007	14,4	1,4850	20,6
1,5002	14,6	1,4845	20,8
1,4997	14,8	1,4840	21,0
1,4992	15,0	1,4835	21,2
1,4987	15,2	1,4830	21,4
1,4982	15,4	1,4825	21,6
1,4976	15,6	1,4820	21,8
1,4971	15,8	1,4815	22,0
1,4966	16,0	1,4810	22,2
1,4961	16,2	1,4805	22,4
1,4956	16,4	1,4800	22,6
1,4951	16,6	1,4795	22,8
1,4946	16,8	1,4790	23,0
1,4940	17,0	1,4785	23,2
1,4935	17,2	1,4780	23,4
1,4930	17,4	1,4775	23,6
1,4925	17,6	1,4770	23,8
1,4920	17,8	1,4765	24,0
1,4515	18,0	1,4760	24,2
1,4910	18,2	1,4755	24,4
1,4905	18,4	1,4750	24,6
1,4900	18,6	1,4745	24,8
1,4995	18,8	1,4740	25,0
1,4990	19,0		

Principe

La méthode est basée sur le principe selon lequel l'indice de réfraction augmente avec la teneur en matières solides. Cette relation est montrée d'après la formule développée par Wedmore (Wedmore, 1955) :

$$W = 1.7319 - \log (IR - 1) / 0.002243 \quad I-1$$

W : contenant d'eau en g dans 100 g du miel ; IR : indice de réfraction

Procédure

Après que quelques grammes du miel sont mis dans l'étuve pendant 10 minutes pour la disparition des cristaux des sucres ; une goutte du miel est déposée sur la platine du prisme du réfractomètre. La lecture est faite à travers l'oculaire au niveau de la ligne horizontale de partage entre une zone claire et une zone obscure. Cette ligne coupe une échelle verticale graduée directement en pourcentage d'humidité dans le miel. La température du prisme est notée. Le taux d'humidité du miel est mesuré à une température de 20°C, une correction de l'indice de réfraction de 0,00023 par degré Celsius est additive, si la mesure est faite au-dessus de 20°C, et est soustractive dans le cas contraire :

Formule de correction :

$$\text{Si } T \leq 20 \quad \rightarrow \quad IR_c = IR - 0.00023 * (20 - T) \quad I-2$$

$$\text{Si } T \geq 20 \quad \rightarrow \quad IR_c = IR + 0.00023 * (T - 20) \quad I-3$$

IR : indice de réfraction

IR_c : indice de réfraction corrigé

T : température

b. Détermination de l'hydroxyméthylfurfural (HMF)

Du fait que le HMF n'est présent qu'à l'état de traces dans les miels frais et sa teneur augmente avec la température et la durée de stockage, il peut être utilisé comme indicateur d'un traitement thermique excessif (Ajlouni & Ujirapinyoku, 2010 ; Achouri *et al.*, 2019).

Ainsi, une grande teneur en HMF dans le miel est un indicateur de falsification par l'addition du sirop inverti (Capuano & Fogliano, 2011 ; Yücel & Sultanoglu, 2013a).

La teneur en HMF a été mesurée par la méthode de White et décrite dans les méthodes harmonisées de la commission internationale des miels (Bogdanov, 2009, Yuan *et al.*, 2009), Le résultat est généralement exprimé en mg/kg.

Afin de garantir une bonne qualité du miel, la détermination de sa teneur est primordiale (Achouri *et al.*, 2019). Le Comité du Codex Alimentarius (2001) a défini une valeur maximale de 40 mg/kg de miel et une valeur maximale de 80 mg / kg si le miel provient d'un climat tropical. A 40 mg/kg l'H.M.F. est déjà décelable à l'analyse sensorielle (goût de caramel). Au-delà de 40 mg/kg, le miel ne peut plus être commercialisé que comme miel industriel.

Le taux de 15 mg/kg est préconisé par plusieurs organisations d'apiculteurs dans plusieurs pays européens pour labéliser des miels Bio, miel « de qualité » ou miel « vierge » (Achouri *et al.*, 2019 ; Bogdanov *et al.*, 2004).

Principe

Cinq grammes de miel sont dissous dans 25ml d'eau. Le tout est mis dans une fiole de 50 ml. 0,5ml de solution de carrez I (annexe 02) y est versé suivi d'une agitation puis 0,5ml de solution carrez II (annexe 02) suivi également d'une agitation. Le volume est ramené à 50ml. Ensuite 5ml du filtrat est mis dans un tube à essai avec 5ml d'eau distillée. En parallèle autre 5 ml du filtrat est mis dans deuxième tube à essai avec 5ml d'une solution de bisulfite de sodium 0.2% (annexe 02) et bien mélanger. C'est la solution de référence. Après une heure, l'absorbance est lue à 284nm puis à 336nm à l'aide de Spectrophotomètre UV-VIS (SHIMADZU, mini 1240).

Les dilutions de solutions d'échantillon et de référence sont réalisées, si l'absorbance de la solution de référence à 284 nm est supérieure à une valeur d'environ 0,6. on ajoute de l'eau à la solution d'échantillon et une solution de bisulfite de sodium à la solution de référence avec à la même mesure dans le but d'obtenir un échantillon (suffisamment) de faible absorbance pour la précision.

Formule de calcul et expression des résultats

La teneur en HMF du miel est obtenue à partir de la formule suivante :

$$\text{HMF (mg/kg)} = (A_{284} - A_{336}) \times 149,7 \times 5 \times D/M \quad \text{I-4}$$

A_{284} = absorbance à 284 nm

A_{336} = absorbance à 336 nm

D = facteur de dilution

M = Poids en g de l'échantillon de miel

$$149,7 = \frac{126 \cdot 1000 \cdot 1000}{16830 \cdot 10 \cdot 5} = \text{constant} \quad \text{I-5}$$

126 : Poids moléculaire de HMF

16830 : Absorbance moléculaire de HMF à $\lambda = 284\text{nm}$

1000 : Conversion du gramme en milligramme

10 : Conversion de 5ml en 50ml

1000 : Conversion du gramme en kg

5 : Poids théorique du miel

c. L'activité diastase (AD)

Les diastases (α -et β -amylases) sont des enzymes naturellement présentes dans le miel, provenant des glandes digestives de l'abeille. La teneur en ces enzymes dépend des origines florales et géographiques.

Sa fonction est de dégrader la molécule d'amidon dans un mélange d'un disaccharide et d'un trisaccharide qui sont le maltose et le maltotriose (Haouam *et al.*, 2019).

Ils sont thermolabiles (sensibles à la chaleur) et par conséquent capables d'indiquer une surchauffe du produit et le degré de conservation (Ahmed *et al.*, 2013). Semblable au HMF, l'activité diastasique peut être utilisée comme indicateur du vieillissement et de surchauffage, du fait que l'activité diastasique peut être réduite au cours du stockage ou lorsque le produit est soumis à un chauffage au-dessus de 60 ° C (Yücel & Sultanoglu, 2013b). L'activité enzymatique des miels décroît au cours du temps selon une loi de décroissance de période T (temps durant lequel cette activité diminue de moitié). Cette décroissance est proportionnelle à la température de stockage et aux traitements thermiques que les miels ont éventuellement subis.

L'activité diastasique correspond à l'activité de l'enzyme présente dans 1 g de miel, qui peut hydrolyser 0,01 g d'amidon pendant une heure à 40 °C. On exprime cette activité en unités de Schade par gramme de miel (Ahmed *et al.*, 2013). La loi actuelle prévoit une valeur minimale de 8, unités de Schade. Cependant, un miel naturel avec une activité diastasique inférieure à 8 est toléré jusqu'à 3 unités de Shade si ce miel contient jusqu'à 15 mg/ kg de 5-HMF (Codex Alimentarius, 2001).

Principe

Cette méthode est basée sur le travail original de Schade *et al.* (1958), modifié par White et Pairent (1959) et Zürcher & Hadorn (1972) tel que présenté par la méthode du Codex Alimentarius.

La mesure de l'indice diastasique (l'activité de α -amylase) est basée donc sur la réaction entre l'amidon et l'iode donnant une coloration bleue et l'action de l' α -amylase provoque une diminution de cette couleur. La méthode de détermination de l'activité diastasique selon Schade est basée sur la mesure de cette diminution à 660nm à intervalle de temps régulier (Bogdanov, 2009).

La vitesse de dégradation est proportionnelle à la quantité d'enzyme contenue dans le miel. Plus les enzymes sont nombreux, plus la dégradation est rapide. Cet effet se traduit par la diminution de l'intensité de la coloration et donc diminution de l'absorbance à 660 nm de la solution.

Le nombre de diastase est obtenu en divisant 300 par le temps correspondant à l'absorbance égale à 0,235 (Tx). Il est obtenu à partir de l'équation de régression linéaire de la courbe $A(660\text{nm}) = f(t)$.

Préparation de l'échantillon :

10g de miel sont dissous dans 15ml d'eau distillée et 5ml d'acétate tampon (annexe 02). Le tout est transféré dans un flasque volumétrique de 50ml contenant 3ml de Chlorure de Sodium (NaCl) (annexe 02). Le volume est ramené à 50ml avec de l'eau distillée.

Préparation de la solution d'amidon :

- Déshydratation de l'amidon : 2,5g d'amidon soluble est mis dans l'étuve à 130°C pendant 90min puis dans le dessiccateur pendant 1h ;
- Préparation de la solution : 2g d'amidon anhydre et 90ml d'eau distillée sont mis dans un bécher de 250ml, le mélange est porté à ébullition pendant 3mn puis transféré dans un bécher de 100ml. La solution est refroidie en mettant le bécher au contact d'eau froide. Le volume est ajusté à 100ml avec de l'eau distillée.

Calibrage de la solution d'amidon :

Cette opération est effectuée afin de déterminer la quantité d'eau à ajouter dans le mélange (solution de miel + solution d'amidon) pour avoir un spectre d'absorption entre 0,456 et 0,155 lors de la détermination de l'activité diastasique. On met 20, 21, 22, 23, 24, 25ml d'eau distillée et 5ml de solution d'iode dilué respectivement dans six tubes à essai. Dans chaque tube, 0,5ml d'un mélange composé de 10ml d'eau distillée et 5ml de solution d'amidon est ajouté. Immédiatement, l'absorbance de ce mélange à 660nm est lue.

La quantité d'eau à choisir est celle parmi les six tubes qui a donné une absorption se situant entre 0,745 et 0,770.

Détermination de l'activité diastasique

Deux tubes à essai dont l'un contient 10ml de solution de miel et l'autre 10ml de solution d'amidon sont mis au bain marie à 40°C. Après 15min, 5ml de la solution d'amidon sont transférés dans la solution de miel. La lecture de l'absorption à 660nm est effectuée à intervalle de temps régulier et commence 5min après la réaction.

Pour la lecture, une solution constituée de 0,5ml du mélange (solution de miel + solution d'amidon), 5ml de solution d'iode (annexe 02) ajouté de la quantité d'eau nécessaire (déterminée lors du calibrage de la solution d'amidon) est préparée. La lecture est répétée jusqu'à l'obtention trois absorption linéaire comprises entre 0,456 et 0,155.

Formule de calcul et expression des résultats

L'activité diastasique s'obtient par la formule suivante :

$$ND = \frac{60 \text{ minutes}}{Tx} * \frac{0,10}{0,01} * \frac{1,0}{2,0} = \frac{300}{Tx} \quad \text{I-6}$$

ND : nombre de diastase en Unité Schade

T_x : temps nécessaire correspondant à une absorption de 0,235.

d. Détermination du pH et l'acidité libre

Tous les miels sont acides et c'est probablement l'abeille qui leur confère cette propriété. L'acidité est un critère de qualité, dû aux acides organiques présent dans le miel (Bogdanov, 1999).

L'acidité libre est définie comme étant l'acidité titrable par l'hydroxyde de sodium jusqu'au point de neutralisation de tous les acides libres (pH du point équivalent). Elle est déterminée par la méthode titrimétrique recommandée par le Codex Alimentarius (Bogdanov 2009).

C'est un critère de qualité important durant l'extraction et le stockage, en raison de son influence sur la texture et la stabilité du miel ; de plus, le miel falsifié avec un sirop de sucre ordinaire a un indice d'acidité très bas (inférieur à 1) alors que celui falsifié avec du sucre industriel interverti a une acidité nettement accrue (Bogdanov, 2011 ; Schweitzer, 2005).

Bien que la limite du pH n'ait pas encore été décrite par les comités de réglementation, un niveau de pH entre 3,2 et 4,5 inhibe la croissance des micro-organismes, car le pH optimal pour la plupart des organismes se situe entre 7,2 et 7,4 (Karabagias *et al.*, 2014). D'autre part, la détermination du pH peut aussi être également corrélée avec d'autres paramètres permettant de vérifier l'authenticité des falsifications.

Principe

Le pH est mesuré sur une solution à 10% de miel par pH-mètre (de model inoLab pH Level 1) calibré par deux solutions standard de pH 4 et 7.

L'acidité libre est obtenue au point d'équivalence de la neutralisation de la solution du miel avec de la soude en traçant la courbe de neutralisation avec une solution d'hydroxyde de sodium 0,05 M (Bogdanov 2009). Elle est exprimée en milliéquivalent de NaOH nécessaire pour porter à pH neutre 1Kg de miel.

Procédure :

Cinq grammes de miel [M] est mis dans un petit flacon de verre et le miel est dissout dans quelques millilitres d'eau bi-distillée, puis transféré quantitativement dans une fiole volumétrique de 50 ml qui va être remplie avec de l'eau bi-distillée. Après agitation, on verse 25 ml dans un Bécher de 250 ml.

Le pH de la solution de miel est mesuré à l'aide d'un pH-mètre en premier puis titrée avec une solution de soude 0,05 M jusqu'à 10 ml.

Remarque : pour la mesure du pH et de la conductivité électrique, il est recommandé d'utiliser de l'eau bi-distillée, car ces deux paramètres sont plus sensibles à toute trace des minéraux qui peuvent être resté dans l'eau distillée.

Formules de calcul et expression des résultats :

L'acidité libre est calculée selon la formule suivante :

$$\text{Acidité Libre} = V \times T \times (50/25) \times (1000 / M) \quad \text{I-7}$$

L'acidité libre est exprimée en milliéquivalents d'hydroxyde de sodium nécessaire pour neutraliser 1000g de miel : (mEq/kg).

V : le volume (en ml) à l'équivalence noté de la courbe de neutralisation de l'acidité libre.

M : le poids d'échantillon de miel en g.

T : le titre de l'hydroxyde de sodium.

e. Détermination de la teneur en cendres (Cendre)

La teneur en cendres est une mesure de la teneur en minéraux présents dans le miel. La teneur en minéraux peut être une indication de pollution de l'environnement et de l'origine géographique, parce que le contenu dépend du type de sol utilisé pour les fleurs dont le nectar a été recueilli (Karabagias *et al.*, 2014).

Il peut également être utilisé comme paramètre pour évaluer la valeur nutritionnelle des miels. En règle générale, la contribution majeure de la teneur en sels minéraux (voir figure I-2) est le potassium (généralement sa teneur variant entre 200 et 900 ppm), suivie par d'autres minéraux en quantités plus faibles (Alves *et al.*, 2013).

La teneur en minéraux est liée à la couleur et la saveur du miel, avec une teneur en minéraux supérieure conduisant à une saveur plus sombre et plus forte (Karabagias *et al.*, 2014).

La teneur des cendres a été calculée indirectement en utilisant les résultats d'analyse de la conductivité électrique à partir de la relation suivante (Ng'ang'a *et al.* 2013) :

$$A = (C - 0,14) * 1,74 \quad \text{I-8}$$

Où : A = teneur en cendres en g / 100 g de miel

C = conductivité électrique en milli Siemens x cm⁻¹

f. Détermination de la conductivité électrique

C'est un indicateur utilisé dans le contrôle de la qualité du miel et la distinction entre les miels floraux et les miels de miellat (Karabagias *et al.* 2014).

La conductivité électrique de miel définie comme étant la capacité à transmettre le flux électrique est déterminé directement à l'aide d'un conductimètre (Bogdanov 2009). La méthode est valable pour la détermination de la conductivité électrique de miel dans la gamme de 0,1 à 3 mS/cm.

Le miel de nectar, les mélanges de miel de nectar et de miel de miellat ont une conductivité inférieure à 0,8 mS/cm alors que le miel de miellat et le miel de châtaignier, supérieure à 0,8 mS/cm (Codex stan-12, 1981).

Principe

La cellule du conductimètre est plongée dans 40ml d'une solution contenant 20% de la matière sèche du miel à 20°C. La méthode est basée sur le travail original de Vorworhl 1964.

Procédure

Une quantité équivalente à 20g de matière sèche est mise dans un bécher de 100ml, le miel est dissout avec de l'eau distillée, puis le volume est ramené à 100ml. 40ml de cette solution sont transférés dans un autre bécher placé dans un bain à température de 20°C. Après que la température voulue a été atteinte, la cellule du conductimètre est plongée dans la solution pour la mesure de la conductivité électrique.

g. Détermination de la teneur en sucres

Le miel est riche en sucres, comportant environ 95 % du poids sec de miel. Ceux-ci sont produits par les abeilles à partir du nectar, qui est transformé par l'action d'enzymes. Les monosaccharides représentent 65% à 80% des sucres de miel. La teneur en fructose représente environ 38,5% alors que le glucose avoisine les 31,0% du miel (Bogdanov, 2011 ; Huchet *et al.*, 1996, Baloš *et al.*, 2020).

Cependant le pourcentage du Glucose et fructose varie l'un par rapport à l'autre (Baloš *et al.*, 2020). Il conditionne la cristallisation. C'est la richesse en glucose qui accélère la cristallisation. Mais elle dépend en grande partie de la source du nectar à partir de laquelle le miel a été extrait (Escuredo *et al.*, 2014, Baloš *et al.*, 2020).

Selon les normes du Comité du Codex Alimentarius sur les sucres (2001), le montant minimum de sucres réducteurs est de 60 g à 100 g pour le miel floral.

D'une manière générale, la composition en sucre du miel est affectée par les types de fleurs utilisées par les abeilles, ainsi que les régions et les conditions climatiques (Tornuk *et al.*, 2013).

Outre l'analyse des sucres réducteurs, la quantité de saccharose est un paramètre très important dans l'évaluation de la maturité des miels.

La teneur en saccharose dans le miel est analysée dans le but d'identifier si le miel a été adultéré (Puscas *et al.*, 2013). Nous distinguons deux grands types d'adultération :

- L'adultération du miel après récolte : c'est l'ajout de sirop de sucre directement dans le miel récolté (Lequet, 2010 ; Schweitzer, 2012). Le produit final obtenu est alors composé de sirop de sucre et de miel, c'est un miel « coupé » au sirop de sucre ;

- L'adultération délibérée du miel par nourrissage des abeilles en période de production. Cependant, il peut aussi s'agir d'une mauvaise pratique apicole lors d'un nourrissage des abeilles.

Dans les deux cas, ces pratiques peuvent entraîner des modifications du profil des sucres du miel récolté (Cordella *et al.*, 2005 ; Bogdanov *et al.*, 2004).

La somme ou le taux de sucres (glucose et fructose) ont des indications plus précises sur la qualité du miel que tous les autres paramètres évalués (Kukurová, *et al.*, 2008).

Les critères de qualité du miel en ce qui concerne les sucres sont d'une part la quantité totale des sucres réducteurs (glucose et fructose), d'autre part, la teneur en sucre non réducteur (saccharose).

Les normes recommandent ainsi 65% en sucres réducteurs pour le miel de nectar et pas moins de 60% pour le miel de miellat, seul ou en mélange avec le miel de nectar. Pour la teneur apparente en saccharose, en général pas plus de 5% mais pour le miel de miellat seul ou en mélange avec le miel de nectar, miels d'Acacia, de Lavande et de Banksia Menziesii : pas plus de 10%.

- **Détermination de la teneur en sucre réducteur**

Les sucres réducteurs apparente sont définis comme les sucres qui réduisent un réactif de Fehling sous les conditions spécifiées et ; ils sont représentés principalement par le glucose et le fructose.

Principe

Cette méthode est une version modifiée de la procédure de Lane et Eynon (1923), impliquant la modification de Soxhlet de la liqueur de Fehling. La méthode est basée sur la capacité des sucres réducteurs de réduire l'hydroxyde cuivrique en oxyde cuivreux. On titre un volume donné de réactif de Fehling (10 ml) à l'aide d'une solution sucrée de miel contenant les sucres réducteurs. L'indicateur bleu de méthylène est utilisé pour rendre plus claire la disparition de la couleur bleue du réactif de Fehling (point de virage). Le volume de solution sucrée utilisé pour le titrage est converti en mg de sucres réducteurs à l'aide d'une table de conversion (Bogdanov *et al.*, 2002).

Procédure

- **Préparation des solutions**

Solution de miel : on pèse avec précision une quantité représentant d'environ 2 g du miel homogène, on dissout dans de l'eau distillée et on dilue à 100 ml dans un flacon d'étalonnage.

Solution de miel dilué : on dilue 25 ml de la solution de miel à 100 ml avec de l'eau distillée.

Liqueur de Fehling modifiée par Soxhlet :

- **Solution A** : 69,28 g de sulfate de cuivre pentahydraté ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) est dissout dans 1000ml, puis laissé un jour.
- **Solution B** : 100g de soude (NaOH), 346g de Tartrate de Potassium et de Sodium ($\text{C}_4\text{H}_4 \text{NaO}_5 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), ramené à 1000ml avec de l'eau distillée, puis filtré.

Normalisation de la solution de Fehling modifiée :

On mélange : 5 ml de la solution A, 5 ml de solution B et 0,050 g de sucre inverti (25 ml de solution du sucre inverti de 2 g/l).

- **Titration préliminaire**

Dans un Erlenmeyer de 250 ml on met 5ml de la solution A de la liqueur du Fehling avec 5ml de la solution B et on ajoute 7ml d'eau distillée suivi de 10ml du miel dilué et un peu de poudre de pierre ponce. Le mélange est chauffé à l'ébullition, après 2 minutes on ajoute 1ml de la solution de bleu de méthylène aqueuse puis on complète la titration par petites additions répétées de solution de miel dilué utilisé jusqu'à décoloration. Le volume total du miel dilué utilisé est X ml.

- **Le dosage des sucres réducteurs**

Dans un erlenmeyer de 250 ml on met 5ml de solution A de la liqueur du Fehling avec 5ml de solution B et on ajout (25-X) ml d'eau distillée suivi de tout le volume de la solution du miel dilué déterminées dans l'avant titrage moins 1,5 ml. C'est-à-dire (X-1,5) ml du miel dilué et un peu de poudre de pierre ponce. Le mélange est chauffé à l'ébullition, après 2 minutes on ajout 1ml solution de bleu de méthylène aqueuse puis on complète la titration par petites additions répétées de solution de miel dilué utilisé jusqu'à décoloration. Le volume totale soit Y ml

Formule de calcul et expression des résultats

$$\text{Sucre réducteurs} = \frac{2}{M} * \frac{1000}{Y} \quad \mathbf{I-9}$$

M : le poids d'échantillon de miel en g

Y : volume en ml de solution de miel dilué consommé lors du dosage

Les résultats sont exprimés en gramme des sucres réducteurs par 100 grammes de miel.

- **Détermination de la teneur en saccharose**

Le saccharose est dosé indirectement par cette méthode en faisant d'abord une hydrolyse du saccharose qui donne des quantités égales de D-glucose et de D-fructose, puis on applique la méthode sur ces produits d'hydrolyse (Bogdanov *et al.*, 2002).

Principe

La molécule de saccharose donne après l'hydrolyse (inversion), deux molécules de sucres réducteurs : le glucose et le fructose.

Procédure

Le dosage du saccharose (non réducteur) suit le schéma suivant (Etournaud, 2007, Bogdanov *et al.*, 1997) :

Etape a : dosage des sucres directement réducteurs (**avant inversion**) par la méthode de Lane et Eynon modifié comme décrit plus haut.

Etape b : hydrolyse (**inversion**) du saccharose dans le miel en milieu acide chlorhydrique : 50 ml de solution de 1% du miel est ajouté à 25 ml d'eau distillée puis mélangés avec 10ml de HCl 6,34M.

L'ensemble est mis dans un bain marie à 65°C. Après 15 minutes, on neutralise par NaOH (5M) et on complète jusqu'à 100ml.

Etape c : dosage des sucres réducteurs **après inversion** par la méthode de Lane et Eynon (1923) modifié décrit plus haut.

Formule de calcul

La teneur en saccharose est calculée à partir de la différence entre la teneur en **sucres réducteurs après inversion et sucres réducteurs avant inversion** multiplié par le coefficient 0,95.

h. Détermination du pouvoir rotatoire spécifique

La mesure s'effectue à l'aide d'un polarimètre. La loi de Biot permet de relier le pouvoir rotatoire spécifique d'une molécule à l'angle de déviation mesuré dans des conditions données.

En raison de leur composition en sucres, tous les miels de nectar sont « lévogyres » et possèdent un pouvoir rotatoire négatif alors que c'est l'inverse pour les miels de miellat qui sont « dextrogyres » (Bogdanov, 2011).

Principe

Le pouvoir rotatoire spécifique PRS ou $[\alpha]_D^{20}$ est l'angle de rotation de la lumière polarisée à la longueur d'onde du sodium à 20°C d'une solution aqueuse de profondeur de 2 dm et contenant 1 g / ml de la substance.

La rotation angulaire d'une solution aqueuse limpide, filtré est mesurée au moyen d'un polarimètre (Bogdanov, 2009).

Procédure

Une masse de 12 g de miel (correspondant à environ 10 g de matière sèche) est dissout dans l'eau distillée, puis 10 ml de solution de Carrez I est ajouté. Après 30 secondes, on ajoute 10 ml de solution de Carrez II. Après 30 secondes on complète à 100 ml de l'eau distillée. Le lendemain, on procède à une filtration de la solution. Le filtrat est mis dans le tube de polarimètre de 20 cm pour la lecture de la rotation angulaire (α). Toutes les mesures ont été effectuées à 20°C.

i. Détermination de la couleur

La couleur est la propriété physique immédiatement perçue par le consommateur, puisque le plus accepté par le consommateur est celui qui possède la couleur la plus foncée (Boussaid *et al.*, 2018).

Le miel peut présenter une coloration d'une très grande variabilité qui peut aller d'une teinte presque incolore ou blanche (miels de romarin et d'agrumes) au brun sombre. Plus le miel est sombre (miel de forêt), plus il est riche en minéraux et inversement (Lequet, 2010 ; Oudjet, 2012).

La couleur miel est un indicateur de la présence de composés avec des doubles liaisons qui absorbent la lumière dans le domaine visible. Les composés phénoliques, les minéraux, les caroténoïdes, les acides aminés et les produits de réaction Maillard sont responsables de la couleur du miel (Lequet, 2010 ; Brudzynski & Kim, 2011 ; Naab *et al.*, 2008).

• L'échelle Pfund (mm)

La couleur des échantillons de miel a été déterminée en utilisant la méthode de Bianchi (Bianchi, 1990), en mesurant l'absorbance dans des solutions aqueuses à 635 nm dans un spectrophotomètre Shimadzu (Naab *et al.* 2008). Ces absorbances sont transformées à l'échelle de Pfund à l'aide de l'algorithme suivant (Naab *et al.* 2008) :

$$\text{Pfund mm} = -38.7 + 371.39 \times \text{ABS}_{635} \quad \text{I-10}$$

Le tableau I-7 montre la couleur du miel exprimée en absorbance à 635 nm et les valeurs correspondantes sur l'échelle de Pfund.

Tableau I-6: Couleur du miel (exprimé en absorbance à 635 nm) et valeurs correspondantes en échelle de Pfund

Couleur	Absorbance à 635 nm	Pfund mm
Blanc de l'eau	0.104 - 0.125	0 - 8
Extra blanc	0.125 - 0.148	8 - 16.5
Blanc	0.148 - 0.195	16.5 - 34
Extra ambre clair	0.195 - 0.238	34 - 50
Ambre clair	0.238 - 0.333	50 - 85
Ambre	0.333 - 0.411	85 - 114
Ambre foncé	> 0.411	> 114

Préparation des échantillons

Dix grammes de miel est dissout dans 20 ml de l'eau chaude (45 – 50°C). La solution obtenue est filtrée pour assurer une absence totale de particules grossières dans les solutions de miel. L'absorbance est ensuite mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre à 635 nm.

- **Intensité de la couleur ABS₄₅₀**

Les mesures spectrophotométriques ont été effectuées dans une cellule de quartz de 1 cm. L'absorbance moyenne des échantillons de miel a été déterminée en utilisant la méthode de Beretta *et al.* (2005). L'absorbance a été définie comme étant la différence entre l'absorbance à 450 et 720 nm, exprimée en mAU.

I.8 RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats obtenus sont résumés dans le Tableau I-7.

Tableau I-7: Résultats de l'analyse physico-chimique des échantillons de miel.

paramètres	MOY ± Ecart- Type	MIN- MAX	Limites des normes internationales (codex Alimentarius)
Teneur en eau (%)	17.16 ± 1.40	14.20± 0.1 – 20.80± 0.8	Pas plus de 20
HMF (mg/Kg)	17.43 ± 9.32	2.08± 0.08 – 44.01± 0.15	Pas + de 40
Activité Diastasique (unité de Shade)	18.89 ± 7.24	8.02± 0.12 – 40.54± 1.2	Pas – de 8
Acidité Libre (mEq/Kg)	30.76 ± 12.94	12.00± 0.2 – 51.00± 0.9	Pas + de 50
conductivité électrique (mS/cm)	0,40 ± 0.22	0.11 ± 0.05– 1.20± 0.1	Miel de nectar : Pas + de 0.8 Miel de miellat : Pas - de 0.8
Ph	3.87 ± 0.64	3.00 ± 0.15 – 5.78± 0.87	
saccharose(%)	5.65 ± 3.64	0.67 ± 0.04 – 08.97± 1.0	Pas + de 5
Glu-Fru (%)	69.13 ± 5.72	55.55± 1.2 – 83.33± 1.8	Miel de nectar : Pas - de 60% Miel de miellat : Pas - de 45%
cendre (%)	0.37 ± 0.20	0.09± 0.01 – 0.90± 0.17	Pas plus de 0.6
[α] ₂₀ ^p	-12.12 ± 06.83	-44.28 ± 1.5 - +6.39± 1.4	
ABS ₄₅₀ (mAU)	698.52± 353.15	163.00 ± 5.2 – 1626.00± 9.9	
Pfund (mm)	58.26 ± 55.87	0.29± 0.08 – 231.67± 4.3	

I.8.1 La teneur en eau (TE)

La teneur en eau est un facteur hautement important car il permet l'estimation du degré de maturité des miels et peut renseigner sur sa stabilité contre la fermentation et la cristallisation au cours du stockage donc elle conditionne la conservation du produit (De Rodriguez *et al.*, 2004 ; Kùçùk *et al.* 2007).

Les valeurs de la teneur en eau des échantillons de miel analysés oscillent entre 14,20 - 20,80 avec une moyenne de $17,16 \pm 1,40$. Ces valeurs sont en dessous de la limite maximale préconisée par Codex Alimentarius (2001) qui est de 20% pour 62 échantillons.

En plus, seulement 2 échantillons sont au-dessus de 20% (E32 : 20% et E59 : 20.80%) et 78% d'entre eux sont inférieurs à 18.0%.

Les fortes teneurs en eau proviennent d'une récolte trop précoce ou sont seulement dues à l'hygroscopicité du miel (Tchoumboue *et al.*, 2007).

Nos échantillons sont donc mûrs, récoltés à des périodes appropriées et leur technologie d'extraction a été bien conduite. Ils ne risquent pas de fermenter dans des bonnes conditions de stockage et peuvent être conservés sans risque d'altération de leurs propriétés physico-chimiques.

Les résultats obtenus dans cette analyse sont comparables à celles rapportées par plusieurs auteurs algériens cités dans le tableau I-8.

D'autres part et pour d'autres échantillons de la méditerranée, Escuredo *et al.* (2013) ont évalué la teneur en eau de 187 miels récoltés au nord-ouest d'Espagne et le contenu des échantillons variait entre 16,9% et 18,0%, avec une moyenne de 17,6%. Pour Bettar *et al.* (2015) sur les 27 échantillons Marocains, la teneur était de 16 à 20 %.

La teneur en eau est en fonction d'un grand nombre de variables : pratiques d'extraction et maniement du produit, nature hygroscopique du produit qui dépend à son tour des conditions climatiques, la période de fleuraison (printemps et été), l'humidité initiale du nectar, le degré de maturation atteint, ainsi que de son origine géographique (Salamanca *et al.*, 2002).

La qualité du miel se conserve mieux lorsque celui-ci est entreposé dans un endroit frais et sec, si le miel est contenu dans les récipients non étanchés et entreposé dans un endroit humide, il va absorber de l'eau ce qui peut mener à une fermentation (Cervantes *et al.*, 2000).

L'excès en eau provoque notamment la fermentation de miel, la perte de saveur et la perte de sa qualité. Elle pourrait aussi accélérer la cristallisation de certains types de miel et accroître son activité d'eau à des valeurs où certaines levures pouvant se développer (Saxena *et al.*, 2010b ; Ouchemoukh *et al.*, 2007).

Tableau I-8: Teneur en eau des miels publiées en Algérie et ailleurs

Références	Provenance	Nbre d'échantillons	Teneur en eau %
Nos résultats	Algérie (Ouest)	64	14.20 – 20.80
Bouhala <i>et al.</i> 2020	Algérie (Jijel)	22	16.7-19.8
Habib <i>et al.</i> (2014)	Algérie (régions arides)	11	13.63 – 20.6
Amrouche et Kessi (2003)	Algérie	-	15 - 22.6
Otmani <i>et al.</i> (2019)	Algérie	2	18 - 20.8
Mesbahi <i>et al.</i> (2019)	Algérie (El-oued)	5	16.5 - 17.5
Mekious <i>et al.</i> (2015)	Algérie (Djelfa)	38	13.07 - 15.56
Julika <i>et al.</i> (2020)	Malaisie	17	16.6 - 32.1
Taha <i>et al.</i> (2020)	Arabie Saoudite	-	14.52 - 19.16
Bogdanov <i>et al.</i> (2008)	Australie	-	15 - 20
Escuredo <i>et al.</i> (2013)	Espagne	187	16.9 – 18.0
Bettar <i>et al.</i> (2015)	Maroc	27	16 - 20

I.8.2 L'hydroxymethylfurfural (HMF)

L'HMF est un sucre de dégradation du fructose, naturellement présent dans tous les miels à la récolte à l'état de trace ; (1 à 3mg/kg) (Zappala *et al.*, 2005 ; Makhloufi *et al.*, 2010). À température ambiante, la production naturelle du HMF, est un processus très lent. Par contre, le chauffage du miel l'accélère énormément et ce, quel que soit la nature du miel (Achouri *et al.*, 2019 ; Escriche *et al.*, 2008).

Le teneur en HMF est reconnu comme indicateur du niveau de fraîcheur du miel (Corbella et Cozzolino, 2006), et il est considéré comme un critère important pour la détection des miels surchauffés puisque l'HMF est présent en quantité faible ou absent dans les miels frais (Karabournioti et Zervalaki, 2001).

Les valeurs obtenues pour la teneur en HMF sont situées entre 2,08 et 44,01 mg/kg avec une moyenne de $17,43 \pm 09,32$ mg/kg.

Les résultats sont comparables à ceux d'Achouri *et al.* en 2019 (5.90 à 47.10 mg/kg) des 34 échantillons de la région Nord-Ouest de l'Algérie et des 11 échantillons des régions arides par Habib *et al.* en 2014 (0,17 à 79,26 mg / kg), et entre dans l'intervalle des 27 échantillons de miels Marocains rapporté par Bettar *et al.* en 2015 (2,59 à 85,48 mg / kg) et celui de Belaidi & Kadri en 2017 sur 9 échantillons algériens (3.74 à 63.02 mg/kg).

D'autres parts, la majorité de nos échantillons s'accordent avec les normes fixées par le Codex Alimentarius (2001) qui est de 40 mg/kg. Trois (03) échantillons avaient une teneur en HMF supérieure à 40 mg/kg. Il s'agit des échantillons E39 (Sidi Dahou, Sidi-Bel-Abbès), E48 (Beni Snous, Tlemcen) et E52 (Terni, Tlemcen) ayant des valeurs d'HMF égales à 44,01, 42.58 et 43.55 mg/kg respectivement.

Les taux élevés en HMF s'explique par soit le stockage dans des mauvaises conditions, soit un stockage prolongé à des températures ambiantes, un traitement thermique de ces échantillons ou le vieillissement naturel qui favorise ainsi la transformation du fructose en HMF (Tosi *et al.*, 2008 ; Zappala *et al.*, 2005 & Achouri *et al.*, 2019).

Tableau I-9: Teneur en HMF dans les miels publiés en Algérie.

Références	Provenance	Nbre d'échantillons	HMF (mg / kg)
Nos résultats	Algérie (Ouest)	64	2.08 - 44.01
Achouri <i>et al.</i> (2019)	Algérie (Ouest)	34	5.90 - 47.10
Si Sabeur (2019)	Algérie	-	11.26 - 14.15
Habib <i>et al.</i> (2014)	Algérie (régions arides)	11	0.17 - 79.26
Makhloufi <i>et al.</i> (2010)	Algérie	4	0.5 - 123.98
Belaidi & Kadri (2017)	Algérie (différentes régions)	15	0.44 - 34.88
Draiaia <i>et al.</i> (2015)	Algérie (différentes régions)	36	0.17 - 554.6
Mesbahi <i>et al.</i> (2019)	Algérie (El-Oued)	5	9.88 - 14.11
Mouhoubi-Tafinine <i>et al.</i> (2018)	Algérie (Bejaia)	6	11.04 - 82.00
Doukani <i>et al.</i> (2014)	Algérie (différentes régions)	5	5.38 - 55.29
Mekious <i>et al.</i> (2015)	Algérie (Djelfa)	38	0 - 14.15
Amri (2016)	Algérie (11 wilaya)	72	0.86 - 67.58

En outre l'augmentation de température de façon importante a aussi des conséquences destructrices sur des composants essentiels du miel, les enzymes en particulier.

Afin d'étudier son éventuelle dégradation dans le temps, on a choisi deux échantillons de miels disponibles avec une quantité nécessaire pour une durée de deux ans. Les résultats de cette étude montrent la progression du HMF au fil du temps (Figure I-5).

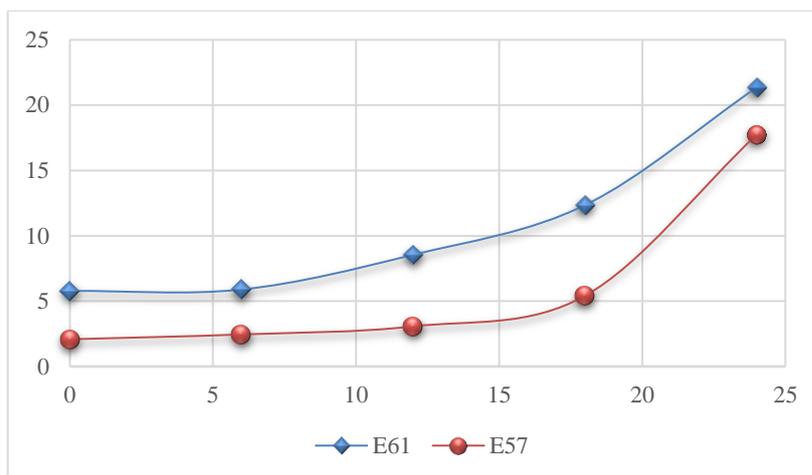


Figure I-5: Evolution au fil du temps (mois) de la teneur en HMF dans deux échantillons de miels

On constate que l'HMF se forme très lentement au fil du temps et son évolution est exponentielle. Sa production est favorisée par la forte teneur en fructose et par l'acidité du milieu.

On constate également que les miels n'évoluent pas de la même façon : les miels de nectar atteignent une valeur de 17,75 mg/kg de HMF au bout de deux ans, alors que l'échantillon E61, supposé miel de miellat, a atteint 21,36 mg/kg de HMF. Ceci peut être expliqué par sa richesse plus importante en fructose et son acidité plus importante. Ces résultats sont confirmés par plusieurs études (Stojković *et al.*, 2020 ; Da Silva *et al.*, 2020 ; Jara-Palacios *et al.*, 2019 ; Obiedzińska *et al.*, 2019). La concentration en HMF est augmentée par des chauffages excessifs (Hoyet et Laurain-Mattar, 2005).

I.8.3 L'activité diastasique (AD)

La transformation par l'abeille des nectars et miellats en miel se fait grâce à l'adjonction d'enzymes. L'amylase est la plus facile à doser. L'activité enzymatique dépend de l'origine florale du miel et du traitement que ce dernier a subi. La chaleur détruit les enzymes.

L'indice diastasique représente l'activité enzymatique de l'amylase dont l'importance réside dans le fait que sa présence dans le miel est considérée comme un indice de qualité (Kahraman *et al.* 2010).

Ainsi, le Codex Alimentarius inclut sa détermination comme un standard de qualité où il propose 8 unités de schade comme valeur minimal pour les miels en général.

L'activité diastasique du miel est traditionnellement mesurée par la procédure classique de Schade (Bogdanov *et al.*, 2002 ; Schade *et al.*, 1958). L'activité diastasique de nos échantillons varie de 8,08 à 40,54 unités Shade avec une moyenne égale à $18,89 \pm 7,24$.

Un miel de haute qualité devrait avoir une faible teneur en HMF mais une activité élevée en diastase (Thrasyvoulou *et al.*, 2018). De ce point de vue, les 64 échantillons de miel avaient un nombre de diastases

(DN) supérieur à 8, elles sont alors considérées comme du miel frais, de qualité standard, selon Terrab *et al.* (2002) et Nagai *et al.* (2002).

Ces valeurs sont comparables à ceux cités par d'autres auteurs (voir tableau I-10). Benaziza-Bouchema & Schweitzer en 2010 ont rapportés pour 28 échantillons de miels du Nord de l'Algérie entre 8,00 et 34,00. De plus, Taha *et al.* (2020), dans une étude faite sur 220 échantillons différents venant de l'Afrique, ont constaté que les échantillons Algériens étaient significativement supérieurs à tous les autres échantillons de miel ($35,2 \pm 0,46$ DN).

Cengiz *et al.* (2018) ont rapportés pour des échantillons de miel Turc de 8,3 à 23 DN, Bergamo *et al.* (2019), pour des échantillons de miel Brésilien, des valeurs de 3,53 à 27,44 DN et Al.-Farsi *et al.* (2018) 0,78-27,1 DN pour les miels Omanais.

Les résultats soutiennent la théorie selon laquelle les enzymes peuvent servir d'indicateur sensible et ont de forts impacts sur la qualité et la valeur nutritionnelle du miel (Bogdanov *et al.*, 1987 ; Codex Alimentarius, 1993 ; Rossano *et al.*, 2012 et Taha *et al.*, 2019).

Tableau I-10: Activité diastasique dans des miels publiés en Algérie et ailleurs.

Références	Provenance	Nbre d'échantillons	AD
Nos résultats	Algérie (Ouest)	64	8.02 - 40.54
Benaziza-Bouchema & Schweitzer (2010)	Algérie (Nord)	28	8.00 - 34.00
Mekious <i>et al.</i> (2015)	Algérie (Djelfa)	38	9.89 - 32.79
Amri (2016)	Algérie (11 wilaya)	72	0.39 - 30.15
Belhaj <i>et al.</i> (2015)	Maroc	5	10 - 15
Ouradi <i>et al.</i> (2020)	Maroc	47	0 - 20
Taha <i>et al.</i> (2020)	Afrique	22	1.3 - 35.2
Julika <i>et al.</i> (2020)	Malaisie	17	1.82 - 6.11

L'activité de diastase, est influencée par le stockage (plus le stockage est long, plus l'activité de diastase diminue) ainsi que le surchauffage du miel (Simsek *et al.*, 2012).

D'après White *et al.* (1962), confirmé par Gonnet (1965), cette perte d'activité serait de l'ordre de 10 à 33% en un an et de 31 à 37,5% en deux ans pour l'amylase. L'invertase est encore plus fragile.

I.8.4 Le pH et l'acidité libre

Références	Provenance	Nbre d'échantillons	pH
Nos résultats	Algérie (Ouest)	64	3.0 - 5.78
Bouhala <i>et al.</i> (2020)	Algérie (Jijel)	22	3.2 - 4.5
Draiaia <i>et al.</i> (2015)	Algérie (différentes régions)	36	3.74 - 5.5
Mesbahi <i>et al.</i> (2019)	Algérie (El-oued)	5	3.88 - 4.52
Mouhoubi-Tafinine <i>et al.</i> (2018)	Algérie (Bejaia)	6	3.97 - 4.58
Benaziza-Bouchema & Schweitzer (2010)	Algérie (Nord)	28	3.66 - 4.23
Mekious <i>et al.</i> (2015)	Algérie (Djelfa)	38	4.14 - 6.01
Amri (2016)	Algérie (11 wilaya)	72	3.46 - 5.19
Belhaj <i>et al.</i> (2015)	Maroc	5	3.39 - 4.19.
Taha <i>et al.</i> (2020)	Afrique	22	4.47 - 4.58
Bobis <i>et al.</i> (2020)	Espagne	-	3.6 - 4.6
Karabagias (2020)	Portugais, Grec, Océanien, Asiatique,	20	3.7 - 4.97

A. Le pH

Le pH est une mesure qui permet de déterminer l'origine florale du miel (Gonnet, 1986). Les miels de nectar ont un pH faible compris entre 3,0 et 4,5 (Mekious *et al.*, 2015) alors que les miels de miellat, de châtaignier et de forêts ont un pH un peu plus élevé (Oddo 1992)

Le pH d'un miel est en relation avec la quantité d'acides ionisables qu'il renferme (ions H⁺), ainsi que de sa composition minérale. Plus le taux de la matière minérale est fort plus le pH du miel se rapproche de la neutralité (Gonnet, 1982).

Le pH des miels étudiés est compris entre 3,0 et 5,78 avec une moyenne de $3,87 \pm 0,64$.

Tableau I-11: Etudes de la variation du pH dans la littérature

Ces résultats sont comparables à ceux présentés dans le tableau I-11 qui confirment le caractère acide du miel en raison de la présence d'acides organiques.

La variation du pH serait due à la flore butinée, à la sécrétion salivaire de l'abeille et aux processus enzymatiques et fermentatifs pendant la transformation de la matière première (Louveaux, 1968).

Par contre on constate que 78 % (50/64) des échantillons présentent un pH relativement faible avec des valeurs inférieure à 4,5 ce que confirme que sont des miels du nectar.

On note que les échantillons E55 & E61 qui ont été prélevés en automne présentent un pH de 5,12 et 5,78 respectivement, dépassent la moyenne. Cette augmentation de pH suppose que ces miels sont d'origine de miellat ou un mélange de nectar et de miellat. Bath et Singh (1999) ont signalé que le miel obtenu au printemps est souvent plus acide qu'en automne, lorsqu'il contient généralement plus de miellat.

Gonnet (1986) affirme qu'un pH faible de l'ordre de 3.5 pour un miel, prédétermine un produit « fragile » pour la conservation duquel faudra prendre beaucoup de précautions. Par contre un miel à pH 5 ou 5.5 se conservera mieux et plus longtemps.

On pourra dire que les miels étudiés sont dans le cadre des normes internationales et rentrent dans l'intervalle des pH trouvés par Makhloufi *et al.* (2010) sur 66 miels algériens et concordent avec ceux obtenus par d'autres auteurs : Nair (2014) ainsi que Corbella et Cozzolino (2006).

B. L'acidité libre (AL)

L'acidité est un critère important de qualité, elle donne des indications très importantes de l'état du miel (Bogdanov, 1999 ; Gonnet, 1982). Une acidité forte des échantillons favorise la dégradation des hexoses en hydroxyméthyl furfural (HMF), et par conséquent elle a une grande incidence sur la qualité du produit (Achouri *et al.* 2015).

À cet égard, les résultats fournis dans le tableau I-8 montrent que les taux d'acidité libre de nos échantillons varient de $12,00 \pm 0,2$ à $51,00 \pm 0,9$ meq/kg avec une moyenne de $30,76 \pm 12,94$ mg/kg. On remarque donc que les valeurs d'acidité sont inférieures à la limite prescrite de 50 meq / kg, indiquant l'absence de fermentation indésirable (Codex Alimentarius, 2001). Ces valeurs sont similaires à celles de certains miels produits localement en Algérie (voir tableau I-12).

La variation de l'Acidité libre entre les différents miels pourrait être attribuée à la variation des saisons de récolte ou à des origines trop florales (Perez-Arquillué *et al.*, 1994).

Les valeurs de pH / acidité peuvent également varier en raison des techniques et des conceptions d'extraction et de stockage (Terrab *et al.*, 2002), et des types d'équipements et de matériaux utilisés pour le traitement (Nanda *et al.*, 2003). Lorsque l'acidité devient élevée, le miel est fermenté à un moment donné et l'alcool résultant est converti en acide organique. Ainsi, le miel devient aigre au goût et, par conséquent, il est moins acceptable car il est de mauvaise qualité (Mesele, 2020).

En outre les caractéristiques saveurs et arôme sont en rapport avec l'acidité puisque cette dernière détermine le goût et la plus grande ou plus petite libération des composés volatils responsables de l'arôme (Lazarević *et al.*, 2012).

Tableau I-12: L'acidité libre de miels dans la littérature

Références	Provenance	Nbre Echantillons	Acidité libre (meq/kg)
Nos résultats	Algérie (Ouest)	64	8.0 - 41.6
Bouhala <i>et al.</i> (2020)	Algérie (Jijel)	22	10.8 - 28.6
Draiaia <i>et al.</i> (2015)	Algérie (différentes régions)	36	6.87 - 58.75
Mesbahi <i>et al.</i> (2019)	Algérie (El-oued)	5	33.84 - 52.90
Mouhoubi-Tafinine <i>et al.</i> (2018)	Algérie (Bejaia)	6	6.80 - 12.50
Mekious <i>et al.</i> (2015)	Algérie (Djelfa)	38	2,61 - 14,40
Amri (2016)	Algérie (11 wilaya)	72	7,473 - 25,628
Karabagias (2020)	Portugais, grec, océanien, asiatique,	20	11-50

I.8.5 La teneur en cendre (TC)

La teneur en cendres est un paramètre utilisé pour la détermination de l'origine botanique du miel avec une grande valeur de teneur en cendres étant typique des miels mixtes et miellat, (Da Silva *et al.*, 2016). La teneur maximale autorisée par les normes internationales est de 0,6 g/100 g, cependant pour le miel de miellat ou mélanges de miel de nectar et de miellat ainsi que miel de châtaignier peut aller jusqu'à 1,20% (Codex Alimentarius, 2001).

Les résultats en teneur en cendre de nos échantillons de miel variaient de $0,09 \pm 0,01$ à $0,90 \pm 0,17\%$ (valeur moyenne \pm écart type = $0,37 \pm 0,20\%$). La teneur en cendres de 57 échantillons était dans la plage acceptable. Septs échantillons dépassent la valeur de 0,6 g/100g.

On constate également que ces résultats sont largement comparables à ceux trouvées dans la littérature ; en Tunisie (0,08% à 0,69%) (Boussaid *et al.*, 2018) ; en Roumanie (0,03-1,23%) (Al *et al.*, 2009) ; en Égypte et Yémen (1,07 - 2,33%) (El Sohaimy *et al.*, 2015) et au Portugal (0,03-0,47%) (Estevinho *et al.*, 2012). D'autres parts, ces résultats étaient comparables à ceux trouvés dans l'ouest de l'Algérie (0,137 - 0,564%) (Mouhoubi-Tafinine *et al.*, 2018), la région centrale de l'Algérie (0,23-0,49%) (Habati *et al.*, 2017) et le sud de l'Algérie (0,229% à 0,263) (Mesbahi *et al.*, 2019) ainsi que d'autres auteurs (voir tableau I-13).

Les miels analysés étaient significativement différents en termes de teneur en cendres. Cela est attribué à la différence des emplacements géographiques des régions étudiées en termes de sols qui ont des quantités de sels minéraux différentes et qui influencent sur les teneurs en minéraux des plantes nectarifères butinés (Anklam, 1998). les miels de nectar et miels mixtes montrent habituellement des valeurs plus élevées de la teneur en cendres (Ouchemoukh *et al.*, 2007). En effet, les valeurs de cendres des échantillons de miels

obtenus dans cette étude étaient dans tous les cas inférieurs à 0,6% sauf pour sept échantillons : E8, E11, E14, E41, E55, E61 et E63. Cela indiquerait que tous les miels étudiés étaient d'origine florale, à l'exception de ces échantillons qu'on soupçonne être des miels de miellat ou mélange de miel de fleur et miellat, car leurs valeurs sont supérieures à celle requise par le Codex Alimentarius, qui fixe un maximum de 0,6% pour le miel de fleurs et 1% pour celui de miellat (Codex Alimentarius, 2001). Les régions de Sidi-Bel-Abbès et Tlemcen ont un patrimoine forestier constitué par une variété d'essences appartenant à la flore méditerranéenne, leur développement est lié essentiellement au climat. Dans cette région, principalement dans la forêt de Hafir (Aïn Ghoraba), les essences dominantes pour la production du miellat sont l'épinette de pin (*Pinus pinea*), le cèdre (*Cedrus atlantica*) et le chêne zeen (*Quercus faginea subsp. Tlemcenensis*) qui détient un endroit particulier et peut expliquer la valeur élevée des cendres (Bouazza, 2017). Cette partie sera développée dans un autre chapitre.

Tableau I-13: les valeurs des teneuses en cendres dans la littérature.

Références	Provenance	Nbre Echantillons	Cendres
Nos résultats	Algérie (Ouest)	64	0.09 - 0.90
Bouhala <i>et al.</i> (2020)	Algérie (Jijel)	22	0.13 - 0.83
Draiaia <i>et al.</i> (2015)	Algérie (différentes régions)	36	0.006 - 0.371
Mesbahi <i>et al.</i> (2019)	Algérie (El-oued)	5	0.229 - 0.263
Mouhoubi-Tafinine <i>et al.</i> (2018)	Algérie (Bejaia)	6	0.137- 0.564
Doukani <i>et al.</i> (2014)	Algérie		0.09 - 0.45
Amri (2016)	Algérie (11 wilaya)	72	0.023 - 0.806
Belhaj <i>et al.</i> (2015)	Maroc	5	0.13 – 0.3
Saeed & Jayashankar (2020)	Inde et Yémen	4	0.05 - 0.68
Taha <i>et al.</i> (2020)	Afrique	22	0.73 - 1.21

Piazza *et al.*(1991) ont indiqué qu'il existait une corrélation entre le contenu de substances minérales et la couleur, étant les miels plus foncées celles qui présentent un contenu de cendres plus important.

Actuellement, au lieu de déterminer la teneur en matière minérale (cendre), on se réfère à la conductivité électrique du miel. Elle est plus facilement mesurable et utilisée principalement pour la caractérisation des miels monofloraux (Nanda *et al.* 2003). La conductivité électrique et la teneur en matière minérale différent, selon l'origine géographique et botanique des miels (Nair, 2006).

I.8.6 Conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique est un paramètre qui montre une grande variabilité liée à l'origine florale, il est considéré comme l'un des meilleurs paramétrés pour la différenciation entre les miels de différents origines florales (Terrab *et al.* 2004). La conductivité électrique permet de distinguer aisément les miels de miellat, des miels de fleurs. D'après Downey *et al.* (2005) ; les miels de miellat, possèdent une conductibilité électrique beaucoup plus élevée que les miels de fleurs. D'autre part la conductibilité électrique d'un miel est en rapport avec sa couleur, selon Gonnet (1982) ; Kašonienė *et al.* (2010) ; Louveaux (1980), les miels foncés conduisent mieux le courant électrique que les miels clairs. Alqarni *et al.* (2012) ; Piazza *et al.* (1991) ont indiqué qu'il existait une corrélation entre le contenu de substances minérales et la couleur, étant les miels plus foncés celles qui présentent un contenu de cendres plus important.

Malika *et al.* (2005) ont montré que la conductivité électrique est une bonne mesure associée à l'origine botanique du miel et est donc très souvent utilisée dans le contrôle de routine du miel. Selon Bogdanov & Martin (2002), le miel de nectar, les mélanges de miel de nectar et de miel de miellat ont une conductivité inférieure à 0,8 mS/cm et le miel de miellat et le miel de châtaignier sont supérieurs à 0,8 mS/cm.

La conductivité électrique moyenne des miels analysés est de $0,40 \pm 0,22$ mS/cm avec des extrêmes de 0,11 et 1,20 mS/cm. Il est à noter que tous les échantillons sont inférieurs à 0,8 mS/cm, la limite maximale recommandée par le Codex Alimentarius pour les miels de nectar, ce qui suggère l'origine florale de ces échantillons. Cependant, les échantillons E11, E55, E61 et E63 ayant 1,05 ; 1,20 ; 1,02 et 0,878 mS / cm respectivement, dépassent 0,8 mS/cm qui sont donc soit des miels de châtaignier soit des miels de miellat (Codex Alimentarius, 2001).

En comparant les résultats que nous avons obtenus avec ceux précédemment publiés par d'autres auteurs, on remarque que la conductivité électrique de nos miels est similaire à celle obtenue par d'autres auteurs dont ceux étudiés par Bendeddouche et Dahmani, en 2011 sur 50 miels algériens (0,10 à 1,61 mS/cm), Mouhoubi-tafinine *et al.* (2018) pour les miels produits dans différentes régions de Bejaia (0,417 à 1,412 mS/cm). D'autres études effectuées par Achour *et al.* (2014) et Doukani *et al.* (2014), la conductivité électrique des miels algériens répond aussi aux normes : 0,24 à 0,56 mS/cm pour le premier et 0,267 et 0,729 mS/cm pour le second.

Nos résultats étaient également assez similaires à ceux de certains miels de Bangladesh (0,632 - 0,805 mS / cm) (Kamal *et al.*, 2019) et de miels marocains (0,108 - 0,669 mS / cm) (Abselami *et al.*, 2018). Dans ce cadre, Gonnet (1986), assure que la conductibilité électrique du miel donne une indication importante sur la définition d'une appellation. Ainsi, les miels issus de nectar auront une valeur de

conductivité électrique allant de 0,1 à 0,5 ms/cm, et ceux issus de miellats de 1 à 1,5 ms/cm, par contre, les valeurs médianes correspondraient aux mélanges naturels de ces deux origines.

Dans notre cas 48 des 64 des échantillons soit 75% sont entre 1 à 5×10^{-4} S / cm, 3 échantillons sont entre 10 à 15×10^{-4} S / cm, alors que 13 des 64 soit 20% des échantillons ont des valeurs médianes correspondent au mélange de deux sources (Figure I-6).

D'autre part, Flores *et al.* (2015) ont constaté que la CE des miels de miellat était supérieure à 0,8 mS / cm. En effet, les niveaux de sel minéral, d'acide organique et de protéines ainsi que leur variabilités sont les facteurs les plus importants qui influencent sur les valeurs et la variation des résultats de la CE du miel (Bouhala *et al.* 2020 ; Terrab *et al.*, 2004).

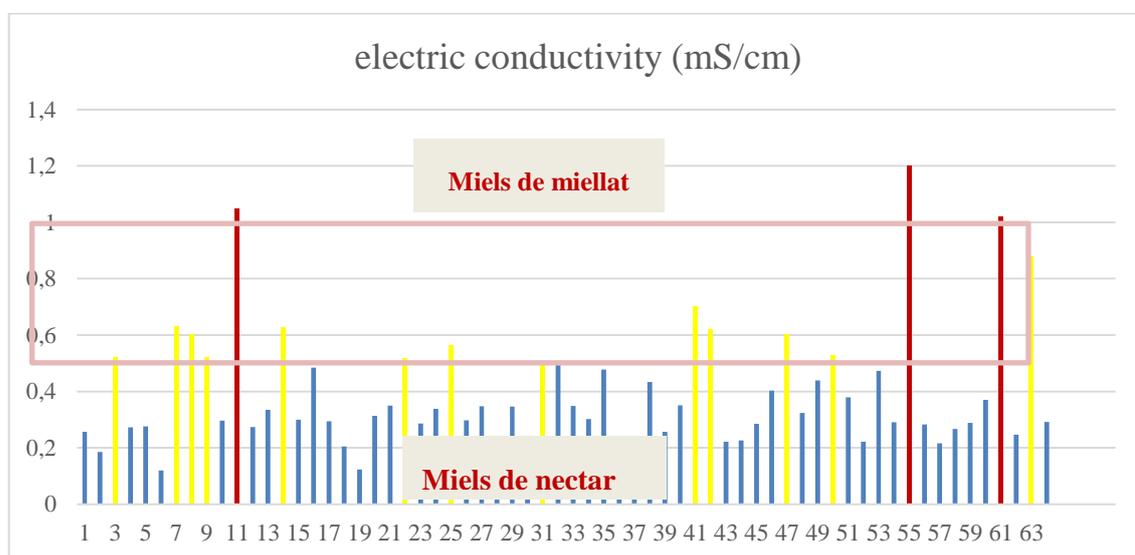


Figure I-6: Variation de l'activité de la conductivité électrique des miels analysés

Relation entre la conductivité électrique et les cendres :

La conductivité électrique et la teneur en matières minérales varient selon l'origine géographique et botanique des miels. En effet, Il existe un rapport linéaire entre la conductivité électrique et la teneur en matières minérales d'un miel. Accorti *et al.* (1987) expliquent qu'il est possible de calculer la teneur en matières minérales à partir des mesures de la conductivité électrique (in Bogdanov, 1999).

Puisque les teneurs en matières minérales et la conductibilité électrique évoluent dans le même sens, il est possible qu'il existe une relation entre les deux variables. On démontrera par la suite (voir chapitre III) la corrélation positive trouvée entre la teneur en minéraux et le taux de la conductivité électrique ; la tendance est linéaire, le coefficient de corrélation $R^2=0,95$, ce qui indique que cette corrélation est élevée. La teneur en sels solubles de ces derniers dans les solutions diluées est proportionnelle à la conductivité

(Amellal, 2008). Acquarone *et al.* (2007) ont rapporté des résultats similaires et ont suggéré que la relation était due à la concentration totale d'ions dans le miel.

Ce résultat est comparable à ceux trouvés dans la littérature. Draiaia (2016) a trouvé $r = 0,7593$; alors que, Ouchemoukh *et al.* (2007) et Saxena *et al.* (2010a) ont obtenu une corrélation plus élevée pour certains miels algériens et indiens (0,92 et 0,98), respectivement. D'autre part Mouhoubi-Tafinine *et al.* 2018 confirme l'existence de la même corrélation linéaire ($r = 0,93$, $P < 0,01$).

Par ailleurs, en 1964, Vorworhl avait expliqué que la teneur des substances minérales dépend des éléments chimiques (Na, Fe, Cl, S...etc.) du terrain dans lequel poussent les plantes où les abeilles cueillent leur nectar ou leur miellé. Alors que Bogdanov (2004) montrait une relation étroite entre la teneur en cendres et l'origine botanique du miel. Le taux de cendre est présent en pourcentage majeur dans les miels sombres et c'est le cas du miel châtaigne, qui normalement dépasse la limite, et de miellé. Actuellement, la détermination de la teneur en cendres est en voie d'être remplacée par la mesure de la conductivité électrique (Sancho *et al.*, 1991 ; Bogdanov, 2004).

D'autres parts, la conductivité électrique est aussi influencée par le pH de la solution, la valence des ions et le degré d'ionisation (Rodier, 1997). Ceci peut être un facteur lié à l'origine botanique du miel. Actuellement, ce critère est utilisé dans les routines de contrôle du miel au lieu de la teneur en cendres (Terrab *et al.*, 2003 in Bakchiche *et al.*, 2018 ; Belhaj *et al.*, 2015).

I.8.7 Les sucres reducteurs et saccharose

Le miel est une solution extrêmement concentrée de sucres produits dans la nature par les abeilles. Le fructose et le glucose sont les principaux composants, qui représentent 85 à 95% des sucres totaux (Aggrawal & Rohrer, 2017). Leur composition dépend fortement de nombreux facteurs tels que la nature des fleurs utilisées par les abeilles, le climat, l'origine géographique et les conditions de transformation et de stockage (Da Silva *et al.*, 2016). Chaque miel peut contenir des mono, di, tri ou polysaccharides représentant au total plus de 80% du poids total du miel. Deux d'entre eux, le glucose et le fructose, dominant clairement et représentent près de 70%. D'autres sucres peuvent se trouver à l'état de traces avec des proportions ne dépassant pas au total quelques pour cent (Molan, 1996).

A. Les Sucres Reducteurs (GLU-FRU)

Le miel est une solution extrêmement concentrée de sucres simples, parmi ces sucres, figurent le fructose et le glucose, que l'on trouve en quantité voisine dans les miels (Tosun, 2013).

Crane (2003) a montré que, la composition du miel en sucres varie aussi en fonction de nombreux facteurs : botanique, nature de la fleur et facteur météorologiques.

L'analyse quantitative des sucres montre que la teneur en sucre réducteur du miel analysé varie entre 55,55 et 83,33% avec une moyenne de $69,13\% \pm 5,72$. Tous les échantillons sont conformes aux normes fixées par le Codex Alimentarius (2001), qui est de 60% comme limite minimale sauf pour deux : E25 avec 55,55% et E39 avec 57,14%.

Cependant cette limite n'en dit pas long sur la qualité du miel. Ce sont, les sucres spécifiques du miel que font obtenir des renseignements concernant différents aspects de la qualité du miel, de l'authenticité et de la falsification (Bogdanov, 1999).

Ces valeurs sont similaires à celles rapportées par divers auteurs cités dans le Tableau I-14. On remarque aussi une faible teneur en sucres réducteurs pour les miels de miellat. Cette remarque a été déjà constatée par Oddo *et al.* (1995)

Tableau I-14: la teneur en sucres réducteurs et saccharose dans la littérature

Références	Provenance [Nbre d'échantillons]	Suc. Red (%)	Suc N.Red (%)
Nos résultats	Algérie (Ouest) [64]	55.55 - 83.33	0.67 – 8.97
Makhloufi <i>et al.</i> (2010)	Algérie	55.20 - 79.80	0 – 4.31
Mouhoubi-Tafinine <i>et al.</i> (2018)	Algérie (Bejaia) [6]	62.75 - 76	0.95 - 13.64
Khalil <i>et al.</i> (2012)	Algérie [4]	62.80 - 70.00	1.80 - 2.54
Ouchmoukh <i>et al.</i> (2010)	Algérie [50]	67.35 - 73.43	0.81 - 5.26
Haouam <i>et al.</i> (2016)	Algérie (semi arides) [20]	49.82 - 77.14	0.00-4.36
Taha <i>et al.</i> (2020)	Afrique [22]	67.04 - 69.85	0
Mesele <i>et al.</i> (2020)	Afrique	63 - 68.5	3 - 5.3
Kamboj <i>et al.</i> (2020)	Inde [67]	70.26 - 75.21	2.70 - 8.57
Julika <i>et al.</i> (2020)	Malaisie [17]	27.2- 85.25	0.00 - 7.29

B. La teneur en sucres non réducteurs (SUC)

Les proportions de sucres non réducteurs varient de 0,67 à 8,97% avec une moyenne de $2,80 \pm 1,82\%$ pour tous les échantillons. La teneur en saccharose dans 91% de nos échantillons est conforme aux limites établies par les normes européennes du miel Codex (2001), qui ne dépassent pas 5 g / 100 g. Six échantillons montrent des valeurs comprises entre 5 et 10g / 100 g. La raison des niveaux plus élevés de saccharose sont nombreuses. La première est que ces régions où se trouvent les ruches sont riches en faux acacia (*Robinia pseudoacacia*), luzerne (*Medicago sativa*) et gomme rouge (*Eucalyptus camadulensis*) (belhadi et benabdelli, 2010). Selon Bogdanov et Martin (2002), le miel composé principalement de ces

espèces a une teneur en saccharose comprise entre 5 et 10%. D'autres résultats confirment nos valeurs (Lichtenberg-Kraag, 2012 ; Achour et Khali, 2014)

Les teneurs élevées en saccharose observée dans les autres échantillons du miel pourraient être attribuée aussi à la suralimentation des abeilles avec du sirop de saccharose ou la récolte précoce de responsable de la non-transformation complète du saccharose en glucose et fructose (Anklam, 1998).

Cependant, d'après Bocquet (1993) et Azeredo *et al.* (2003), la limite maximale est de 15% pour laquelle tous nos échantillons sont conformes.

I.8.8 Pouvoir rotatoire spécifique (PR)

La rotation spécifique est un paramètre important dans la différenciation entre miel de miellat et de miel floral. Le miel de miellat a des valeurs de rotation spécifique positive tandis que le miel floral a des valeurs négatives. Miels ayant une teneur en fructose supérieure au glucose et d'autres sucres sont lévogyres, donnant ainsi des rotations spécifiques négatives. Ceux à haute teneur en glucose sont dextrogyres, donnant des valeurs de rotation spécifique positives (Machado De-Melo *et al.*, 2018).

L'analyse de rotation spécifique montre clairement son utilité dans la différenciation entre miel de miellat, miel de fleurs et de miel mixte ou composé (Oddo et Piro, 2004a ; Piazza *et al.*, 1991). Outre l'identification de rotation spécifique, miels de miellat peuvent également être identifiés de leur couleur très foncée, et la saveur forte (Crane, 1979).

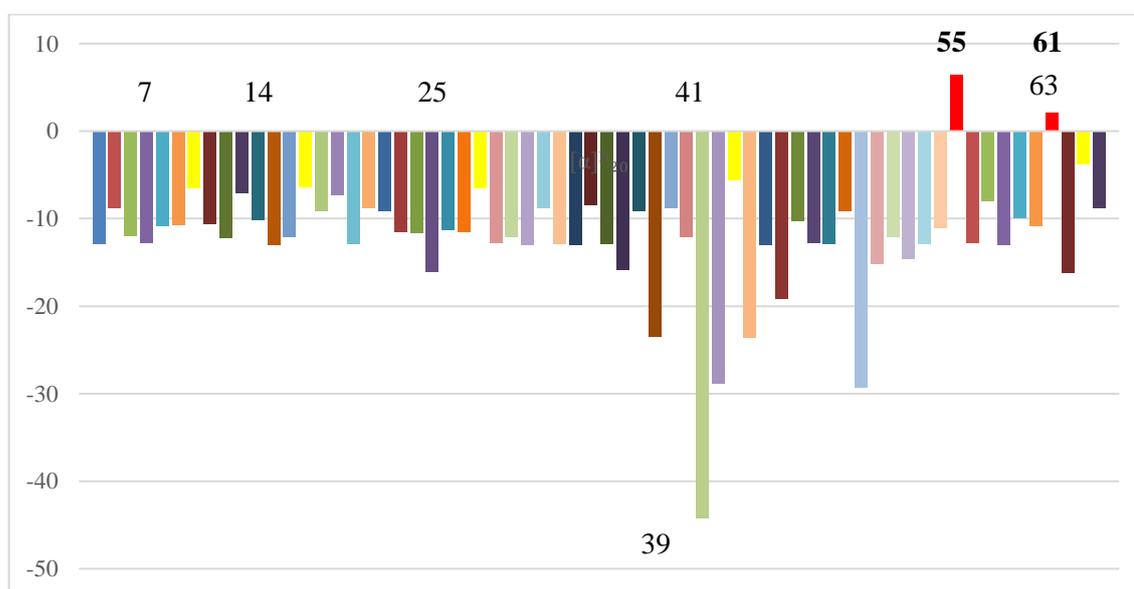


Figure I-7: variation de rotation angulaire spécifique dans les échantillons de miel analysés

La figure I-7 montre que soixante-deux (62) échantillons de miel analysés avaient des valeurs négatives de rotation spécifique. La valeur négative la plus élevée a été révélée par l'échantillon E63, avec une valeur moyenne (-3,80). Les résultats négatifs les plus faibles ont été obtenus dans l'échantillon E39,

avec une valeur moyenne (-44,28). Les cinq échantillons suivants : E7, E14, E25, E41 et E63 : ont montré des valeurs allant de (-1) à (-7) (voir tableau I-15). Ces échantillons étaient en fait un mélange de miels de fleurs (florales) et de miellat, dans lesquels la concentration en fructose est légèrement supérieure à celle du glucose et d'autres sucres. Cette constatation est confirmée par les valeurs de la conductivité électrique de ces échantillons qui varie entre 0.5 et 1 mS/cm.

Tableau I-15: caractéristiques des 5 échantillons

Echantillon	Pouvoir Rotatoire	Conductivité Electrique
E7	-6.5	0.633
E14	-6.4	0.627
E25	-6.54	0.565
E41	-5.6	0.701
E63	-3 .8	0.878

Cependant, les autres échantillons ont des rotations angulaires spécifiques inférieures à la valeur -7 ; ces échantillons sont donc d'origine florale dont la concentration en fructose est beaucoup plus élevée que le glucose (Piro *et al.*, 2002). En comparant nos résultats avec ceux précédemment publiés par d'autres auteurs, nous notons qu'ils sont similaires (voir tableau I-16).

Tableau I-16: Teneur en pouvoir rotatoire dans les miels publiés dans la littérature

Références	Provenance	Nbre Echantillons	Rotation Spécifique
Nos résultats	Algérie (Ouest)	64	(-44.28) – (+6.39)
Haderbache <i>et al.</i> (2013)	Algérie (Laghouat, Djelfa, Médéa, El Bayadh)	27	(-27.01) – (+19)
Ouchemoukh, <i>et al.</i> . (2007).	Algérie (Bejaia)	11	(-7.29) – (+2.83)
Mesbahi <i>et al.</i> (2019)	Algérie (El-oued)	5	(-8.65) – (-7.95)
Primorac <i>et al.</i> (2011)	Croatie	75	(-25) – (-9)
Dinkov <i>et al.</i> (2003)	Bulgarie	29	(-17) – (+4.2)
Serrano <i>et al.</i> (2019)	Espagne	38	(- 20.63) – (-0.25)
Oddo <i>et al.</i> (1995)	Italie	12	(-24.9) – (+30)
Tekleweyni (2018)	Ethiopie	7	(-16) – (-10.25)
Fredijs <i>et al.</i> (2008)	Lituanie	/	(-16) – (-8)
Belay <i>et al.</i> (2013)	Croatie	75	(-160) – (-120)

Seuls deux échantillons de miel (E61 et E55) sont dextrogyres. La rotation spécifique de ces deux échantillons ainsi que la teneur en cendres, le pH et la conductivité électrique confirment que ces miels sont des miels de miellat (Serrano *et al.*, 2019).

Ces résultats sont similaires que ceux trouvés par Haderbache *et al.* (2013) et Ouchemoukh *et al.* (2007) pour d'autres miels algériens ainsi que Dinkov (2003) pour des échantillons bulgares.

I.8.9 La couleur

La couleur est considérée comme un paramètre de la qualité du miel et une propriété physique importante pour la classification des miels monofloraux pour les activités commerciales, et est immédiatement perçue par les consommateurs.

La principale caractéristique de la classification du miel est la couleur. Elle constitue un critère de classification notamment d'un point de vue commercial. Les miels sont divisés en sept catégories de couleurs (Alvarez-Suarez *et al.*, 2010). Elle peut aller du blanc au noir. Le miel varie naturellement dans une large gamme de tons, allant du blanc, jaune clair à l'ambre, l'ambre foncé et le noir, dans les cas extrêmes, parfois avec des réflexes verts ou rougeâtres (Accorti *et al.*, 1986; Bogdanov, 2011; Eteraf-Oskouei & Najafi, 2013; White, 1975 ; Machado De-Melo *et al.* ; 2018). Il existe des miels sans couleur ; transparents (miel de *Robinia pseudoacacia*), d'autres sont blancs (miels de *Rosmarinus officinalis*, *Citrus sp*), mais la plupart des miels multifloraux sont ambrés, et certains sont très foncés, presque noirs (miel de *Quercus sp*) (Nair .2014). Cela dépend de l'origine florale et de la teneur en minéraux (Salvador *et al.*, 2019).

Certains auteurs ont signalé que le pollen, les produits apparentés aux sucres, les acides aminés et les composés phénoliques, principalement les flavonoïdes et les minéraux, influent sur la couleur du miel (Almeida-Muradian *et al.*, 2014 ; Ortiz *et al.*, 1996 ; Escuredo *et al.*, 2011 et Machado De-Melo *et al.*, 2018).

Le miel s'assombrit avec l'âge et d'autres changements de couleur peuvent résulter des interventions de l'apiculteur et de différents modes de conservation, tels que l'utilisation de vieux nids d'abeilles, le contact avec des métaux et l'exposition à des températures élevées ou à la lumière.

Les normes internationales établissent des échelles de couleur des miels avec des standards (par exemple Pfund et Lovibond), qui déterminent de manière subjective principalement l'attribut luminosité toutefois, il est important d'évaluer la chromaticité au moyen d'un spectrocolorimétrie (Schweitzer, 2001 ; Nair, 2014).

Tableau I-17: intensités des couleurs de miels selon les méthodes de référence dans la littérature

Références	Provenance	Nbre d'échantillons	ABS ₄₅₀ (mAU)	Pfund
Nos résultats	Algérie (Ouest)	64	163 - 1182	0.29 - 231.67
Khalil <i>et al.</i> (2012)	Algérie	4	724.00 - 1188.00	107 - 150
Rebiai et Lanez (2014)	Algérie	05	/	88 -287
Moniruzzaman <i>et al.</i> (2013a)	Malaisie	10	327.67 - 875.67	82.33 -150
Mesbahi <i>et al.</i> (2019)	Algérie	05	/	42.85- 47.36
Zerrouk <i>et al.</i> (2011)	Algérie	16	/	4.1 – 9.2
Beretta <i>et al.</i> (2005).	Burkina fasso	14	25 - 3413	/
El-Haskoury <i>et al.</i> (2018)	Maroc	08	/	47.71 - 305.82
Rodríguez-Flores <i>et al.</i> (2019)	Espagne	40	/	120–133
Karabagias <i>et al.</i> (2020)	Turquie et Grèce	10/5	101 - 1594	87- 296
Bertoncelj <i>et al.</i> (2007)	Slovénie	07	44-613	/
Selvaraju <i>et al.</i> (2019)	Malaisie	04	512-1141	/
Perna <i>et al.</i> (2013)	Italie	90	310 - 1260	/
Sahin et Erim (2011)	Turquie	10	/	0.39-2.98
Al-farsi <i>et al.</i> (2018a)	Oman	26	/	129.8-336.2
Almeida-Muradian <i>et al.</i> (2014)	Brésil	09	/	21-150

A. Échelles de Pfund (Pfund₇₀₀)

Les valeurs obtenues pour la couleur selon l'Indice de PFUND se situent entre $0,29 \pm 0,08$ et $231,67 \pm 4,3$ mm, ce qui signifie que nos échantillons sont de couleur variée.

La couleur de nos miels analysés est confirmée par les normes de Codex Alimentarius (2001) qui indique que les miels clairs ont des valeurs des couleurs entre 0 et 85 mm et les miels foncés supérieur 114 mm. Le miel qui provient de la région de Elfhou (Tlemcen) (E61) a eu l'intensité de couleur la plus élevée (231,67 mm) par rapport aux autres échantillons du miel, indiquant son potentiel antioxydant élevé. Par contre, le miel issu de la région de Boukhanefis (E37) a enregistré la valeur la plus faible (0,29 mm). Ces valeurs étaient similaires à celles précédemment rapportées pour d'autres échantillons de miel du Maroc

(22,24 - 96,42) (Elamine *et al.*, 2019), d'Argentine (40,67-129,66) (Cabrera *et al.*, 2017) et d'Inde (9-114) (Krishna et Patil, 2019).

Les miels de couleur claire ont généralement une faible teneur en cendres, tandis que ceux de couleur plus foncée ont généralement des teneurs plus élevées (Al *et al.* 2009).

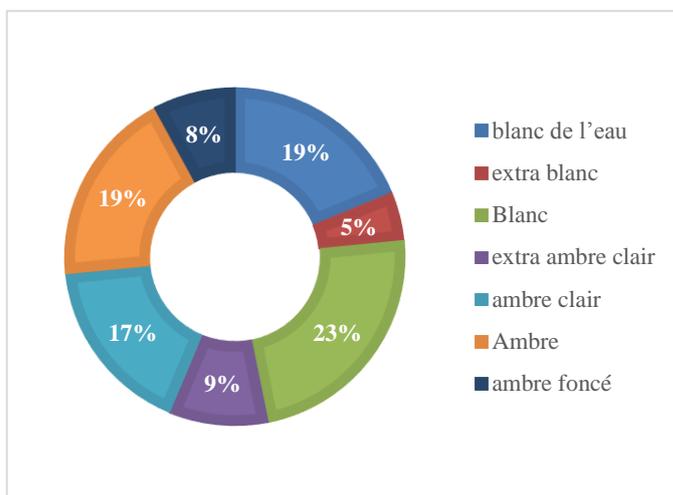


Tableau I-18; distribution des couleurs des miels analysés (N : nombre)

couleur	N	%
blanc de l'eau	11	17
extra blanc	5	8
Blanc	13	20
extra ambre clair	6	9
ambre clair	10	16
Ambre	14	22
ambre foncé	5	8

Figure I-8: distribution des couleurs des miels analysés

Les échantillons analysés (tableau I-18 et figure I-8) couvrent toute l'échelle de Pfund du blanc de l'eau jusqu'à Ambre foncé. Trente-cinq échantillons analysés ont une couleur ambrée.

On constate aussi que les échantillons (voir tableau I-19) qui se caractérisent par leur couleur très claire ont une faible conductivité et des valeurs de cendres basses. Ainsi qu'une faible teneur en diastase. Ces miels ont un état physique liquide, ce qui suggère une composition de sucre particulière, avec une teneur élevée en fructose et faible en glucose.

On constate, cependant, que deux échantillons (E30 et E38) présentent des valeurs anormales, ceci peut être expliqué par le fait que ces échantillons ont subi de la transhumance durant une période de trois mois, ce qui suggère que la différence de ces lieux géographiques a affecté ces deux échantillons.

Concernant les miels de miellats : En Algérie, les miellats dits « traditionnels » sont des miellats de type méditerranéen. Généralement, ils sont produits de mai à juillet et originaires (Behidj, 2011). On distingue aussi un miel de miellat en montagne ou forêt et un miel de nectar en plaines.

Récemment, cet insecte a été signalé en Algérie et plus précisément dans notre région et citée dans une étude réalisée dans la région de Tlemcen par Mohammadi en 2017. L'exploration effectuée dans deux régions de la Wilaya (El Fhoul et Mansourah) a montré la présence de cet insecte dans cette région. Dans les deux régions, des cicadelles ont été détectées sur des arbres fruitiers et qui sont du type : cicadelle verte (*Empoasca vitis*) à El Fhoul, et une cicadelle blanche ou prulineuse (*Metcalfa pruinosa*) à Mansourah. Le taux le plus élevé a été marqué dans la région d'El Fhoul. Durant nos inspections, on a

constaté plusieurs foyers de chenilles sur les arbres dans certains forêts de la région, qui produisent périodiquement des gouttelettes de miellat (excrément liquide des pucerons), riche en sucres et en acides aminés, constituant ainsi une source de nourriture pour de nos abeilles (figure I-9).

Tableau I-19/ caractéristiques des échantillons de couleurs clairs

E	TE %	AL (mEq/Kg)	CE (mS/cm)	pH	Sucrose (%)	Glu-Fru (%)	AD (Shade scale)	Cendre (%)	Pfund (mm)
1	19	25,6	0,257	3,4	2,8	83,33	11,32	0,28	1,41
17	17,8	12	0,294	3,7	1,46	70,92	8,22	0,27	0,495
18	16,8	27	0,205	3,9	2	71,43	8,02	0,192	7,72
30	19	38	0,113	3,8	3,9	68,96	33,4	0,09	4,43
33	17,6	16,4	0,349	3,8	2,5	60,60	9,2	0,273	13,66
36	16,4	19,12	0,132	3,3	8,97	60,60	12,03	0,12	5,18
37	18,2	18,4	0,141	3,57	2,3	64,04	10,25	0,157	0,29
38	18,2	38	0,434	3,2	1,94	60,75	17,03	0,489	5,949
45	17,4	15	0,285	3,3	2,3	68,96	9,32	0,357	14,78
46	18	18,5	0,403	3,5	1,08	67,02	18,14	0,478	1,41



Figure I-9: exemple de chenille processionnaire d'arbre à stade gaulis au forêt de Tanira à Sidi bel-abbés

Tableau I-20: caractéristiques des échantillons de miels de miellat

E	TE %	pH	cendre (%)	CE (mS/cm)	Glu-Fru (%)	Sucrose (%)	$[\alpha]_{20}^D$	Abs 450(mAU)	Pfund (mm)
55	18,6	5,12	0,89	1,2	66,33	2,05	+6.39	1626	228.54
61	15,4	5,78	0,86	1.02	65,68	1,82	+2.1	164	231.67

Or, avec l'apparition de *Metcalfa pruinosa*, insecte signalé en Algérie, la production de miellat présente la particularité de survenir entre juillet et août en basse altitude et dans les zones humides. Elle se distingue très nettement des précédents par une couleur très foncée et une viscosité très marquée.

L'étude physico-chimique de deux échantillons qui présentaient des caractéristiques différentes des autres miels nous a mené à faire l'hypothèse que ces deux échantillons étaient des miels de miellat. Cette hypothèse a été confirmée par une autre étude dans la région de Tlemcen par Mahammadi en 2017. Les échantillons de miellat étudiés proviennent de 2 exploitations de la région de Mansourah et El Fhoul. On trouve dans ces exploitations les oliviers, les organiers, les céréales et le poichiche. L'exploration effectuée dans deux régions de la Wilaya (El Fhoul et Mansourah) a montré la présence de cet insecte dans ces régions (Figure 1-10).



Figure I-10: Infestation d'une cicadelle blanche sur les jeunes pousses d'un rameau
(Photo prise du mémoire de Mahammadi, 2017)

La conductivité électrique permet de distinguer aisément les miels de miellats des miels de fleurs, d'après Downey *et al.* (2005) ; les miels de miellat, possèdent une conductibilité électrique beaucoup plus élevée que les miels de fleurs.

D'autre part la conductibilité électrique d'un miel est en rapport avec sa couleur, selon Gonnet (1982) ; Kaškonienė *et al.* (2010) ; Louveaux (1980), les miels foncés conduisent mieux le courant électrique que les miels clairs. Alqarni *et al.* (2012) et Piazza *et al.* (1991) ont indiqué qu'il existait une corrélation entre le contenu de substances minérales et la couleur, étant les miels plus foncés celles qui présentent un contenu de cendres plus important.

Les résultats trouvés dans notre travail confirment cette hypothèse. Les teneurs en matières minérales et conductibilité électrique évoluent dans le même sens (voir le chapitre III).

Il y a une différence significative ($p < 0,05$) entre la plupart des résultats obtenus. Par conséquent, les échantillons de miels pourraient être d'origine multiple (nectar et miellat). Les miels de miellat sont, en général, beaucoup plus minéralisés que les miels de nectar, donc ont une conductivité plus élevée (Kaškonienė *et al.*, 2010).

B. L'intensité de la couleur ABS_{450}

L'intensité de la couleur ABS_{450} joue également un rôle très important dans la détermination de la capacité antioxydante du miel. De nombreuses études ont confirmé la corrélation entre l'activité antioxydante du

miel et l'intensité de la couleur ABS_{450} : une couleur intense indique une forte activité antioxydante et la présence de pigments tels que les caroténoïdes et les flavonoïdes (Beretta *et al.*, 2005 ; Das *et al.*, 2013 ; Daci-Ajvazi *et al.*, 2017). En effet, Al-Farsi *et al.* (2018a) ont démontré l'existence d'une relation de corrélation positive entre les propriétés antioxydantes des composés phénoliques et flavonoïdes du miel et l'intensité de la couleur.

L'intensité de la couleur des échantillons de miel dans la présente étude se situait entre $163,00 \pm 5,2 - 1626,00 \pm 9,9$ mAU avec une valeur moyenne de $698,52 \pm 353,15$ mAU.

Nos résultats sont comparables aux valeurs ABS_{450} rapportées de certains miels italiens (525–3413 mAU), algériens (724 - 1188 mAU), malaisiens (512-1141 mAU) et iraniens (25 - 3413 mAU) cités respectivement dans (Beretta *et al.*, 2005 ; Khalil *et al.*, 2012 ; Selvaraju *et al.*, 2019 ; Moloudian *et al.*, 2018).

L'échantillon E37 a la valeur la plus basse (163 mUA) par contre l'échantillon E55 a la valeur la plus élevée (1626 mUA). Cette différence de couleur pourrait être due à plusieurs facteurs : la teneur en minéraux, colorants (par ex : caroténoïdes). Elle pourrait donc constituer un indice fiable de la présence de pigments à activité antioxydante (Beretta *et al.*, 2005 ; Antony *et al.*, 2000).

I.9 CONCLUSION

Ce chapitre réalisé au niveau du laboratoire de chimie analytique pharmaceutique du département de pharmacie à la faculté de médecine de l'université de Sidi-Bel-Abbès ainsi que le laboratoire de Synthèse de l'information environnementale, nous a permis d'étudier certains paramètres physico-chimiques de quelques variétés de miel cultivées à l'Ouest Algérien (Sidi-Bel-Abbès et Tlemcen).

Cette étude est élaborée afin de cerner les critères de qualité de 64 échantillons de miels par l'analyse de certains paramètres physicochimiques.

La qualité d'un miel pur est principalement déterminée par son humidité, sa teneur en HMF, son taux d'acidité, sa conductivité électrique, son spectre de sucres et son indice de diastase (Lazarevic *et al.*, 2012).

Cette analyse physico-chimique a apporté des résultats très intéressants et exploitables dans le domaine agro-alimentaire et la santé. Ainsi, nos miels étudiés ont été comparés aux normes internationales.

Les résultats obtenus nous permettent de constater que 87,5% de nos miels s'accordent avec les normes établies par le Codex Alimentarius. Les paramètres étudiés diffèrent d'un miel à un autre et laisse penser que la majorité des échantillons de miels analysés sont d'origines différentes. Toutes fois plusieurs facteurs influencent la qualité du miel : 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. Parmi cela, plusieurs paramètres physico-chimiques peuvent servir à déterminer et reconnaître ces facteurs. Ainsi l'étude effectuée a montré que :

- La détermination de la teneur en eau dans les variétés de miel étudiées nous a permis de connaître les conditions d'extraction et de stockage de miel ainsi que sur la possibilité de fermentation des miels. Les échantillons analysés enregistrent des teneurs relativement faibles en eau, ces miels offrent une très bonne conservation
- La détermination de la conductivité électrique et le calcul du taux des cendres contenu dans les variétés de miel apporte des indications précieuses dans la définition d'une appellation et la connaissance de l'origine de miel. Les résultats obtenus révèlent que les miels étudiés sont variés.
- La mesure du pH et l'acidité sont des mesures qui permettent de déterminer l'origine florale du miel et connaître son type. Les résultats révèlent que les variétés de miel présentent un pH acide. Les valeurs de pH de miel diffèrent selon le type de nectar. Comparativement aux normes préconisées relatives au pH des miels, nous pouvons conclure que 87% des miels analysés sont des miels de nectar, tandis que deux échantillons contiennent une quantité importante de miellat.
- l'hydroxyméthylfurfural (HMF) et l'activité diastasique sont des critères de qualité utilisés pour estimer les détériorations dues au stockage et à la chaleur. Les résultats obtenus de ces deux paramètres montrent que nos miels sont des miels frais. On enregistre aussi que la majorité des miels (87,5%) présentent des taux en HMF très bas et des valeurs d'indice diastasique très élevées.
- Le taux des sucres réducteurs, taux du saccharose et l'angle de polarisation, sont les paramètres qui servent à connaître l'authenticité du miel et la falsification possible des sucres. Alors que, les taux des sucres réducteurs du miel sont analysés pour obtenir des renseignements concernant différents aspects de la qualité du miel.

Alors qu'il est nécessaire à signaler que les miels inconvenablement traités, riches en eau ou en acides subissent en général des transformations plus moins importantes, pouvant dévaloriser ces produits.

- Intensification de la couleur ;
- Disparition des arômes qui sont remplacés par des substances d'odeurs désagréables ;
- Augmentation de la teneur en HMF ;
- Diminution de l'activité diastasique.

Vue la richesse de la biodiversité de Sidi-Bel-Abbès et Tlemcen, la production d'une infinité de types de miels est possible ainsi la recherche sur les miels est à continuer afin de mettre en évidence des miels originaux pour une future application hospitalière.

Chapitre II: Evaluation de l'activité antioxydante des échantillons de miels algériens

II.1 PROPRIETES THERAPEUTIQUES DU MIEL

II.1.1 L'introduction

La prescription de molécules antioxydantes de synthèse est aujourd'hui remise en cause à cause des risques toxicologiques potentiels qu'elles engendrent. Désormais, de nouvelles sources naturelles d'antioxydants sont recherchées.

L'apithérapie est devenue, par conséquent et au fil du temps, une thérapeutique alternative naturelle qui évolue de façon exponentielle en fonction de l'abeille et des plantes qu'elle butine, contrairement à certaines molécules synthétiques telles que les antibiotiques qui font l'objet de phénomènes de résistance observés chez certains germes pathogènes.

Universellement connu pour être le principal produit de la ruche, le miel fascine de plus en plus la médecine moderne : les études et travaux scientifiques prouvent ses propriétés cicatrisantes et antiseptiques puissantes et ceci grâce à ses vertus biologiques (Bansal *et al.*, 2005 ; Liu *et al.*, 2013 ; Kaur *et al.*, 2020 ; Olas, 2020 ; Ramsay *et al.*, 2019 & Meo *et al.*, 2017).

Ces propriétés ont été attribuées à la fois aux enzymes producteurs de peroxyde d'hydrogène, comme le glucose oxydase et la catalase, et aux substances non-péroxydes, comme les composés phénoliques (Bang *et al.*, 2003 ; Proaño *et al.*, 2020 & Aljadi *et al.*, 2020).

Le glucose oxydase est une enzyme qui est sécrétée par les abeilles. Au moment de la récolte du nectar ou du miellat, ainsi que pendant les trophallaxies successives, cette enzyme est associée au mélange sucré qui va se transformer en miel (Hoyet et Laurain-Mattar, 2005). La principale activité antibactérienne du miel est liée à la production enzymatique de peroxyde d'hydrogène.

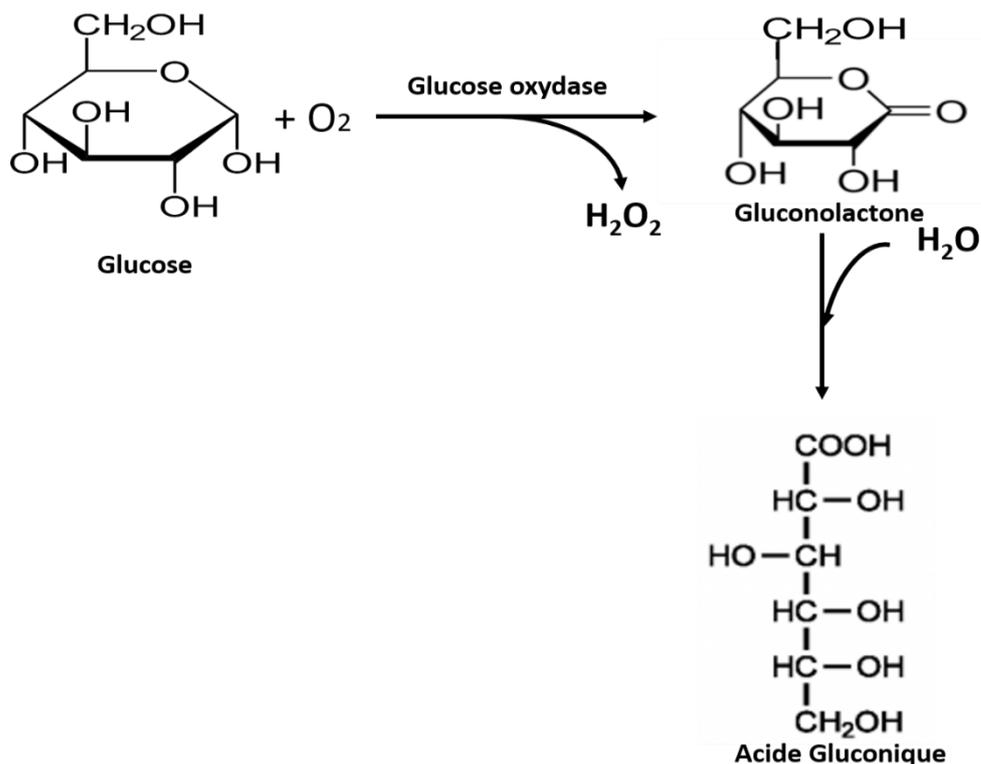
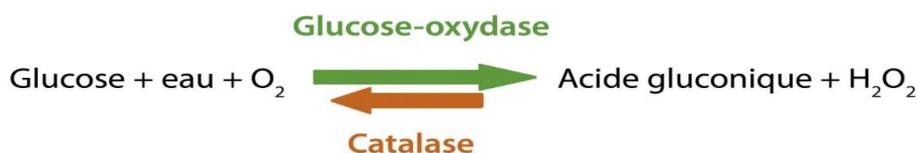


Figure II-1: Schéma réactionnel de l'enzyme au contact avec le glucose

La catalase, qui représente l'antagoniste de la glucose-oxydase, réduit l'eau oxygénée tout en permettant une activité peroxyde suffisante. Elle est active qu'avec des hauts niveaux de peroxyde d'hydrogène, la destruction de l'activité antibactérienne du miel demande des concentrations en catalase exceptionnellement élevées. La dilution du miel dans les tissus produit une activité antiseptique distribuée lentement et de façon prolongée ayant une action antibactérienne et n'altérant pas les tissus (Assie & Descottes, 2004 ; Booth, 2004 ; Couquet *et al.*, 2013).



En effet, le miel est un mélange complexe de diverses molécules antioxydantes tel que les polyphénols, les flavonoïdes, les oxydases du glucose, les catalases, l'acide ascorbique, les caroténoïdes, les acides organiques, les produits de la réaction de Maillard, les acides aminés et les protéines (Cushine et Lamb, 2005 ; Turkmen *et al.*, 2006 ; Beretta *et al.*, 2005 ; Bagheri *et al.*, 2020). La hauteur de ce nombre impressionnant de molécule lui confère une capacité antioxydante énorme.

Dans cette optique, nous nous intéresserons dans cette partie à la détermination de la teneur en antioxydants et l'évaluation de leurs activités antioxydantes de quelques échantillons du miel des régions de Sidi-Bel-Abbès et

Temcen qui recèlent comme toute l'Algérie d'une biodiversité de première importance puisque 40,5 % de la flore algérienne est rare à très rare (Haderbache, 2019).

Cependant les données concernant l'efficacité de l'apithérapie reposeraient sur des preuves descriptives et il semble qu'il y ait peu d'études scientifiques ou incomplètes sur ce sujet.

II.1.2 Le miel et la sante

Durant l'année 2020, la population mondiale c'est trouvé confronté à la troisième épidémie d'un coronavirus hautement pathogène infectant l'homme, le SRAS-CoV-2 que l'OMS lui a donné le nom de COVID-19, devenant ainsi une urgence de grande préoccupation internationale (Van Der Werf & Peltékian, 2020).

Actuellement, l'apithérapie s'affirme comme une technique efficace pour limiter l'apparition de certaines maladies et faciliter le traitement de certaines pathologies dans le cadre de la médecine prédictive personnalisée et se présente alors comme une source prometteuse d'agents pharmacologiques et neutraceutiques pour le traitement et / ou la prophylaxie du COVID-19. Dans ce contexte, le miel a déjà montré une activité antivirale puissante contre les agents pathogènes qui causent des syndromes respiratoires graves, y compris ceux causés par les coronavirus humains (Lima *et al.*, 2020 ; Enani, 2020 ; Al-Hatamleh, *et al.*, 2020).

Les biens faits du miel sur notre corps, ne date pas d'hier. Il a déjà été utilisé pour ses qualités médicinales importantes dans la médecine traditionnelle dans de nombreuses cultures pour ces utilisations thérapeutiques, ces propriétés antimicrobiennes et anti-inflammatoires, depuis les anciens temps (Jull *et al.*, 2008 ; Eteraf-Oskouei & Najafi, 2013).

C'est un aliment imputrescible, ce qui détermine en grande partie son statut mythique d'aliment remède (Tétart, 2005 ; Dextreit, 1982). Hippocrate, le père de la médecine, a dit que l'usage du miel conduisait à la plus extrême vieillesse, et il prescrivait le miel pour combattre la fièvre, les blessures, les ulcères et les plaies purulentes (Scheau et Fuiorea, 1981). Par ailleurs, Henri Joyeux dans son ouvrage « Les abeilles et le chirurgien », paru en 2014, parle de l'art de soigner par les produits de la ruche. Actuellement, plusieurs travaux médicaux dévoilent non seulement que le miel est un produit actif et avéré pour soigner les plaies, mais aussi une solution intéressante et bon marché pour lutter contre les germes devenus résistants aux antibiotiques, un problème majeur de santé public dans les pays à haut niveau sanitaire (Delaby ,2012 ; Nair *et al.*,2020).

Le miel est donc une substance naturelle exceptionnellement complexe, riche de près de 200 matières participant à l'équilibre de notre organisme (White, 1979 ; Achour et Khali, 2014).

Impossible à rivaliser artificiellement, il a donc une place non négligeable dans notre alimentation mais aussi dans la médecine comme le laisse supposer sa faculté à empêcher la prolifération des bactéries qu'il peut contenir.

Certains de ces effets thérapeutiques ont depuis, été confirmés, la plupart étant liés à sa forte teneur en sucres qu'il contient (Al-Mamary *et al.*, 2002 ; Cooper, 1999 ; Chan, 2013). Il peut être antiseptique, diurétique, antianémique, apéritif, digestif, émollient, fébrifuge, laxatif, sédatif, etc.... D'autre part, ses propriétés nutritionnelles le rendent bénéfique pour toutes personnes qu'elles soient en bonne santé ou malades (Zafar *et al.*, 2020).

Riche en éléments biologiques, le miel augmente les aptitudes du système de défense immunitaire, consolidant ainsi la résistance de notre corps dans sa lutte contre toutes agressions : ses propriétés antibiotiques et antiseptiques sont unanimement reconnues.

Il participe aussi comme complément alimentaire remédiant ainsi à de nombreuses petites carences qui sont sources de troubles malades plus ou moins importants à long terme (Jankar *et al.*, 2020 ; Hossain *et al.*, 2020) ainsi que dans la croissance, grâce à ses sels minéraux, puisqu'il favorise la rétention des deux éléments Calcium et Magnésium et aide à lutter contre l'anémie en aidant à la production de globules rouges (Abdullah *et al.*, 2020)

Le miel est aussi un aliment inaltérable doté de propriétés antioxydantes et antimicrobiennes (Martos *et al.*, 2000 ; Doukani *et al.*, 2014 ; Al-Mamary *et al.*, 2002), utilisé dans la cicatrisation des plaies (Ndayisaba *et al.*, 1992 ; Attipou *et al.*, 1998) ainsi que dans le traitement des maladies cardiovasculaires, le cancer, la cataracte, et plusieurs maladies inflammatoires (Swellam *et al.*, 2003 ; Hamzaoglu *et al.*, 2000 ; Fukuda *et al.*, 2009). Ces antioxydants sont des substances exogènes ou endogènes qui peuvent neutraliser ou diminuer les dégâts causés par les radicaux libres dans l'organisme (Hadbaoui, 2007 ; Doukani, 2014 & Werner *et al.*, 2011).

En plus de ses propriétés thérapeutiques intrinsèques, les miels peuvent jouer aussi le rôle de vecteur d'autres agents thérapeutiques. Ils forment de bons véhicules permettant d'améliorer le degré d'assimilation par l'organisme d'autres produits à action thérapeutique et cela grâce à leur pression osmotique favorable (Bessas *et al.*, 2008). Récemment, plusieurs laboratoires de recherches tentent d'établir une relation du virus avec le miel pour le traitement du COVID-19 (Hossain *et al.*, 2020). Les bienfaits du miel pour le système immunitaire sont remarquables, et est impliqués dans l'induction de la production d'anticorps, la maturation des cellules immunitaires et la stimulation des réponses immunitaires innées et adaptatives. Ainsi, en l'absence d'antiviraux spécifiques contre le SRAS-CoV-2, l'apithérapie pourrait offrir un espoir d'atténuer certains des risques associés au COVID-19 (Lima *et al.*, 2020 ; Enani, 2020 & Al-Hatamleh *et al.*, 2020).

Alors que tous les miels ont des propriétés communes, chaque miel se caractérise par ces propres propriétés thérapeutiques (Huchet *et al.*, 1996 ; Clement, 2003 ; Gout, 1989)

Le tableau II-1 montre quelques propriétés de miels spécifiques recommandés dans certaines pathologies.

Tableau II-1: Variétés de miels Algériens et leurs propriétés spécifiques (Oudjet, 2010)

Type de Miel	Couleur	Consistance	Effets thérapeutiques
Lavande	Ambré	Liquide à crémeux	Antiseptique respiratoire, calmant nerveux, rhumatisme (Boone <i>et al.</i> , 2020).
Oranger	Clair à brun clair	Crémeux	Calmant nerveux, favorise le sommeil, contre les troubles digestifs (Hoseinpourfard <i>et al.</i> , 2016).
Romarin	Foncé	Se durcit avec le temps.	Troubles hépatiques et digestifs (Ulbricht <i>et al.</i> , 2010).
Eucalyptus	Ambré	Tendance à se cristalliser	Antiseptique respiratoire (Ghnaya <i>et al.</i> , 2015).
Bruyère	Jaune orangé	Crémeux comme de la gelée, se durcit avec le temps.	Diurétique, anti-anémies, affections des voies urinaires (Moise <i>et al.</i> , 2013).
Jujubier	Jaune brun (caramel)	Epais	Troubles hépatiques, respiratoires énergiques, stimule l'immunité (Ansari <i>et al.</i> , 2013)
Toutes fleurs	Brun clair	Crémeux	Troubles nerveux, respiratoires et affections cutanée (Kostić, <i>et al.</i> , 2020).
Sapin	Brun foncé à noir verdâtre	Liquide à crémeux	Antiseptique général, anti-inflammatoire des voies respiratoires, diurétique, anti-anémie (Majtan <i>et al.</i> , 2013).
Tournesol	Jaune or	Se cristallise rapidement en formant de gros grain	Trouble cardiaque (Wildermut <i>et al.</i> , 2016).
Thym	Brun à Brun clair	Crémeux	Antiseptique (Charalambous <i>et al.</i> , 2018).
Acacia	Très clair.	Reste des années liquide.	Laxatif, Anti-inflammatoires respiratoires (Mohd <i>et al.</i> , 2020)
Châtaignier	Brun foncé	Durcit très vite.	Circulation sanguine (Luka, 2020)
Montagne	Foncé, presque noir.	Crémeux	Troubles hépatiques, anémie (Channa <i>et al.</i> , 2018).
Tilleul	Jaune orangé	Durcit après quelques mois d'extraction.	Calmant nerveux, favorise le sommeil (Stapleton, 1995).
Arbousier	Vert pâle.	Cristallise rapidement	Diurétique et antiasthmatique (Rosa <i>et al.</i> , 2011).

Le miel a été donc largement étudié par la communauté scientifique. Il renferme plusieurs caractéristiques, notamment bactéricide, virucide ainsi qu'antiparasites.

Les différentes composantes du miel lui attribuent des propriétés bactéricides et bactériostatiques (inhibe la multiplication des bactéries, mais ne les tue pas) reconnues sur plus de 30 espèces. Ses propriétés antibiotiques peuvent être expliquées par l'intervention de deux protéines :

- 1- **Les inhibines** identifiées par White en 1963 comme étant de l'eau oxygénée,
- 2- **Les défensines** produite par l'abeille. Cette protéine est la substance la plus antibiotique naturelle du miel (Paulus, 2010). Elle joue un rôle primordial dans le système immunitaire humain, puisque son dysfonctionnement peut provoquer des maladies chroniques, dont la maladie de *Crohn* (Matricon, 2010).

Les phénols et les flavonoïdes, présents dans le miel, ont plusieurs rôles :

- 1- Ils protègent les lipoprotéines des éventuels dommages oxydatifs provoqués par un surplus de radicaux libres (Gheldof, 2003) ;
- 2- Ils empêchent le développement et la prolifération des bactéries dans l'organisme (Cushnie & Lamb, 2005).

Le miel est également connu pour inhiber le développement de certains micro-organismes et des champignons. In-vitro, Bassam *et al.* (1997) ont montré qu'une cure de miel inhibe la croissance de la rubéole et celle de 3 parasites du genre *Leishmania*.

Egalement, Al-Waili & Haq (2004) a démontré, in-vivo, que le miel a une activité antivirale supérieure à celle de l'acyclovir® (médicament antiviral) sur des lésions dues au virus de l'herpès simplex labial et génital chez l'homme.

Le miel contient des pigments flavonoïdes et caroténoïdes et des composés phénoliques qui lui confère des propriétés antioxydants énormes, à la hauteur de leur nombre dans celui-ci (Beretta, 2005).

La pluparts des miels d'origine florale identique auront considérablement des propriétés antioxydantes similaires ((Tomczak, 2010 ; Van Den Berg *et al.*, 2008) in Gharbi, 2011).

Al-Waili (2003) a montré que le miel ingéré augmente la concentration des antioxydants présents dans notre organisme : + 47 % de vitamine C, + 3 % de carotène, + 12 % d'acide urique et + 7 % de glutathionne réductase.

Le miel, est reconnu pour limiter, inhiber l'activité mutagène des AAH (amine aromatique hétérocyclique) dans notre organisme. Ces composés sont produitent par des cuissons trop fortes (barbecues, grillades, fritures, etc.), qui endommage durablement l'organisme (Doner, 1977). Le nigerose, un sucre du miel, possède quant à lui une activité immunoprotectrice sur l'organisme. Le miel montre d'autres propriétés étonnantes, notamment des effets anti-métastatiques et anti-cancéreux (Orsolich, 2004 ; Attia *et al.*, 2008 ; Gharbi, 2011)

Il combat également les inflammations intestinales en limitant l'émission de radicaux libres à partir de ces zones lésées (Orsolich, 2002).

Enfin, il existe d'autres effets du miel sur l'organisme a signalés, parmi eux : l'accroissement de plusieurs éléments du sérum sanguin : + 50 % de monocytes, + 20 % de fer, + 33 % de cuivre et plus légèrement de lymphocyte (Al-Waili, 2003).

Ainsi, les caractéristiques antioxydantes du miel sont variées. Les composés phénoliques et non-phénoliques peuvent contribuer à l'activité antioxydante du miel. Les impacts thérapeutiques des miels sur la santé sont attribués à la présence de ces divers composants (Terzo *et al.*, 2020).

D'ailleurs, les polyphénols et les flavonoïdes, présents dans le miel, interviennent dans la prévention des maladies cardiovasculaires et d'autres pathologies telles que les maladies neurodégénératives, le diabète, l'ostéoporose et les cancers par leurs importantes activités antioxydant qui est 200 fois supérieure à celle de la vitamine E (Massaux, 2012).

Récemment, il a été observé qu'un environnement riche en polyphénols peut soulager des patients infectés par COVID-19 par son activité efficace sur les mécanismes locaux de suppression immunitaire et de réparation tissulaire (Correa, 2019 ; Hossain *et al.*, 2020).

II.1.3 Les composés phénoliques

Les polyphénols sont des phytomicronutriments synthétisés par les végétaux et qui appartiennent à leur métabolisme secondaire (Lebham, 2005). Ils forment une grande famille de plus de 8000 composés naturels, divisés en plusieurs classes dont les flavonoïdes en représentent plus de sa moitié (Lugasi *et al.*, 2003).

L'élément structural de base est un noyau benzoïque auquel sont directement liés un ou plusieurs groupes hydroxyles, libres ou engagés dans une autre fonction chimique (éther, méthylique, ester, sucre..) (Bruneton, 1993).

a. Classification des composés phénoliques

La classification des composés phénoliques est basée essentiellement sur la structure, le nombre de noyaux aromatiques et les éléments structuraux qui lient ces noyaux. Les plantes consommées par l'homme fournissent plus de 10 000 composés phénoliques allant des molécules les plus simples comme les acides phénoliques aux substances hautement polymérisées comme les tanins (Figure II-2). Selon le tableau représenté dans la figure II-3, on distingue les acides phénoliques (C6-C1 et C6-C3), les flavonoïdes (C6-C3-C6), les lignanes (C6-C3-C3-C6) et les stilbènes (C6-C2-C6)_n.

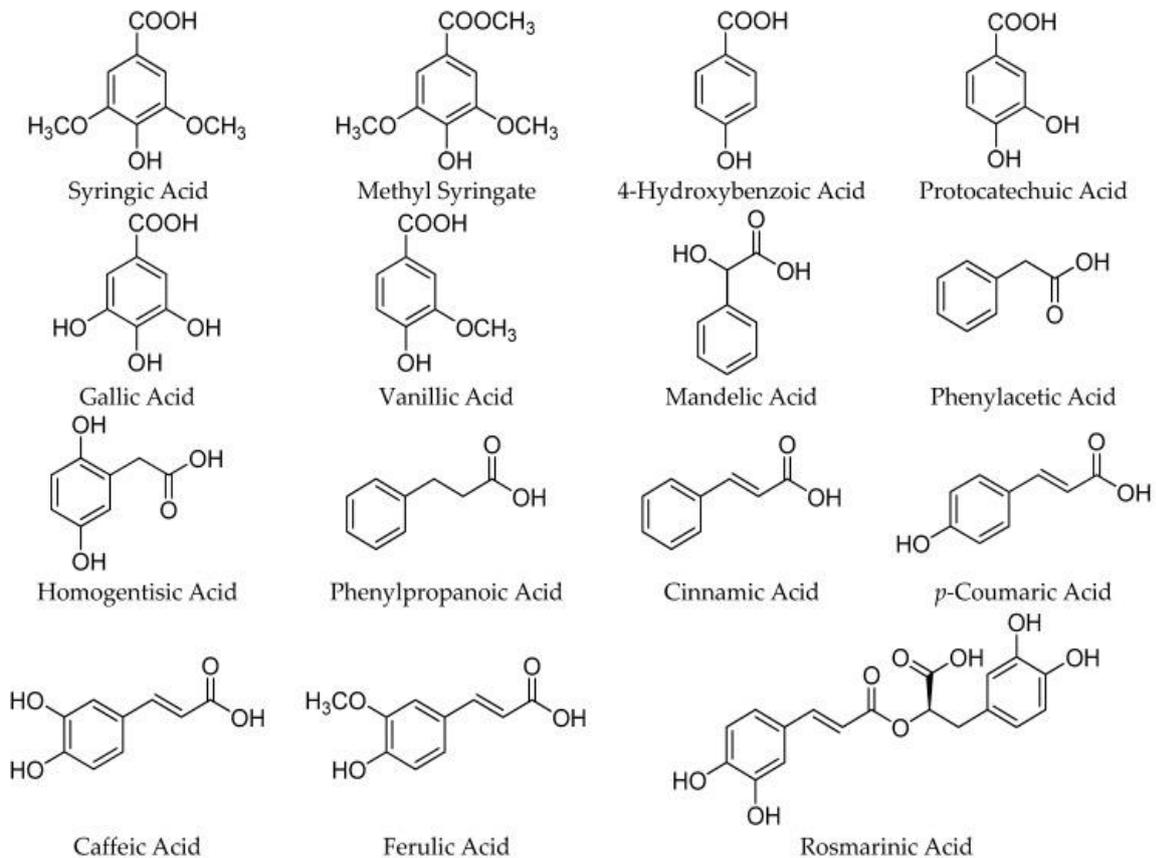


Figure II-2: Structure chimiques de base des acides phénoliques (Chira *et al.*, 2008).

Composés	R1	R2	R3	R4	Composés
Ac. Bezoiique	H	H	H	H	Ac. Cinnamique
Ac. Salicylique	OH	H	H	H	Ac. o-coumarique
Ac. p-hydroxy-benzoïque	H	H	OH	H	Ac.p-coumarique
Ac. Gallique	H	OH	OH	H	Ac. Caféique
Ac. protocatechique	H	OH	OH	H	

Figure II-3: Classification des composés phénoliques

b. Les flavonoïdes

Le terme flavonoïde provenant du latin "flavus", signifiant "jaune", désigne une très large gamme de composés naturels colorés appartenant à la famille des polyphénols.

Leur fonction principale semble être la coloration des plantes, au-delà de la chlorophylle, des caroténoïdes et des betalaines, ce qui explique leur intérêt commercial dans l'industrie alimentaire (Gabor, 1988).

Les flavonoïdes constituent le principal groupe de polyphénols, et représentent des milliers de composés présents chez les végétaux, notamment les fruits et les légumes. Ces molécules possèdent toutes un squelette chimique commun illustré en figure II-4.

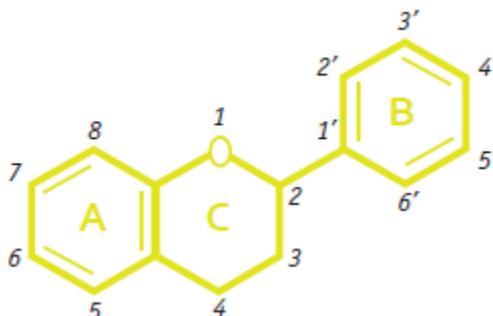


Figure II-4: Structure de base des flavonoïdes (Heim *et al.*, 2002)

Leur structure de base est celle d'un diphenylpropane à 15 atomes de carbone (C6-C3-C6) (figure II-4) constitué de deux noyaux aromatiques, sont désignés par les lettres A et B, reliés par un hétérocycle oxygéné, qui désigne la lettre C (Harborne et Williams, 2000). Ces phytonutriments sont utiles à la plante pour ses réactions de défense contre les attaques de l'environnement. Ils appartiennent à plusieurs familles classées sommairement en flavonoïdes et non-flavonoïdes. Ils possèdent des propriétés antioxydantes très efficaces pour contrer les espèces oxygénées réactives (EOR) ou les radicaux libres et ainsi au vieillissement. D'autres sont également de bons inhibiteurs d'enzymes ou sont reconnus pour leurs propriétés antiseptiques ou anti-inflammatoires (Du Sert, 2009).

Les flavonoïdes sont des composés veino-actifs capables de réduire la perméabilité des capillaires sanguins et de consolider leur résistance (Bruneton, 1999).

Après avoir effectué une analyse physicochimique des 64 échantillons, l'objectif de ce chapitre est d'évaluer la teneur en polyphénols et flavonoïdes de ces échantillons de miels ainsi que leurs activités antioxydante par le biais du pouvoir réducteur et le piégeage du radical libre (DPPH).

II.2 MATERIELS ET METHODES :

II.2.1 Les différentes analyses effectuées

Diverses analyses sont appliquées pour déterminer l'activité antioxydante du miel, dont les plus courants sont des tests colorimétriques, DPPH et le pouvoir réducteur (Alvarez-Suarez *et al.*, 2009 ; Mayda *et al.*, 2020).

II.2.2 Dosage des polyphénols totaux (TP)

Les nombreux effets bénéfiques du miel sur la santé sont bien connus depuis des millénaires. L'expérience traditionnelle de nos pères est maintenant étayée par une solide base scientifique qui a été résumée dans un certain nombre de revues faisant autorité (Beretta *et al.*, 2005 ; Gómez-Caravaca *et al.*, 2006 ; Bogdanov *et al.*, 2008 ; Alvarez-Suarez *et al.*, 2009 & 2010 ; Bogdanov *et al.*, 2015 ; Ciulu *et al.*, 2016 ; Afrin *et al.*, 2017 & Cengiz *et al.*, 2018). Parmi les principales propriétés des composés phénoliques du miel, on peut citer :

- 1- Il a été établi que le miel inhibe la croissance des micro-organismes et des champignons, et l'origine botanique du miel est l'un des facteurs les plus importants influençant son activité antimicrobienne ;
- 2- Les polyphénols présentent une activité antioxydante remarquable et procurent ainsi à notre organisme une protection contre les dommages causés par le vieillissement ou l'exposition prolongée à des infections, à la pollution ou la fumée de cigarette et aux rayons UV du soleil ;
- 3- Ils seraient impliqués dans la prévention des maladies cardiovasculaires, des maladies neurodégénératives, le diabète, l'ostéoporose et les cancers. Ces composés sont ainsi devenus en quelques années les molécules préférées des laboratoires pharmaceutiques et cosmétiques, des nutritionnistes, des épidémiologistes et même des industriels de l'agroalimentaire.

La détermination des teneurs en polyphénols et de l'activité antioxydante des aliments, de manière précise, suscite un intérêt croissant pour la communauté scientifique mais aussi pour les professionnels de la santé et les partenaires économiques.

C'est à partir des années soixante-dix, que des chercheurs de différents domaines scientifiques ont commencé à étudier les propriétés chimiques et biologiques du miel, incluant ses propriétés antibactériennes, bactériostatiques, anti-inflammatoires, anti-tumorales (Cianciosi *et al.*, 2020).

Actuellement, les travaux ne décrivent plus seulement le miel comme un supplément alimentaire bénéfique, mais comme étant un médicament naturel bio avec des propriétés antioxydantes remarquables.

Sur le plan analytique, deux approches sont généralement envisagées afin d'analyser ces propriétés antioxydantes et leurs résultats sont comparés. Elle est mesurée, souvent au moyen du test ORAC (Oxygen

Radical Absorbance Capacity) qui évalue la capacité de l'aliment (le miel entre autre) à neutraliser un radical libre spécifique d'une part mais aussi par différentes méthodes de dosage afin d'évaluer la teneur en polyphénols totaux ainsi que la teneur en certaines catégories spécifiques de polyphénols comme les flavonoïdes, d'autre part.

Les flavonoïdes et les acides phénoliques sont reconnus comme étant parmi les principaux responsables de l'activité antioxydante développée par un miel (Bobis *et al.*, 2008 ; Uthurry *et al.*, 2011 ; Olas, 2020). Cette dernière provient de la capacité combinée de ces multiples composés qui interagissent (Scepankova *et al.*, 2017).

La variation de la concentration et le type de polyphénols dépende de l'origine botanique du miel ainsi que, dans une moindre mesure, des conditions climatiques et géographiques (Uthurry *et al.*, 2011).

Principe :

La concentration du contenu phénolique dans les extraits a été déterminée en utilisant la méthode de Folin-Ciocalteu (Singleton *et al.*, 1999), avec quelques modifications. Cette méthode a été conçue et normalisée pour la quantification des phénols totaux par Singleton *et al.* (1999) et adapté par Daves en 2003.

Le système est caractérisé par un mélange de sels de tungstate de sodium et de molybdate de sodium dans un milieu acide (acide chlorhydrique et acide phosphorique), qui a une couleur jaunâtre. En présence de composés phénoliques, ces sels sont réduits, formant des complexes (molybdène-tungstène) de couleur bleuâtre. La coloration produite, dont l'absorption maximum est produite à 725 nm est proportionnelle au nombre de OH ou des groupements oxydables de composés phénoliques présents dans les échantillons de miels. Ils sont souvent exprimés en équivalent acide gallique (EAG).

Procédure

La concentration phénolique totale est déterminée en interpolant l'absorbance de l'échantillon à partir d'une courbe d'étalonnage construite avec de l'acide gallique étalon.

Préparation de la courbe d'acide gallique :

On dilue 0,1531 g d'acide gallique dans le méthanol pour préparer 100 ml d'une solution principale initiale avec 1500 mg_{EAG/l}.

À partir de cette concentration, on obtient 10 ml de solution diluée avec 0 ; 30 ; 180 ; 330 ; 600 ; 900 ; 1200 et 1500 mg_{EAG/l}.

On calcule les concentrations d'équivalents d'acide gallique (mg/l) dans 10 ml de solutions préparées en utilisant l'équation. (II-1):

$$\text{EAG (mg/l)} = (\text{mg AG/ml de la solution principale} \times \text{volume pipeté (ml)}) / 100 \quad \text{II-1}$$

Où EAG de la solution principale (mg/ml) = 1,5 mg_{EAG/ml}.

Volume pipeté de la solution principale (ml) = 0,0 ; 0,2 ; 1,2 ; 2,2 ; 4,0 ; 6,0 ; 8,0 et 10 ml.

On ajuste le volume de solutions à 10 ml en utilisant de l'eau distillée comme solvant.

Puis, on transfère 30 μL des solutions diluées ; 2,370 μL d'eau distillée et 150 μL de réactif Folin-Ciocalteu dans des tubes à essai protégés avec du papier aluminium (mettre de l'eau distillée dans l'échantillon vierge). Après 2 min, on ajoute 450 μL de carbonate de sodium à 15%.

On ferme les tubes et on les place au bain-marie sous agitation dans le noir à une température de 37 °C pendant 30 min.

On mesure l'absorbance dans des cuvettes de quartz dans un spectrophotomètre à une longueur d'onde de 725 nm et on trace la concentration d'acide gallique (mg/L) en abscisse (axe-x) et les valeurs d'absorbance en ordonnée (axe-y).

Enfin, on a déterminé le coefficient $R^2 = 0,9959$ et l'équation linéaire correspondante, comme le montre la figure II-5. Les résultats sont exprimés en $\text{mg}_{\text{EAG}}/\text{l}$

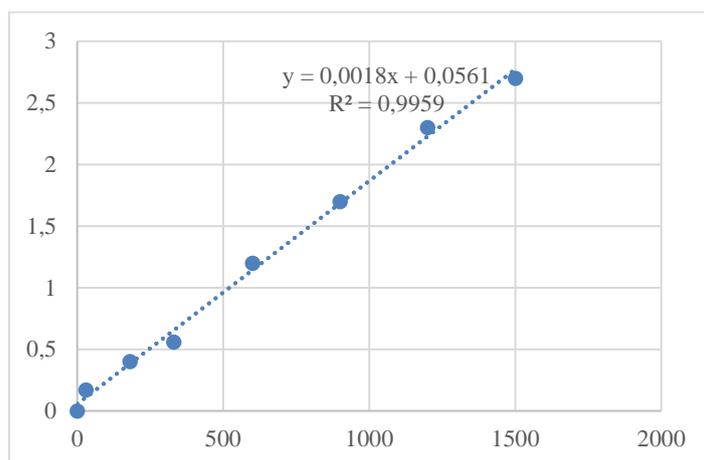


Figure II-5: Courbe d'étalonnage de l'acide gallique

Préparation de la solution de miel

4 g de miel a été transféré dans une fiole jaugée de 10 ml en utilisant de l'eau distillée comme solvant, à une concentration de solution de miel de 0,4 g/ml. À partir de cette solution de miel, 30 μL a été transféré dans des tubes à essai ambrés et protégés par une feuille d'aluminium (le méthanol a été utilisé dans l'échantillon à blanc) ; 2,370 μL d'eau distillée et 150 μL de réactif Folin-Ciocalteu ont été ajoutés dans des tubes à essai protégés par une feuille d'aluminium (l'eau distillée dans le blanc). Après 2 min, 450 μL de carbonate de sodium à 15 % est ensuite ajoutée. Les tubes ont été placés dans un bain d'eau dans l'obscurité à une température de 37 °C pendant 30 min. l'absorbance a été mesurée à 725 nm à l'aide d'un spectrophotomètre (modèle : série 72 UV/visible, Biotech Engineering, Nicosie Chypre).

Les résultats sont exprimés en mg d'équivalent acide gallique /100 g de miel ($\text{mg}_{\text{EAG}}/100\text{g}$), en se référant à la courbe d'étalonnages décrite si-dessus (figure II-5) (Singleton *et al.*, 1999 ; Boussaid *et al.*, 2018).

Calcul des composés phénoliques

On trouve la valeur x correspondant à la teneur totale en phénol en EAG/l en utilisant les valeurs d'absorbance (y) et l'équation linéaire.

On calcule les valeurs correspondantes dans 10 ml de la solution de miel utilisée (contenant 0,4 g de miel / ml) en utilisant les valeurs totales de phénol en EAG/1000 ml de la solution principale d'acide gallique.

À partir de ces résultats, on calcule la concentration de phénols totaux dans EAG /100g de miel, la moyenne et l'écart type

II.2.3 Détermination des flavonoïdes (TF)

Le miel, étant issu du nectar des fleurs, est très riche en flavonoïdes. La quantité et le type de flavonoïdes varient selon la source florale. En règle générale, plus les miels sont foncés (comme ceux issus du tournesol et de miellat), plus ils sont riches en flavonoïdes. Un miel « toutes fleurs » contiendra plus de variété de polyphénols qu'un miel de cru (monofloral) (Chaturvedi *et al.*, 2014)

Principe :

Le contenu total en flavonoïdes a été déterminé par la méthode colorimétrique de chlorure d'aluminium décrite par Al *et al.* (2009) comportant l'interpolation de l'absorbance de l'échantillon à partir d'une courbe d'étalonnage construite avec la quercétine étalon avec quelques modifications.

Préparation de la courbe de quercétine

On met 0,5263 g de quercétine dans 100 ml de méthanol afin de préparer une solution principale initiale de 500 mg de quercétine / L. À partir de cette concentration, on obtient 10 ml de solutions diluées avec 2,5, 5,0, 12,5, 25,0, 37,5, 50,0, 100,0 et 150,0 mg de quercétine / L.

On Calcule les concentrations de quercétine par litre (mg / L) de solutions diluées à l'aide de l'Eq. (II-2) :

$$\text{Quer} = \text{Cquer} \times \text{V} \times 100 \quad \text{II-2}$$

Où : Quer = Quercétine (mg/l)

Cquer = (mg de quercétine/ml de solution principale ×

V = volume des pipettes (ml)

- La quercétine dans la solution principale (mg / ml) = 5,0 mg ml,
- Le volume de la solution principale pipetée (ml) = 0,005, 0,010, 0,025, 0,050, 0,075, 0,100, 0,200 et 0,300.

On ajuste le volume de solution à 10 ml en utilisant du méthanol comme solvant. Pour obtenir la courbe, on transfère dans des tubes à essai protégés avec du papier d'aluminium, 250 μL d'échantillon (mettre du méthanol dans l'échantillon vierge) ; 1000 μL d'eau distillée ; 75 μL de NaNO_2 à 5% dans l'eau ; 600 μL d'eau distillée.

On agite vigoureusement et on mesure l'absorbance dans des cuves en quartz à 425 nm dans un spectrophotomètre.

La courbe de l'absorbance en fonction de la concentration de quercétine (mg / L) a été utilisée pour l'étalonnage et la linéarité était de $R^2=0,9983$ (figure II-6).

Les résultats sont exprimés en mg d'équivalent quercétine / L.

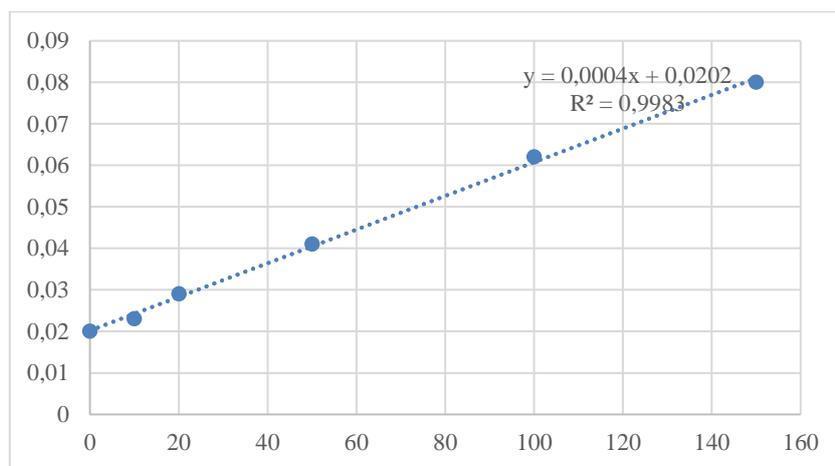


Figure II-6: courbe d'étalonnage de la quercétine

Préparation de la solution de miel

Quatre g de miel a été transféré dans une fiole jaugée de 10 ml en utilisant du méthanol comme solvant pour une solution avec une concentration de miel de 0,4 g/ml. À partir de cette solution, 250 μL a été transféré dans des tubes à essai ou des tubes ambrés protégés par une feuille d'aluminium (le méthanol dans le blanc) ; 1000 μL d'eau distillée ; 75 μL NaNO_2 5 % dans de l'eau. Après 5 min, 75 μL d' AlCl_3 10% a été ajouté dans l'eau. Ensuite 500 μL de NaOH 1 M et 600 μL d'eau distillée a été ajoutés après 6 min. Après agitation par vortex, l'absorbance a été mesurée à 425 nm à l'aide d'un spectrophotomètre (modèle : série 72 UV/visible, Biotech Engineering, Nicosie Chypre).

La teneur en flavonoïdes est exprimée en milligramme (mg) équivalent de la quercétine par 100 grammes (g) de miel (mg EQ/100g), en se référant à la courbe d'étalonnage décrite (figure II-6 ci-dessus).

II.2.4 Activité antioxydante totale

L'action antioxydante du miel est également connue depuis les temps anciens (Ciulu *et al.*, 2016). Il a été associé à un certain nombre de substances différentes présentes dans le miel frais, toutes actives contre le « stress oxydatif ». Avec ce terme, le déséquilibre entre l'activité protectrice antioxydante dans un organisme donné et

la production de radicaux libres a été défini. Il existe plusieurs façons de mesurer in vitro l'activité antioxydante du miel et de la comparer à la quantité totale de composés phénoliques. Parmi les méthodes les plus efficaces, il y a le test de FRAP « spectrophotométrie Ferric Reducing Antioxidant Power » et la méthode de balayage radicalaire 2,2-DiPhenyl-1-PicrylHydrazyl (DPPH).

Dans une récente contribution, Moniruzzaman *et al.* (2013a) a examiné de manière exhaustive les méthodes analytiques les plus importantes consacrées à déterminer les propriétés antioxydantes du miel.

Il existe une abondante littérature concernant l'évaluation des effets antimicrobiens et des capacités antioxydantes des miels dans le monde entier. Ces contributions décrivent l'utilisation de méthodes analytiques de référence pour accomplir cette tâche et elles sont souvent accompagnées de la mesure de certains paramètres spectrophotométriques comme les quantités polyphénoliques et flavonoïdiques totales et / ou la couleur.

Au cours des dix dernières années, de nombreuses recherches de par le monde ont évaluées les miels pour leurs propriétés antimicrobiennes, antioxydantes et anti-radicaux. Ils ont démontré ainsi leur dépendance à la présence de composés phénoliques spécifiques, ainsi que sur l'origine botanique, géographique et les conditions climatiques (Meda *et al.*, 2005 ; Petretto *et al.*, 2017 ; Perna *et al.*, 2013 ; Pichichero *et al.*, 2009 ; Beretta *et al.*, 2005 ; Liu *et al.*, 2020 ; Da Costa *et al.*, 2020 ; Zaidi *et al.*, 2019 ; Piszcz & Głód, 2019).

De nombreuses méthodes différentes conviennent pour évaluer l'activité antioxydante, les principales sont les suivantes : test FRAP (pouvoir antioxydant réducteur ferrique), test d'activité de piégeage des radicaux libres 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle (DPPH), ORAC (capacité d'absorption des radicaux oxygène), TEAC (capacité antioxydante équivalente de Trolox). Dans la plupart des cas, il est nécessaire d'utiliser plusieurs tests pour obtenir une bonne fiabilité (Roginsky & Lissi, 2005 ; Pita-Calvo & Vasquez, 2017).

II.2.5 Test FRAP (Ferric reducing-antioxidant power)

Plusieurs méthodes sont disponibles dans la littérature. Deux ouvrages sont les plus cités et les plus utilisés. Il s'agit de la méthode d'Oyaizu *et al.* (1986) et celle de Benzie et Strain (1996).

a. Méthode 1 (Oyaizu)

Cette méthode est un essai simple, rapide et reproductible. Il est universel, peut être appliqué aussi bien chez les plantes que les plasmas et dans les extraits organiques et aqueux (Li *et al.*, 2008).

Principe

Le pouvoir réducteur du fer (Fe^{3+}) dans les extraits est déterminé selon la méthode décrite par Oyaizu (1986) avec quelques modifications (Le pouvoir réducteur d'une solution de miel est associé à son pouvoir antioxydant). Cette méthode mesure la capacité des extraits testés à réduire le fer ferrique (Fe^{3+}) présent dans le complexe $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ en fer ferreux (Fe^{2+}). En effet, le Fe^{3+} participe à la formation du radical hydroxyle par la réaction de Fenton. L'absorbance du milieu réactionnel est déterminée à **700 nm** (Oyaizu, 1986).

Préparation des échantillons de miels :

Un volume de 0,5ml de chaque solution de miel (0,05g /100 ml) est mélangée avec 0,5ml de tampon de phosphate 0,2 M (pH=6,6) et 0,5ml de solution aqueuse d'hexacyanoferrate de potassium $[K_3Fe(CN)_6]$ à 1%. Après 20 minutes d'incubation à 50°C, on ajoute 0,5ml de la solution d'acide trichloracétique à 10% pour stopper la réaction. Le mélange est ensuite centrifugé à 3500 tours par minute pendant dix minutes. Un aliquote de 0,5 ml du surnageant est combiné avec 0.8 ml d'eau distillée et 0,1ml de solution aqueuse de $FeCl_3$ à 0,1%. L'absorbance du milieu réactionnel est mesurée à 700 nm contre un blanc semblablement préparé, en remplaçant l'extrait par de l'eau distillée qui permet de calibrer le spectrophotomètre UV-VIS.

La droite d'étalonnage est établie à partir des absorbances lues pour la gamme de solutions d'acide ascorbique utilisée comme composé de référence (une solution d'un antioxydant standard) avec $R^2= 0,998$ (figure II-7)

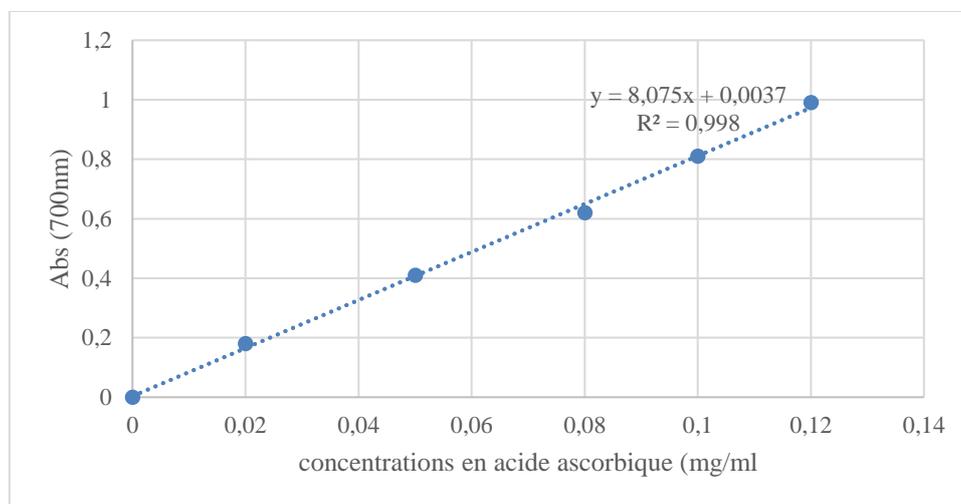


Figure II-7 : Courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique

Selon Singleton et Rossi (1965), une augmentation de l'absorbance correspond à une augmentation du pouvoir réducteur des échantillons testés.

L'activité anti oxydante (AAO) exprimée en milligramme équivalent d'acide ascorbique par gramme de miel (mg EAA/g de miel) est déterminée en utilisant la formule suivante d'après Doukani *et al.* (2014) modifiée :

$$AAO = \frac{C1 \times M}{C(miel) \times 1000} \quad \text{II-3}$$

Avec M : masse molaire de l'acide ascorbique $C_6H_8O_6 = 176.12$ g/mol

C : concentration du miel

C1 : concentration en μM EAA $= \frac{Abs-b}{a}$

Dont : a : Pente

b : Ordonnée à l'origine de la droite étalon.

Abs : Absorbance à 700 nm.

b. Méthode 2 (Benzie & Strain, 1996)

Le test FRAP ou ferric reducing antioxidant power repose sur la réduction d'un complexe ferrique 2,4,6-tripyridyl-s-triazine (Fe^{3+} -TPTZ) en sa forme colorée ferreuse (Fe^{2+} -TPTZ) en présence d'antioxydants (Benzie et Strain, 1996). Le test FRAP est l'une des analyses les plus largement citées pour évaluer la capacité antioxydante dans de nombreux échantillons différents, y compris le miel (Aljadi & Kamaruddin, 2004 ; Benzie & Strain, 1996 ; Beretta *et al.*, 2005 ; Blasa *et al.*, 2006 ; Küçük *et al.*, 2007 ; Taormina *et al.*, 2001 et Bertoneclj *et al.*, 2007). C'est un test direct simple qui est largement utilisé pour la détermination de l'activité antioxydante.

Cette technique est basée sur la réduction d'un complexe ferrique tripyridyletriazine ferrique (TPTZ- Fe^{3+}) en sa forme ferreuse (TPTZ- Fe^{2+}) par un antioxydant à faible pH. La solution de TPTZ a une couleur bleu intense dont le maximum d'absorbance est de **593 nm** (Alvarez-Suarez *et al.*, 2010).

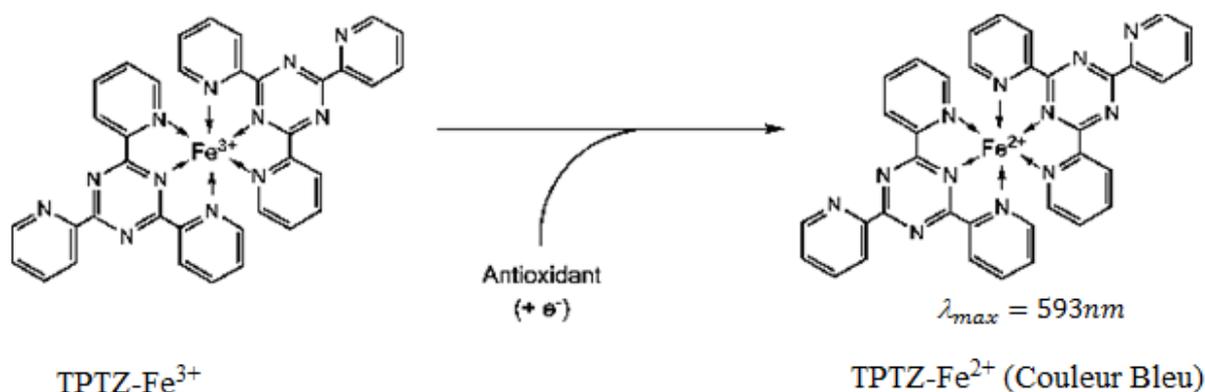


Figure II-8: La réduction d'un complexe ferrique tripyridyletriazine ferrique en sa forme ferreuse

Principe

Dans un premier temps, une solution tampon acide acétique / acétate de sodium à 300 mM à pH = 3,6 est préparée.

Le réactif TPTZ à 10mM, dilué dans de l'HCl à 40 mM, est préparé extemporanément. Le deuxième réactif, FeCl_3 à 20 mM, est également préparé extemporanément.

Finalement, la solution de travail FRAP est réalisée en mélangeant 2,5 ml de solution TPTZ, 2,5 ml de solution FeCl_3 et 25 ml de solution tampon. Cette solution doit être impérativement conservée dans un bain à 37°C et était toujours fraîchement préparé.

Généralement, des aliquotes de la solution de miel sont mélangées avec une solution de réactif FRAP et l'absorbance du mélange réactionnel est mesurée par spectrophotométrie à 593nm après incubation à 37 °C pendant 10 min contre le blanc (le même mélange sans l'échantillon). Les résultats finaux peuvent être exprimés comme la concentration d'antioxydants ayant une capacité de réduction ferrique équivalente à celle de de 1 mM de $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ utilisée comme solution standard.

Le Trolox et le sulfate ferreux d'ammonium $[\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2, 6\text{H}_2\text{O}]$ peuvent également être utilisés pour la courbe d'étalonnage et les résultats dans ce cas sont exprimés en micromoles d'équivalent Trolox (TE) ou de sulfate ferreux d'ammonium pour 100 grammes de du miel, respectivement.

Mode opératoire

Le protocole qui suit est basé sur la méthode mise au point par Benzie et Strain (1996), qui a subi quelques modifications (Bertoncelj *et al.*, 2007).

Le test consiste à mélanger, dans des tubes à hémolyse en verre, un volume de 0,5 ml de la solution de miel (0,025g / ml) est additionné de 0,750 ml de la solution de FRAP [300 mM de la solution acétate de sodium ; 40 mM TPTZ ; 20 mM de la solution de chlorure de fer ($\text{FeCl}_3, 7\text{H}_2\text{O}$)]. L'absorbance du mélange réactionnel est lue à 593 nm après incubation pendant 10 min à 37 °C (Alvarez-Suarez *et al.*, 2009).

Droite d'étalonnage et expressions des résultats

La droite d'étalonnage (figure II-9) est établie à partir des absorbances lues pour la gamme de solutions de sulfate ferreux heptahydraté utilisée comme composé de référence ($\text{FeSO}_4, 7\text{H}_2\text{O}$) (200, 500, 800 et 1200 μmol).

Elle est de la forme : **Abs= a × [Fe(II)] + b.**

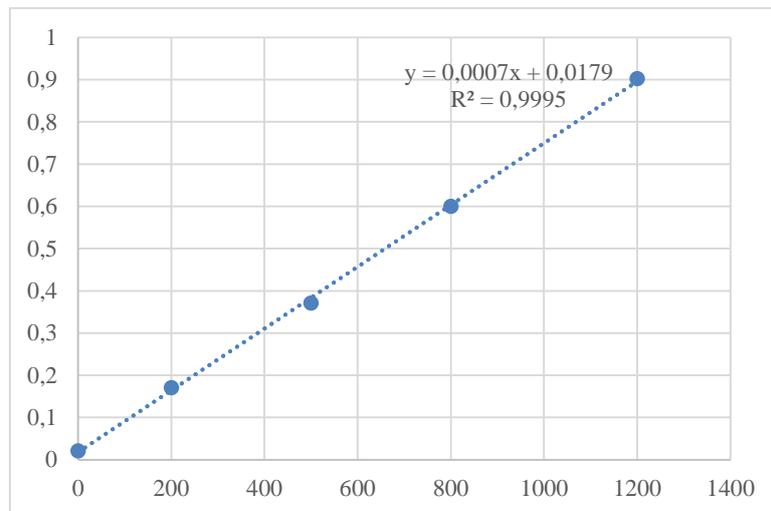


Figure II-9: Droite d'étalonnage du sulfate de fer (II) dans le test FRAP

Chaque échantillon est testé, et l'absorbance qui en découle permet de déterminer sa concentration μM d'équivalent Fe (II) en utilisant les formules suivantes :

$$C_1 : \text{concentration en } \mu\text{M d'EqFe(II)} = \frac{\text{Abs}_{593} - b}{a} \quad \text{II-4}$$

Dont : **a** : Pente

b : Ordonnée à l'origine de la droite étalon.

Abs : Absorbance à 593 nm.

L'activité anti oxydante (AAO) est exprimée directement en μg d'équivalent Fe (II)) / 100 g miel par l'équation (II-5) :

$$\mu\text{gd}'EqFe(II)/100gde\ Miel = \frac{\text{concentration en } \mu\text{M d}'EqFe(II) \times M_{FeSO_4 \cdot 7H_2O}}{\text{Concentration du miel} \times 1000} \cdot x100 \quad \text{II-5}$$

II.2.6 Effet de balayage du radical DPPH

La molécule de DPPH (2,2-diphénol-1-picrylhydrazyl) est définie comme un radical libre stable par la vertu de la délocalisation de l'électron disponible, qui provoque la couleur violette profonde, caractérisée par une absorption. L'activité antioxydante est déterminée donc par la capacité de balayage de ce radical libre DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) (Sereia *al.*, 2017).

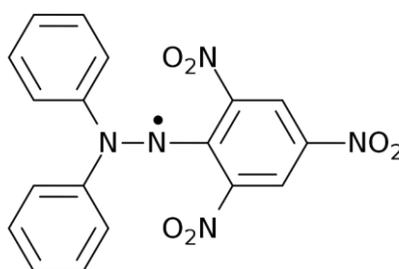


Figure II-10: La molécule de DPPH (2,2-diphénol-1-picrylhydrazyl)

Dans ce test, le radical chromogène violet 2,2-diphényl-1 picrylhydrazyle (DPPH •, Figure.II-10) est réduit par des composés antioxydants / réducteurs en l'hydrazine jaune pâle correspondante (Blois, 1958 ; Alvarez-Suarez, 2010). La capacité de balayage est généralement évaluée dans des milieux organiques en surveillant la diminution de l'absorbance à 515-528 nm (figure II-10) jusqu'à ce que l'absorbance reste constante (Brand-Williams *et al.*, 1995).

Principe

La molécule de DPPH réagit avec des groupements amine, les phénols et les acides. Quand la solution de DPPH est mélangée à celle d'une substance qui peut donner un atome d'hydrogène ou un électron, alors ceci provoque la forme réduite (DPPH2) avec la perte de la couleur violette et l'apparition d'une couleur jaune pâle due à la présence de groupement picryl et l'absorbance est lue à 517 nm (After, 2002 ; Gulcin *et al.*, 2003 ; Sereia *et al.*, 2017).

La capacité du piégeage du radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH) a été déterminée selon la procédure de Brand-Williams *et al.* (1995), puis par Beretta *et al.* en 2005 avec quelques modifications apportées.

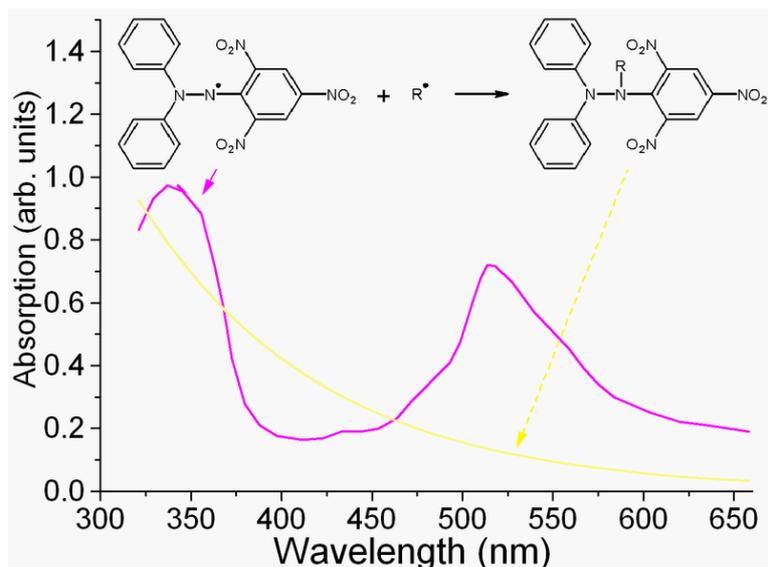


Figure II-11: Spectre du radical DPPH (After, 2002)

Préparation des échantillons de miels

Des échantillons de miel ont été dissous dans de l'eau à des concentrations de 10 à 500 mg / ml.

Un volume de 1,9 ml de DPPH (poids moléculaire = 4,32 g/L) 130 μM (concentration finale 83,3 μM) dissous dans de l'éthanol absolu et 1 ml de solution tampon d'acétate (100 mM, pH 5,5) a été mélangée à 0,1 ml de chaque solution d'échantillon de miel contenant de 10 à 500 mg/ml de miel ; le volume final était de 3 ml.

Les mélanges ont été secoués vigoureusement et laissés pendant 90 min à température ambiante à l'obscurité. L'absorbance du DPPH restant a été mesurée ensuite à 517nm par rapport à un blanc pour éliminer l'influence de la couleur de miel. Le blanc était constitué de miel, à la même concentration que celle décrite ci-dessus, et d'un tampon d'acétate sans DPPH (Bertoncelj *et al.*, 2007).

La décroissance de l'absorbance est mesurée par spectrophotomètre et l'activité de piégeage des radicaux a été exprimée par le pourcentage d'inhibition (% IP) et calculée suivant la formule II-6 (Geethalakshmi *et al.*, 2013) :

$$\%IP = \left[\frac{(A_T - A_E)}{A_T} \times 100 \right] \quad \text{II-6}$$

A_T : Absorbance du témoin.

A_E : Absorbance des échantillons

Calcul de la Concentration efficace (mg/ml) ou le IC₅₀

la **Concentration efficace** mesure l'efficacité d'un composé donné pour inhiber une fonction biologique ou biochimique spécifique. Elle peut être déterminée en construisant une courbe de réponse tracée à l'aide de l'abscisse pour les concentrations de miels testés (de 10 à 500mg/ml) et l'ordonnée pour les valeurs d'activité antioxydante calculées séparément pour chaque répétition. À l'aide d'équations linéaires, les valeurs x

correspondant à la valeur IC_{50} avec les valeurs y égales à 50, représentent la concentration minimale requise pour réduire de 50 % la concentration initiale d'antioxydant de DPPH, représentée par la courbe, car le gradient dose-réponse est la concentration du composé à laquelle 50% de l'effet est observé (Sereia *et al.*, 2017).

Plus la valeur de IC_{50} moyenne est petite, plus l'activité antioxydante des composés présents dans les échantillons analysés est élevée.

II.2.7 Analyse statistique

Toutes les mesures expérimentales ont été effectuées en triple et sont exprimées en tant que moyenne \pm écart-type de trois analyses. L'analyse statistique a été exécutée en utilisant l'analyse de la variance à sens unique (ANOVA) si la valeur de p globale s'avérait statistiquement significative ($p < 0,05$). Les coefficients de corrélation (R) permettant de déterminer la relation entre deux variables ont été calculés à l'aide du logiciel MS Excel (fonction statistique CORREL).

II.3 RESULTATS ET DISCUSSION

Dans cette étude, soixante-quatre (64) échantillons de miel au total ont été analysés. Ces miels provenaient de 27 localités différentes situées au Nord-Ouest de l'Algérie. Les plaines intérieures de Tlemcen et de Sidi-Bel-Abbès ont bénéficié du nombre important d'échantillons récoltés à cause de la concentration de la majorité des activités agricoles dans ces régions.

Les résultats obtenus sont résumés dans le Tableau II-2.

Tableau II-2: Résultats de dosage des antioxydants et activités antioxydants des miels étudiées.

paramètres	MOY \pm Ecart-Type	MIN- MAX
TP (mgEAG/Kg)	396.71 \pm 233.41	135.70 \pm 1.7 – 943.31 \pm 2.8
TF (mg CE / 100 g)	18.86 \pm 3.25	11.40 \pm 0.98 – 27.47 \pm 1.15
Dpph (%)	47.04 \pm 16.03	14.02 \pm 1.12 – 78.94 \pm 1.89
Frap (593nm) (μ M Fe (II)/100 g)	260.90 \pm 141.62	25.68 \pm 1.7 - 539.65 \pm 2.55
Frap (700nm) (mg EAA/100gl)	21.93 \pm 9.83	4.03 \pm 0.08 – 38.77 \pm 1.05
IC50	12.82 \pm 7.25	6.33 \pm 0.8 – 50.08 \pm 1.1
ABS₄₅₀ (mAU)	698.52 \pm 353.15	163.00 \pm 5.2 – 1626.00 \pm 9.9
Pfund (mm)	58.26 \pm 55.87	0.29 \pm 0.08 – 231.67 \pm 4.3

Tableau II-3: propriétés antioxydantes et antiradicalaires des miels unifloraux décrits au cours de ces dernières années.

Références	Lieu	Nbre Echantillon	TP (mgEAG/Kg)	TF (mg/100 g)	Dpph (%)	Frap (μ M Fe (II)/100 g)	ABS ₄₅₀ (mAU)	Pfund (mm Pfund)
Nos résultats	Ouest Algérien Algérie	64	135.70 – 943.31	11.40 – 27.47	14.02 – 78.94	25.68 - 539.65	163 – 1626	0.29 – 231.67
Zaidi <i>et al.</i> (2019)	Algérie	31	145.0 - 996.2	0.29 to 2.28	4.41-83.93	/	/	/
Khalil <i>et al.</i> (2012)	Alger (Algérie)	4	11.10 - 498.16	2.707 - 7.178	34.57 - 44.57	287.45 - 403.54	724 to 1188	150 - 107
Ahmed <i>et al.</i> (2014)	Ouest Algerian Algérie	4	70. 95 - 128.87	8.57 - 21.77	22.70 to 29.76	223.19 - 958.42	/	/
Mouhoubi- Tafinine <i>et al.</i> (2016)	Est algérien Algérie	4	158.4 - 616.3	2.07 - 10.15	/	79.5 – 1501.4	/	/
Beretta <i>et al.</i> (2005)	Burkina Faso	14	52.5 - 789.6	/	1.63 - 47.62	72.8 – 1501.4	25 - 3413	/
Boussaid <i>et al.</i> (2018)	Tunisie	6	321.7 - 1194.2	9.58 - 22.45	11.08- 93.26	/	/	/
El-Haskoury <i>et al.</i> (2018)	Maroc	8	755.2 - 2452.2	2.26 - 4.79	12.54 -23.52	1.87 – 4.72 (mg/ml)	/	47.71 - 305.82
Rodríguez-Flores <i>et al.</i> (2019)	Espagne	40	1223.4–1494.7	7.24–8.26	10.1–12.0	/	/	120–133
Gül & Pehlivan (2018)	Turquie	23	343.7- 4707	/	12.01-65.52	220 - 910		
Serem & Bester (2012)	Sud Afrique	13	688.5 - 1679.6	14.44 - 51.60	4.59–6.48	/	32-216	/
Bertoncelj <i>et al.</i> (2007)	Slovénie	7	44.8 - 241.4	/	7.2- 53.8	71-478.5	70 - 495	/
Selvaraju <i>et al.</i> (2019)	Malaisie	4	65.67 - 114.38	1.018 -1.268	27.12 - 67.66	/	512-1141	/
Perna <i>et al.</i> (2013)	Italie	90	600.3 – 730.3	5.49-14.16	54.87-78.89	216.57 - 695.64	31 - 126	/

II.3.1 Teneur en composés phénoliques totaux (TP)

Tous les miels sont caractérisés par des propriétés biologiques et thérapeutiques à cause des polyphénols qu'elles contiennent en autres. Leurs compositions quantitatives et qualitatives varient d'un miel à un autre (Kerbastard, 2020).

Plusieurs travaux ont démontré ainsi les principales propriétés du miel reconnues comme thérapeutiques et qui sont liées à ses propriétés cicatrisantes ainsi que ses activités antibactériennes et antioxydante. Cette dernière résulte de l'activité combinée d'une large gamme de composés naturellement présents, dont les polyphénols qui jouent un rôle significatif. Plusieurs études scientifiques ont en effet démontré une forte corrélation entre la teneur en polyphénols totaux et l'activité anti-oxydante de miels de différentes régions du monde (tableau III-3).

Ce paramètre permet donc à donner une estimation globale de la teneur des différentes classes de composés phénoliques contenus au niveau des échantillons analysés (Pawlowska *et al.*, 2006).

Le tableau II-4 montre que la teneur en polyphénols enregistrée dans les miels varie entre $135,70 \pm 1.7 - 943,31 \pm 2.8$ mg_{EAG}/Kg de miel. La valeur moyenne du contenu phénolique total des échantillons de miel a été estimée à $396,71 \pm 233,41$ mg_{EAG}/Kg de miel.

On observe une grande variabilité de la teneur en composés polyphénoliques au sein des échantillons. Cette variabilité est en accord avec les nombreux travaux scientifiques réalisés dans le but de retrouver d'éventuels marqueurs chimiques de l'origine florale des miels (voir tableau II-3).

Tous les échantillons présentent des teneurs moyennes en composés phénoliques totaux comparables à celles cités dans plusieurs travaux sur des miels méditerranées, en ne citons que ceux de Zaidi *et al.* (2019), Mesbahi *et al.* (2019), Mouhoubi-Tafinine *et al.* (2016) en Algérie et d'Imtara *et al.* (2019) au Maroc (tableau II-4 prélevé du Tableau II-3).

Tableau II-4: Teneur en composés phénoliques totaux (TP) dans la littérature

Référence	Lieu de la récolte	N°	TP mg _{EAG} /Kg
Nos échantillons	Ouest Algérien	64	135.70 – 943.31
Zaidi <i>et al.</i> (2019)	Algérie	31	145.0 - 996.2
Khalil <i>et al.</i> (2012)	Alger (Algérie)	4	411.10 - 498.16
Ahmed, <i>et al.</i> (2014)	Ouest Algérien	4	709.5 - 1288.7
Mouhoubi-Tafinine, <i>et al.</i> (2016)	Est Algérien	4	158.4 - 616.3
Imtara <i>et al.</i> (2019)	Maroc	/	129.1-895.3
Selvaraju <i>et al.</i> (2019)	Malaisie	4	65.67 - 114.38

Divers miels floraux avec une haute teneur en composés phénoliques sont considérés comme des miels médicinaux à usage thérapeutique naturel (Stephens *et al.*, 2010). Nos échantillons peuvent donc être considérés comme étant des miels à intérêt thérapeutique à cause de leurs fortes teneurs en polyphénols.

La teneur la plus élevée a été trouvée dans l'échantillon E7, caractérisé par une couleur ambré foncé extrait dans la région du mont de Dhaya, qui fait partie de l'Atlas tellien et possédant des caractéristiques particulières en matière d'isolement géographique, de conditions climatiques et de fragilité des écosystèmes. Cette montagne est connue pour sa richesse floristique, très développée et qui donne une couleur très sombre à ses miels. Sa végétation forestière est composée de chênes verts localisés sur le versant nord, chênes kermès, garrigues et d'une forêt claire, essentiellement à base de pin d'Alep, mais aussi d'acacia et d'eucalyptus sur le versant sud (Benabdeli, 1996a ; Kerrache, 2011).

Le contenu phénolique le plus faible a été trouvé dans l'échantillon E37 caractérisé par une couleur blanche d'eau extrait de la région de la plaine de Boukhanefis qui est une partie de la grande plaine alluviale de la Mekerra et à topographie assez accidentée (Feraoun et Benabdeli, 2010). Cette région plate est riche en Romarin, eucalyptus, Pommier, Ciste à feuille de sauge, Ciste à feuille de laurier et de lavande.

La détermination de la teneur en composés phénoliques totaux est également considérée comme une méthode prometteuse d'étudier les origines florales du miel. Alvarez-Suarez *et al.* (2009) estime que l'origine botanique et géographique affecte la concentration en composés phénoliques, la distribution de pollen et l'activité antioxydante du miel. Par ailleurs, Anklam (1998), avait déjà révélé que la variation de la teneur en polyphénols pourrait être due à l'origine géographique du miel et climatique spécifique et les conditions des sources végétales de la région.

On constate que la teneur en polyphénol était plus élevée dans les échantillons de miel colorés que dans les miels clairs. Ce résultat est conforté par l'étude de Ciucure et Geană (2019) qui a prouvé que parmi les types de miels étudiés de différentes sources florales, la plupart des miels présentaient des différences significatives dans les valeurs moyennes d'activité de balayage du TP, du TF et du DPPH en fonction de la couleur du miel.

Une teneur en TP plus élevée trouvée dans les miels de miellat et de polyfloraux à une différence significative en polyphénol avec les miels mono-floraux et la source végétale pourrait être la cause de cette différence dans les miels floraux (Bertoncelj, *et al.* 2007 et Beretta *et al.*, 2005). Plusieurs études ont constaté que les espèces de miel provenant de différentes sources florales possèdent de fortes activités antioxydantes et antibactériennes ((Nagai *et al.*, 2006, Blasa *et al.*, 2006) in Doukani *et al.*, 2014). Dans notre cas, Les valeurs élevées des TP de l'échantillon E7 d'origine floral multiple (voir tableau I-17) ainsi que ceux des échantillons de miellat (E55 et E61) confortent les résultats précédents.

Puisque, l'origine botanique et géographique affecte la concentration en composés phénoliques, la distribution de pollen et l'activité antioxydante du miel, la teneur en polyphénols peut ainsi servir d'indicateur dans les études sur l'origine florale du miel (Alvarez-Suarez *et al.*, 2009).

Il a été rapporté que la teneur totale en polyphénols était comparable aux autres études sur des échantillons de miel de miellat (Flores *et al.* 2015 ; Bucekova *et al.*, 2018). Dans la présente étude, la teneur totale en polyphénols ne diffère pas sensiblement entre les deux échantillons de miel de miellat testés, avec une valeur moyenne de 616 mg_{EAG}/Kg de miel. Il sera important de déterminer la limite de concentration critique des polyphénols totaux pour leur comportement en tant qu'agents pro-oxydants (Bucekova *et al.*, 2018).

D'autres facteurs influent également sur la composition et la nature du miel et ses caractéristiques. On citera l'âge de l'abeille (le miel de l'abeille jeune est particulièrement clair et moins concentré que celui de l'abeille la plus âgée), l'origine florale de l'alimentation, le climat de l'environnement, la saison de l'élevage de l'abeille et de la production de miel, le mode d'extraction du miel, la durée et les conditions de conservation, qui conditionnent l'activité des enzymes du miel et leur efficacité (Merah *et al.*, 2010).

La valeur élevée de l'échantillon 61 peut être expliquée du fait que les ruches étaient près d'un champ d'arbousier. Amiot *et al.* (1989) avaient déjà constaté une plus forte teneur en TP pour un échantillon où la ruche était placée à côté d'arbousier. Ils avaient expliqué que cette valeur est due à son exceptionnelle richesse en dérivés benzoïques, monohydroxylés à plus de 50%. Par ailleurs, cette étude, confirme l'importante variation des teneurs globales en composés phénoliques des divers miels analysés et d'autre part, met en évidence une répartition très différente des miels.

Les espèces de miel provenant de différentes sources florales possèdent de fortes activités antioxydantes (Nagai *et al.*, 2002).

Le pouvoir antioxydant et les vertus biologiques des polyphénols ne sont plus à prouver. Plusieurs auteurs ont démontré la contribution active et positive pour la prévention des maladies dégénératives et cardiovasculaires (Kaur *et al.*, 2001 ; Das *et al.*, 2012 ; Doukani *et al.*, 2014 et Cirillo *et al.*, 2016).

II.3.2 Teneur en flavonoïdes

Le développement de nouvelles techniques analytiques a permis de recenser plus de 4000 composés flavonoïques dans le règne végétal ayant des propriétés pharmacologiques intéressantes (Marouf, 2000).

Les auteurs Candiracci *et al.* (2012) et Machado De-Melo *et al.* (2018) attribuent l'activité anti-inflammatoire des miels aux flavonoïdes. Ce sont des composés phénoliques de bas poids moléculaire reconnus pour leurs hautes activités pharmacologiques comme piègeurs des radicaux. Ils sont considérés comme des pigments, quasiment universels, des végétaux et souvent responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles. L'intérêt pour ces substances pour la santé découle de leurs activités antioxydantes, anti-inflammatoire et anti-radicalaires contre les maladies coronariennes et le cancer (Habib *et al.*, 2014 ; Stavric et Matula, 1992 ; Das *et al.*, 1994 ; Bidet *et al.*, 1987 Bruneton, 1993 ; Yao *et al.*, 2003 ; Eteraf-Oskouei & Najafi, 2013 ; González *et al.*, 2011 ; Scepankova *et al.*, 2017).

Le taux des flavonoïdes des miels analysés varie entre $11,40 \pm 0,98 - 27,47 \pm 1,15$ mg/100 g de miel. La valeur moyenne a été estimée à $18,86 \pm 3,25$ mg/100g de miel.

La teneur en flavonoïdes de nos échantillons était similaire à celle d'Ahmed *et al.* (2014) et Mouhoubi-Tafinine *et al.* (2016) mais supérieures à celle de Zaidi *et al.* (2019) et Khalil *et al.* (2012) pour d'autres échantillons algériens (voir tableau II-5).

Nos résultats sont similaires à d'autres études dans lesquelles des échantillons de miel avec des concentrations élevées en polyphénols contenaient également des taux élevés en flavonoïdes (Ibrahimi & Hajdari, 2020 ; Khalil *et al.*, 2010b & Khalil *et al.* 2012). Ce qui indique que le miel algérien a un potentiel antioxydant très élevé.

Dans le miel, la plupart des composés phénoliques sont sous forme de flavonoïdes dont la concentration dépend de divers facteurs, y compris des espèces végétales utilisées par les abeilles, la santé de la plante, la saison et les facteurs environnementaux (Küçük *et al.*, 2007).

La quantité et le type de flavonoïdes trouvés dans le miel varient selon la source forale. En règle générale, les miels les plus foncés contiennent des quantités de flavonoïdes supérieures aux miels plus pâles, ainsi qu'une plus grande capacité antioxydante (Medić-Šarić *et al.*, 2004).

Nos résultats sont comparables aux autres échantillons de miels méditerranéens : Boussaid *et al.* (2018) pour la Tunisie, El-Haskoury *et al.* (2018) pour le Maroc et Rodríguez-Flores *et al.* (2019) pour l'Espagne (voir tableau II-5).

Les résultats enregistrés pour la teneur en flavonoïdes des échantillons de miel, présentés dans le tableau (annexes 03), montrent que la concentration la plus élevée est observée avec l'extrait des miels de Tabia (SBA) E3, Dhaya (SBA) E7, d'Ahfir (Tlemcen) E20, et Terni (Tlemcen) E21. La valeur la plus faible est obtenue pour l'échantillon E49.

On a constaté dans notre recherche que les miels les plus foncés représentent des teneurs en flavonoïdes les plus importants, ce qui est mentionnée par Meda *et al.* (2005) et Alvarez-Suarez *et al.* (2010) en soulignant que la teneur en flavonoïdes est influencée positivement par la couleur intense des miels.

Les flavonoïdes ont suscité beaucoup d'intérêt parmi les chercheurs en raison de ses propriétés thérapeutiques importantes et différentes (Othman, 2012). Ces différences s'expliquent par le fait que les miels proviennent de diverses sources florales et que chaque source florale offre différents composés actifs au miel.

Cette variation de la teneur en flavonoïdes du miel dépend donc essentiellement de la source florale, de la région, de la saison et du site de collecte (Cesksteryt'e *et al.*, 2006)

Tableau II-5: Teneur en composés phénoliques totaux et flavonoïdes dans la littérature

Références	Lieu de la récolte	N°	TP (mg/kg)	TF (mg/100 g)
Nos résultats	Algérie (Ouest)	64	135.70 - 943.31	11.40 - 27.47
Flores et al. (2015)	Espagne	32	795 - 1870	6.6 - 13.1
Ibrahimi & Hajdari (2020)	Kosovo	100	257.6 – 841.7	1.11 – 7.51
Mesbahi et al. (2019)	Algérie	5	420.84-497.91	5.71-7.33
Bakchiche et al. (2017)	Algérie	/	380-860	5-8
Moniruzzaman et al. (2013b)	Malaisie	5	144.51 - 580.03	1.42 – 15.68
Ahmed et al. (2014)	Ouest d'Algérie	4	70.95 - 128.87	8.57 - 21.77
Boussaid et al. (2018)	Tunisie	6	321.7 - 1194.2	22.45 - 9.58
El-Haskoury et al. (2018)	Maroc	8	755.2 - 2452.2	2.26 - 4.79
Rodríguez-Flores et al. (2019)	Espagne	40	1223.4–1494.7	7.24 - 8.26
Mouhoubi-Tafinine et al. (2016)	Est Algérien	4	158.4 - 616.3	2.07 - 10.15
Perna et al. (2013)	Italie	90	600.3 - 730.3	5.49-14.16
Zaidi et al. (2019)	Algérie	31	145.0 - 996.2	0.29 - 2.28
Khalil et al. (2012)	Alger (Algérie)	4	411.10 - 498.16	2.71 - 7.18
Tanleque-Alberto et al. (2020)	Mozambique	70	56.7 - 106.4	12.95 - 30.45

Les flavonoïdes forment le groupe le plus représentatif des composés phénoliques, ces molécules ont des structures chimiques variées et des caractéristiques propres (Benhammou, 2012). Elles sont des métabolites secondaires qui confèrent aux plantes couleur, saveur et défense contre l'infection (Weston *et al.*, 1999).

Laffont (2000) a constaté que les flavonoïdes d'origine botanique contribuent à la défense de l'organisme en renforçant le système immunitaire. Elles ont un fort effet antioxydant et emprisonnent donc les radicaux oxygénés néfastes (Siess *et al.*, 1996).

Cependant, Bogdanov & Blumer (2001) ont trouvé d'autres substances d'origine non végétale dans les miels et qui sont ajoutées par les abeilles lors de l'élaboration du miel.

On constate ainsi que ces deux paramètres varient selon la source forale et l'origine géographique qui affectent la concentration en composés phénoliques, la distribution de pollen et l'activité antioxydante du miel (Alvarez-Suarez *et al.*, 2009).

Les deux sources facilement identifiables de ces composants dans le miel sont l'abeille et la source florale (Cooper *et al.*, 2005). De-Mera et Angert (2004) a suggéré que les plantes, plutôt que les espèces d'abeilles, influencent la puissance. Contrairement à Bogdanov (1997) qui suggéré que les abeilles et les plantes influencent tous les deux l'activité.

D'après Meda *et al.* (2005) et alvarez-Suarez *et al.* (2010), la couleur intense des miels foncés est en relation avec la teneur en flavonoïdes, c'est ce qui est constaté dans notre recherche, le miel le plus foncé (E7 de Dhaya) représente une plus grande teneur en flavonoïdes (27,47mg/100g).

II.3.3 Activité antioxydante totale

a. Test FRAP (Ferric reducing-antioxidant power)

La détermination du pouvoir réducteur, l'un des tests les plus fréquemment cités pour la capacité antioxydante totale. Tous les composés phénoliques dans les échantillons du miel, tels que l'acide gallique, la quercétine et l'acide ascorbique ont différents potentiels réducteurs.

En général, ces méthodes utilisées ont plusieurs caractéristiques, telles que la simplicité, la polyvalence, le faible coût etc... Ces caractéristiques sont nécessaires dans les méthodologies analytiques rapides et fiables pour la détermination de la capacité de réduction / antioxydant dans des matrices complexes en tant que produits alimentaires. Néanmoins, les différentes variétés développées jusqu'à présent appliquent différents potentiels d'oxydation et différentes valeurs de pH (Magalhães, 2011). De plus, les propriétés électrochimiques des échantillons ont été quantifiées à l'aide de différents composés standard de référence tels que l'acide caféique (Maninno *et al.*, 1998), l'acide gallique (Ávila *et al.*, 2006), le β -carotène (Buratti *et al.*, 2001), la catéchine (Maninno *et al.* , 1998 ; Blasco *et al.*, 2005), la galangine (Buratti *et al.* 2007), et le trolox (Miller *et al.*, 1993). Ávila *et al.* (2006) a indiqué que les valeurs de l'activité antioxydante pour des échantillons de miel étaient fortement influencées par le potentiel d'oxydation, le pH et le composé de référence utilisé. Par conséquent, des efforts continus pour normaliser les conditions de réaction sont sans équivoque nécessaires afin d'obtenir des résultats comparables dans et entre les méthodes.

II.3.3.a.1 Méthode 1 (Oyaizu) :

En réduisant le fer ferrique (Fe^{3+}) en fer ferreux (Fe^{2+}), on arrive à déterminer le pouvoir réducteur du miel par sa capacité à céder un électron, permettant ainsi de bien apprécier l'activité antioxydante de l'échantillon testé (Küçük *et al.*, 2007).

Cette réduction développe une couleur verte, et l'intensité de cette couleur est proportionnelle au pouvoir réducteur (Gülçin *et al.*, 2005).

La première constatation est que cette méthode qui se base sur l'hypothèse que : les réactions d'oxydoréduction procèdent si rapidement que les réactions sont complètes à partir de 4 à 6 minutes, n'est pas toujours la réalité. Les résultats de FRAP dépendent surtout de l'échelle de temps des analyses. De plus, certains phénols réagissent

plus lentement et demande des temps de réactions plus long pour leur détection avoisinant 30 minutes (Hyadrin, 2007).

La seconde constatations est qu'elle est simple à utiliser, rapide, bon marché, robuste et ne demande pas d'équipement spécifique. Cette méthode peut être utilisée manuellement, semi automatiquement ou automatiquement (Hyadrin, 2007).

L'analyse des soixante-quatre échantillons de miels (n=64) a révélé une absorbance comprise entre $4,03 \pm 0,08$ et $38,77 \pm 1,05$ avec une moyenne de $21,93 \pm 9,83$.

Ces résultats peuvent être expliqués par la présence de composés donneurs d'électrons qui entraînent la réduction de Fe^{3+} en Fe^{2+} (Sladana *et al.*, 2011). D'autres part, le miel est connu pour être riche en sucres réducteurs, cela explique aussi son fort pouvoir réducteur (Ferreira *et al.*, 2009 ; Sladana *et al.*, 2011).

Pa ailleurs, küçük *et al.* (2007), rapporte que le pouvoir réducteur total est la somme des pouvoirs réducteurs des antioxydants présents dans l'échantillon.

Il a été constaté que la teneur totale en polyphénols et la teneur en Fe^{2+} formées en présence des antioxydants du miel sont corrélées de manière significative. Des résultats similaires ont été rapportés par d'autres auteurs (Bertoncelj *et al.*, 2007 ; Blasa *et al.*, 2006 ; Beretta *et al.*, 2005 ; Aljadi et Kamaruddin, 2004). En fait, tous les échantillons de miel provenant de différentes sources ont montré un pouvoir réducteur. Cependant, les valeurs (annexe 3) montrent que l'échantillon E61 (miel de miellat) est légèrement supérieur à celui de l'échantillon 59 (mélange), tandis que le E18 de Beni-snouss Tlemcen semble exercer le pouvoir réducteur le plus faible. Cependant cette région est très riche en carotte sauvage (*Daucus Carotta*) : une plante très utilisée en médecine traditionnelle algérienne pour ces vertus thérapeutiques (Keddar, 2012). Les propriétés réductrices sont généralement liées à la présence de réductones (Duh, 1998). Gordon (1990) a démontré que l'activité antioxydante de la réductone était basée sur la rupture de la chaîne des radicaux libres en faisant don d'un atome d'hydrogène. Les réductones réagissent également avec certains précurseurs du peroxyde, empêchant ainsi la formation de peroxyde (Alzahrani *et al.*, 2012).

Au regard du tableau des valeurs, on constate que les échantillons soupçonner d'être du mélange de miellat et de nectar et ceux du miellat ont un pouvoir réducteur fort intéressant.

En fait, les polyphénols agissent de deux manières pour promouvoir l'activité antibactérienne : en produisant directement du H_2O_2 et en réduisant le Fe (III) en Fe (II), ce qui déclenche la réaction de Fenton pour créer des espèces d'oxygène réactives plus puissantes telles que les radicaux hydroxyles. La valeur du pH est un facteur clé pour déterminer si les composés polyphénoliques présentent des propriétés antioxydantes ou antibactériennes (Bucekova *et al.*, 2018).

D'après une étude de Liu *et al.* (2013), aucun H_2O_2 n'a été détecté à une plage de pH de 4,5 à 5,5, tandis que la concentration de H_2O_2 est passée de $14 \mu\text{mol} / \text{L}$ à plus de $1 \text{mmol} / \text{L}$ avec un pH élevé de 6,0 à 8,0.

Ceci nous conduit à prouver que nos échantillons ont ce pouvoir réducteur du fait que le pH de ces échantillons varie entre 4,5 et 5,1. Le tableau II-6 indique que les pouvoirs réducteurs des échantillons sont très intéressants sauf pour les 2 échantillons 53 et 62 dont le pH est anormalement élevé du fait de leurs couleurs claires.

Tableau II-6: le pouvoir réducteur des échantillons avec un pH entre 4.5 et 5.1

E	Couleur	TPC	Flav	Dpph %	Frap (593)	Frap 700	pH
9	Ambre clair	404.7	19.42	46.15	282.66	21.74	4.5
56	Ambre	574.4	20.54	50.48	344.86	27.78	4.524
54	Ambre	489.50	19.72	47.58	306.87	24.56	4.618
60	Ambre	572.54	20.36	50.17	338.53	27.78	4.675
48	Ambre	802.20	21.70	72.91	457.34	35.83	4.678
52	Ambre	667.10	20.72	62.07	390.67	31.80	4.703
57	Ambre	671.12	20.80	63.58	401.84	33.01	4.777
64	Ambre	606.12	20.58	52.99	360.50	31.40	4.78
19	Ambre	548.8	20.04	49.71	319.91	26.97	4.8
51	Ambre foncé	898.89	24.02	74.23	473.17	37.28	4.851
63	extra ambre clair	162.12	15.84	35.17	92.72	12.48	4.9
53	Blanc de l'eau	145.60	14.85	21.35	63.28	9.26	4.962
62	Blanc	267.90	19.15	42.33	223.07	16.10	4.99
55	Ambre foncé	558.37	20.25	76.27	331.08	26.97	5.01
61	Ambre foncé	673.63	20.79	78.94	401.84	33.21	5.1

La valeur d'absorbance plus élevée indique un pouvoir réducteur plus élevé (Saxena *et al.*, 2010a), car les ions ferriques sont convertis en ions ferreux par les antioxydants présents dans le miel qui augmentent l'absorbance. Saxena *et al.* (2010a) ont évalué les valeurs d'absorbance des tests FRAP de 0,38 à 0,59 dans certains miels indiens commerciaux (Vaghela & Reddy, 2016).

L'étude statistique montre des différences significatives ($p < 0,05$) entre les échantillons analysés dans leur capacité réductrice. La plupart des échantillons ont une activité élevée, cela revient probablement en plus de la richesse en polyphénols mais aussi à d'autres molécules non analysées tels que les acides organiques et l'acide ascorbique. Ce dernier représente un pouvoir réducteur élevé selon Khalil *et al.* (2012).

II.3.3.a.2 Méthode 2 (Benzie & Strain, 1996)

Idem que la méthode précédente, plusieurs constatations ont été faites :

La première constatation est que cette méthode, qui se base sur l'hypothèse que les réactions d'oxydoréduction procèdent si rapidement que les réactions sont complètes à partir de 4 à 6 minutes, n'est pas toujours le cas. La raison est que, les antioxydants ne réduisent pas tous le Fe (III) à un rythme suffisamment rapide pour permettre

sa mesure dans le temps d'observation généralement utilisée et qui est de 4 minutes. En effet, de nombreux polyphénols réagissent plus lentement et nécessitent des temps de réaction plus longs (30 minutes) pour une quantification totale et, en fonction du temps d'analyse, l'ordre de leur réactivité est modifié. Cependant, certains composés polyphénoliques (acide caféique, acide férulique, acide tannique et quercétine) peuvent avoir des réactions plus lentes, nécessitant plus de temps (30 minutes) jusqu'à la fin de la réduction complexe (Pulido *et al.*, 2000 & Hyadrin, 2007). Blasa *et al.* (2006) explique que lorsqu'on utilise l'eau et le méthanol (solvant utilisé pour leur forme d'extraction dans l'abeille) pour déterminer le potentiel antioxydant des polyphénols, le changement d'absorbance se poursuit après les 4 minutes. Par conséquent, les valeurs FRAP pour ces composés ne peuvent pas être déterminées avec précision en 4 minutes, et pour cette raison, nous avons suivi les recommandons des 10 minutes comme temps de réaction utile (Magalhães, 2011).

La seconde constatation est la même que dans la précédente méthode aussi. Elle est simple à utiliser, rapide, bon marché, robuste et ne demande pas d'équipement spécifique.

L'analyse des soixante-quatre échantillons de miels (n=64) a révélé des valeurs de FRAP (**593nm**) qui varie entre : $25,68 \pm 1,7$ et $539,65 \pm 2,55 \mu\text{M Fe (II)}/100\text{g}$ de miel avec une moyenne de $260,90 \pm 141,62 \mu\text{M Fe (II)}/100\text{g}$ de miel.

Il y avait des différences entre les valeurs d'activité antioxydante des différents types de miel, ce qui suggère qu'ils ont des potentiels antioxydants différents.

Le miel E7 a la valeur d'activité antioxydante la plus élevée parmi tous les miels analysés, ce qui indique son grand pouvoir réducteur et un potentiel antioxydant puissant. Cet échantillon était prélevé de Dhaya, à 1350m d'altitude, qui est une commune de montagne située entre le Djebel Merhoum (sommet à 1404 m) et le massif des monts de Dhaya à l'est. Cette zone est une vaste étendue forestière riche en pins d'Alep. La rivière Mekerra, qui arrose Sidi-Bel-Abbès prend sa source dans cette montagne. Le nectar de fleurs sauvages sur les collines comme sur les montagnes donne naissance à un miel plus riche en caractères organoleptiques et en valeurs nutritives (Blasa *et al.*, 2006). Le miel de haute altitude contenait un niveau d'antioxydants plus élevé que le miel de basse altitude. Ce résultat est conforté par le travail de Neupane *et al.* (2015), justifiant qu'il y aurait une chance de synthèse de métabolites secondaires antioxydants très puissants par les plantes cultivées dans les régions de haute altitude pour faire face aux conditions climatiques difficiles, rendant ainsi ces miels plus puissants que les miels de plaine.

Les résultats de la recherche actuelle ont démontré que le miel fabriqué à partir de nectar de haute altitude par les abeilles à partir de plantes cultivées dans les régions de haute altitude possédait une capacité antioxydante élevée.

D'autres parts, les miels de miellat ont des propriétés antioxydantes et antibactériennes supérieures à celles de la plupart des miels de fleurs. Pita-Calvo & Vázquez (2016) ont fait la même constatation.

D'après les résultats, il a été remarqué que tous les extraits possèdent un pouvoir réducteur plus ou moins important, avec des différences significatives ($p < 0,05$).

Nos résultats sont cohérents avec celles de Seraglio *et al.* (2017), Afroz *et al.* (2015), Beluca *et al.* (2016), Oniruzzaman *et al.* (2013), Bertoncej *et al.* (2007), Sahin *et al.* (2016) et Beretta *et al.* (2005) qui ont démontré une relation entre la couleur de miel et la capacité antioxydante, où les miels plus foncés et cristallisés possèdent une activité antioxydante plus forte que les miels plus légers et transparents (voir tableau II-7).

Tableau II-7: Résultats du test de Frap dans la littérature ($\mu\text{M Fe (II)}/100 \text{ g}$)

Références	Lieu de la récolte	N	Frap ($\mu\text{M Fe (II)}/100 \text{ g}$)
Nos résultats	Algérie (Ouest)	64	25.68 - 539.65
Seraglio <i>et al.</i> (2017)	Brésil	9	410.3-564.7
Afroz <i>et al.</i> (2015)	Bangladesh	9	260.4-772.4
Maksimovića & Nedićb (2013)	Serbie	15	448.7 - 3089.8
Mesbahi <i>et al.</i> (2019)	Algérie	5	30.40-37.69
Moniruzzaman <i>et al.</i> (2013a)	Malaisie	10	193.31 - 379.53
Beretta <i>et al.</i> (2005)	Burkina-Faso	14	72.8-1501.4
Beluca <i>et al.</i> (2016)	Brésil	33	4.01-498
Gül & Pehlivan (2018)	Turquie	23	910-220
Bertoncej <i>et al.</i> (2007)	Slovénie	7	56.8-582.2
Perna <i>et al.</i> (2013)	Italie	90	216.57 - 695.64
Sahin <i>et al.</i> (2016)	Turquie	12	52.7-469
Sahin <i>et al.</i> (2011)	Turquie	10	313.2-3380.5
Kesić (2015)	Bosnie Herzégovine	60	4.7 - 1606.54
Jerković & Marijanović (2010)	Croatie	2	101.5 - 955.9

La variation de l'activité antioxydante des échantillons est peut-être attribué aux origines botaniques et la présence d'agents antioxydants, tels que les flavonoïdes et les acides phénoliques. La qualité et la quantité de ces composés peut être affectée également par sa structure et en particulier les degrés et la position des groupements hydroxyle sur le noyau aromatique de la molécule.

Cependant la production de Fe (II), qui est un pro-oxydant bien connu peut entraîner la génération de radicaux supplémentaires dans le milieu réactionnel, comme OH^\bullet à partir de H_2O_2 , ainsi que les composés qui absorbent à la longueur d'onde de la détermination peuvent interférer aussi, provoquant une surestimation de la valeur de FRAP. Le faible pH (3,6) nécessaire pour ce test peut entraîner une certaine précipitation des protéines, comme la caséine (Chen *et al.*, 2003 & Alvarez-Suarez, 2009).

D'après cette étude (tableau II-4) et les données rapportées dans la littérature [tableaux II-2 et II-8], il semble que le même type de miel, possède un pouvoir antioxydant similaire. Ce résultat a été déjà constaté par Beretta *et al.* en 2005. La transformation, la manipulation et le stockage industriels ou artisanaux semblent être des facteurs mineurs influant sur la capacité antioxydante (Beretta *et al.*, 2005 et Gheldof & Engeseth, 2002).

Par conséquent, ce n'est pas la quantité mais la qualité des polyphénols, qui constitue le principal déterminant de la capacité antioxydante des aliments (Sexana, 2010).

Cela pourrait être causé par les différentes concentrations de composés phénoliques et de flavonoïdes dans le miel (Moniruzzaman *et al.*, 2013a). De plus, les types d'acides phénoliques et de flavonoïdes présents dans le miel peuvent influencer la valeur de FRAP, et les miels d'origines botaniques différentes ont des profils différents de composés phénoliques et flavonoïdes (Khalil *et al.*, 2010b).

b. Test de DPPH

Les radicaux libres sont responsables du développement de maladies dégénératives et chroniques telles que l'athérosclérose, le cancer ainsi que le diabète sucré, il est donc devenu primordiale d'avoir une alimentation quotidienne riche en composés antioxydants afin de prévenir les dommages causés par les radicaux libres (Mračević *et al.*, 2020).

Le DPPH est un radical libre stable à base d'azote qui est largement utilisé pour la détermination du potentiel antioxydant de composés. Ce radical, semi-stable, peut réagir avec ces composés antioxydants ; la réaction représente le transfert d'hydrogène / électron de l'antioxydant vers le DPPH. Ils sont capables de le neutraliser et de provoquer le changement de couleur du violet au jaune (Boussaid *et al.*, 2018).

Le radical DPPH est l'un des substrats les plus généralement utilisés pour l'évaluation rapide et directe de l'activité antioxydante en raison de sa stabilité en forme radicale et la simplicité de l'analyse (Doukani *et al.*, 2014 & Bozin *et al.*, 2008).

Idem que la méthode précédente, plusieurs constatations ont été faite :

La première constatation est que cette méthode est un test simple et rapide ; elle garantit des résultats fiables et n'a besoin de d'un spectrophotomètre UV-vis pour fonctionner, ce qui explique probablement son utilisation répandue dans le dépistage antioxydant. On la trouve dans la littérature avec diverses nomenclatures : soit le test DPPH ou la capacité de piégeage des radicaux libres (% RSA) mais aussi Effet de balayage du radical DPPH.

La seconde constatation est que l'interprétation des résultats est compliquée lorsque les composés testés ont des spectres qui chevauchent la DPPH à 515-517nm. Les caroténoïdes, présents dans le miel, interfèrent. Le test n'est pas une réaction compétitive car la DPPH est à la fois une sonde radicalaire et un oxydant (Alvarez-Suares

et al., 2009 et Elnour *et al.*, 2018). La DPPH est un radical stable qui ne présente aucune similitude avec les radicaux peroxyde (ROO•-) hautement réactifs et transitoires impliqués dans la peroxydation lipidique.

La troisième constatation est que de nombreux antioxydants qui réagissent rapidement avec le peroxyde radicalaire sont presque ou complètement inertes à la DPPH. Malgré les limitations mentionnées ci-dessus, la DPPH • est stable, disponible dans le commerce. Pour ces raisons, il pourrait être considéré comme une méthode spectrophotométrique facile et utile en ce qui concerne le criblage / la mesure de la capacité antioxydante dans le miel (Alvarez-Suares *et al.*, 2009).

La dernière constatation est que la DPPH est un radical libre organique protonique stable sous sa forme cristalline, mais en solution aqueuse, il devient réactif. Il contient un électron impair qui est responsable de l'absorbance à 515-517 nm et également d'une couleur violet foncé visible. Il accepte qu'un électron ou un hydrogène pour devenir une molécule diamagnétique stable (une forme non radicalaire DPPH-H) provoquant un changement de couleur du violet au jaune. La DPPH mesurée après une certaine période de temps est inversement proportionnelle à l'activité de l'antioxydant, c'est-à-dire que la couleur jaune maximale indique une activité antioxydante élevée.

A. La capacité de piégeage des radicaux libres (% RSA) ou %DPPH :

Une forte activité de piégeage du DPPH confère des niveaux élevés d'activité antioxydante de l'échantillon. Les résultats de l'effet antioxydant des miels analysés, réalisée par l'évaluation de leur activité antiradicalaire en utilisant la méthode de piégeage du radical libre et exprimés en % RSA (Radical Scavenging Activity) ou pourcentage d'inhibitions du radical DPPH, sont représentés dans le tableau II-2. Les valeurs du pourcentage d'inhibition varient significativement entre $14,02 \pm 1,12$ – $78,94 \pm 1,89\%$. D'après la valeur moyenne du pouvoir antiradicalaire de tous les échantillons étudiés qui est de $47,04 \pm 16,03\%$, la puissance de cette activité varie considérablement, d'un échantillon à un autre.

Ces résultats sont similaires de ceux rapportés par Ouchemoukh (2012) sur les miels Algériens (2,97 à 87,68), Vaghela et Reddy (2016) ainsi que Saxena *et al.* (2010a) en Inde et par Al *et al.* (2009) sur des miels de Roumanie (35,80 à 64,83 %) et différents de ceux rapportés par Doukani *et al.* (2014) en Algérie et Moukaya *et al.* (2020) au Kenya (Voir tableau II-1).

Si on compare nos résultats avec ceux présentés dans différentes régions algériennes, on constate une similitude des résultats. Haderbache & Redouane (2016) ont reporté des valeurs allant de 24,70 à 80,42% pour 8 miels de Bejaia, Amessis & Ait Mansour (2015) de 28,52 à 84,16 % pour 20 échantillons de différentes régions du nord-est algérien, Abdelbost & Rachef (2016) de 5,39 à 83,53 % pour 17 échantillons de Bejaïa, d'Alger, Annaba et Bordj Bou Arreridj et Houmrani (2020) pour 63 miels algériens, de 10,04 à 79,5 %. Les résultats obtenus par Wilczyńska (2014) (de 47,2 à 83,4 %) pour des miels de la Pologne sont incluses dans cet intervalle. Les miels analysés montrent une moyenne de $47,04 \pm 16,03\%$, qui est supérieure à celle trouvée par Khalil *et al.* (2012) ($39,57 \pm 4,18$ %) et de Homrani (2020) ($30,6 \pm 12,2\%$).

Cette variation est due essentiellement à la complexité de la composition chimique des miels qui dépend des différents types floraux, l'origine géographique et botanique, le climat, les conditions de production et de stockage (Roby *et al.*, 2020 ; Can *et al.*, 2015 ; Nayik & Nanda, 2016).

D'autres auteurs expliquent que cette activité antioxydante dépend non seulement de l'origine florale, mais aussi de la structure, la teneur et la nature des composés phénoliques qu'elles contiennent ainsi qu'à la présence d'autres composés non phénoliques (catalase, vitamines) (Loo *et al.*, 2008 ; Teixeira *et al.*, 2008 ; Ferreira *et al.*, 2009 & de Sousa *et al.*, 2016).

D'autres composants tels que les peptides, les acides organiques, les enzymes et les minéraux comme le Se, Fe, Mn, Cu et Zn, en tant que cofacteurs dans les enzymes antioxydantes, ont une influence significative (Alfonso-Prieto *et al.*, 2009).

L'activité antioxydante varie aussi en fonction de la teneur en antioxydants (polyphénols totaux, flavonoïdes, acide ascorbiques caroténoïdes, les sucres, acides aminés, etc... (Beretta *et al.*, 2005). Ainsi d'après Suznjevic *et al.* (2011), les flavonoïdes ont la plus forte activité antioxydante par rapport à celle des acides phénoliques. Ceci a été observé pour plusieurs échantillons E3, E7, E14, E20 et ayant une forte teneur en flavonoïdes et un fort pouvoir antiradicalaire.

D'autres auteurs admettent qu'elle dépend aussi bien de la composition chimique (les polyphénols, flavonoïdes...) en grande partie mais aussi de leur origine (Linkon *et al.*, 2015 & Noor *et al.*, 2014)

On a établi que les miels de couleur foncée ont des activités antioxydantes plus élevées que celles des miels de couleur claire. D'autres auteurs ont également constaté cela (Bertoncelj *et al.*, 2007 ; Alves *et al.*, 2013 & Estevinho *et al.*, 2008).

On note également que les miels foncés, comme ceux de miellat, ont des valeurs d'inhibition de la DPPH supérieures à 70% et les miels claires, monofloraux, inférieure à 40%. Cette confirmation a déjà été établie et démontrée par Estevinho *et al.* en 2008.

En général, la teneur en phénols et l'activité antioxydante étaient plus élevées dans les échantillons de miel coloré (miellat, polyfloral, d'argousier et ceux d'arbres fruitiers) que dans les miels clairs. Des résultats similaires ont été rapportés par Ciucure & Geană en 2019. Les propriétés bioactives moyennes des types de miels purement étudiés diminué dans la séquence suivante : miellat > polyfloral > monofloraux, tandis que pour les miels mixtes, les résultats montrent des teneurs en TP et TF plus élevées et des valeurs d'activité de piégeage DPPH aussi élevé (Ciucure & Geană, 2019).

L'activité antioxydante la plus élevée a été observée avec deux échantillons de miels de miellat, E61 et E55, avec respectivement 79,10 et 76,27% de RSA. L'activité la plus faible a été observée dans les échantillons de miel monofloraux E37, E47 et E5 avec 14,02 ; 14,60 et 15,23%. Mračević *et al.* (2020) révèlent que l'activité antioxydante la plus élevée a été observée avec deux échantillons Serbes de miels de miellat, avec

respectivement 79,10 et 75,89%. L'activité la plus faible a été observée dans les échantillons de miel d'acacia, avec 23,77 %. De même, Wilczynska *et al.* (2010) ont observé que l'activité antioxydante de certains échantillons de miel de miellat polonais était de 72 à 83% tandis que pour les échantillons d'acacia, elle était de 25 à 36%, ce qui est conforme aux résultats de cette étude.

Ce type de miel a une activité antioxydante plus élevée et une concentration plus élevée d'oligosaccharides. De nombreux chercheurs ont découvert que le miel de miellat avec une couleur plus foncée a une concentration plus élevée de composés phénoliques totaux et une capacité antioxydante plus élevée (Vela *et al.*, 2007 ; Pita-Calvo & Vázquez, 2017 et Chitarrini *et al.*, 2020). Plusieurs recherches ont prouvé que le miel de miellat a des propriétés thérapeutiques et un impact positif sur la santé humaine plus important que les autres miels (Pita-Calvo & Vázquez, 2018 ; Silva *et al.*, 2019 ; Duarte *et al.*, 2017 ; Gasparrini *et al.*, 2018 ; Ham *et al.*, 2016 ; et Vasić *et al.*, 2020). Par conséquent, il y a actuellement une augmentation d'intérêt pour ce miel.

B. La concentration inhibitrice à 50% ou IC50

Aussi appelée Efficient Concentration pour 50% (IC50) exprimé en mg/ml est la concentration de l'échantillon testé nécessaire pour neutraliser 50% des radicaux libres, été calculée graphiquement par les régressions linéaires des pourcentages d'inhibition en fonction de différentes concentrations de chacun des miels testés. Les résultats obtenus des IC50 sont présentés dans le tableau II-8.

L'activité antiradicalaire est inversement liée à la capacité antioxydante (Concentration inhibitrice = IC50). Plus la valeur de IC50 est basse, plus l'activité antiradicalaire du miel est élevée, car il nécessite une quantité moindre de désactivateur de radicaux provenant du miel pour réduire le DPPH. Ces observations ont été apportées par plusieurs auteurs (Boussaid *et al.*, 2018 ; Sarwar *et al.*, 2015 ; Seijo-Rodríguez, 2017 et Homrani, 2020).

D'après Les résultats d'IC50 reportés dans l'Annexe 03, l'échantillon E61 a montré une valeur très faible par rapport aux autres échantillons (IC50 = 6.33mg/ml). Ceci est probablement dû à sa richesse en antioxydants.

Pour l'échantillon E37, le IC50 est de 50,08mg/ml ; c'est la valeur la plus élevée ; c'est-à-dire la force réductrice la plus faible. Les autres échantillons ont montré des valeurs différentes avec une moyenne de $12,82 \pm 7,25$ mg/ml.

D'une façon générale, Les résultats enregistrés sont proches de ceux obtenus par Meda *et al.*, (2005), Beretta *et al.*, (2005), Bertoncelej *et al.* (2007) et Selvaraju *et al.* (2020) mentionnées dans le tableau II-8.

Selon Can *et al.* (2015), Les capacités anti-oxydantes varient en fonction des espèces florales, et d'après Suznjevic *et al.* (2011), les flavonoïdes ont la plus forte activité antioxydante par rapport à celle des acides phénoliques. Ceci a été observé pour les miels E3, E51 et E21 ayant une forte teneur en polyphénols, en flavonoïdes, une couleur foncée et un fort pouvoir anti radicalaire.

Plusieurs études ont établi que les miels de couleur foncée ont des activités antioxydantes plus élevées que celles des miels de couleur claire (Estevinho *et al.*, 2008 ; Bertoncelej *et al.*, 2007 ; Alves *et al.*, 2013).

Tableau II-8: Résultats du test de DPPH dans la littérature

Références	Lieu de la récolte	N	DPPH	
			%	IC50 (mg/ml)
Nos résultats	Algérie (Ouest)	64	14.02 - 78.94	6.33-50.08
Haderbache & Redouane (2016)	Algérie	/	24.70 – 80.42	-
Ouchemoukh <i>et al.</i> (2012)	Algérie	/	2.97 – 87.68	-
Doukani <i>et al.</i> (2014)	Algérie	/	3.42 - 22.06	-
Mesbahi <i>et al.</i> (2019)	Algérie	05	-	20.51-39.24
Bouhala <i>et al.</i> (2020)	Algérie (Jijel)	22	-	4.20 - 17.92
Bakchiche <i>et al.</i> (2018)	Algérie	/	-	6.60-10.94
Saxena <i>et al.</i> (2010a)	Inde	7	44 - 71	-
Al & al. (2009)	Roumanie	24	35.8-64.83	-
Vaghela et Reddy (2016)	Inde	32	39.95 - 84.35	-
Dzugan <i>et al.</i> (2020)	Pologne	23	35-57	-
Ibrahimi & hadjari (2020)	Kosovo	100	22.33-66.92	-
Moniruzzaman <i>et al.</i> (2013a)	Malaisie	10	30.70-62.17	-
Mokaya <i>et al.</i> (2020)	Kenya	16	6.85-8.20	-
Hasim <i>et al.</i> (2020)	Malaisie	1	64	-
Meda <i>et al.</i> (2005)	Italie	/	-	1.63 - 45.45
Beretta <i>et al.</i> (2005)	Burkina Faso	10	-	1.63 - 47.62
Afroz <i>et al.</i> (2005)	Bangladesh,	/	-	7.70 - 84.29
Bertoncelj <i>et al.</i> (2007)	Slovénie	70	-	7.20 -53,8
Escuredo <i>et al.</i> (2013)	Espagne	187	-	8.6 à 17.8
Elamine <i>et al.</i> (2019)	Maroc	8	-	7.94 -27.3
Rodríguez-Flores <i>et al.</i> (2019)	ESPAGNE	40	-	12.54 -23.52
Gül & Pehlivan (2018)	TURQUIE	10	-	10.1–12.0
Bertoncelj <i>et al.</i>, (2007)	SLOVENIE	7	-	12.01-65.52
Selvaraju <i>et al.</i> (2019)	MALAISIE	4	-	5.3-63.90
Perna <i>et al.</i> (2013)	ITALIE	90	-	27.12 - 67.66

II.4 Conclusion

Le miel est un produit naturel extrêmement complexe avec une richesse spécifique qui combine des centaines de substances différentes, lui donnant un fort caractère nutritionnel et médicinale.

Notre étude avait pour but de déterminer la qualité de 64 échantillons de miel algérien de diverses origines phytogéographiques, en évaluant leur pouvoir antioxydant pour confirmer leur rôle dans la médecine curative et préventive.

L'étude de la capacité antioxydante par deux méthodes différentes, à savoir les activités antiradicalaires contre le DPPH et le pouvoir réducteur, prouvent que les miels analysés possèdent des activités antioxydantes qui diffèrent d'un miel à un autre. Des corrélations significatives sont obtenues entre les antioxydants et les activités antioxydantes des miels analysés.

On en conclut que le miel Algérien pourrait sûrement être utilisé comme agent thérapeutique contre les radicaux libres.

Chapitre III: Analyse statistique des résultats et corrélations

III.1 Introduction

La statistique est un outil essentiel pour la compréhension et la gestion des phénomènes complexes. Elle recueille, traite et analyse des données issues de l'observation de phénomènes aléatoires afin de les décrire, faire des prévisions et prendre des décisions à leur sujet.

L'objectif essentiel est donc de maîtriser au mieux cette incertitude pour extraire des informations utiles des données, par l'intermédiaire de l'analyse des variations dans les observations.

Les méthodes statistiques se répartissent en deux classes :

- La statistique descriptive, statistique exploratoire ou analyse des données : son but est de résumer l'information contenue dans les données de façon synthétique et efficace. Pour cela, Elle utilise des représentations de données sous forme de tableaux, de graphiques, et d'indicateurs numériques (minimum, maximum, moyenne...). Elle sert à dégager les caractéristiques utiles au phénomène étudié.
- La statistique différentielle est plus profonde et complexe que la description des données. Elle permet de faire des prévisions et de prendre des décisions au vu des observations. En général, il faut pour cela proposer des modèles probabilistes du phénomène aléatoire étudié et savoir gérer les risques d'erreurs. Les probabilités jouent ici un rôle fondamental (Foucart, 2001).

III.2 Matrice de corrélation des paramètres

La corrélation entre plusieurs variables aléatoires ou statistiques est une notion de liaison qui prouve leurs dépendances qu'a priori n'existe pas ou ne se voit pas.

Cette corrélation est très souvent réduite à la corrélation linéaire entre variables quantitatives, c'est-à-dire l'ajustement d'une variable par rapport à l'autre par une relation affine obtenue par régression linéaire. Pour cela, on calcule un coefficient de corrélation linéaire, quotient de leur covariance par le produit de leurs écarts types.

Il permet de donner une mesure synthétique de l'intensité de la relation entre deux caractères et de son sens lorsque cette relation est monotone. Il existe différentes méthodes de **test de corrélation** : **Le test de corrélation de Pearson**, la **corrélation de Kendall** et de **Spearman** qui sont des tests basés sur le rang.

La **corrélation de Pearson** mesure une dépendance linéaire entre deux variables (x et y). C'est une méthode dite paramétrique car elle dépend de la distribution des données.

Le coefficient de corrélation de Pearson permet d'analyser les relations linéaires et le coefficient de corrélation de Spearman les relations non-linéaires monotones.

La valeur absolue du coefficient, toujours comprise entre 0 et 1, ne mesure pas l'intensité de la liaison mais la prépondérance de la relation affine sur les variations internes des variables. Un coefficient nul n'implique pas une indépendance, car d'autres types de corrélation sont possibles.

Afin d'évaluer cette dépendance, on utilise une **matrice de corrélation**. Le résultat est une table contenant les **coefficients de corrélation** entre chaque variable et les autres.

L'étude statistique de nos résultats a été réalisée par XLSTAT-Pro 2016 en étudiant la matrice de corrélation (analyse bivariée), l'analyse multivariée des données de type Analyse en Composantes Principales (ACP), avec un cercle de corrélation afin de déterminer les paramètres qui se rapprochent les uns des autres.

III.3 Analyses en composantes principales (ACP)

L'ACP est une technique d'analyse qui permet de mieux visualiser les corrélations par condensation d'informations. C'est une méthode exploratoire et descriptive (Dagnelie, 1986 ; Palm, 1998). Elle est utilisée pour interpréter une matrice de données sans structure particulière ne comportant, à priori, aucune différenciation, ni entre les variables, ni entre les individus.

Elle a pour but de remplacer les N variables initiales fortement corrélées entre elles en N variables appelées composantes principales ou axes principaux synthétiques non corrélés entre eux, et de variance progressivement décroissante. Les premières composantes pouvant éventuellement faire l'objet d'une interprétation particulière et les dernières pouvant généralement être négligées (Dagnelie, 1986).

Cette analyse hiérarchique permet de déterminer le niveau de similitude ou de divergence entre les individus ou variétés et donne une répartition des individus ou variétés en groupes ou classes homogènes.

C'est une méthode très efficace pour l'analyse de données quantitatives (continues ou discrètes) et se présente sous la forme de tableaux à M observations / N variables (Eriksson *et al.*, 2001 ; Suh *et al.*, 2002). Elle permet de :

- Visualiser et analyser rapidement les corrélations entre les N variables ;
- Visualiser et analyser les M observations initialement décrites par N variables sur un graphique à deux ou trois dimensions, construit de manière à ce que la dispersion entre les données soit aussi bien préservée que possible ;
- Construire un ensemble de P facteurs non corrélés ($P \leq N$) qui peuvent ensuite être réutilisés par d'autres méthodes (la régression par exemple).

Les limites de l'ACP viennent du fait que c'est une méthode de projection, et que la perte d'information induite par la projection peut entraîner des interprétations erronées. Des astuces permettent cependant d'éviter ces inconvénients.

Toutes les mesures expérimentales ont été effectuées en triple et sont exprimées en tant que moyenne \pm écart-type de trois analyses. L'analyse statistique a été exécutée en utilisant l'analyse de la variance à sens unique (Anova) si la valeur de p globale s'avérait statistiquement significative ($p < 0,05$).

III.4 Résultats des analyses statistiques :

III.4.1 Matrice de corrélation des paramètres physico-chimiques et biochimiques :

La matrice de corrélation est représentée par le tableau III-1. L'analyse statistique bivariée des 18 paramètres étudiés, a montré une corrélation significative entre plusieurs variables. Cependant, même de petites différences entre les coefficients de corrélation doivent être soigneusement examinées car ils peuvent fournir des informations utiles sur l'activité antioxydante du miel.

L'étude de la matrice de corrélation (**Tableau III-1**) montre que :

- Il existe une corrélation significative entre la teneur en cendre et

* l'acidité libre (AL) : $R= 0,93$

* la conductivité électrique (CE): $R= 0,95$

* le pH : $R= 0,48$

- La conductivité électrique est significativement corrélée avec l'acidité libre ($p < 0,001$), la couleur ABS_{450} et la couleur par la méthode de Pfund. Les valeurs de ces corrélations sont $R=0,80$; $0,51$ et $0,60$ respectivement. Cependant elle est moyennement corrélée au pH et le DPPH avec respectivement $R=0,49$ & $0,36$.

- la couleur (Pfund) est également corrélée à :

* la couleur (ABS_{450}) : $R= 0,96$

* le pH : $R=0,40$

L'analyse statistique montre une corrélation positive entre les antioxydants et les activités antioxydantes. Selon la matrice de corrélation, les teneurs en composés phénoliques et flavonoïdes des miels analysés présentent une corrélation très hautement significative ($p < 0,001$) ($r=0,80$). Ce résultat est similaire avec ceux obtenu par Al *et al.* (2009) et Alvarez-Suarez *et al.* (2010) avec des coefficients de corrélation de $0,84$ et $0,83$, respectivement.

De plus, il a été observé que la plupart des flavonoïdes influençaient la couleur du miel, ce qui a été confirmé en utilisant le coefficient de corrélation entre la couleur et les flavonoïdes ($p < 0,001$) vaut $0,72$, ainsi que la couleur et les composés phénoliques totaux : $R=0,88$. Ces résultats sont similaires avec d'autres auteurs, qui ont observé une forte relation entre la couleur du miel et ses ingrédients, en particulier les polyphénols (Gheldof *et al.*, 2003 ; Pasini *et al.*, 2013 ; Džugan *et al.*, 2020).

Les niveaux de flavonoïdes sont liés à la variation de la couleur du miel (Ferreira *et al.*, 2009). En effet, on constate une augmentation significative de la concentration en flavonoïdes de $11,40 \pm 0,98$ à $27,47 \pm 1,15$ mg/100 g de miel, en passant du blanc à l'ambre foncé. Les valeurs montrent que le miel analysé contient des composés bioactifs et peut être utilisé comme aliment fonctionnel ou comme source d'antioxydants alimentaires aux propriétés nutraceutiques (Ahmed *et al.*, 2018).

Les corrélations entre l'activité antioxydante et les contenus en polyphénols totaux et en flavonoïdes ont été établies (voir tabelau III-2). Ces corrélations étaient statistiquement significatives ($p < 0,001$) entre le contenu phénolique et la capacité antioxydante déterminée avec les deux tests, ainsi qu'entre les tests de capacité antioxydante. Les coefficients de corrélation déterminés étaient 0,88 (TP – DPPH), 0,89 (TP – FRAP₅₉₃), 0,90 (TP – FRAP₇₀₀) et 0,90 (DPPH – FRAP).

Le coefficient de corrélation obtenu entre les teneurs en flavonoïdes et l'activité antioxydante est fortement positif ($R = 0,89, 0,94$ & $0,90$) avec DPPH, Frap (593) et Frap (700) respectivement, alors que celui obtenu entre les polyphénols totaux et l'activité antioxydante est moins fort ($R = 0,88, 0,89$ & $0,90$ avec DPPH, Frap (593) et Frap (700)). Ces résultats montrent l'implication linéaire des flavonoïdes dans l'activité antioxydante. Cette constatation est confirmée par d'autres études réalisées par Al-Mamary *et al.* en 2002 et Bouyahya *et al.* en 2018 et qui montrent que l'activité antioxydante de différents types de miel originaire de différents pays dépendait essentiellement de leur concentration en composés phénoliques. Par ailleurs, plusieurs études sur l'activité antioxydante du miel ont conclu cette corrélation (Gheldof & Engeseth, 2002 ; Schramm *et al.*, 2000 ; Al-Mamary *et al.*, 2002 ; Busserolles *et al.*, 2002).

Citons ceux de Ferreira *et al.* 2009 en ce qui concerne la teneur en polyphénols et le pouvoir réducteur ($R = 0,84$) et avec Khalil *et al.* (2012) pour le FRAP ($R = 0,69$) et Aljadi et Kamaruddin (2004) pour l'activité anti radicalaire ($R = 0,86$).

Toutefois, le pouvoir antioxydant d'un produit ne dépend pas seulement de son contenu en composés phénoliques, mais aussi d'autres composés chimiques (Bouyahya ,2016).

Tableau III-1: Matrice de corrélation des paramètres physico-chimiques et biochimiques

	TE	HMF	AL	CE	pH	SUC	Glu-Fru	AD	TC	$[\alpha]^{p_{20}}$	ABS	COL	TP	TF	dpph	ic50	Frap (593)	frap 700
HIM	1,00																	
HMF	-0,05	1,00																
AL	0,22	0,04	1,00															
CE	0,07	-0,11	0,80	1,00														
Ph	-0,03	0,01	0,37	0,49	1,00													
SUC	-0,08	0,22	0,20	0,05	-0,19	1,00												
Glu-Fru	-0,05	-0,12	0,04	0,02	0,13	-0,25	1,00											
AD	0,02	-0,05	0,13	0,15	0,07	-0,19	0,10	1,00										
CEN	0,12	-0,02	0,93	0,95	0,48	0,12	0,05	0,15	1,00									
$[\alpha]^{p_{20}}$	0,05	-0,27	-0,15	-0,03	0,24	-0,37	0,26	0,00	-0,10	1,00								
ABS	-0,16	-0,03	0,32	0,51	0,37	-0,13	0,02	0,21	0,44	0,19	1,00							
Couleur	-0,08	-0,11	0,36	0,60	0,40	-0,18	0,03	0,24	0,51	0,17	0,96	1,00						
TP	-0,09	0,10	0,27	0,31	0,30	-0,16	0,03	0,22	0,31	0,15	0,88	0,82	1,00					
TF	-0,13	0,10	0,10	0,17	0,17	-0,19	0,05	0,25	0,16	0,17	0,72	0,65	0,80	1,00				
dpph	-0,10	0,08	0,23	0,36	0,29	-0,15	-0,05	0,22	0,31	0,14	0,84	0,79	0,88	0,89	1,00			
ic50	0,14	-0,10	-0,17	-0,20	-0,21	0,20	-0,01	-0,20	-0,19	0,00	-0,57	-0,50	-0,59	-0,73	-0,79	1,00		
Frap (593)	-0,15	0,11	0,17	0,24	0,25	-0,15	0,01	0,24	0,23	0,15	0,80	0,73	0,89	0,94	0,94	-0,72	1,00	
Frap 700	-0,10	0,09	0,22	0,27	0,31	-0,18	0,01	0,23	0,26	0,17	0,81	0,74	0,90	0,90	0,95	-0,73	0,98	1,00

Tableau III-2: matrice de corrélation des paramètres du potentiel antioxydant

	<i>ABS</i>	<i>COLOR</i>	<i>TP</i>	<i>TF</i>	<i>dpph %</i>	<i>ic50</i>	<i>Frap (593)</i>	<i>Frap 700</i>
<i>ABS</i>	1,00							
<i>COLOR</i>	0,96	1,00						
<i>TP</i>	0,88	0,82	1,00					
<i>TF</i>	0,72	0,65	0,80	1,00				
<i>dpph</i>	0,84	0,79	0,88	0,89	1,00			
<i>ic50</i>	-0,57	-0,50	-0,59	-0,73	-0,79	1,00		
<i>Frap (593)</i>	0,80	0,73	0,89	0,94	0,94	-0,72	1,00	
<i>Frap 700</i>	0,81	0,74	0,90	0,90	0,95	-0,73	0,98	1,00

Dans cette étude, les analyses statistiques ont révélé que TF et TP étaient corrélés au test de Frap suggérant qu'une teneur plus élevée en phénols et flavonoïdes pourrait fournir des radicaux plus puissants et une réduction d'activité. De plus, le coefficient positif et significatif corrélations entre TF et DPPH indique que les flavonoïdes sont d'excellent contributeur de l'activité antioxydante. Ce résultat est également en accord avec d'autres résultats (voir tableau III-2). Le tableau III-1 montre une corrélation linéaire et significative entre les résultats obtenus à partir des deux méthodes antioxydantes utilisées. Cela signifiait qu'une action DPPH de récupération plus forte génère également un pouvoir antioxydant FRAP plus élevé. Cette constatation a été déjà faites par plusieurs auteurs (Can *et al.*, 2015 ; Zhao *et al.*, 2017 ; Meda *et al.*, 2005 ; Nayaka *et al.*, 2020).

Le tableau III-3 révèle que nos résultats sont comparables à ceux trouvé dans la littérature. De nombreuses études ont établi également des relations entre les structures chimiques des flavonoïdes et leur capacités antioxydantes, l'activité de ces molécules à piéger les radicaux libres (Aazza *et al.*, 2018 ; Sahin & Erim, 2011 ; Sahin, 2016 ; Al-Farsi *et al.*, 2018b ; Beretta *et al.*, 2005 et Lewoyehu & Amare, 2019).

Des valeurs négatives de corrélation ont été trouvées entre IC50 et le restes des paramètres de la capacité antioxydante réalisées. À savoir, des valeurs de IC50 élevées indiquent une faible capacité antioxydante, et inversement. Les résultats obtenus étaient en accord étroit avec les valeurs de IC50 rapportées par Beretta *et al.* (2005). La forte relation obtenue entre la teneur en phénol et la capacité antioxydante confirme la thèse selon laquelle les composés phénoliques présents dans le miel contribuent de manière importante à la capacité antioxydante du miel (Sahin, 2016 ; Al-Farsi *et al.*, 2018b ; Beretta *et al.*, 2005 et Lewoyehu & Amare, 2019).

Les caractéristiques dégagées du miel nous permettent de comprendre mieux ses propriétés antioxydantes. De ce fait, il est considéré non seulement comme un aliment naturel mais aussi une source d'antioxydants dans la nutrition humaine. Ses propriétés pharmacologiques lui accordent une valeur thérapeutique qui dépasse son apport nutritionnel. Cette caractéristique lui a conféré l'appellation d'alicament "un aliment et une drogue médicamenteuse" (Bouyahya, 2016).

Tableau III-3: les matrices de corrélation dans la littérature

	TP/ TF	TP/ DPP H	TP/ ABS	TP/ FRA P	TF/ FRA P	TF/ DPP H	ABS/ FRA P	DPPH / FRAP	DPPH / ABS	DPPH/ COLO R	TF/ ABS	TP/ COLO R
Nos Résultats	0.803	0.87 5	0.88 1	0.89 7	0.90 3	0.89 1	0.81 0	0.947	0.843	0.794	0.72 1	0.823
Moniruzzaman et al. (2013a)	0.872	0.78 5	0.81 6	0.78 0	0.59 5	0.84 0	0.57 7	0.850	0.82	/	0.84 2	/
Beretta et al. (2005)	/	0.91 8	0.93 3	0.88 5	/	/	0.91 8	0.889	0.884	/	/	/
Khalil et al. (2012)	0.776	0.61 5	0.66 2	0.66 8	0.89 3	0.88 8	0.96 3	0.982	0.964	/	0.66 2	/
Boussaid et al. (2018)	0.957	- 0.94 5	/	/	/	- 0.86 6	/	/	/	/	/	/
Pontis et al. (2014)	0.926	- 0.75 2	0.96 7	/	/	- 0.76 7	/	/	-0.8	/	/	/
Flanjak et al. (2015)	/	- 0.97 4	0.89 5	0.98 7	/	/	0.88 7	- 0.974	- 0.914	-0.955	0.92 8	0.925
Sant'ana et al. (2014)	0.377	- 0.42 8	/	0.57 6	0.81 7	- 0.77 1	/	- 0.841	/	-0.542	0.61 3	0.685
Chua et al. (2013)	0.837 5	0.57 3	/	0.90 3	0.99 1	0.92 8	/	0.869	/	/	/	/
Sahin (2016)	/	- 0.82 6	/	0.97 9	/	/	/	- 0.851	/	/	/	/
Sahin et al. (2011)	/	-0.78	/	0.86	/	/	/	-0.66	/	/	/	0.87
Alfarisi et al. (2018b)	0.977	- 0.77 1	0.97 4	/	/	0.60 6	/	/	- 0.608	/	0.99 9	/
Bertoncelj et al. (2007)	/	0.93 2	0.90 8	0.96 6	/	/	0.85 3	0.894	0.432	/	/	/
Dzugan et al. (2018)	0.928	0.91 2	/	/	/	/	/	0.876	/	0.928	/	/
Mesbahi et al. (2019)	0.891 3	0.89 1	/	0.67 2	0.82 7	0.98 2	/	/	/	/	/	/
Ibrahimi & hajdari (2020)	/	0.80 4	/	0.82 9	0.83 4	0.81 3	/	/	/	/	/	/

III.4.2 Analyse en composante principale (ACP)

Afin d'évaluer la possibilité de différenciation des échantillons de miel analysés en fonction de leurs caractéristiques et origine, l'ACP a été réalisée.

Cette analyse permet 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'examen des plans factoriels permettra de visualiser les corrélations entre les variables et d'identifier les groupes de paramètres des échantillons de miel, ayant pris des valeurs proche sur certains variables.

Habituellement, les deux premières composantes principales sont utilisées dans la présentation des données puisqu'elles expliquent la majeure partie de la variation de l'ensemble de données (Beretta *et al.*, 2005 ; Sant'Ana *et al.*, 2012 ; Lazarević *et al.*, 2012 ; Flanjak *et al.*, 2016).

Les trois premiers axes de l'analyse en composante principale (CP) expliquent 98,23 % de la variation totale présente dans les 18 variables proposés à l'analyse. Comme indiqué dans le graphique (Figure III-1), la direction F1 coïncide avec celle du CP. Par conséquent, il est raisonnable de supposer que F1 comprend la plupart des informations (jusqu'à 92,83% de la variance totale). F2 explique 5,40% de la variance totale, avec la contribution majeure de l'HMF (30%).

Les variables ayant un impact similaire sur un axe F sélectionné sont généralement corrélées. Les plus grands impacts sur F1 sont l'absorbance nette, la couleur et les paramètres TP, TF, dp_{ph} et FRAP (Figure III-1).

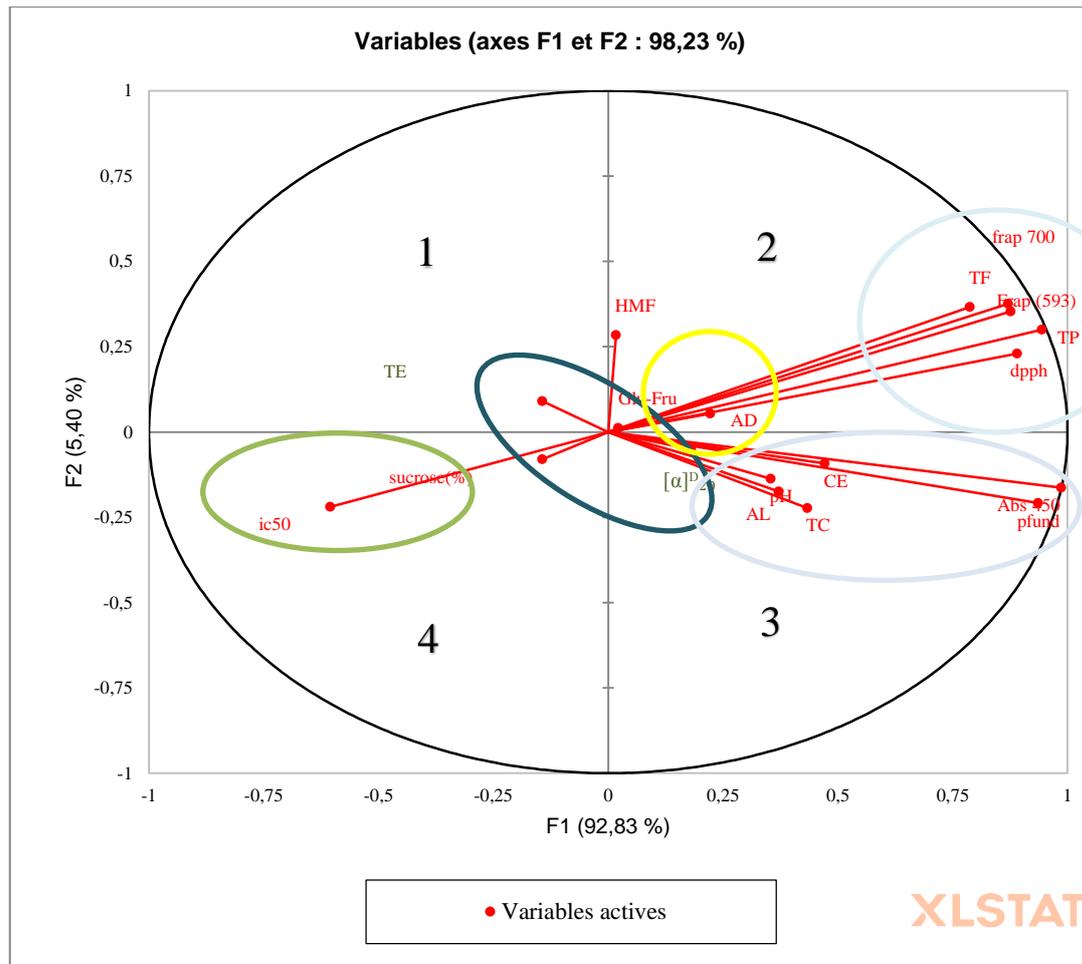


Figure III-1: Cercle de corrélation des 18 variables

	TE	HMF	Frap (593)	frap 700	Glu-Fru	AD	TP	TF	Dpph	AL	CE	pH	TC	[α] ^D ₂₀	ABS	Pfund	ic50	SUC
Zone	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4

Le plan factoriel 1x2 révèle 98,34% (92,93+05,40) (**Figure III-1**) sépare quatre groupes bien distincts. Le premier groupe composé d'un seul paramètre qui est la teneur en eau. Le deuxième groupe est constitué des paramètres : HMF, la teneur en Glucose-fructose, l'activité diastasique, la teneur en polyphénol et flavonoïdes, la dpph et FRAP (593 et 700). Le troisième groupe : conductivité, cendre, pH, pouvoir rotatoire, couleur et acidité. Le quatrième groupe est caractérisé par les paramètres suivants : saccharose et IC₅₀.

Le cercle confirme les constatations déjà énumérer dans le premier point, cependant, on remarque une bonne corrélation entre le taux de saccharose et le IC₅₀ (cercle ovale vert) ainsi que l'activité diastasique et le taux des sucres glucose-fructose (cercle rond jaune) et une corrélation inverse entre le pouvoir rotatoire et l'humidité (cercle ovale bleu).

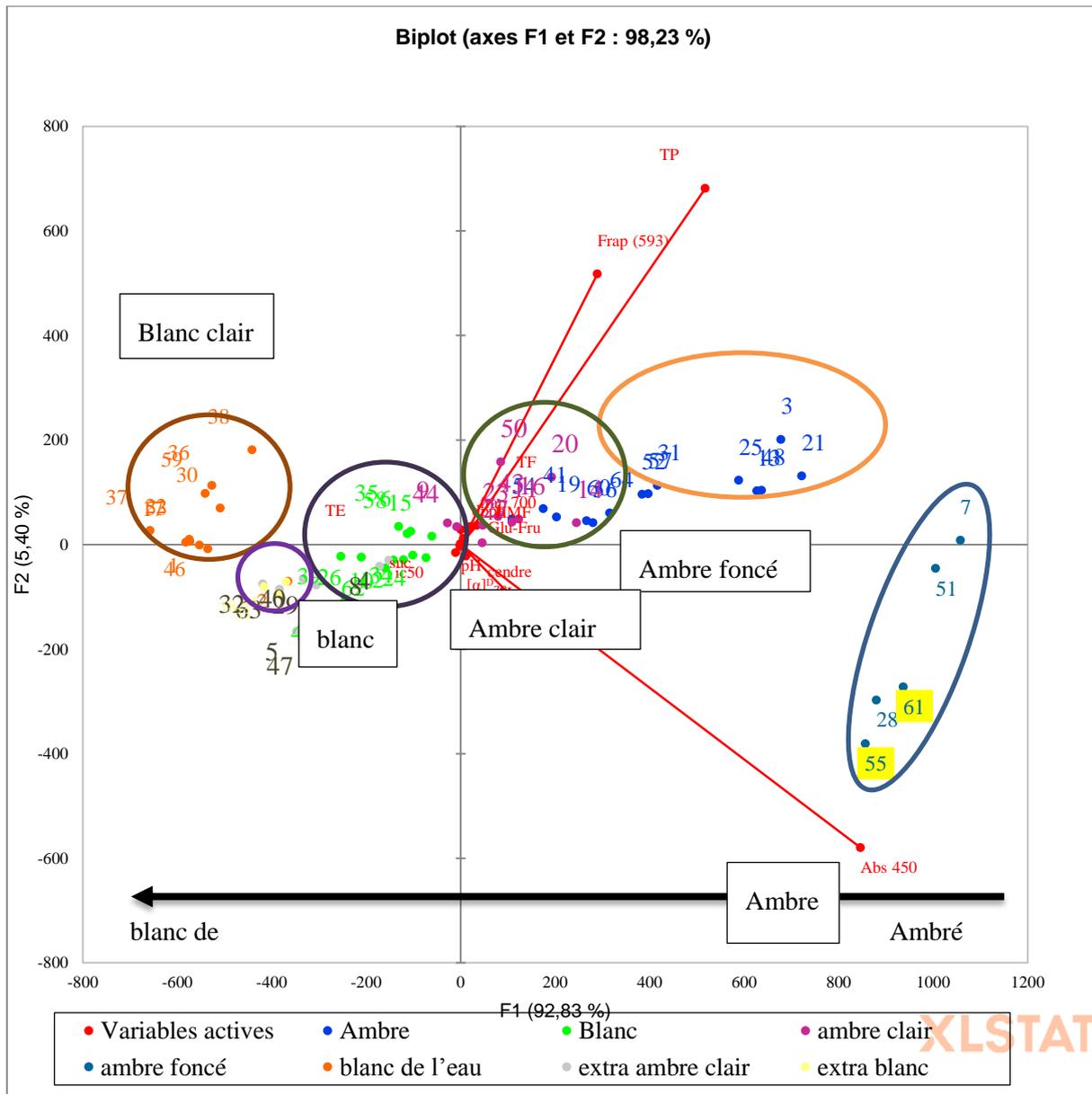


Figure III-2: la projection des échantillons en fonction des variables

Sur la base du graphique de score défini par F1 et F2 (Figure III-2 et III-3), les échantillons analysés sont séparés en plusieurs groupes. Ce qui sort du graphe est que les échantillons se positionnent en fonction de leur couleur. Les échantillons de miel de couleur ambre foncé dont ceux de miellat sont bien séparés des autres types de miel et regroupés dans le coin inférieur droit du plan F1-F2, ce qui indique des échantillons avec des valeurs ABS (450) élevées. Ce cluster regroupe des miels avec des caractéristiques thérapeutiques fortes intéressantes. De même, les miels de miellat qui ne sont pas d'origine florale, tiennent leurs propres positions individuelles avec les miels à haute teneur en antioxydants. Les échantillons de miel de couleur ambré se trouvent dans la zone II et bien corrélés à la teneur en polyphénol et le test de FRAP (593nm). Ces échantillons ont une activité antioxydante intermédiaire. Les échantillons de couleurs : ambe clair et blanc sont regroupés autour du milieu

de l'axe F1. L'analyse chimiométrique suggère que la composition chimique des antioxydants de ces échantillons de miels polyfloraux peut être différente de celle des miels mono-floraux (Beretta *et al.*, 2005).

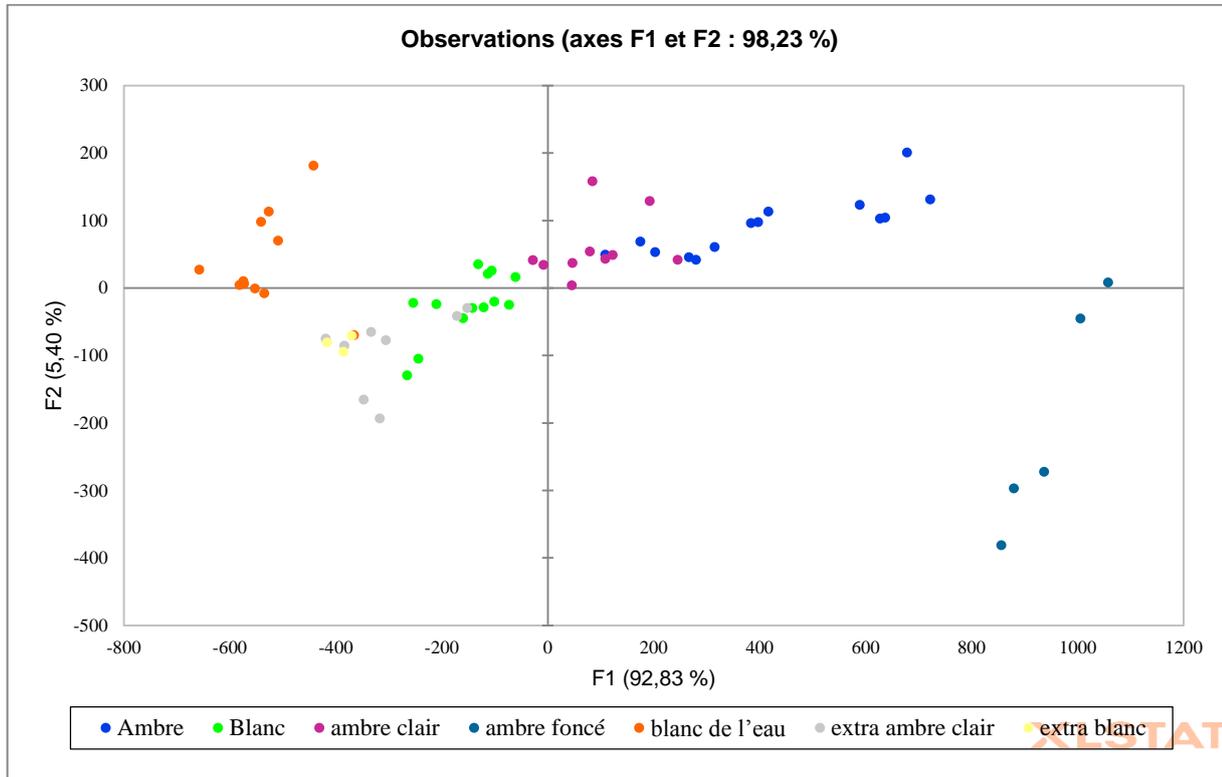


Figure III-3: Projection des échantillons

Puisque, outre la caractérisation, le but de cette étude était d'évaluer l'application possible de la capacité antioxydante comme critère pour l'identification de l'origine de miel, l'analyse PCA a été menée sur l'ensemble original de données. La figure III-2 montre le comportement antioxydant du miel dans l'espace des deux nouvelles variables F1 et F2. Les résultats ont révélé que la capacité antioxydante joue un rôle intéressant dans l'identification du type de miel par rapport à l'origine botanique. La couleur joue un rôle non négligeable dans la différenciation entre plusieurs miels, cependant les valeurs de FRAP et de la DPPH ont une importance capitale dont la détermination des effets thérapeutiques des échantillons de miels de couleurs foncés. Ce résultat est similaire à celui rapporté par Flanjak *et al.*, (2016). Les valeurs des variables FRAP, DPPH et de couleur du miel confirment, selon l'analyse multivariée, le rôle majeur des espèces phénoliques dans la capacité antioxydante du miel.

III.5 Conclusion

Le but de cette section était de mettre en place une approche analytique mathématique pratique pour la standardisation des propriétés physico-chimiques et antioxydantes du miel.

L'indication qui se dégage clairement de ce travail est que seule une combinaison de tests antioxydants, d'analyses comparatives et d'évaluation chimométrique permet d'obtenir une solide plateforme d'informations pour caractériser les propriétés antioxydantes du miel sans perdre certains événements oxydants importants.

Parmi les outils chimométriques, le graphique de score de l'analyse PCA, qui montre différents schémas de regroupement du miel, des échantillons, semble être celui qui donne une vue immédiate et complète du pouvoir antioxydant lié aux différences de composition chimique.

L'étude révèle des informations et des confirmations pour la communauté scientifique sur les effets bénéfiques liés aux antioxydants du miel. Les résultats peuvent également fournir au phytochimiste des informations de base avant l'effort coûteux et chronophage d'identification et de caractérisation des composants antioxydants du miel. On a constaté que les miels les plus foncés, caractérisés par des valeurs d'absorbance plus élevées, sont associés à des teneurs en polyphénols et à des activités antioxydantes plus élevées (Gośliński *et al.*, 2020).

De nombreuses études ont décrit cette forte corrélation existante entre d'une part la couleur du miel et d'autre part sa teneur en polyphénols ou sa capacité antioxydante, avec des valeurs plus élevées dans les miels foncés et cristallisés que dans les miels clairs ou transparents. Certains polyphénols interviennent en effet sur la couleur ainsi que sur les qualités organoleptiques du miel.

Chapitre IV: Potentialité mellifère de la flore de Sidi-Bel-Abbès et enquête sur les apiculteurs

IV.1 Introduction

Comme on l'avait signalé en introduction, la survie humaine dépend en grande partie de la survie de l'abeille, et sa santé devient une priorité pour la nôtre. L'un des paramètres et baromètre de l'état de sa santé est le miel qu'elle produit et de sa qualité.

L'apiculture est une science complète en elle-même qui n'étudie pas uniquement la production du miel et la pollinisation des plantes mais aussi devenue au fil des temps une matière scientifique qui fait recours plus souvent que l'on croit à la chimie verte afin d'étudier le comportement des abeilles face aux prédateurs et à la pollution. L'homme a domestiqué l'abeille depuis 04 millions d'années (Waring et Waring, 2010) pour pouvoir utiliser ses savoir-faires, afin de survivre.

On assiste actuellement à une réduction des populations d'abeilles domestiques et sauvages, et plus globalement des pollinisateurs (Chagnon, 2008 ; Kluser, 2010).

Ce déclin menace la pérennité et l'évolution de la majorité des espèces biologiques et de ce fait menace directement la biodiversité végétale. Les répercussions sur l'agriculture sont aussi sérieuses, notamment en arboriculture et maraîchage : la valeur du service de la pollinisation au niveau mondiale est estimée à 153 milliards d'euros. Dans le monde, environ 225 000 espèces de plantes à fleur sont pollinisées par 200 000 espèces animales dont l'abeille occupe la première place. Du fait de son déclin, on a constaté des pertes significatives de rendement ou de qualité liées au manque de pollinisation dans le monde entier (Vennetier *et al.*, 2012).

En 2019, l'abeille a été reconnue l'espèce la plus précieuse de la planète (Concio, 2019), vu son rôle principal dans la pollinisation. Elle est « devenue » un pilier majeur de la biodiversité et sa disparition entraînerait des répercussions directes sur la survie des espèces.

Dans la nature, l'abeille et la fleur sont deux éléments inséparables et concomitants pour une biodiversité végétale riche. Elles contribuent à la reproduction sexuée, donc à la survie et à l'évolution de la grande majorité des plantes à fleurs (Faegri & van der Pijl, 1971).

L'appellation "mellifère" est donnée aux plantes riches en ressources pour les insectes pollinisateurs. Actrices du renouvellement de la biodiversité, ces plantes mellifères sont indispensables pour nos insectes, et facilement accessibles.

L'abeille est ce pont qui lie le monde végétal, dans lequel elle puise le miel et le pollen, au monde animal dont elle fait partie. Grâce à son action de pollinisation qui assure la fécondation du monde végétal. Ce petit insecte chimiste qui est si vulnérable visite chaque jours des arbres fruitiers tel que le poirier, le pommier, l'abricotier, les amandiers, le pêcher et le prunier ainsi que des cultures herbacées tel que la luzerne, le trèfle, le sainfoin et autre plantes fourragères surtout celles destinées à la production des graines qui peuvent tripler leurs rendements par rapport aux cultures privées par leur interventions.

Une abeille doit visiter environ 1.000 fleurs pour remplir son jabot de nectar. Ce qui représente environ 75 mg de nectar (soit presque le propre poids de l'abeille). Ce nectar doit perdre les 2/3 de son eau pour devenir du miel, soit 25 mg. Ainsi, l'abeille doit faire une moyenne de 400 voyages, soit visitées **400.000 fleurs** pour fournir 10 gr de miel ! D'où l'intérêt économique majeur de l'abeille dans la production mondiale des cultures (Prost & Le Conte, 2005).

Dans les temps anciens, les hommes croyaient que les abeilles récoltaient le miel dans les fleurs, d'où le nom melli (miel) fère (produire) pour ces plantes. Or le mot le plus juste serais nectarifères du fait que les fleurs produisent principalement du nectar butiné par les abeilles.

Cependant cette appellation est beaucoup plus large, en plus des nectarifères, elle englobe les plantes qui fournissent du pollen, de la propolis et du miellat.

À travers les siècles, l'homme a su développer ses connaissances sur les plantes et leurs utilisations. Baron-Chaufaille (1985) signale que ces plantes sont souvent associées au miel, substance naturelle sucrée produite par les abeilles (Mekious *et al.*, 2016). Les abeilles butinent les fleurs et prennent les substances actives sécrétées par les plantes qu'elles transforment en miel (Piroux, 2014). Elles participent également à leur pollinisation (Rossant & Desmouliere, 2011) et à l'enrichissement de la production végétale.

Pour produire du miel, l'abeille ne s'intéresse pas à toutes les plantes mais particulièrement à une tranche des plantes qui présente un intérêt pour elle. La flore sauvage s'avère indispensable pour sa survie et sa diversité assure le bon développement de ses colonies, un bon rendement économique mais aussi une bonne diversité des miels qu'elle offre, diversité marquée par les caractéristiques des miels puisés directement des plantes visitées (Marchenay & Berard, 2007).

De ce fait, plusieurs travaux ce sont intéressés à identifier l'origine florale et l'origine géographique des miels. Cependant, ces analyses restent, malgré les progrès accomplis, un domaine où l'interprétation des résultats n'est pas toujours sans difficultés. En général on ne se contente pas des résultats provenant d'une méthode unique ; on cherche au contraire à obtenir plus de précision et plus de sûreté par des recoupements en utilisant des méthodes indépendantes reposant sur des principes différents.

Dans cet esprit, Nous allons identifier et inventorier les plantes mellifères que composent notre région.

Pour cela, on fera en premier, un état de l'art sur la notion de fleur et de pollinisation ensuite on fera un tableau sur la flore mellifère en Algérie puis on abordera notre région (sidi bel abbés) pour enfin faire une première carte mellifère de Sidi-Bel-Abbès en utilisant les données récoltées soit par les apiculteurs de Sidi-Bel-Abbès et par l'inventaires des plantes mellifères qui sont présente dans cette région.

IV.2 Etat de l'art

Cette relation extraordinaire entre l'homme et l'abeille les lie depuis des millénaires, cependant une autre relation les lie qui est la nourriture. Les deux espèces ont besoin de protéine et de sucre pour se nourrir. Pour l'abeille, les protéines se trouve dans le pollen et le second dans le miel, et justement l'abeille puise ses deux éléments dans les fleurs.

IV.2.1 La fleur (Figure IV-1)

Elle représente un organe innovant de la reproduction sexuée chez toutes sortes de plantes à fleurs qu'on appelle angiospermes. Elle est généralement hermaphrodite et comporte les organes femelles, représentés par le pistil (un ovaire surmonté d'un style terminé par un stigmate), et les organes mâles que sont les étamines (filet surmonté d'une anthère remplie de grains de pollen). Après la pollinisation, la fleur est fécondée et se transforme en fruit contenant des graines.

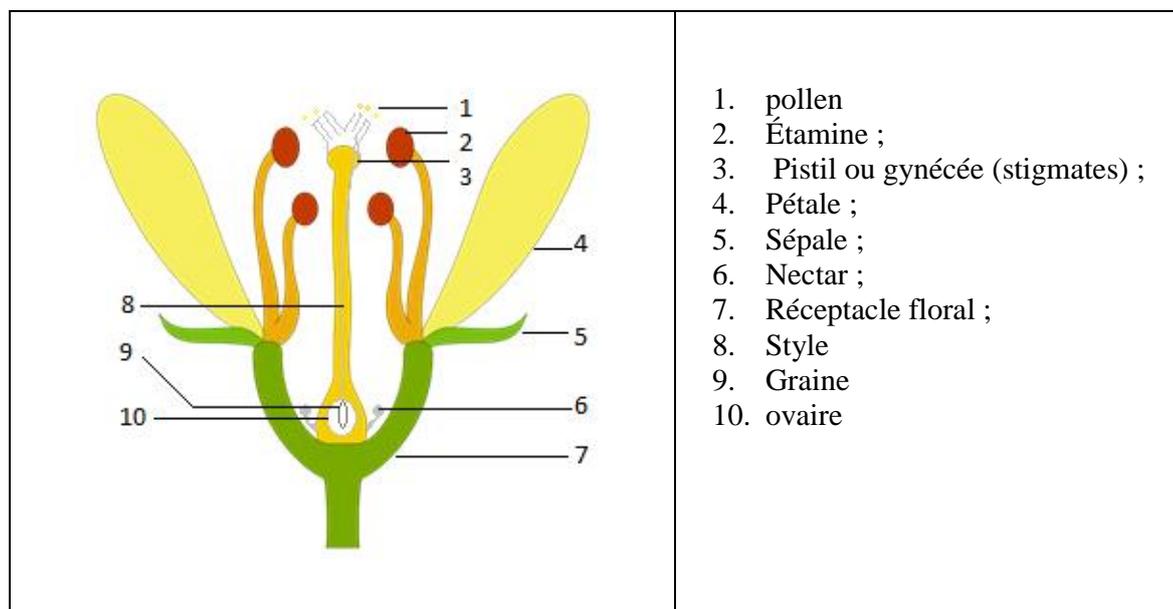


Figure IV-1: Schéma théorique d'une fleur

Photo retouché, Prise du Domaine public ; File:Bluete-Schema.svg

La pollinisation consiste en un dépôt de grains de pollen sur le stigmate d'une fleur de la même espèce, (voir figure IV-2), chaque grain de pollen émettant un tube pollinique qui traverse le style et achemine les gamètes jusqu'à l'ovaire pour le féconder. L'ovule et les tissus associés vont alors se développer pour donner naissance à une graine puis un fruit (Partap, 2011 ; Von Frisch, 2013).

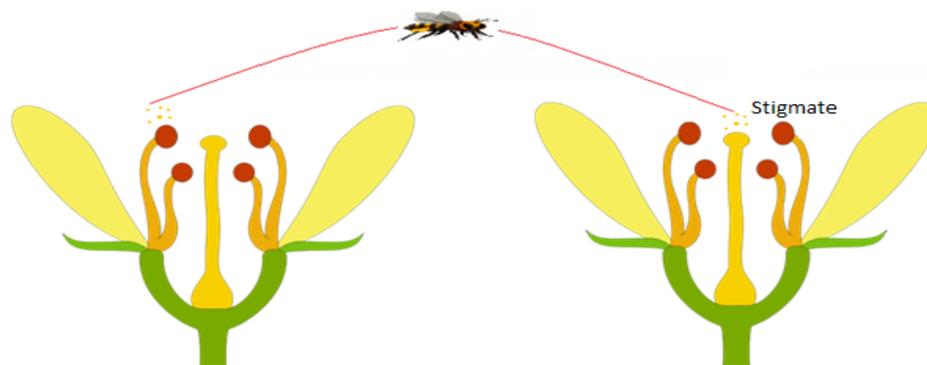


Figure IV-2: La pollinisation de fleurs par les insectes

La pollinisation permet la reproduction des plantes par la formation d'une nouvelle graine qui pourra à son tour donner naissance à une nouvelle plante de son espèce.

Deux formes de pollinisation existent :

- L'autofécondation : l'ovule est fécondé par du pollen du même individu,
- La fécondation croisée : l'ovule est fécondé par du pollen en provenance d'un autre individu, ce qui va favoriser le brassage génétique contrairement à l'autofécondation.

La pollinisation peut avoir lieu à l'aide du vent (anémogamie), de l'eau (hydrogamie) ou encore des animaux (zoogamie)

Dans la zoogamie, le transport est fait par les animaux dont les mammifères (dont la chiroptérogamie), les oiseaux (ornithogamie) mais aussi et surtout par les insectes (entomogamie). Cette stratégie permet aux plantes de produire une quantité moins importante de pollens car la pollinisation est ciblée. En revanche, elle constitue le mode de pollinisation le plus fréquent avec plus de 67 % des espèces de plantes à fleurs qui se reproduisent grâce aux animaux (Nabhan & Buchman, 1997 ; Ollerton *et al.*, 2011 ; Partap, 2011).

Dans le cas fréquent de l'entomogamie, chaque plante attire les insectes en utilisant divers stratégies et caractères (Fenster *et al.*, 2004 ; Volona *et al.*, 2020). Soit l'odorat (la fragrance) ou la couleur (pour certaines, uniquement perçues dans l'ultraviolet par certains insectes) mais aussi le goût. Justement le nectar est sucré mais la plante sécrète aussi des substances rendant ce nectar amer pour que chaque pollinisateur n'en consomme pas trop.

Cette ambiguïté concernant la fleur peut être expliquée, du fait que le parfum floral est un message chimique à double rôle : attirer et guider les pollinisateurs qui sont récompensés par du nectar et du pollen, mais elle émet également aussi des composants rendant le nectar assez amer pour que l'insecte n'en prélève pas trop ou pour éloigner des consommateurs qui ne seraient pas aptes à féconder l'espèce.

La plante émet aussi des substances protectrices pour sa fleur et pour les organes de cette fleur tels que la nicotine du tabac (Banožić *et al.*, 2020). Selon le contexte écologique, Ce sont des composés insecticides et

fongicides toxiques qui peuvent soit accroître la vulnérabilité des insectes aux parasitoïdes et aux entomopathogènes, soit les protéger, conduisant éventuellement à l'automédication (Dhok *et al.*, 2020). Ça peut être aussi des leurres visuels (l'apparence d'un insecte) ou olfactifs (odeur de la viande pourrie).

Cette diversité des pollinisateurs rend un service à l'écosystème d'une valeur économique incontestable liée au bien-être humain par la production agricole et la sécurité alimentaire (IPBES, 2016 ; Porto *et al.*, 2020) en assurant une reproduction des plantes et donc une diversité floristique qui est essentielle à la survie des autres espèces animales comme les herbivores (Kearns *et al.*, 1998). Klein *et al.* (2007) ont pu établir que 87 des 115 principales cultures cultivées pour l'alimentation humaine dans le monde dépendent des pollinisateurs (porto *et al.*, 2020).

IV.2.2 L'abeille et la fleur

« Les abeilles ne butinent qu'un temps ; après se font trésorières » (Gide).

Il semble bien que le mot butiner est le mot le plus adéquat pour expliquer cette relation plus qu'étroite entre l'abeille et la fleur.

Pour le Robert le verbe butiner est synonyme de : « Visiter les fleurs pour y chercher la nourriture de la ruche ».

Les ouvrières d'une même ruche butinent sur les différentes fleurs qu'elles visitent pour prélever du pollen et/ou du nectar. Cependant et en règle générale une ouvrière donnée ne butine qu'une seule espèce de fleurs pendant plusieurs jours de suite ; on parle alors de constance de l'abeille.

Cette constance offre des avantages non seulement aux abeilles mais aussi aux fleurs. L'abeille va bénéficier d'une adresse à répéter la même chose et la fleur aura le pollen de la même espèce pour pouvoir polliniser (Von Frisch, 1965).

L'abeille est connue pour être le meilleur pollinisateur et pour cause. Une abeille, qu'elle soit sauvage ou domestique, pollinise à elle seule 71 des 100 espèces de plantes faisant partie de nos ressources alimentaires et est capable à butiner 250 fleurs par heure, de stocker sur une seule patte 500 000 grains de pollen (Deguine *et al.*, 2008).

Grace à sa vision trichromatique, la butineuse arrive à percevoir les couleurs et le chemin à suivre pour localiser, au cœur de la fleur, les endroits les plus riches en nectar. Elle est très sensible aux couleurs vives comme le bleu et le jaune, à l'ultraviolet mais aussi au parfum dégagé par la fleur (voir Figures IV-3 et IV-4).

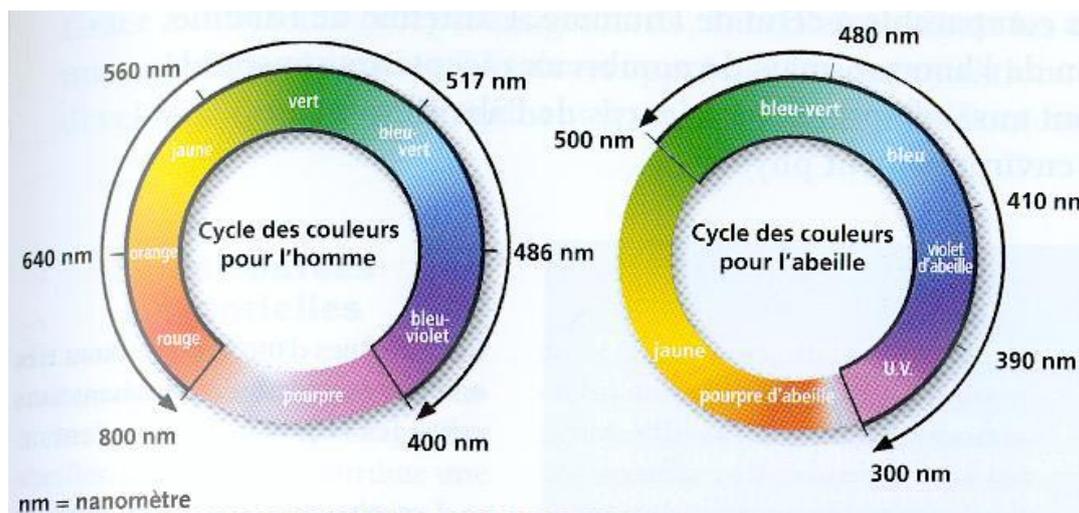


Figure IV-3 : Les couleurs vues par l'homme et par l'abeille (Clément, 2015)



Figure IV-4: Un pissenlit tel que vu par une abeille (à gauche).

Photo : ultravioletphotography.com

Les abeilles voient les rayons se situant entre 300 et 560 nm, incluant les rayons ultraviolets que nous ne pouvons pas apercevoir, mais pas les rayons rouges qui nous paraissent très visibles. Pour une abeille, une fleur parfaitement rouge paraîtra noire (Figure IV-4). C'est cette caractéristique qui rend l'abeille attractive envers les fleurs rouges qui sont perçues dans l'UV entre 300 et 390 nm (Clément, 2015). Le choix de la fleur ne dépend pas que de la couleur, ainsi que des signaux optiques et ultraviolets, la forme (symétrie de la fleur, taille de la corolle) est aussi très importante (Armbruster & Muchhala, 2020).

L'odorat aussi, lui est utile et plus particulièrement pour l'identification des fleurs. Chaque fleur possède un parfum qui lui est propre et, si elle est riche en nectar, les abeilles la reconnaîtront aisément, et ses molécules odorantes s'inscrivent dans leur mémoire. En outre, elles possèdent leur propre système d'odeurs qui leur sert de marqueurs, d'indices, ou mieux, de messages. Ce dernier semble être le premier élément dans le choix de la ressource, qu'elle soit nectarifère ou pollinifère (Clément, 2015 ; Arenas & Farina, 2012).

L'odeur de la ressource florale en association avec le transfert de nectar via les trophallaxis peut être appris par les abeilles réceptrices via l'apprentissage associatif et influencer leur futur choix de recherche de nourriture (Von Frisch, 1923 ; Wenner *et al.*, 1969 ; Mas *et al.*, 2020). Cette odeur est également essentielle lors du recrutement de nouvelles butineuses (Mas *et al.*, 2020).

En outre, Les abeilles ont un sens du goût très développé. Elles sont capables de différencier le sucré, l'acide, l'amer et le salé grâce à de nombreux récepteurs gustatifs, situés de la langue, des tarsi au bout des pattes et des antennes (Clément, 2015).

Les abeilles mellifères (*Apis mellifera*) se nourrissent en utilisant leur sens de l'odorat et en revenant à des odeurs florales qu'elles ont auparavant apprises à associer à des récompenses alimentaires de haute qualité. Cette perception d'une récompense peut fidéliser le pollinisateur à une espèce florale (Von Frisch, 1923 ; Hill *et al.*, 1997), sachant que l'activité de butinage est généralement monospécifique par voyage fleurs-rucher, et que l'abeille change de ressource lorsque celle-ci s'amenuise (Pesson & Louveaux, 1984).

L'orientation :

Les abeilles sont capables de se déplacer à l'extérieur de la ruche, lorsqu'elles quittent la ruche à la recherche de fleurs à butiner. Elles ont un sens de l'orientation qui leur permet de se déplacer sur de longues distances et à retrouver leur chemin dans un environnement changeant. C'est en 1967 que Von-Frisch a découvert les bases des mécanismes de l'orientation de l'abeille.

Dans ses recherches, il a pu prouver que cette capacité implique la coordination de plusieurs types de signaux complexes : olfactifs et visuels (le soleil ou les ultraviolets en cas de couverture nuageuse, magnétiques sur les repères terrestres dans le paysage).

Donc c'est grâce à ses sens qu'on a énuméré ci-dessus que l'abeille s'oriente dans l'espace.

L'abeille se laisse d'abord guider dans l'espace par la couleur, c'est son odorat qui intervient pour l'orienter sur les petites distances et lui permettre de retrouver la fleur voulue.

Le butinage

On estime qu'annuellement une ruche de taille moyenne consomme entre 120 à 236 kg de nectar pour la fabrication du miel (Rodney & Purdy, 2020), 20-30 kg de pollen et 25 L d'eau (Van Der Steen, 2015).

Le butinage conditionne le développement d'une colonie d'*Apis mellifera* et permet la récolte de ces éléments nutritifs, de propolis et d'eau, depuis le début du printemps jusqu'à la fin de l'automne.

Ainsi, toutes ces ressources récoltées permettent l'expansion de la colonie avec une ponte allant jusqu'à 2000 œufs par jour en juin. Au cours de l'hiver, le butinage est très limité voire inexistant à cause de l'absence de fleurs.



Figure IV-5: Exemples de pollinisation. A = Abeille domestique, *Apis mellifera* récoltant le nectar, B= *Apis mellifera* chargée de pollen.

Pour cette raison et afin de pérenniser la colonie, une partie de ces ressources est mise en réserve. Parmi ces derniers, on citera le miel qui est élaboré à partir du nectar et de miellats, après modifications, lors de la récolte puis à la ruche, par des sécrétions buccales et par assèchement.

Le nectar, produit dans les nectaires, les organes floraux d'une fleur, est une solution glucidique aqueuse riche en sucres, dont le taux et le type (glucose, fructose, saccharose, ...) sont variables en fonction des espèces végétales. Il est, entre autres, riche en acides aminés, minéraux et arôme. Les plantes à fleurs produisant des nectars sont appelées nectarifères ou mellifères.

Ce nectar est récolté grâce au proboscis de l'abeille (trempe), puis modifié chimiquement en le mélangeant à des enzymes de digestion et stocké dans le jabot, puis régurgité dans la ruche où il est transmis par trophallaxie à d'autres abeilles en charge de sa réception (figure IV-6).

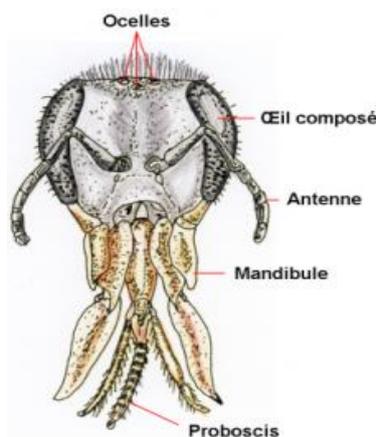


Figure IV-6: morphologie de la tête d'une abeille

Image de <https://catoire-fantasque.be/morphologie-abeille/>

Il est utilisé comme source énergétique par les abeilles, notamment directement durant le vol par la butineuse. Il est transformé en miel dans la ruche et sera l'aliment de base dans la ruche.

Certaines abeilles ne butinent que du nectar lors d'un vol, d'autres du pollen. Parfois, elles peuvent récolter ces 2 sources alimentaires, elles sont alors qualifiées de butineuses mixtes.

Le pollen, source de protéines et d'acides aminés, de vitamines, de minéraux, de stérols et autres lipides, est composé de corpuscules microscopiques récolté sur les étamines des fleurs.

L'abeille conçoit des pelotes en rassemblant les grains de pollen avec du nectar et des sécrétions glandulaires (Louveaux, 1958) et les transportent dans les corbeilles à pollen situées sur ses pattes postérieures. Les pelotes sont ensuite stockées dans les alvéoles formant ainsi le pain d'abeille, qui sera consommé ultérieurement. Le pollen constitue un aliment de base pour les abeilles en raison de sa teneur en protéines indispensables au développement et à la santé de la colonie (Maurizio, 1954 ; Crailsheim *et al.*, 1992 ; Alaux *et al.*, 2010 ; DeGrandi-Hoffman *et al.*, 2010).

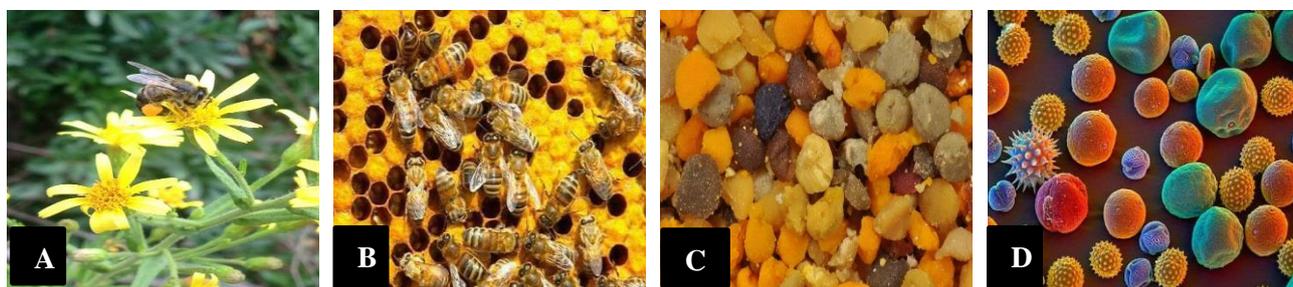


Figure IV-7: A= abeille récoltant du pollen, B = Abeille déposant le pollen dans la ruche, C= vue agrandi de Pollen d'abeille, D= Echantillon de grains de pollen observés en microscopie électronique à balayage (<https://no.pinterest.com/starstvff/>)

La distance parcourue par une butineuse peut donc varier de quelques mètres à plusieurs kilomètres en fonction du type de paysage et donc des ressources recherchées et de la saison (Retzlaff, 2018).

Toutes ces estimations sont enfaite conduite par ce potentiel mellifère que recherche l'abeille et qu'elle doit utiliser à moindre « coût » pour sa survie.

IV.2.3 Les plantes mellifères

Le mot mellifère provient du latin mellis qui signifie miel.

Une plante est définie comme mellifère lorsque celle-ci est exploitable par l'abeille domestique.

Ce sont toutes les espèces de plantes susceptibles d'être à la base de la production du miel.

La flore mellifère concerne entre autres les plantes productrices de pollens, de miellats ou de propolis. Les plantes mellifères les plus importantes sont celles qui ont une productivité nectarifère élevée, régulière et qui existent en vastes peuplements.

On peut séparer les différentes plantes mellifères selon plusieurs critères ; le plus important et celui de leurs expressions :

- a) Plantes **nectarifères** : c'est le cas de la majorité des plantes à fleurs qui produisent du nectar grâce aux glandes appelées nectaires (exemple : le thym et la luzerne cultivée).
- b) Plantes **pollinifère** : sont celles qui fournissent du pollen aux abeilles. Plantes ou espèces (exemple : le noisetier, le coquelicot, le pavot ...)
- c) Plantes **apicoles** (plantes ou espèces mixtes) : plantes ou espèces mixtes sont à la fois nectarifères et pollinifères. Ce sont la majorité des espèces de la famille des **brassicaceae** (exemple : le colza), des **apiaceae** (exemple : le pissenlit) et des **salicaceae** (exemple : le saule), on peut inclure aussi la majorité des arbres fruitiers et un certain nombre de plantes qui fournissent aux abeilles la propolis.

Concernant les types de plantes à fleurs mellifères qui produisent du nectar, on distingue quatre types :

1. **Parmi les arbres**, les plus intéressants sont les érables, tilleuls, robinier, alisiers, sorbiers et châtaignier.
2. **Parmi les arbustes**, on peut citer les bruyères, arbousier, aubépines, ronce, callune, cistes, lavande, romarin, thym et presque toutes les plantes des garrigues et maquis qui donnent leur spécificité aux miels de la région.
3. **Parmi les herbacées**, les adventices et « mauvaises herbes » sont importantes à maintenir en zone méditerranéenne où il y a peu de « grandes cultures ». On retiendra particulièrement le diplotaxis fausse-roquette qui est l'adventice à la fois la plus butinée, le coquelicot et les centaurées (Bleuet), les trèfles, la moutarde, la phacélie, etc.
4. **Le lierre** est également important pour sa floraison d'automne.

a. Le climat des plantes mellifères

Les conditions de vie des plantes que fréquentent les insectes et qui produisent le nectar, le pollen et le miellat, dépendent largement des phénomènes météorologiques. La physico-chimie du sol et le microclimat influencent également sur la production de la matière brute qui forme le miel.

La période de sécrétion de nectar, le murissement du pollen varient aussi en fonction de la météorologie (chauvin, 1968).

b. La valeur de la flore mellifère :

Actuellement, les plantes mellifères ont une importance majeure en chimie. Cette flore sert à dépolluer les sols par phytoextraction. Ce sont des catalyseurs naturels beaucoup plus performants pour l'industrie et la chimie verte (Davodpour et al., 2019 ; Masarovičová & Král'ová, 2017).

Plusieurs espèces végétales produisent du nectar ou de pollen, elles n'ont pas la même utilité (Prost, 1987). Les espèces mellifères les plus intéressantes sont celles qui produisent du nectar en grande quantité et de façon

régulière, qui fleurissent longtemps et existent en vastes peuplement. Certaines espèces présentent toutefois un intérêt majeur, malgré leur sécrétion nectarifère capricieuse (exemple : l'aubépine).

Les fleurs ne sont pas toutes visitées par les abeilles pour ces raisons :

- Le nectar est trop riche en eau ;
- Le nectar est insuffisant en quantité ;
- La corolle est trop profonde pour que la langue de l'abeille parvienne jusqu'au nectar (Benachour, 2007).

La valeur apicole d'une espèce reste difficile à déterminer de manière objective vu que les paramètres qui interviennent dans la sécrétion nectarifère sont nombreux, ceci explique les résultats divergents avancés par les chercheurs quant à la valeur apicole des différentes espèces, valeur qui peut se changer d'une région à une autre ; tout dépend du sol, climat, altitude...etc.

IV.2.4 L'ALGERIE

Le développement de l'apiculture est étroitement lié à la disponibilité des ressources apicoles, aux abeilles sauvages qu'il faut domestiquer dans leur biotope et à une maîtrise de la conduite d'élevage. En Algérie, l'apiculture, qui est tributaire de la préservation de la couverture végétale en général et forestière en particulier, se heurte à une méconnaissance des potentialités en espèces mellifères naturelles largement disponibles dans toutes les formations forestières de notre pays.

L'Algérie, de par ses dimensions, renferme d'énormes potentialités en termes de ressources naturelles. Elles sont actuellement compromises par un déséquilibre écologique d'origine humaine et climatique.

Bien que de nombreuses études scientifiques aient été réalisées sur les plantes mellifères algériennes, aucun inventaire de la flore mellifère n'a été entrepris au niveau national.

L'identification et la localisation des zones à hautes potentialités apicoles auront un impact socio-économique remarquable non seulement sur les populations rurales mais aussi sur le devenir de l'apiculture en Algérie.

C'est pour cette raison qu'il est primordial d'accentuer les recherches dans ce domaine qui est vraiment méconnue.

Notre pays, avec une superficie de 2 381 741 km², est le plus grand pays africain et méditerranéen. C'est un vaste territoire qui renferme des ressources mellifères diversifiées résultant des cinq étages bioclimatiques qui caractérisent son climat (humide, subhumide, semi-aride, aride et saharien) (Quezel et Santa, 1962).

Elle est marquée par la présence de deux chaînes montagneuses, l'Atlas Tellien et l'Atlas Saharien, tendues de la frontière Ouest à la frontière Est. Entre ces deux chaînes, s'étalent les hautes plaines algéro-oranaises et les hautes plaines constantinoises dont l'altitude varie de 800 m à l'Est à 400 m dans la dépression du Hodna, pour atteindre 1100 m à la frontière algéro-marocaine (Bessaoud *et al.*, 2019).

Parmi les pays méditerranéens, l'Algérie occupe la septième position de point de vue richesse en nombre de taxons, avec une richesse de sa biodiversité naturelle et agricole qui compte environ 16 000 espèces (Rapport UNEP, 2009). Elle renferme une diversité taxonomique, écosystémique et paysagère très importante. Elle est caractérisée par une richesse bioclimatique naturelle du nord au sud avec des zones côtières, montagneuses, steppiques, humides, forestières et sahariennes. Entre 2000 et 2014, l'inventaire de la biodiversité, s'est largement enrichie. Aujourd'hui, la biodiversité Algérienne s'est accrue de près du tiers de sa valeur initiale puisque 13318 espèces sont aujourd'hui inventoriées au niveau du territoire national (Rapport National-Algérie - n°5MATE/PNUD, 2014).

Le couvert forestier algérien est estimé à 4,15 millions ha correspondant à 11,5 % du territoire national dont 1,3 million de forêts naturelles. Le reste est composé de maquis, de reboisements...

Ce patrimoine forestier est constitué de plusieurs écosystèmes à base d'essences principales réparties entre 70 % de résineux et 30 % de feuillus. On distingue 11 principaux types de groupement (Rapport sur l'Etat actuel des ressources génétiques forestières en Algérie, 2012). Il s'y ajoute les nappes d'alfa qui couvrent 2.6 millions d'hectares (FAO, 2001).

IV.2.5 Différents types de miels :

Le miel est le produit de la réaction chimique entre le nectar et l'invertase (enzyme) que l'abeille y produit dans son jabot. Cette réaction d'hydrolyse du saccharose le transforme en glucose et en fructose. Une fois dans la ruche, la butineuse régurgite le nectar hydrolysé à une receveuse.

Selon le codex alimentarius «le miel est la substance sucrée naturelle produite par les abeilles mellifères de l'espèce *Apis mellifera* à partir du nectar de plantes ou à partir d'excrétions laissées sur celles-ci par des insectes butineurs, ou à partir de sécrétions dérivant de parties vivantes de plantes ; que les abeilles butinent, modifient en les associant avec des substances spécifiques propres qu'elles sécrètent elles-mêmes, placent, déshydratent, stockent et laissent épurer et mûrir dans les rayons de la ruche ; Donnant ainsi des miels de nectar ou de miellat » (Codex-Alimentarius, 2001 ; Louveaux, 1985 ; Der, 1994 ; Amri *et al.*, 2007 ; Achouri *et al.*, 2015 ; Liu *et al.*, 2013).

D'après la définition du miel élaboré par le codex, on peut classer les miels selon leur origine ou selon leur mode d'extraction ou le mode de production (la façon dont il a été récolté et transformé), et l'usage auquel il est destiné.

IV.2.6 Selon l'origine

a. L'origine botanique

En 2017, des scientifiques ont pu donner une première estimation de toutes les plantes vasculaires dans le monde - toutes les plantes (à l'exception des algues, des mousses, des hépatiques et des anthocérotes) qui ont des tissus

spécialisés pour transporter la nourriture et l'eau. Il existerait environ 391 000 espèces de plantes vasculaires actuellement connues de la science. De ce nombre, environ 369 000 espèces (ou 94 pour cent) sont des plantes à fleurs (Willis, 2017). Ce potentiel nous amène à réaliser le nombre important de type de miel que pourrait exister dans le monde. Chaque type a le goût que lui confère l'ensemble de la flore où le rucher est installé (Philippe, 1994).

La composition du miel est fortement associée à sa source botanique et à l'aire géographique de collecte (Machado *et al.*, 2020 ; Park *et al.*, 2020).

Le miel vient des plantes par l'intermédiaire des abeilles à partir du nectar recueilli dans la fleur, ou du miellat recueilli sur les plantes (Sanz *et al.*, 2005). Ainsi les miels sont divisés en deux catégories distinctes :

A. Miels de nectar (Miel de fleurs)

Le nectar, qui est en général la source principale de miel, est de point de vue chimique, une solution sucrée sécrétée par les glandes, dites nectarifères, présentes sur de nombreuses plantes, situés le plus souvent dans les fleurs, mais aussi à la base de certaines feuilles (Marchenay et Berard, 2007). C'est un composé chimique complexe constitué d'eau, de sucres ainsi que de lipides, minéraux, protéines, vitamine, etc... (Lequet, 2010).

Trois sucres principaux composent le nectar : le saccharose, le glucose et le fructose. Leurs proportions dans les plantes influent sur la qualité du miel. Les nectars contiennent plus ou moins du saccharose.

Schweitzer (2005), a classé le nectar selon le taux des sucres en trois catégories :

1. Des nectars avec prédominance du saccharose prédominant ;
2. Des nectars avec taux de saccharose, fructose et glucose égaux ;
3. Des nectars avec prédominance du glucose et du fructose.

Ainsi, le miel obtenu essentiellement à partir de ces nectars des fleurs, contiendrait environ 90% de sucres, des acides organiques, des protéines, des acides aminés libres et des composés inorganiques (Nicolson et Thornburg, 2007).

Cette composition chimique complexe a abouti à classer les miels de nectar en miels monofloraux et polyfloraux (Rigal, 2012) :

A.1. Miels monofloraux (unifloraux)

Un miel uni florale est un miel récolté par les abeilles sur une seule espèce végétale (Bogdanov *et al.*, 2004). Elle possède des caractéristiques organoleptiques distinctives, comme des arômes très distinctifs, probablement dérivés du nectar, indiquant la présence de composants volatils responsables de leurs parfums caractéristiques, et est donc considéré comme un produit haut de gamme (Machado *et al.*, 2020).

Comme leur nom l'indique, les miels monofloraux sont en principe issus d'une seule variété florale. Ce type de miel appelé aussi miel de cru est exceptionnel. En réalité, il est impossible de certifier que les abeilles ont bien

butiné le nectar de cette seule et unique variété à 100%, car même si on disposait d'une variété abondante de la même plante et bien localisée, il suffit de quelques facteurs imperceptibles pour l'homme (un changement de vent dominant, de température, d'hygrométrie) pour que les abeilles décident d'aller un peu plus loin, là où d'autres variétés sont également en train de fleurir (Clément, 2002).

Cependant, en général, le miel est reconnu comme miel monofloral lorsque la teneur des grains de pollens d'une seule plante représente plus de 45% de l'ensemble du pollen (Olga *et al.*, 2012 ; Soria *et al.*, 2004 ; Park *et al.*, 2020).

La production de ce type de miels ne dépend pas seulement de la zone de récolte mais aussi de l'état des récoltes de plantes, des récoltes concurrentes ainsi que la conduite du rucher qui influence la préparation des colonies (Dettli & Bachofen, 2005).

Les plus répandus sont facilement identifiables, par leur saveur ou encore leur couleur. Ce type de miels présente des caractéristiques palynologiques, organoleptiques et physicochimiques spécifiques (Bogdanov *et al.*, 2003). Parmi les miels monofloraux, on retrouve celui d'acacia, de colza, de lavande, de châtaigner et de romarin. Tous ces « crus » de miels font évidemment l'objet d'une législation et il existe des appellations d'origine garantissant la valeur des produits. Un miel spécifique doit comporter sur l'étiquette l'origine florale ou végétale ou l'origine régionale, territoriale ou topographique qui en fait sa spécificité.

L'Algérie regorge d'un patrimoine extraordinaire de miel monofloral, cependant ces miels ne sont toujours pas reconnus à l'échelle internationale par manque de lois nationales qui régissent les miels d'Algérie. En 2019, un Programme d'Actions Pilote pour le Développement Agricole et Rural en Algérie PAP-ENPARD, cofinancé par l'Algérie et l'Union européenne a été mis en place afin d'y remédier. Le rapport final de cette commission a rapporté les principaux miels monofloraux en Algérie. On peut citer ceux d'agrumes, anis vert, arbousier, asphodèle, atractylis, bourrache, bruyère, carotte sauvage, caroubier, carvi, chardon, chêne vert, eucalyptus, euphorbe, fêrulle, Harmel, jujubier, lavande, luzerne, moutarde, néflier, Retama, ravenelle, romarin, sainfoin, sulla, tamarix, thapsia, thym, trèfle, vipérine et vesce (PAP-ENPARD-Algérie, 2019 ; Homrani, 2020).

Bocquet (2019) estime que l'Algérie a un bon atout à jouer sur ces miels monofloraux, qui ont des caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques stables d'une année sur l'autre. Cette large gamme de miels monofloraux algériens est due au professionnalisme de nos apiculteurs qui orientent leur production sur de longues transhumances.

A.2. Miels multifloraux (polyfloraux)

Les miels multifloraux ou polyflorales sont les plus communs et proviennent de plusieurs sources botaniques, quand deux floraisons arrivent en même temps, les abeilles préfèrent le nectar qui possède la plus grande concentration de sucre (Lazarević *et al.*, 2013).

Ce sont des miels contenant moins de 50% d'une seule et même espèce de plante. Leur composition hétérogène ne signifie pas que leurs qualités gustatives ne peuvent pas être excellentes.

Dans cette catégorie, on va retrouver les miels dont les particularités peuvent être liées à la saison (printemps, été) ou au territoire (région, topographie) sur lequel les apiculteurs le récolte.

Ainsi plusieurs appellations leurs sont attribuées en fonction de leur mode de culture. On citera à titre d'exemple le miel de hautes montagne, de forêts, etc....

A.3. Miels de miellat

Définition

C'est un miel qui provient principalement d'excrétions espèces d'insectes parasites vivant sur la plante, tels que des pucerons, des cochenilles ou des cicadelles par exemple. Ces insectes prélèvent la lymphe végétale dont ils se nourrissent en perforant la plante qui les abrite (Codex Stan 12-1981 ; Bogdanov, 2009). Sa composition chimique dépend de plusieurs facteurs tels que l'espèce et de l'âge des insectes qui se nourrissent de sève, de la densité de population d'insectes, des espèces végétales dont ils se nourrissent, de l'existence de métabolites secondaires dans les plantes, de la fréquence de leurs visites (Durovic & Ülgentürk 2014, Ülgentürk *et al.*, 2020).

En général, le miellat est composé d'eau, de sucres, d'acides aminés, d'alcools, d'auxine et de sels (Bogdanov, 2009). Il a un goût plus fort que le miel de fleur et est perçu comme moins sucré, plus sombre, moins humide, plus riche en azote, en acides organiques, en minéraux et en sucres complexes (Chitarrini *et al.*, 2020 ; Romano & Ticinese, 2009).

À ce jour, un seul miel de miellat est commercialisé sous le nom d'un insecte : *Metcalfa pruinosa*. Cette cicadelle, d'origine américaine, a été introduite en Europe à la fin des années 1970 ; elle est maintenant très répandue en Italie, en Slovénie et en France (Oddo *et al.*, 2004a, 2004b).

Composition du miellat

La composition chimique du miel de miellat est différente dans des sucres avec présence du glucose, de triholoside comme le mélézitose et même quelquefois de sucres supérieurs (Bogdanov *et al.*, 2005 ; Pita-Calvo et Vázquez, 2017). L'existence de mélézitose et de raffinose absentes dans les miels de fleurs est considérée comme un indicateur du miellat des insectes (Von der Ohe et Von der Ohe, 1996). Ces types de miel présentent un intérêt particulier car l'analyse palynologique ne peut pas être réalisée (Castro-Vázquez *et al.*, 2006).

La composition du miellat est plus proche de la sève végétale que celle du nectar. Elle est plus riche en azote (0,2 % - 1,8 %), en minéraux (0,58 %) et en acide organique. Il contient aussi de dextrine, de gommes, de protéines et d'acides aminés, de vitamines telles que la thiamine et la biotine et d'acides organiques, tels que l'acide nitrique et l'acide maliques (Bruneau, 2015).

Les récoltes de miellat ont lieu entre la fin du printemps et l'été. Les quantités récoltées sont très variables d'une année à l'autre, puisqu'elles dépendent de nombreux facteurs écologiques tels que le sol, le microclimat, le type d'insectes « éleveurs de puceron » comme les fourmis (Schweitzer, 2004). En effet, les pucerons sont très sensibles aux conditions météorologiques défavorables. Et en présence d'une abondance de nectar, cette source est délaissée par les abeilles (Hoyet *et al.*, 2005).

IV.2.7 L'origine géographique

Selon la norme Codex -stan-12 de 1981, le miel peut être désigné par le nom de la région géographique ou topographique, sous réserve d'être produit exclusivement dans la zone indiquée dans la désignation.

La détermination (analyse qualitative) et le dénombrement des grains de pollen et les composants du miel présents dans les sédiments permettent de déterminer l'origine géographique de celui-ci (Bogdanov *et al.*, 2004).

Il existe 3 grandes catégories de miels d'origine géographique en Algérie (Bocquet, 2019), à savoir les miels du littoral (Eucalyptus, romarin, lavande et oranger), les miels de montagne (miels polyfloraux provenant des sites d'altitude et préservés, essentiellement forestiers) et les miels de la steppe (miels monofloraux typiques et produits en grande quantité).

IV.2.8 Selon le mode d'extraction, de production et de présentation (Codex-stan-12, 1981) :

- Le miel centrifugé (extrait) : est le miel obtenu par centrifugation de rayons désoperculés ne contenant pas de couvain ;
- Le miel pressé : est le miel obtenu par pressage de rayons ne contenant pas de couvain avec ou sans chauffage modéré de 45°C au maximum ;
- Le miel en rayons : est le miel emmagasiné par les abeilles dans les alvéoles de rayons fraîchement construits ne contenant pas de couvain, et vendu en rayons operculés entiers ou en sections de rayons operculés ;
- Le miel avec morceaux de rayons : est le miel renfermant un ou plusieurs morceaux de miel en rayons ;
- Le miel égoutté : est le miel obtenu en égouttant des rayons désoperculés ne contenant pas de couvain ;
- Le miel filtré : est le miel qui a été filtré d'une manière aboutissant à l'élimination de quantités importantes de pollen.

IV.2.9 L'apiculture

L'apiculture n'est pas qu'une technique d'élevage spécifique aux abeilles, ni une activité économique comme les autres. Elle prend une importance majeure sur un point de vue social et environnemental (Zocchi *et al.*, 2020). Son développement dépendait auparavant de plusieurs facteurs entre autres l'abondance de sources de pollen et de nectar dans la zone autour d'un rucher (Cuthbertson et Brown, 2006), et pour une meilleure conduite

du rucher, l'apiculteur doit avoir une bonne connaissance de la flore mellifère de la région. Actuellement d'autres facteurs ont apparus tel que le niveau d'éducation des apiculteurs, l'expérience apicole professionnelle ainsi que les nouvelles technologies (Vapa-Tankosić *et al.*, 2020).

L'apiculteur des temps modernes doit être un chimiste et chercheur, comme l'a si bien dit, dans son article « MOMENTS INSOLITES - Un apiculteur, chimiste et chercheur » paru dans le journal l'orient-le jour, le 25 juin 2007. Avec l'apparition de maladies comme le varroa, l'apiculteur devait apprendre à s'en débarrasser pour préserver ses ruches, ainsi il a dû faire des manipulations chimiques dans son propre laboratoire, tester et apprendre de ses erreurs, et avec les exigences du métier, l'apiculteur cherche actuellement à utiliser que des produits propres afin de préserver la qualité de son miel et ainsi apprendre une nouvelle science qui est la chimie verte.

IV.2.10 L'apiculture dans le monde

Le monde du miel est en crise à cause du déclin du monde apicole. L'abeille souffre de nos non-respects de la nature, de l'utilisation abusive des pesticides, mais aussi des ruches victimes de maladies du couvain et des maladies des abeilles adultes par des parasites tel que le varroa ainsi que par l'attaque de leurs prédateurs naturels.

La production mondiale annuelle de miel est estimée à 1.8 million de tonnes dont la moitié est chinoise. La Turquie et l'Argentine sont les deuxième et troisième producteurs de la planète suivis par l'Iran, la Russie et l'Ukraine. Mais la consommation de miel croît en Europe de l'Ouest et aux Etats-Unis (Chalmin & Jégourel, 2019).

IV.2.11 L'apiculture en Algérie

L'apiculture algérienne est pratiquée dans de nombreuses et vastes régions où la flore mellifère est abondante et variée. Toutefois, en raison d'une exploitation insuffisante et routinière, elle n'arrive pas à satisfaire les besoins locaux ; aussi la nécessité d'étendre et de moderniser les méthodes apicoles se manifeste avec une telle force que l'état pense y répondre en prenant l'initiative de procéder aux améliorations les plus urgentes.

L'élevage apicole est une pratique ancestrale en Algérie, son origine se perd dans la nuit des temps. En 1891, il y avait 27.885 apiculteurs dont 260 861 algériens (Skender, 1972). En 1904, moins de 1000 apiculteurs européens, professionnels ou non, exploitaient 10.000 ruches à cadres, dont le rendement moyen était de 8 à 10 kilos (Figure 1V-8). La production totale du miel était de 100 à 200 tonnes par an (1913-1914) (Khenfer, 2013). Pendant la guerre de libération, une grande partie des ruches traditionnelles a été détruite par l'armée française (Berkani, 2007).

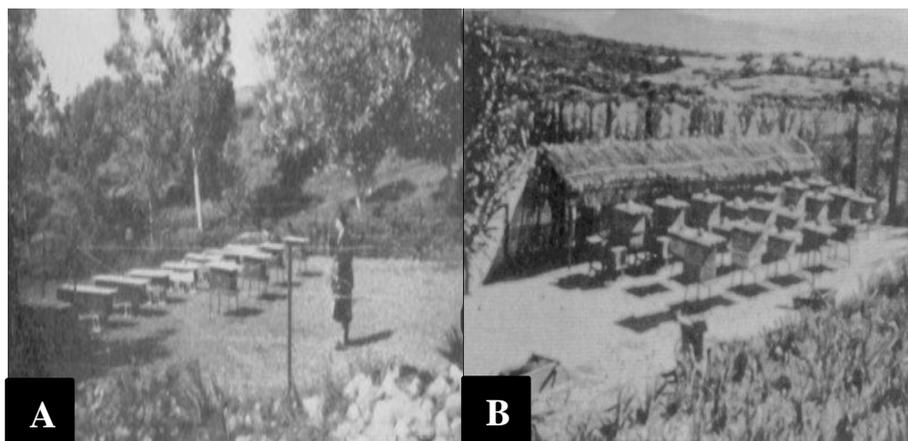


Figure IV-8: Exemples ruches avant l'indépendance. A = Rucher de démonstration à Rovigo, B= Rucher de démonstration du SAR Azail (Sebdou). Griessinger dans l'Algérieniste n° 36 de décembre 1986.

Après l'indépendance il y a eu multiplication par huit des effectifs de l'apiculture traditionnelle. Au cours des années quatre-vingt, le cheptel apicole a connu une très grande amélioration avec un taux de croissance de 18% en 1987, avec un effectif dépassant la barre de 300.000 ruches (Khenfer, 2013). Entre 2000 et 2008, un Plan National de Développement Agricole « PNDA/PNDRA » a été réalisé pour le passage d'une activité secondaire à une vraie filière apicole. On a constaté ainsi un accroissement du cheptel apicole de près d'un million de colonies ; la production de miel a triplé pour atteindre 33.000 qx en 2008.

Entre 2008 à 2014, une stratégie du Renouveau Agricole et Rural a été appliquée par le développement durable et a abouti à l'augmentation des colonies de +30 % entre 2008 -2014 (En 2014 : 1,3 millions de colonies), la diversification des produits apicoles (Pollen, gelée royale, propolis, cire). L'apiculture est désormais présente dans tous les espaces (agricoles, montagnes, forêts, zones steppiques et sahariennes) et est garante de cette biodiversité grâce à la pollinisation (Izeboudjen & Benhamouda, 2016).

Actuellement l'Algérie compte un effectif dépassant les 1,6 millions de colonies apicoles pour 51.539 apiculteurs déclarés réparties à travers les régions du Nord, au niveau des montagnes, des steppes mais aussi dans les régions du sud.

La production nationale de miel a presque doublé au cours des dix dernières années (+85%), pour atteindre 74.420 quintaux/an actuellement, alors que la consommation par habitant n'excède pas les 176 grammes/an (Djeboua, 2020).

a. L'apiculture à Sidi-Bel-Abbès :

L'apiculture est dominante à Sidi-Bel-Abbès et on la trouve beaucoup plus dans les montagnes, les hauts plateaux, maquis et forêts.

Le secteur est en train de prendre de l'ampleur puisque le citoyen cherche de plus en plus à consommer des produits naturel et sain tel que le miel qui est considéré « Bio » et apprécié par la même occasion pour ses vertus thérapeutiques.

La pratique de l'apiculture est devenue relativement facile, il suffit d'avoir un espace bien situé (même dans les serres au moment de la floraison des cultures), des ruches et un équipement adéquat. La situation de l'apiculture a connu une évolution rapide depuis l'année 2000 passant d'un millier de ruches à 38000 en 2019. Le soutien apporté par l'état représente 80% en comparaison avec les autres secteurs agricoles tels que les plantations des arbres fruitiers, l'oléiculture, et la plasticulture.

Le nombre d'apiculteurs à sidi bel-abbés avoisine les 4000 apiculteurs dont 1200 qui sont adhérent à la chambre de l'agriculture ainsi que l'association Moksi qui les représente. Ce nombre représente 2,34 % du nombre d'apiculteurs déclarés en Algérie qui s'élève à 51 539.

L'augmentation du nombre d'apiculteurs s'explique par les soutiens apportés par l'ANSEJ, l'ANGEM et la CNAC. Ils proposaient des formations gratuites aux personnes intéressés, de la part de la Conservation des forêts. Chaque stagiaire bénéficiait gracieusement de 10 ruches pleines pour débiter l'activité.

D'un autre côté, il faut souligner que les agriculteurs des zones montagneuses dans le nord de la wilaya ont toujours possédé des petits ruchers, leur nombre est relativement important. On a recensé 200 agriculteurs avec une moyenne de 5 ruches et un millier d'apiculteurs ayant entre 5 et 10 ruches. Les apiculteurs possédant un cheptel plus important sont pour la plupart des agriculteurs ayant bénéficié de l'aide de l'état. Les séances de vulgarisation ont apporté un plus chez les anciens apiculteurs afin de les sensibiliser aux méthodes modernes.

Ces agriculteurs ont vu une opportunité de sources nouvelles de revenus avec la venue de l'association des apiculteurs qui leur à faciliter la tâche, par la disponibilité de tous les moyens nécessaires au développement de ce secteur comme les ruches de types Langstroth pleines et vides, extracteurs, maturateurs, désoperculateurs, enfumoirs, lève cadres et combinaisons.

Production de miel

La production de miel est un facteur important dans l'adoption de l'apiculture. Il peut varier en fonction du type de ruche, de l'état de la colonie, des conditions environnementales, mais aussi du niveau de l'apiculteur et de bien d'autres facteurs. La figure IV-9 montre la quantité moyenne du miel en kilogramme récoltaient durant les dix dernières années (de 2010 à 2019) ainsi que le nombre de colonies mises à la production du miel dans les 52 communes que compte la wilaya de Sidi Bel Abbes.

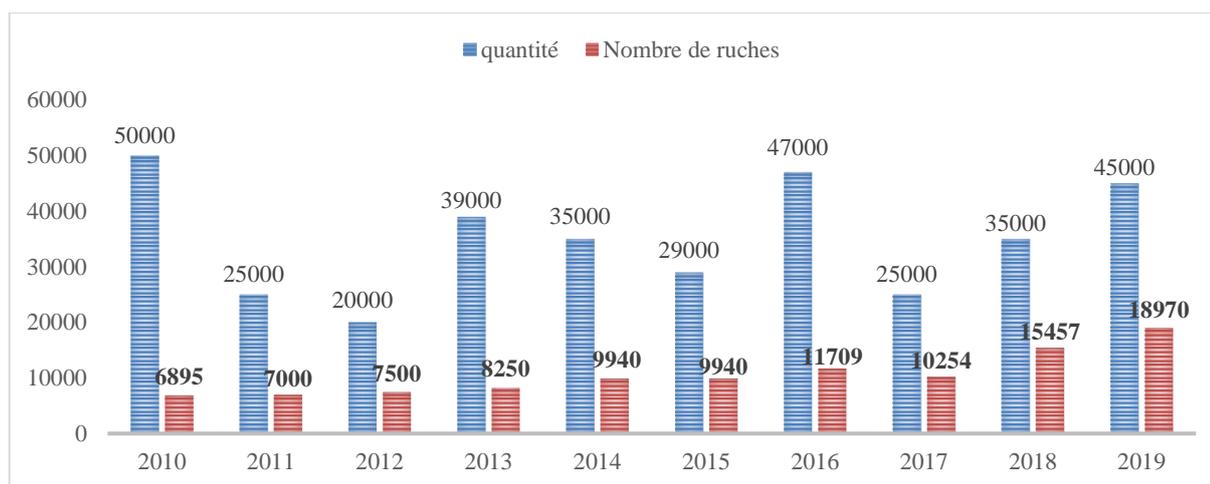


Figure IV-9: Production de miel à SBA (DSA, 2020)

La récolte du miel est liée aux conditions du milieu et à la disponibilité de la fleur. On constate une nette diminution de la production de miels en 2011, 2012 et 2017 alors que le nombre de ruches a considérablement augmenté. En effet, les conditions climatiques, qui sont le premier facteur pouvant influencer la production et la diversité florale, ont été très mauvaises pour l'apiculture. La sécheresse et les ruptures pluviométriques pendant la saison du printemps, les incendies répétés pendant la saison estivale, ont perturbé le système de production des abeilles.

Trois indicateurs ressortent de ce constat :

- 1- Un profil d'évolution de la production montrant l'allure générale de la courbe de production des 10 années considérées, qui est fluctuante.
- 2- Un rapport entre production de 2010 et 2019, ces deux années ont la particularité d'avoir la même production évaluée au niveau local, ce qui permet de bien mettre en évidence la décroissance de la production
- 3- L'écart maximal de production (entre la meilleure et la moins bonne année) rapporté à la production moyenne. Cet indice, vaut 0,86 ce qui indique qu'il y a peu d'écart entre les bonnes et mauvaises années.

La production locale avoisinait 450 quintaux en 2019 et qui représente 0,6% de la production nationale du miel qui avait 74 420 quintaux (DSA, 2019).

Cette augmentation de production est due au fait que l'association a organisé plusieurs sessions de formation (2016, 2017 et 2018) pour initier les apiculteurs aux moyens et mécanismes nouveaux. En collaboration avec l'université de Sidi Bel-Abbès afin de donner un aspect scientifique et technique à ces formations. Ces sessions ont fait l'objet de plusieurs thèmes tel que :

- Les nouvelles technologies pour la préservation des souches apicoles locales et l'amélioration de la production nationale du miel qualitativement et quantitativement.
- Des problèmes liés au climat (surtout le froid)

- Des maladies rencontrées chez l’abeille : Teigne, Varroas...

Les intervenants dont des apiculteurs, des spécialistes, des universitaires et des cadres des directions des services agricoles ont suivie des formations avec des spécialités nationales et internationales (d’Italie) avec le soutien de l’association nationale des apiculteurs professionnels.

Concernant le nombre de ruches

Le nombre de ruches a augmenté considérablement à Sidi-Bel-Abbès à l’instar de tout le pays vers l’année 1985 (FAO, 2020). Durant la période 1985 à 2001, l’évolution de nombre de ruche est perturbée à cause de la situation politique et sécuritaire du pays. A partir de l’année 2001 une évolution très remarquable a été enregistrée grâce aux mesures initiatives mises en place par les pouvoirs publics dans le cadre de PNDA, puis FNRDA, actuellement le nombre de ruche à Sidi-bel-abbes dépasse les 38 000 ruches (Figure IV-10).

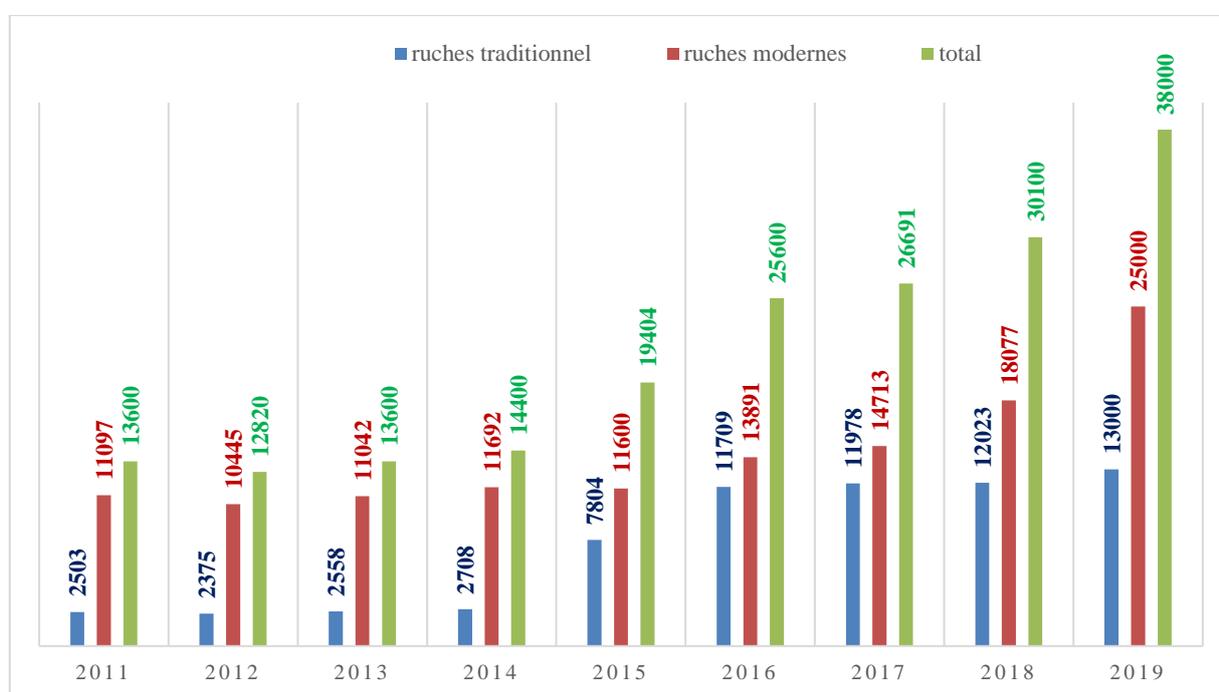


Figure IV-10: Ruches modernes et traditionnelles 2010/2019

On constate que la courbe des ruches est montée d’une façon exponentielle. Cependant, le nombre de ruche traditionnelle, fabriqués dans la région par des artisans, a augmenté contrairement au 5 première années. Cela est dû à plusieurs facteurs : les analyses des miels issue de ce type de ruches a donnée d’excellents résultats sur la qualité des miels qu’on a analysée d’une part. D’autres part la disponibilité de ce type de ruchers. Ce fait a influencé la plupart des apiculteurs professionnels et mateurs à utiliser de plus en plus ce genre de ruches.

IV.3 MATERIELS ET METHODES

IV.3.1 Objectifs :

Le but recherché par cette session est de faire un état des lieux sur les compétences de nos apiculteurs et leurs problèmes rencontrés et de dénombrer le potentiel mellifère de notre région.

Cette région à l'instar de tout le nord du pays est considérée comme étant un hot spot de biodiversité grâce à sa richesse floristique. Elle a attiré notre attention par l'importance de l'activité apicole dans cette région. Ainsi, nous avons fixé l'objectif de contribuer à une meilleure connaissance de ses plantes mellifères dans le cadre de la promotion de l'apiculture dans cette région.

IV.3.2 Présentation des milieux de collecte des miels

Caractérisation de Sidi-Bel-Abbès

La wilaya de Sidi-Bel-Abbès borde la partie méridionale occidentale du Tell algérien. Elle est située au nord-ouest du pays, sur la Mékerra, à 470 m d'altitude, au centre d'une vaste plaine comprise entre le djébel Tessala au Nord et les monts de Daya au Sud (Figure IV-11). Elle occupe une position centrale stratégique et s'étend sur environ 15% du territoire régional, totalisant une superficie cadastrale de 9150, 63 km².

Géographiquement, la Wilaya est située à 470 m d'altitude (32°-12°) d'altitude nord et (2°-53°) de longitude ouest, à 82 km au sud d'Oran, à 87 km au nord-est de Tlemcen, à 60 km au nord-est d'Aïn Témouchent, à 93 km au sud-est de Mascara, à 96 km au sud-ouest de Saïda et 267 km au sud d'El-Bayad.

Les autres caractéristiques de la wilaya sont représentées dans l'annexe 04.

IV.3.3 L'enquête sur les apiculteurs de la région de Sidi-Bel-Abbès

a. Le questionnaire et le déroulement de l'enquête

Il est l'instrument de base pour notre enquête. Il a été structuré en fonction de l'objectif de l'étude, des hypothèses à vérifier et des interlocuteurs à qui il s'adresse. Il vise donc à apporter des réponses précises et fiables à des questions que l'on se pose, afin d'obtenir des éclaircissements sur l'état des lieux de l'apiculteur et les apiculteurs dans la région. Il est construit en fonction de l'objectif et les hypothèses de l'étude.

La stratégie que nous avons adoptée est simple, elle part du principe qu'une bonne qualité du questionnaire repose sur une bonne compréhension par le répondant. Trois aspects ont suscité notre attention :

- 1- Que les enquêtés (sondés) comprennent les questions (en utilisant le dialecte local) ;
- 2- Qu'ils soient capables et consentants d'y répondre ;
- 3- Que la réponse soit formulée de façon authentique et non-influencée.

À la lumière de cette stratégie, on a essayé de poser les questions nécessaires et suffisantes avec une structuration et un enchaînement logique, on a essayé d'enquêter avec une formulation simple (courte), sans ambiguïté (précise, sans plusieurs sens). Une attention toute particulière a été portée au choix des réponses proposées (les modalités). Nous avons privilégié la clarté, la neutralité et l'adéquation (qui nous renvoie à la capacité des interviewés à répondre aux questions) comme facteurs essentiels pour maximiser le taux de réponse.

La structure générale de notre questionnaire (voir annexe 05):

1. Identification du producteur
2. Identification de l'activité
3. Structure de l'exploitation
4. Récolte et production

b. Le déroulement de l'enquête

L'enquête s'est réalisée durant trois mois à partir de Mars 2019. Elle se fait de manière directe (Face-à-face) sur la base d'un questionnaire qui traite l'objectif de l'étude. L'enquête n'a pas été facile, vu la nature de cet élevage qui est basé sur le déplacement. Nous avons procédé à des enquêtes auprès de 180 apiculteurs dont 88 font partie de l'association.

Il faut cependant souligner que la plupart des personnes interrogés ne font pas de l'apiculture une activité principale. En effet la plupart des apiculteurs sont des agriculteurs ou des fonctionnaires retraités. L'apiculture est donc une activité saisonnière pratiquée durant les deux premiers trimestres de l'année, c'est à dire de janvier à juin. La saison apicole peut s'étaler de juillet à août dans le cas des récoltes tardives.

c. Analyse statistique des résultats

Le traitement statistique des données se fait par le logiciel IBM.SPSS STATISTICS version 20.

IV.3.4 Détermination et identification des plantes mellifères

Protocoles de repérage et mesures

La première action réalisée en collaboration avec la conserverie des forêts et l'association des apiculteurs Moksi de Sidi-Bel-Abbès était de découper la wilaya en 6 zones. (Voir le tableau IV-1 et la figure IV-11)

Les six zones sont les suivantes :

- **Zone 1** : Circonscription de Sidi-Bel-Abbès « communes : Sidi-Bel-Abbès - Amarnas –Tessala – Mokedra-Ain Berd-Sidi Hamadouche (Sarno) »
- **Zone 2** : Circonscription de Sfisef « Sfisef – Ain Adden – Belarbi- Tenira – Benaachiba Chilia »
- **Zone 3** : Circonscription de Merine « commune : Merine »
- **Zone 4** : Circonscription Ras El Ma
- **Zone 5** : Circonscription de Sidi Ali Benyoub
- **Zone 6** : Circonscription de Telagh « communes : Telagh – Teghalimet – Dhaya »

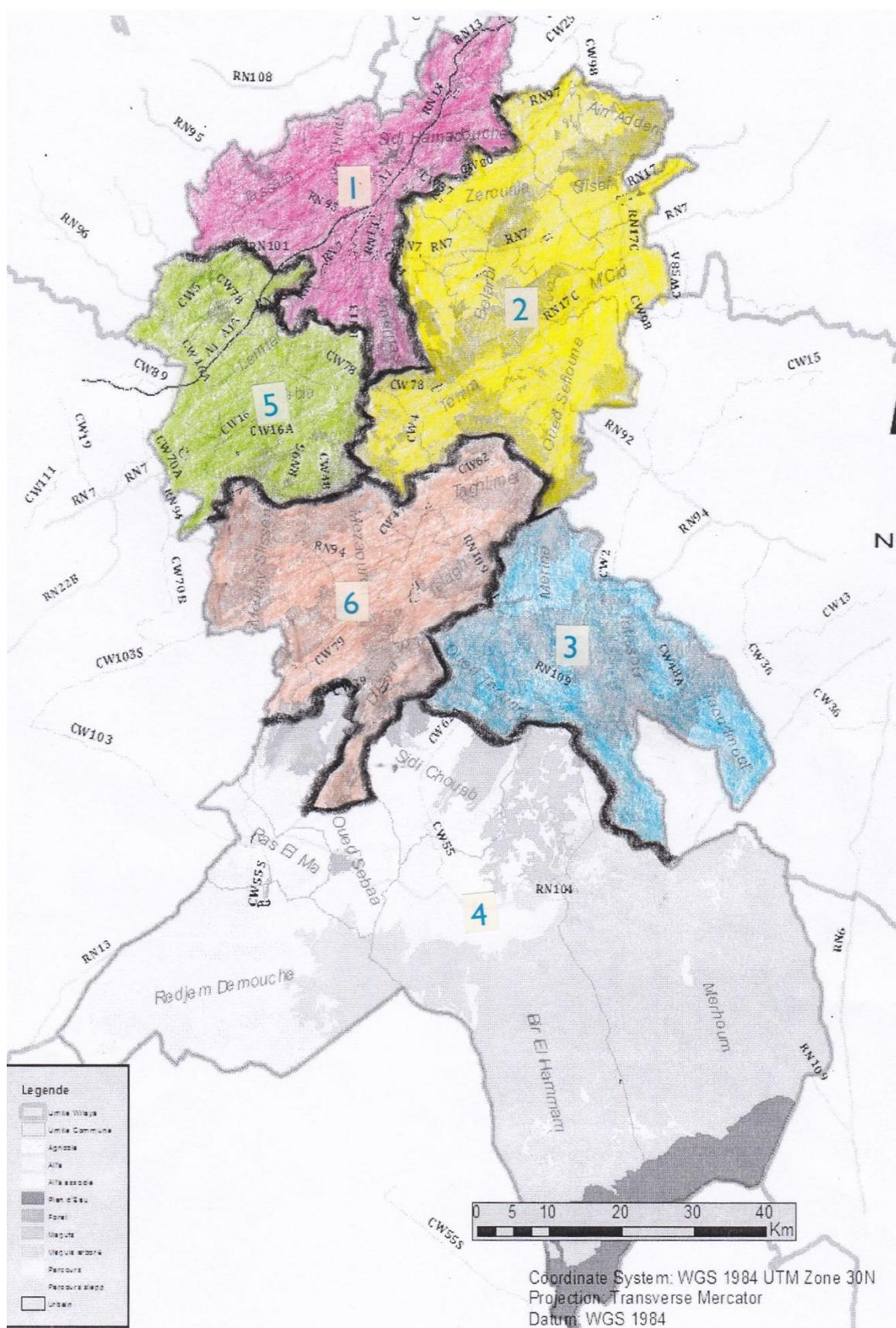


Figure IV-11: découpage de la Wilaya de Sidi-Bel-Abbès en six circonscriptions

Tableau IV-1: La répartition de la superficie forestière de la Wilaya de Sidi-Bel-Abbès par zone

Zone	Circonscription s	Dairas	Communes	Superficie forestière (Ha)
Zone 3	Mérine	Mérine	Merine • Tafissour • Oued Taourira • Taoudmout	63970
Zone 6	Télagh	Télagh Mouley Slissen	Moulay Slissen • El Haçaiba • Aïn Tindamine	50100
Zone 2	Sfisef	Mustapha Ben Brahim Sfisef Tenira	Sfisef • M'Cid • Aïn Adden • Boudjebaa El Bordj Mostefa Ben Brahim • Tilmouni • Zerouala • Belarbi Tenira • Oued Sefioun • Benachiba Chelia • Hassi Dahou	40533
Zone 4	Ras El Ma	Marhoum, Ras El Ma	Marhoum • Sidi Chaib • Bir El Hammam Ras El Ma • Oued Sebaa • Redjem Demouche	36451
Zone 5	Sidi Ali Benyoub	Ben Badis, Sidi Ali Benyoub, Sidi Ali Boussidi	Ben Badis • Badredine El Mokrani • Hassi Zahana • Chettouane Belaila Sidi Ali Benyoub • Boukhanafis • Tabia Sidi Ali Boussidi • Aïn Kada • Lamtar • Sidi Daho des Zairs Tessala • Aïn Thrid • Sehala Thaoura	7476
Zone 1	Sidi-Bel-Abbes	Ain El Berd, Sidi Lahcen	Sidi-Bel-Abbès Ain El Berd • Sidi Brahim • Makedra • Sidi Hamadouche Sidi Lahcene • Amarnas • Sidi Khaled • Sidi Yacoub	7142

La seconde action réalisée toujours avec nos partenaires (la conserverie des forets et l'association des apiculteurs Moksi de Sidi-Bel-Abbès) était de faire un inventaire systématique de la flore mellifère.

Méthode :

Des observations directes ont été faites lors de sorties périodiques en saison pluvieuse et sèche de 3 campagnes 2017-2019.

Dans Chaque zone, trois apiculteurs, deux agents des forêts de chaque circonscription, étudiants et des chercheurs botanistes du département de pharmacie et d'environnement nous ont aidés à réaliser cet inventaire.



Figure IV-12: A= randonnée effectuée pour le recensement, B= les apiculteurs de l'association de Sidi-Bel-Abbès.

Cette superficie de prospection, étant énorme, l'inventaire n'a été que qualitatif, limitée par des contraintes temporelles. Le territoire couvert par les 6 zones inventoriées fut parcouru à pied et divisé en secteurs constants au cours de l'année. Un secteur fut défini par un arbre isolé, un élément linéaire (haie, bords de route, ...) ou une parcelle de végétation homogène dans l'espace (prairie, forêt de feuillus, forêt de conifères, jardins, culture, ...) et le temps.

La majorité des taxons utiles à des prédictions de production de miel furent considérés comme visibles et identifiables, au moins au stade végétatif ou fané, durant la période d'inventaire. Les taxons ont été identifiés selon la flore de Quezel et Santa (1962-1963), Maire (1952-1987) et Pignatti (1982). La nouvelle nomenclature a été mise à jour pour les espèces inventoriées en tenant compte des travaux récents compilés dans l'index synonymique et bibliographique de la flore d'Afrique du Nord (Dobignard et Chatelain 2010-2013). Toutes les plantes identifiées ont été identifiées par nos biologistes et classées par famille, selon les ressources mellifères et par leur type biologique selon nos propres observations et en tenant compte des bases de données de Raunkiaer (1934), Pignatti (1982), Cabezudo *et al.* (2009) et Tison et De Foucault (2014).

IV.4 Résultat et discussion

IV.4.1 L'enquête

a. Profils des apiculteurs

L'enquête effectuée auprès des apiculteurs, portant sur une population de 180 répondants dont 10 sont des femmes. Un grand nombre des apiculteurs de cette région se trouvent dans l'association Djbel-Moksi (88), mais nous avons constaté aussi un nombre non négligeable d'apiculteurs qui ne font pas parti ni de l'association ni de la DAS.

Plus de 94% des éleveurs sont des hommes, peu des femmes pratiquent l'apiculture dans les régions rurales, car la plupart des ruchers sont implantés loin des habitations, mais selon notre enquête ils expliquent que cette pratique est effectuée en famille et les femmes interviennent souvent quand les ruches sont placées à proximité des fermes. Les seules femmes qui s'occupent seules des ruches se concentrent dans les régions du nord de la wilaya. Cela a été remarqué dans d'autres types des petits élevages comme l'aviculture, la cuniculture (Saidj *et al.*, 2013), et les petits ruminants (Moula, 2018).

b. L'âge des apiculteurs

Selon l'enquête, l'âge des apiculteurs de l'échantillon varie de 28 à 82 ans, il est en moyenne 43±23,57 ans. L'âge le plus fréquent est 43 ans. 4,44% des apiculteurs ont un âge inférieur ou égale 35 ans. 59% des apiculteurs ont un âge inférieur ou égale 50 ans.

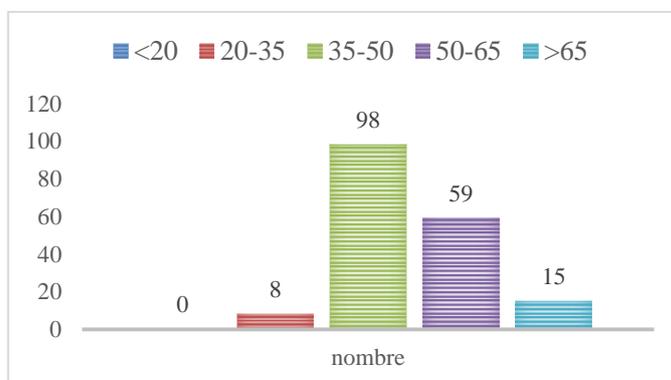


Figure IV-13: l'Age des apiculteurs

c. Niveau d'instruction

Il se trouve que 87% des apiculteurs ont un niveau inférieur ou égal au secondaire. Le niveau le plus fréquent est le moyen avec 33%.

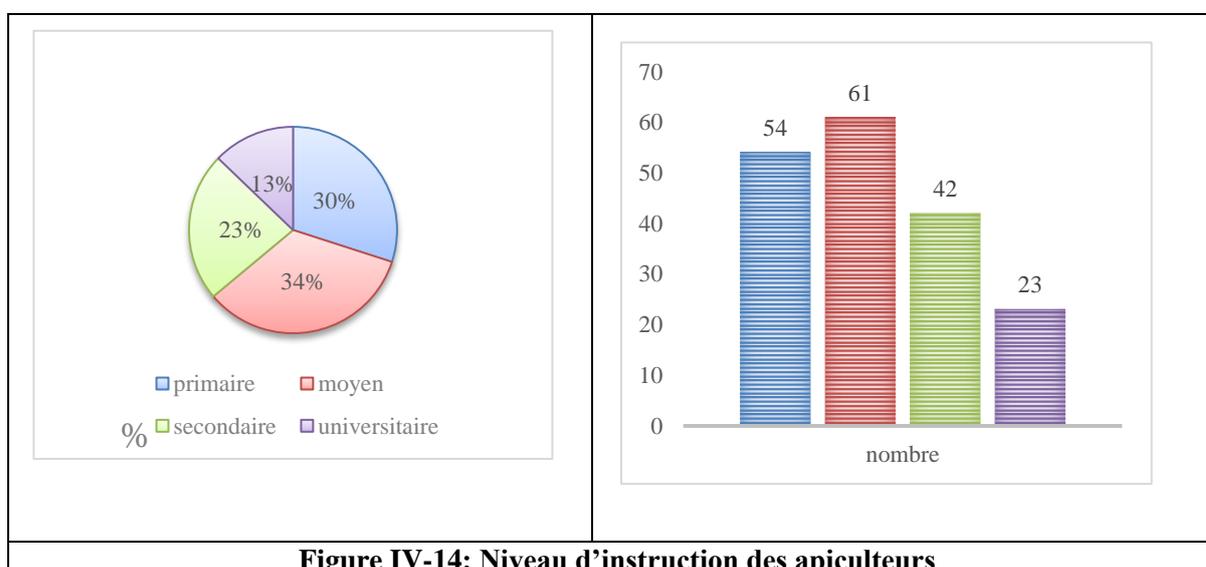


Figure IV-14: Niveau d'instruction des apiculteurs

d. Formation apiculture

Selon l'enquête, 61,38% (N=111) des apiculteurs ont suivi une formation d'apiculture assurée par l'ITELV et le CFPA de Belbarbi.

e. Affiliation à l'assurance

Selon l'enquête, la plupart des apiculteurs questionnés ne sont pas assurés (à la CRMA ou autres institution) avec un pourcentage de 69%. Seulement 31% des apiculteurs sont assurés, en dépit que cette activité est à risque.

f. La pluriactivité des apiculteurs

Les résultats de notre enquête, montre que sur les 180 apiculteurs, 153 ou 85% ont confirmés être pluriactifs. Ce résultat est similaire à un autre travail réalisé dans la région de Biskra avec un pourcentage de 90% (Ksouri, 2019). Trois destinations, autres que l'agriculture, dominent les activités secondaires des pluriactifs : l'enseignement (12,2%) ; le commerce (11%) ; et les professions libérales (7,2%). Ce qui indique que l'apiculture est une activité secondaire qui sert à augmenter le revenu annuel de l'éleveur.

La majorité (73,3%) des pluriactifs travail dans leur commune, de façon permanente. Plus de 35% des pluriactifs indiquent que leur principale raison d'être pluriactif est la baisse du revenu agricole. Finalement, 14,7% des exploitants pluriactifs mentionnent qu'ils l'ont fait par choix.

Par ailleurs, parmi les 153 apiculteurs, la moitié exerce le métier d'agriculteur. Les estimations indiquent que 75% des personnes les plus pauvres du monde - 880 millions de femmes d'enfants et d'hommes - vivent dans les zones rurales et que la plupart d'entre elles sont tributaires de l'agriculture et des activités connexes pour assurer leur subsistance. Cependant, Ce métier ne garantit pas un revenu suffisant pour 72% des pauvres qui vivent dans les zones rurales (Banque mondiale, 2007). La pluriactivité est principalement devenue un moyen de survie.

D'autre part 35% de ces apiculteurs sont des retraités, dans divers domaines dont l'enseignement, et qui ont bénéficié de la retraite anticipée. Tous les apiculteurs (100%) considèrent que l'apiculture est une activité très risquée qui ne peut à elle seule subvenir à leurs besoins.

g. L'expérience dans les activités agro-apicoles

L'expérience en agriculture varie de 0 à 30 ans, elle est en moyenne 15 ± 09 ans. Le nombre d'année d'expérience le plus fréquent est 15 ans ; 45% des apiculteurs ont un nombre d'année de travaille en agriculture inférieur ou égale à 10 ans ; 5% ont un nombre supérieur ou égale à 25 ans.

L'expérience en apiculture varie de 2 à 25 ans, elle est en moyenne $12 \pm 5,77$ ans. Le nombre d'année le plus fréquent est 10 ans. Les 25% des apiculteurs ont un nombre d'année d'expérience en apiculture inférieur ou égale 5 ans et les 15% des apiculteurs ont un nombre d'année d'expérience en apiculture supérieur ou égale à 15 ans.

h. Acquisition des pratiques apicoles

D'après l'enquête, plus que la moitié des apiculteurs de l'échantillon soit 55%, ont acquis les pratiques apicoles à partir des membres de l'association, 26% par les proches, 13% à partir des producteurs voisins ou ami. Juste 5,56% par les médias et les réseaux sociaux.

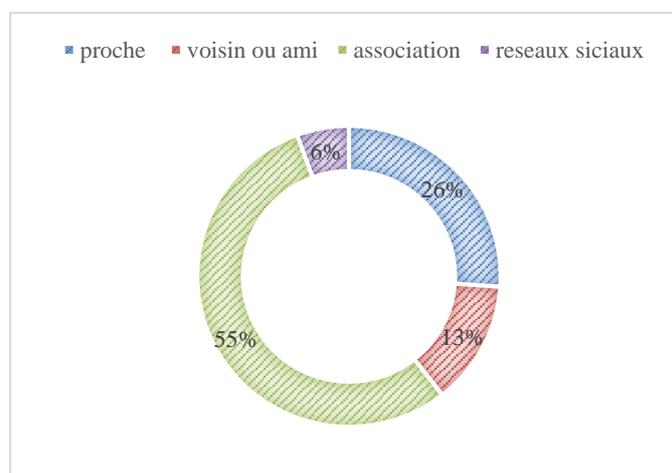


Figure IV-15: Acquisition des pratiques apicoles

i. Raisons du choix de l'activité d'apiculture

La plupart des apiculteurs (87%) estime que le profit est la première raison de leurs choix sur l'apiculture, soit comme l'une de leurs sources de revenus, soit comme une activité de diversification du revenu. Quatorze pourcents des apiculteurs exercent cette activité pour leurs loisirs, 52% par amour à cette activité et 34% espère protéger la race algérienne d'abeille afin de préserver la nature.

Tableau IV-2: Raisons du choix de l'activité d'apiculture

	1 Réponse	2 Réponses	3 Réponses	4 Réponses	5 Réponses	Totale
Profit	15	47	69	21	4	156
Loisir	2	12	10	0	1	25
Curiosité	1	0	14	2	0	17
Amour	6	50	21	13	4	94
Préserver la nature	6	11	29	12	4	62
Total	30	55	70	21	4	180
%	16,67	30,56	38,89	11,67	2,22	

j. Année du début de l'activité :

Selon l'enquête, l'année du début de l'activité varie de 1990 à 2016. 25 apiculteurs soit 14% ont débuté avant 2010 ; par ailleurs, 89 apiculteurs ont débuté cette activité entre 2010 et 2017.

k. Fonction de la taille des exploitations

La figure (IV-16), ci-dessous, récapitule quelques caractéristiques générales des systèmes de production observés jusqu'ici. Plus de 100 apiculteurs questionnés ont une dizaine de ruches. Seulement 1% ont plus de 800 ruches.

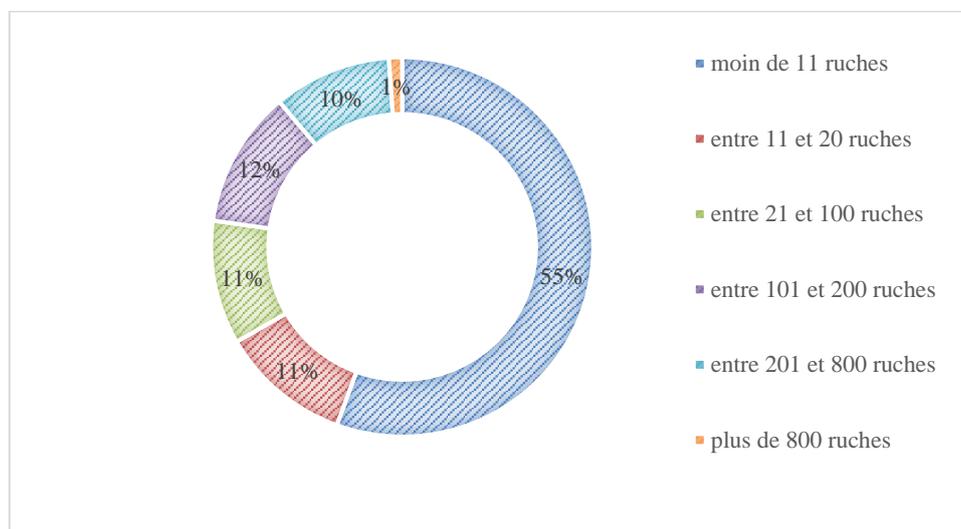


Figure IV-16: Nombre de ruches possédées par les répondants

Parmi les 55%, 70% produisent 1 à 3 miels différents. Par contre ceux qui ont plus de 50 ruches en produisent 3 à 5 miels. Le reste des apiculteurs produisent plus de 5 types différents de miels.

l. Disponibilité de réseau de téléphonie mobile dans l'exploitation

Selon l'enquête, le réseau de téléphonie mobile est disponible dans la majorité des exploitations avec un pourcentage de 85%.

m. Intérêt pour différentes fonctionnalités numériques

Nous avons ensuite demandé aux répondants de préciser leur intérêt pour les différentes fonctionnalités primordiales à l'amélioration de l'activité apicole et qui pourraient être intégrées dans une plateforme numérique dédiée à l'apiculture. La figure VI-17 présente les résultats obtenus suite à cette question.

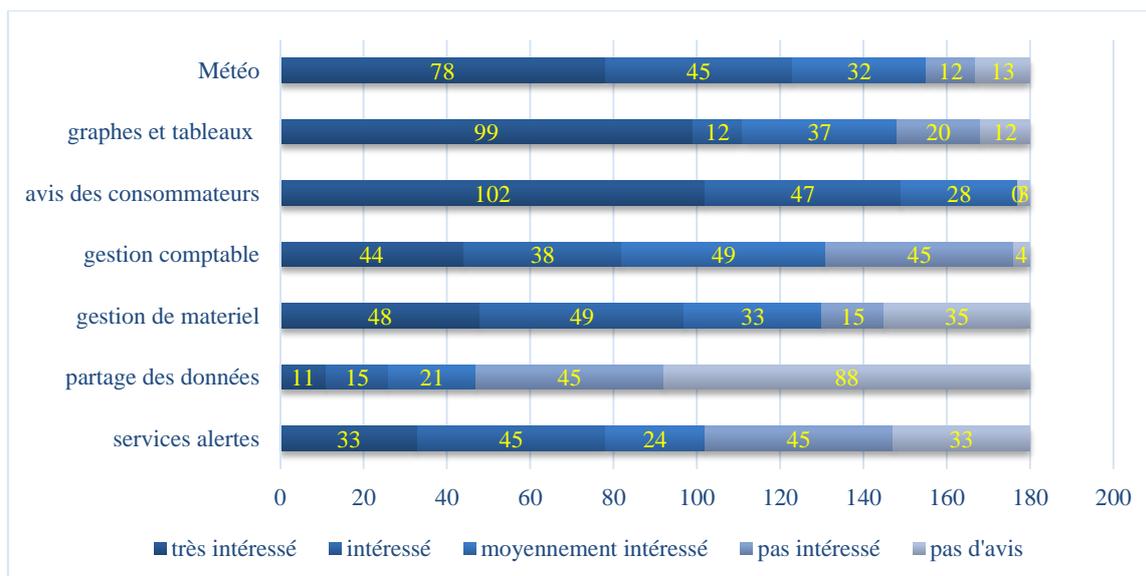


Figure IV-17: Les différentes fonctionnalités numériques

D’après ce graphique, les fonctionnalités les plus attendues consistent en la disponibilité de la météo pour 43% et 55% pour une exploitation des données de façon simple, à savoir des productions graphiques et des tableaux indicateurs (*i.e.* pluviométrie, températures durant une durée déterminé, la somme de nourrissements apportés, la production totale, etc....).

Cette demande de simplicité est également ressortie des commentaires qui nous ont été adressés avec une volonté de voir naître des objets numériques ergonomique.

La réponse la plus intéressante pour les apiculteurs semble l’avis du consommateur, puisque 98% estime que cette fonctionnalité est intéressante voir très intéressante pour 58% parmi eux.

Une autre attente importante concerne aussi la création de services d’alertes pour 55%. Cependant, le partage de données entre apiculteurs semble ne pas les intéressé (seulement 26% sont intéressés). Ce type de fonctionnalités implique nécessairement une communication des données de l’apiculteur à des tiers, notamment en ce qui concerne l’emplacement des ruchers. Sauf que la confidentialité des données est un sujet sensible et fait partie des réticences des apiculteurs quant à l’utilisation d’une plateforme numérique dédiée à l’apiculture.

n. Périodes de récolte, de début et fin de campagne apicole

Selon l’enquête, le début de campagne apicole est dans le mois de février pour 77% des apiculteurs, par contre 23% commencent leur activité apicole dans le mois de mars (Tableau VI-3). La fin de campagne est programmée pour 46% dans le mois de juillet contre 40,56% pour le mois d’octobre. Ces derniers reportent leur période de clôture à cause de la transhumance de leurs ruchers vers les wilayas mitoyennes (El-Bayad, Mascara et Tlemcen).

Les produits récoltables dans la ruche sont aussi diversement connus : 100% pour le miel, 43,33% pour le polen et 25% pour la propolis.

Tableau IV-3: Caractéristiques techniques de l'apiculture des répondeurs

	Période	Nombre	Fréquence (%)
récolte du miel	mars-avril	180	100.00
	juin-juillet	144	80.00
début de campagne apicole	février	139	77.22
	mars-avril	41	22.78
fin de la saison apicole	juillet	83	46.11
	août	44	24.44
	octobre	73	40.56
Produits récoltés	Miel	180	100.00
	Propolis	45	25.00
	Pollen	78	43.33
	Gelée royal	27	15.00
	Cire d'abeille	12	6.67

o. Les zones apicoles d'installation

D'après l'enquête, ils disposent leurs ruches dans des zones riches en plantes mellifères. Les apiculteurs déposent les ruches soit dans un espace forestier (30%), soit dans des fermes privés (61%) ou ils ont des ruches pas fixes (9%) exerçant de la transhumance.

Les répondeurs expliquent que pour un emplacement de qualité, il nécessite qu'il soit à proximité d'une flore riche avec une diversité pollinique et nectarifère, afin de maintenir leurs colonies en bon état de population, la présence de source d'eau en quantité suffisante, d'un accès facile en véhicule et la disponibilité d'une surveillance quotidienne à proximité pour éviter d'être volé. Pour ce dernier point, 8% des apiculteurs questionnée ont déjà subi un vol de leurs ruchers dans les 10 dernières années.

D'autres part, beaucoup d'emplacements se situent sur des zones à risques pour les colonies, en zones à fort risque d'incendie ou inondables en périodes de fortes pluies. 29% des apiculteurs ont mentionné avoir perdu

des colonies à cause des incendies et 12% à cause de la pluie. La difficulté d'accès des emplacements est la cause principale de leur impuissance pour toute action rapide en cas de problème.

p. La quantité du miel produite chaque année :

Les apiculteurs déclarent que la quantité du miel est variable d'une année à l'autre. La majeure partie soit 48% produisent une quantité de plus de 40 kg/année, 27% entre 20 et 30 kg /année, 16% entre 30-40 Kg/année et 9% produisent une quantité moins de 20 Kg /année.

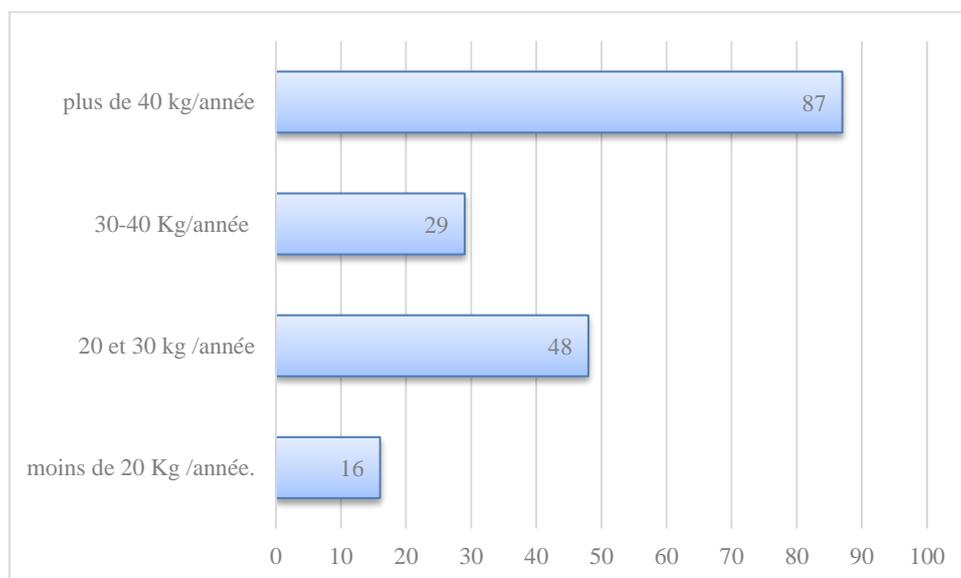


Figure IV-18: quantité du miel produite chaque année

La majorité de personnes disposant de très peu de ruches, 5 à 10, n'ayant pas de carte d'apiculteur généralement, arrivent à un rendement à la ruche assez souvent très faible (5/10kg par ruche, soit quelques kg de miel à quelques dizaines de kg par opérateur), donc leur impact est relativement limité en termes de production et d'impact sur le marché. Par exemple, si on omet 2500 apiculteurs pour la wilaya, à 7 ruches et 5kg de miel par ruche, cela correspond à une production locale de près de 87,5 quintaux par an soit environ 15% de la production national, mais dont une faible partie arrive réellement sur le marché.

Concernant la qualité du miel produit, la majorité des apiculteurs de la région maîtrisent bien les pratiques qui permettent à un miel d'être dans les normes de qualité nationales et internationales : faible humidité du miel, faible teneur en HMF, etc.

Pour cela ils stockent leurs miels en seaux hermétiques ou en pots pour limiter la réhumidification et à des températures pas trop élevées pour limiter la teneur en HMF.

Au fil des temps, les apiculteurs ont évolué dans leurs niveaux de connaissances dans plusieurs domaines dont la chimie afin d'améliorer la qualité de leurs productions de miels.

Notre collaboration a influencé favorablement sur la curiosité des apiculteurs soit de connaissance afin d’acquérir des compétences dans des domaines scientifiques (mesurer l’humidité du miel, avoir une faible teneur en HMF, connaître le pH d’un échantillon, etc ...) pour améliorer la qualité de leurs miels et ainsi voir leurs revenus augmentés.

q. Les plantes mellifères (PM)

Les apiculteurs citent plusieurs plantes (Figure IV-19) tels que l’eucalyptus, jujubier, l’oranger, la lavande ... etc.

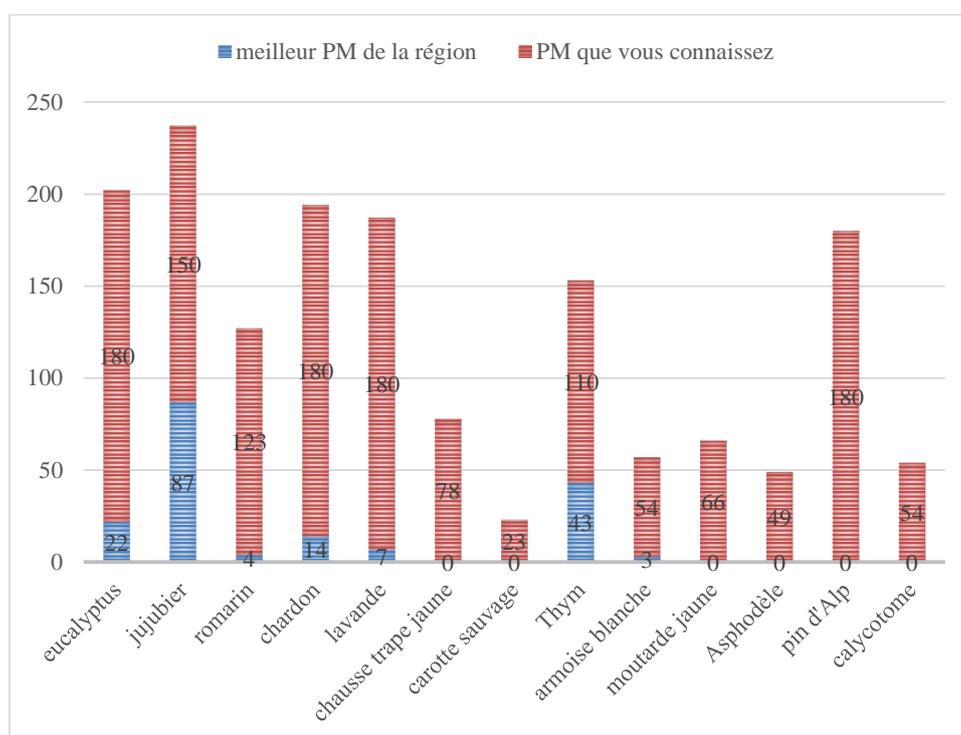


Figure IV-19: les plantes mellifères reconnues par les apiculteurs

Les connaissances sur les plantes mellifères sont très récentes. Les apiculteurs interrogés ont une connaissance très acceptable sur ces dernières.

La majorité d’entre eux (80%) trouvent que les plantes mellifère (PM) correspondent plus à des plantes nectarifères. Cependant 45% les définissent comme plantes nectarifère et pollinifères et celles qui fournissent de la propolis et du miellat. Enfin, 39% ne veulent pas parler de PM mais de plantes d’intérêt apicole.

L’inventaire des plantes mellifères les plus connues n’est certainement pas exhaustif. Il est à prendre avec précaution car il se base sur des déclarations d’apiculteurs. Ces déclarations seront complétées par l’inventaire des PM sur terrain dans la prochaine section.

La totalité des interrogés ont reçu une formation sur les plantes mellifères et la reconnaissance des plantes dans leurs régions. Cette formation leur a permis de connaître les PM les plus répondus dans notre région, à savoir l'eucalyptus, le jujubier sauvage, le romarin....

Par contre seulement 13% des apiculteurs reconnaissent facilement la carotte sauvage tandis que 30% reconnaissent l'armoise blanche.

Les 48% ont déclaré le jujubier sauvage parmi les plantes les plus mellifères de la région, suivi du thym avec 24% et l'eucalyptus avec 12%.

r. Zones d'installation des ruches

Par rapport aux zones d'activité (d'installation), 16% se localisent à Tessala, 15% à Tanira, 8% dans la région de Sidi-Bel-Abbès et 7% dans les zones Dhaya, Sfisef, et Telagh (figure IV-20)

Ces zones sont choisies en fonction d'un certain nombre de critères, car en effet, 28% des apiculteurs choisissent la zone par rapport à la disponibilité des plantes mellifères, alors que 40% choisissent la zone de leur activité pour la disponibilité des plantes mellifères conjuguais à un climat favorable. D'un autre coté, 32% des apiculteurs choisissent la zone pour la sécurité des ruches, l'absence de pesticide et la disponibilité des plantes mellifères.

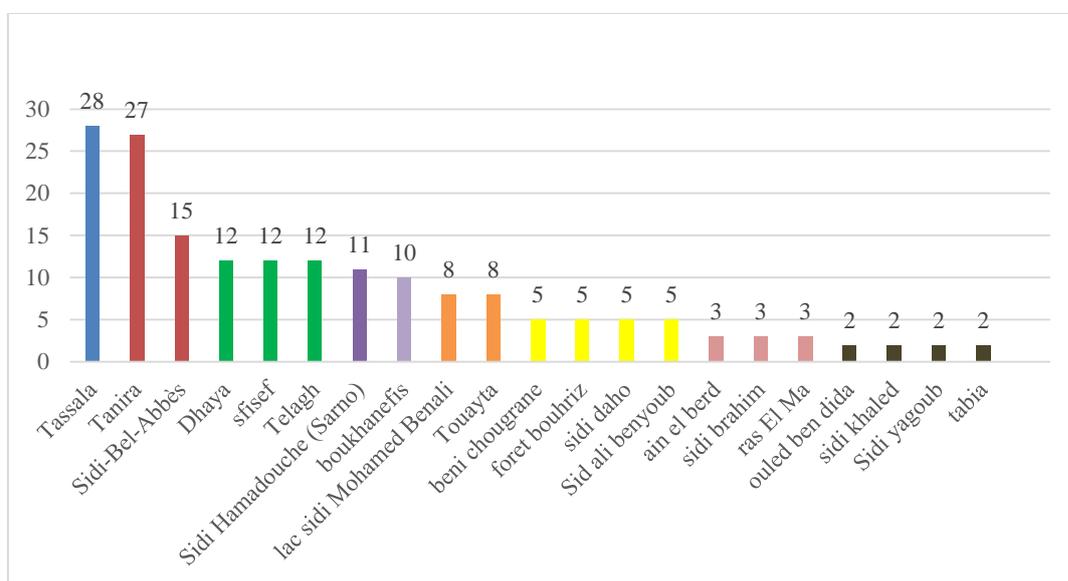


Figure IV-20: zones d'installation des ruches

Durant les 5 dernières années, 40% des zones d'activité sont devenue des zones à vocation non agricole, ce qu'est relativement rassurant, vu l'absence dans ces zone, d'agriculture intensive (plasticulture) et de pesticides. La majorité des apiculteurs (89%) craigne l'impact des pesticides.

s. Souffrance de l'impact des pesticides sur les ruches

L'enquête montre que 58% des apiculteurs n'ont pas souffert de l'impact des pesticides du fait que leurs ruches sont placées dans la majorité des cas dans des zones non agricole (distance de 2 km de diamètre), par contre les autres 42% ont souffert des pesticides sur leurs ruches.

t. Choix de races *Apis mellifera intermissa* (l'abeille tellienne).

La totalité des apiculteurs élèvent la race d'*Apis mellifera intermissa* (l'abeille tellienne). Ce choix s'explique pour tous les répondants soit N=180 pour sa disponibilité, cependant 23% ont cité, en plus de la réponse précédente, la facilité de son élevage, enfin 09% pour sa productivité.

u. Facteurs influençant les pertes de colonies

Parmi les apiculteurs questionnés, 25% ont observé des abeilles mortes près de la ruche alors que 21% ont remarqué des petits paquets d'abeilles restant dans la ruche avec des quantités importantes de miel et de pollen stockées (voir tableau IV-4).

Cependant, on peut observer que les constatations de 2019 sont nettement améliorées par rapport à 2011.

En Algérie, il existe le décret exécutif N° 95-66 du 15 mars 2006 modifié et complété qui stipule que cinq maladies des abeilles figurent sur la liste des maladies animales à déclaration obligatoire.

Ce sont : les loques (américaine et européenne), la nosérose, l'acariose des abeilles et les varroas. L'enquête de 2011 (Adjlane *et al.*, 2012) a révélé que la plupart des apiculteurs rapportent des mortalités de plus de 10%. D'après les données de la DAS (2019), le taux de mortalité était estimé en 2015 à 6,75%, par contre ce chiffre a largement baissé en 2019 à 3,27%. Notre enquête révèle un taux de 4%. Ce chiffre reste toutefois une estimation, compte tenu de la difficulté des apiculteurs à comptabiliser les mortalités réelles. En s'inspirant de l'enquête effectuée en 2011, nous avons repris le même tableau (Tableau IV-5) afin de voir l'évolution de la situation lors de ces 8 dernières années. Les symptômes rapportés par les apiculteurs et les observations dans les ruchers lors des visites effectuées sont présentés dans le tableau IV-4.

L'agent principalement suspecté concernant les mortalités observées est le *Varroa destructor*, agent causal de la varroase, qui existe en Algérie depuis 1981 (Adjlane *et al.*, 2020), malgré les traitements effectués par les apiculteurs (Adjlane *et al.*, 2012).

Tableau IV-4: les syptomnes rapportés par les apiculteurs

Symptômes rapportés par les apiculteurs	En % des apiculteurs interrogés en 2011 (Adjlane <i>et al.</i> , 2012)	En % des apiculteurs interrogés en 2019 (pour cette étude)
Abeilles mortes près de la ruche	33	25
Abeilles avec des ailes atrophiées, noires et dépilées	41	12
Dépeuplement et affaiblissement de la colonie	26	15
Petit paquet d'abeilles restant dans la ruche avec des quantités importantes de miel et de pollen stockes	22	21
Petit paquet d'abeilles restant dans la ruche	22	9
Renouvellement prématuré de jeunes reines en dehors de l'essaimage	18	11
Diarrhées ou traces d'excréments sur la paroi des ruches	17	3
Disparition des colonies à l'exception d'une grappe d'abeilles au cœur de la ruche	12	2
Couvain abandonné et mort avec des réserves	9	0
Abeilles atteint de varroa	/	2

A la suite, on leurs a demandé de nous expliquer les conséquences :

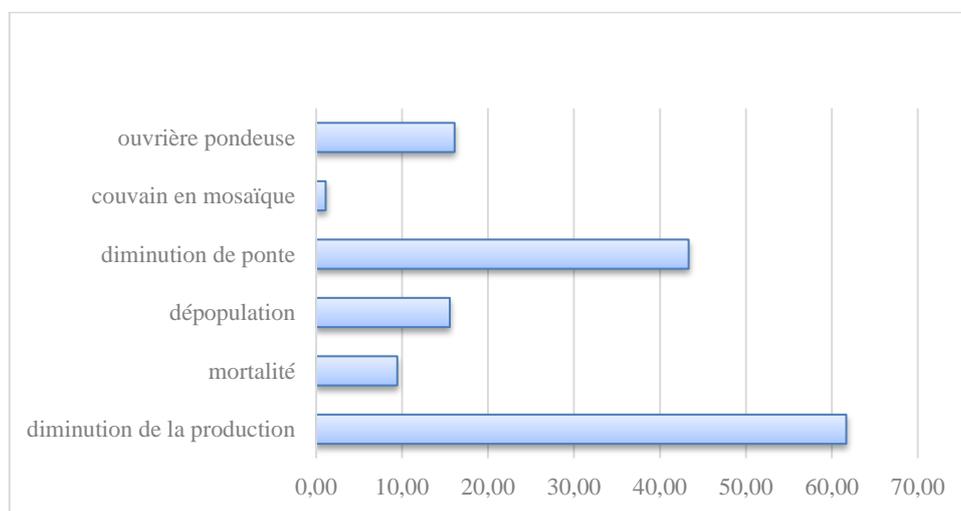


Figure IV-21: les conséquences observées

D’après les résultats (Figure IV-21), les données fournis par les apiculteurs nous permettent de classer selon l’importance les conséquences suivantes : diminution de la production (62%), diminution de la ponte (43%), ouvrière pondreuse (16%) suivi de la dépopulation (15,55%) et la mortalité (9%), enfin 1% pour la présence de couvain en mosaïque.

IV.4.2 Inventaire floristique

D'après les derniers travaux scientifiques sur l'activité de butinage, les abeilles vont en moyenne à 1,5 km et non 3km de leur ruche pour recueillir le nectar, 800 m pour récolter le pollen et 100 m pour l'eau (Lau *et al.*, 2019 ; Silberfeld & Reeb, 2013 et Pahl *et al.*, 2011). A partir de ce constat, le choix des zones favorables et les emplacements des ruches doivent être les plus proche possible de la source mellifère et surtout pollinifère pour augmenter les performances de ces ruches. Les cultures évoluent, les apiculteurs doivent s'adapter. Mais la flore sauvage change également. C'est le cas de certaines plantes invasives qui permet en toute fin de saison de faire de bonnes réserves pour l'hivernage, voire une toute dernière récolte en fin de saison d'un miel au parfum original. Sous notre climat tempéré, un secteur à la biodiversité non dégradée permet sans problème à une colonie de s'alimenter tout en restant en bonne santé.

Si la flore mellifère est présente en abondance à proximité du rucher, un prélèvement d'au moins une dizaine de kg de miel est possible sans altérer la survie de la colonie.

Si le miel est la source de sucre pour les abeilles donc l'énergie, le pollen reste l'aliment essentiel pour les apports en protéines, vitamines, minéraux... permettant une bonne alimentation des larves et une meilleure résistance aux maladies.

Suite à des consommateurs exigeants et pressés, les apiculteurs choisissent et cherchent des zones à la biodiversité riche et variée. Afin de les aider à faire ce choix, le recensement floristique qu'on a effectué ne sera que bénéfique pour les aider.

a. Richesse et diversité des plantes mellifères en général

Afin d'évaluer la biodiversité dans un territoire défini, la première approche est de déterminer la richesse floristique par la réalisation d'un relevé floristique du nombre d'espèces se trouvant dans ce territoire (Quézel *et al.*, 1992 ; Quézel *et al.*, 2003 ; De Waele, 2020). Cette richesse floristique compte parmi les caractéristiques fondamentales d'un écosystème (Aronson et Le Floch, 1996).

Une échelle de référence a été établie pour la richesse floristique dans chaque zone, selon la méthode de Daget (Daget et Poissonet, 1991 ; 1997 et Daget, 2002).

Le recensement et l'analyse des données issues des différents relevés réalisés sur le terrain nous ont permis de quantifier la richesse et la diversité floristique de l'écosystème de notre région.

Le nombre d'espèces recensées au niveau de la wilaya de Sidi-Bel-Abbès est de 518 espèces mellifères soit 79,39% de l'ensemble des espèces recensées. En effet, ce nombre varie de 62 espèces dans la zone 2 à 134 espèces dans la zone 1 (Figure IV-22).

Selon les classifications de Daget et Poissonet (1991, 1997) et Daget (2002) la richesse floristique des zones se situe entre flore très pauvre (zone 2) à flore assez riche pour les zones 1 et 3, et des flores moyennement riches pour les autres zones (4,5 et 6).

Les ruchers situés dans la région de Tessala et Merine (zones 1 et 3) ont une disponibilité florale supérieure à celle des ruchers situés dans la région de Ras el Ma au sud (zones 4).

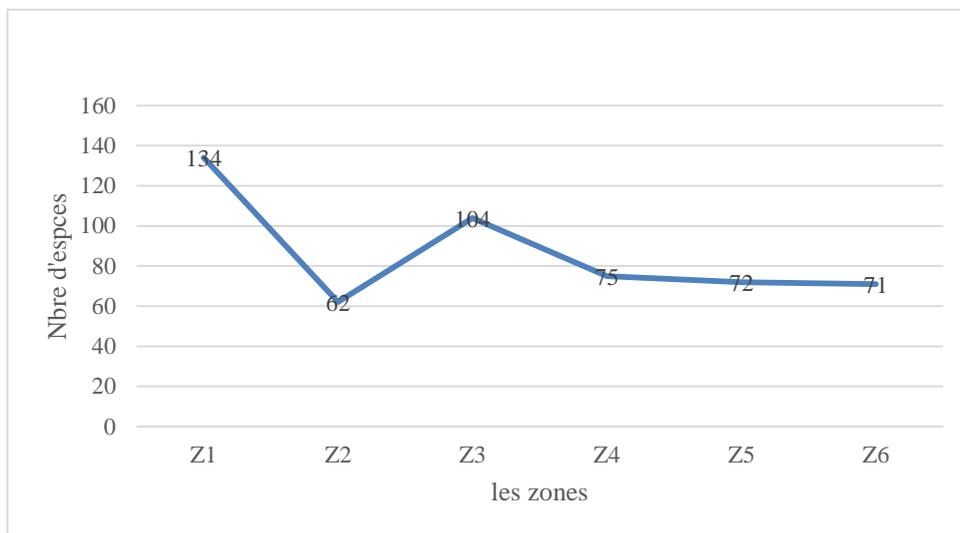


Figure IV-22: Richesse spécifique des stations inventoriées dans les six zones

Cette flore mellifère se répartie sur 61 familles botaniques (tableau VI-5) La famille des *Astéracées* représente 11,58% des familles recensées au niveau de la wilaya suivi des *Fabacées* avec un pourcentage de 10,81 (figure IV-23)

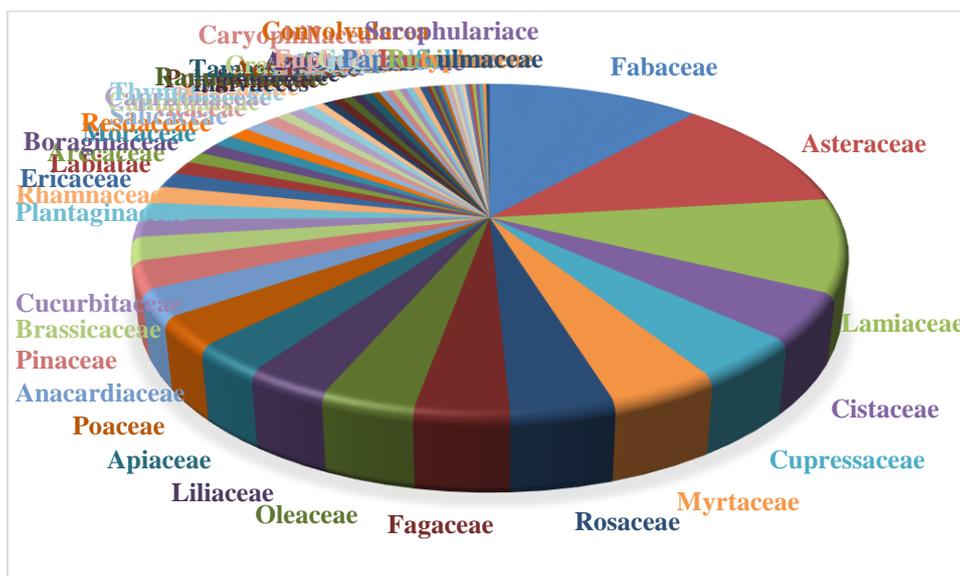


Figure IV-23: Répartition des 61 familles botaniques

En effet, des travaux antérieurs effectués sur la composition de la flore mellifère ont démontré une prédominance de trois familles, à savoir : les *Astéracées*, les *Poacées* et les *Fabacées*, qui représentent plus du tiers (30 à 40%) de la flore (Ozenda, 1983 et 1953).

D'après cette étude, il ressort que les ressources mellifères de la zone étudiée sont constituées principalement d'une flore spontanée. Ces dernières sont considérées comme étant une source alimentaire pour les abeilles et sont, également, une source médical naturel par la population de ces régions vu leurs vertus thérapeutiques. Cette constatation a été confirmée par plusieurs travaux réalisés sur les bienfaits de ces plantes médicinales (Chehema et Djebar, 2008 ; Laallam *et al.*, 2011). Le butinage des plantes médicinales par les abeilles comme par exemple *Zizyphus lotus*, *Peganum harmala*, *Cleome amblyocarpa*, *Pergularia tomentosa* utilisées en pharmacopée traditionnelle augmente, sans doute, les qualités thérapeutiques du miel correspondant et font de lui un excellent et précieux produit local.

On ce qui concerne l'identification des plantes mellifères de la région : La comparaison entre les résultats menés sur le terrain avec les recherches bibliographiques montre que certains espèces mellifères, telles que le calycotome épineux et les genets, lors des observations sur le terrain, sont très visitées par les abeilles vues leurs abondance, et se trouve en plein floraison.

D'autre part, nos apiculteurs de la région ont constaté que certaines plantes spontanées (de la strate arbustive) tels que la ravenelle, la moutarde blanche, le souci, le coquelicot, la bourrache, le fenouil sauvage sont très visités par les abeilles. Ceci explique l'appréciabilité des abeilles vis-à-vis des espèces visitées.

Tableau IV-5: Répartition des 15 plus importantes familles botaniques de la région(*)

Familles	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	N	%
Asteraceae	24	6	10	12	4	4	60	11,58
Fabaceae	10	4	13	9	10	10	56	10,81
Lamiaceae	12	10	13	4	5	5	49	9,46
Cistaceae	4	1	7	3	4	5	24	4,63
Myrtaceae	4	1	5	3	4	5	22	4,25
Rosaceae	6	3	5	1	5	2	22	4,25
Cupressaceae	3	2	4	5	4	3	21	4,05
Fagaceae	2	2	5	2	3	5	19	3,67
Oleaceae	5	1	5	0	3	4	18	3,47
Liliaceae	5	2	2	1	2	4	16	3,09
Pinaceae	1	1	4	3	3	3	15	2,90
Poaceae	5	1	2	3	2	2	15	2,90
Anacardiaceae	4	2	3	1	2	2	14	2,70
Apiaceae	5	4	1	2	1	1	14	2,70
Brassicaceae	7	1	1	3	0	0	12	2,32

(*) Voir annexe 06 pour toutes les familles.

D'après les résultats obtenus lors de l'étude menée sur le terrain, nous constatons que le sous-bois de la forêt, représenté principalement par le romarin, la ciste, le lentisque, la lavande et l'arbousier, constitue la majeure partie des espèces forestières, et dont leur valeur mellifère est très diversifiée (nectar et pollen).

L'Eucalyptus, se trouvant dans les forêts, offre une source très importante de nectar alors que le pin d'Alep, strate arborescente qui caractérise nos forêts, offre, comme unique valeur mellifère, la propolis.

En revanche, les espèces les plus butinées et à haute valeur apicole étaient au nombre de 59 représentant 11,20% de toutes les espèces inventoriées. Parmi elle, on pourra citer *Malus pumila*, *Erica arborea* L., *Crataegus monogyna* Jacq., *Rosmarinus officinalis* L., *Acacia cyanophylla*, *Borago officinalis* L., *Lavandula daniela*, *Myrtus communis*, *Satureja montana*, *Allium* spp., *Calycotome spinosa* Link., *Cynara scolymus*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus sideroxylon*, *Prunus amigdalus*, *Prunus dulcis*, *Prunus spinosa*, *Rhaponticum coniferum*, *Robinia pseudoacacia*, *Rosmarinus tournefortii*, *Sinapis alba*, *Thymus vulgaris* L. et *Ziziphus lotus* (L.) Lam.

b. Richesse et diversité des plantes mellifères par zone

L'inventaire floristique réalisé dans les six zones nous a permis de retrouver la flore mellifère de chaque localité. D'après une comparaison entre ces espèces floristiques des stations prospectées nous sommes arrivés à connaître les espèces communes entre ces stations et les familles dominantes.

Zone 1

L'écosystème forestier de cette zone, couvrant le sommet de Djebel Tessala, est d'une diversité phytocénotique remarquable. Sa localisation est un espace ouvert aussi bien localement qu'au plan régional (elle est une limite de deux wilayas). Elle abrite sur le massif montagneux de Djebel Tessala, un massif forestier très intéressant. Même si sa superficie estimée à 570.7 ha reste insignifiante, son rôle écologique de protection des versants contre le phénomène de l'érosion et la valorisation des terres agricoles situées en aval ainsi que son potentiel mellifère est déterminant.



Figure IV-24: Circonscription de Sidi-Bel-Abbès : A=ruches placés dans la région de Sidi Hamadouche (Sarno), B = la sidi Mohammed Benali

Cette zone est constituée de plusieurs forêts. La plus importante est de celle de Telmouni.

Dans cette zone, nous avons rencontré 134 espèces, les espèces dominantes sont *Calycotome spinosa* Link., *Asphodelus Microcarpus* Sal. et Viv., *Chamaerops humilis* L. et *Lobularia maritima* Desv. (Figure IV-25)

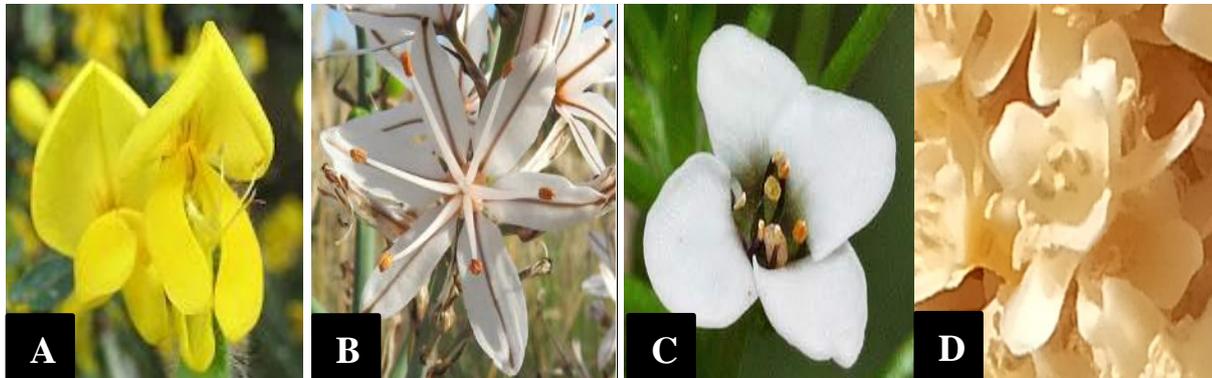


Figure IV-25: A=*Calycotome spinosa*, B=*Asphodelus Microcarpus*, C=*Chamaerops humilis* et D=*Lobularia maritima*.

L'ensemble des espèces est réparti entre 44 familles. Les plus importantes sont les Asteraceae avec 24 espèces, les Lamiaceae avec 12 espèces et les Fabaceae avec 10 espèces. Les autres familles comportent entre sept à une seule espèce (voir figure IV-26)

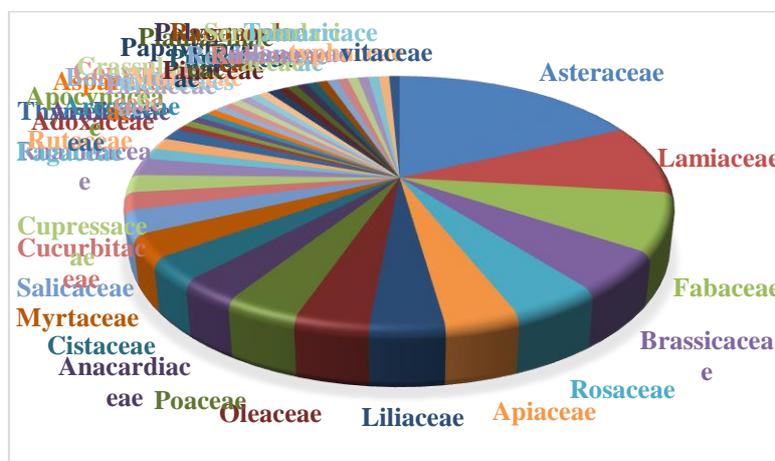


Figure IV-26: La richesse floristique de la zone 1

Donc, cette région présente une diversité floristique appréciable. Cette diversité floristique a été déjà constaté par plusieurs auteurs (Bouzidi *et al.*, 2009 ; Bouterfas *et al.*, 2013 ; Cherifi *et al.*, 2011 ; Faraoun *et al.*, 2016).

L'apiculture reste une activité à développer, compte tenu des conditions du milieu et de leur rôle dans le développement rural.

Elle est bien établie dans le massif, et a connu une augmentation considérable durant les cinq dernières années comme en témoigne le chiffre de nombre de ruche qui est passé à 4828 actuellement. Le miel de forêt est très

riche et très recherché. La zone 01, de par sa variété biotopique (forêt, matorral, garrigue, culture), offre une flore mellifère variée permettant ainsi une miellée très longue.

Notons que, l'apiculture est une spéculation douce qui ne dégrade pas le tapis végétal, mais qui contribue au contraire à l'élévation de sa production.

Zone 2

La diversité de son milieu, tant physique, biotique que socio-économique font de cette zone un terrain privilégié pour étudier l'impact de la diversité floristique sur les potentialités mellifères (Belhadi & Benabdeli, 2010).

Cette zone est caractérisé par ces monts de béni Chougrane qui se distinguent par une altitude assez homogène n'agissant pas sur les paramètres climatiques.



Figure IV-27: Circonscription de Sfifef ; A=Belarbi, B = Tenira

Aspects floristiques :

Tous les travaux s'accordent à souligner la richesse floristique des formations forestières des monts de Beni Chougrane où se distinguent les formations suivantes : – groupement du *Pinus halepensis* – groupement de *Tetraclinis articulata* – groupement de l'*Oléo-lentisque*

Cette zone est caractérisée par neuf forêts. Elle se caractérise par une typologie forestière marquée par la prédominance des forêts, maquis et reboisements qui occupent plus de la moitié de la superficie de la wilaya.

Les plus importantes sont celle de Baudens (8 319 Ha), de Kouteidat (4 938 Ha) et Tenira (7 449 Ha).

Cette zone représente une richesse floristique de 62 espèces répartie entre 32 familles. Nous constatons la dominance de la famille Lamiacées par 10 espèces suivie par 6 espèces de la famille Astéracées et 4 espèces des deux familles de Fabaceae et apiaceae.

Aussi dans cette zone, l'espèce *Thymus ciliatus*, *Calycotome spinosa* Link., a et *Chamaerops humilis* L ont donné une caractérisation spécifique par un recouvrement important.

La figure IV-28 représente la composition floristique de la zone 2

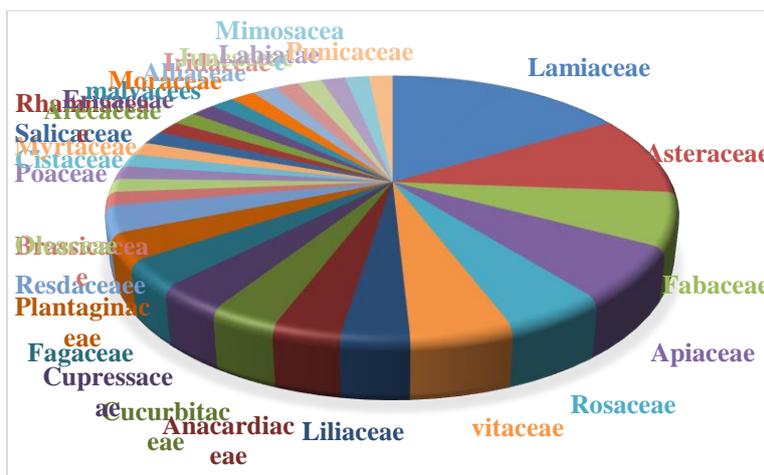


Figure IV-28: La richesse floristique de la zone 2

Le profil pollinique de certains miels produit essentiellement à partir de formations forestières est tout à fait caractéristique d'un biotope assez naturel et recherché par les consommateurs (Belhadi & Benabdeli, 2010).

Zone 3 : Circonscription de Merine « commune : Merine »

Cette zone « La Daïra de Merine » occupe, la première position en termes de taille de grandeur de son massif forestier. Elle occupe à elle seule (33,63 %) de la superficie forestière totale. Cette zone appartient au bioclimat semi-aride à variante fraîche, avec une tranche pluviométrique annuelle de 320 à 380 mm (Benabdeli, 1976).

Ces caractéristiques lui offrent une diversité floristique remarquable qui lui confère un impact fort intéressant sur ses potentialités mellifères.



Figure IV-29: paysage de la commune de Merine (zone 3)

Le Chêne vert et Thuya occupent toutes les deux une plus vaste aire, il recouvrait des surfaces importantes. Les peuplements sont souvent mélangés au Pin Alep comme dans la forêt de Zegla et Béni Méthar. La formation la plus importante fait partie de la forêt de Zegla.

Le recensement des espèces de cette zone est de 104 espèces réparties entre 35 familles. La famille des Fabaceae est dominante avec 18 espèces, suivies de la famille des Lamiacées avec 13 espèces et la famille des Asteraceae avec 11 espèces. Les autres familles sont représentées par sept à une seule espèce.

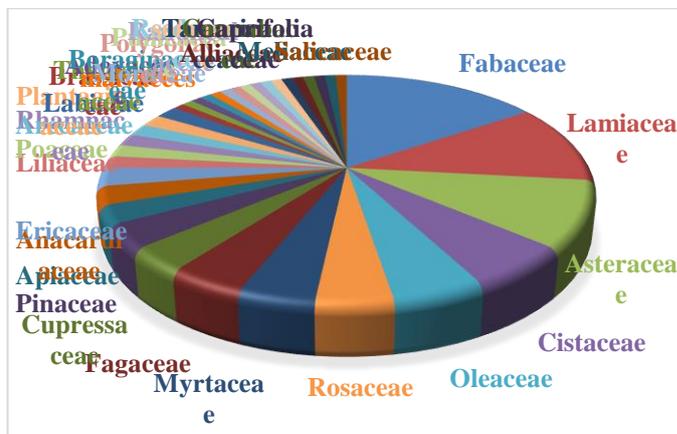


Figure IV-30: diversité floristique par famille de la zone 3

La composition floristique des formations végétales à base des espèces dominantes sont : *Tetraclinis articulata*. Concurrencé par des espèces à fort pouvoir de recouvrement comme *Pistacia lentiscus*, *Quercus coccifera*, *Phillyrea angustifolia*, *Rosmarinus tournefortii* (figure IV-31).



Figure IV-31: A=*Pistacia lentiscus*, B= *Quercus coccifera*, C=*Phillyrea angustifolia*, D=*Rosmarinus tournefortii*.

Zone 4

La commune de Ras El Ma est située dans la wilaya de Sidi-Bel-Abbès localisée sur la bordure méridionale de la partie occidentale du bassin méditerranéen. Elle s’étend sur une superficie de 9150 km² et se divise en quatre ensembles géographiques naturels : les zones montagneuses, les plaines intérieures, l’atlas tabulaire et la zone steppe. Cette dernière représente 83% de la superficie total.

On trouve dans cette zone une seule forêt (la Forêt de Touazizine) d’une superficie de 11 739 ha. Elle est constituée à 57% de maquis clairs de chêne vert, alfa et lentisque et à 43% de forêts proprement dites de Pin d’Alep.

Dans cette zone, nous avons rencontré 75 espèces (Voir Annexe 07). Cette zone des hautes plaines steppiques est essentiellement occupée par deux groupements végétaux : l'Alfa (*Stipa Tenacissima*) et l'Armoise blanche (*Artemisia Herba Alpa*). Ces deux espèces impriment une physionomie à la végétation.

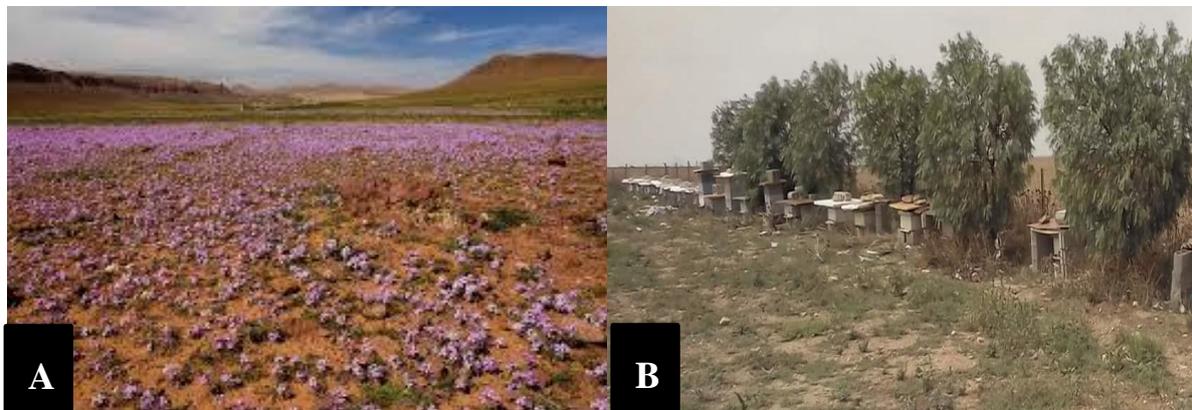


Figure IV-32 : A : fleur *attractylis-cancellata* caractéristique des zone steppique, B= ruches placés à Ras elma.

L'ensemble des espèces est réparti entre 34 familles. Les plus importantes sont les Asteraceae avec 12 espèces, et les Fabaceae avec 9 espèces (Figure IV-33). Les autres familles comportent entre cinq à une seule espèce (voir Annexe 07). Ce résultat est similaire à celui de Laallam *et al.* (2011) sur l'Inventaire des Plantes Mellifères du Sud-Ouest Algérien. D'autres travaux antérieurs ont démontré une prédominance de trois familles, à savoir : les Astéracées, les Poacées et les Fabacées, qui représentent plus du tiers (30 à 40%) de la flore (Ozenda, 1953 et 1983).

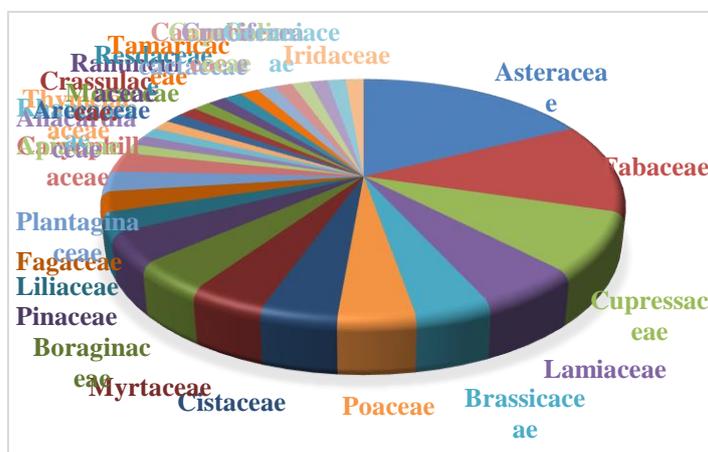


Figure IV-33: diversité floristique par famille de la zone 4

Il en ressort que les ressources mellifères de cette zone sont constituées principalement d'une flore spontanée qui représente plus de 65% des végétaux inventoriés. Le reste est composé d'arbres forestiers et fruitiers, de cultures maraîchères et fourragères.

Les différents travaux entrepris par Le Houérou (1969), Djebaili (1978 et 1990), Pouget (1979), CRBT (1978), Djellouli (1981) et Aidoud (1996) sur la végétation de la steppe mettent en évidence des groupements à *Stipa tenacissima*, *Artemisia herba alba* et *Lygeum spartum*.

Cette vaste étendue steppique qui subit une importante pression anthropique et des sécheresses récurrentes, facteurs de désertification (Nedjraoui *et al.*, 2008) lui confère une végétation particulièrement adaptée à ce type de milieu et constitue un premier rempart par rapport à la désertification. Elle offre ainsi un service écosystémique important auquel s'ajoute la production de miel par les abeilles qui participent au maintien de la biodiversité, et cela par la pollinisation des espèces sauvages et cultivées. En effet, la survie de l'humanité dépend essentiellement des services fournis par cette biodiversité (Hance, 2011).

Les espèces mellifères les plus dominantes et caractéristiques de ces espaces sont : *Artemisia herba alba*, *Zizyphus lotus*, *Borago officinalis L.*, *Sinapis alba*, *Tamarix gallica L.* et *Malva sylvestris* (figure IV-34).



Figure IV-34: fleurs des espèces A=*Borago officinalis L.*, B=*Sinapis alba*, C=*Tamarix gallica L.* et D=*Malva sylvestris*

Ces plantes utilisées également en pharmacopée traditionnelle augmentent, sans doute, les qualités thérapeutiques du miel steppique et font de lui un excellent et précieux produit local.

L'exploitation des ressources mellifères steppiques ne cesse de susciter l'intérêt des apiculteurs qui y transhument leurs ruchers mais reste trop timide à ce jour. Le secteur apicole dans les régions steppiques n'a pas fait l'objet d'études mettant en valeur les potentialités mellifères et la qualité des miels produits.

Zone 5

La superficie forestière de cette zone s'étend sur 7476 ha, ne correspond qu'à 10% de superficie total. Elle est constituée essentiellement de pin d'Alep, Romarin, d'eucalyptus, de Pommier, de Ciste à feuille de sauge, Ciste à feuille de laurier ainsi que de la Lavande et enfin de l'Arbousier, par ordre d'importance. Cependant ces espèces n'arrivent pas à constituer des formations végétales équilibrées avec développement d'un sous-bois et une ambiance forestière si indispensable pour certains types de sols.

Les plantes mellifères de cette zone se répartissent dans 72 espèces et 32 familles botaniques dont les Fabaceae occupent la première place. Parmi les formations végétales qui s'y trouvent, nous distinguons des formations pré-forestières à base de *Pinus halepensis*, *Quercus coccifera*, *Pistacia terebinthus*, *Quercus ilex*, *Pistacia lentiscus*, *Olea europea*, *Phillyrea angustifolia*, *Ceratonia siliqua*, l'Acacia, et plusieurs variétés d'Eucalyptus.



Figure IV-35: Circonscription de Sidi Ali Benyoub

D'autre côtés, on constate la présence de formations basses de chêne vert regroupant les *Quercus ilex*, *Pistacia lentiscus*, *Quercus coccifera*, *Crateagus oxyacantha*, *Daphne gnidium*, *Cistus salvifolius*, *Calycotome villosa*, *Calycotome spinosa*. Enfin, on trouve aussi des formations basses représentées essentiellement par les *Calycotome Spinosa*, *Asparagus acutifolius*, *Chamaerops humilis* et *Stipa tenacissima*.

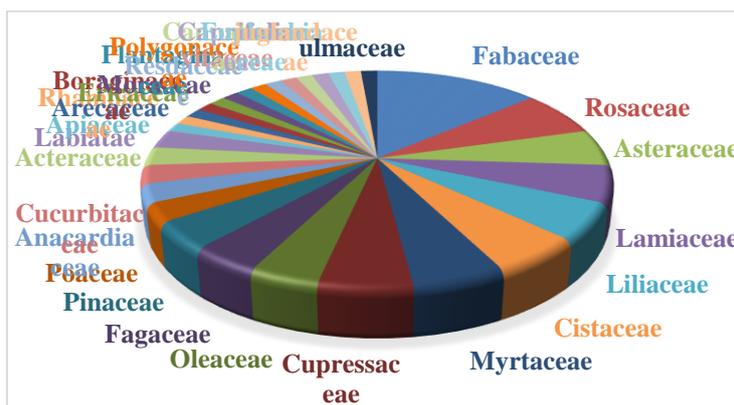


Figure IV-36: diversité floristique par famille de la zone 5

Zone 6

Cette zone correspond à la plaine du Telagh qui couvre une superficie de 118 100 ha, au sud de la région de Sidi-Bel-Abbès. Les forêts occupent 39 % de cette zone, les agrosystèmes occupent 41 %, les agglomérations 3 % et le sol nu 17 % (El Zerey, 2014).



Figure IV-37: Teghalimet – Dhaya

Elle est caractérisée par le recensement de 10 forêts. La plus importante est la forêt de Moulay Slissen (13 319 Ha) constituée à 69% de maquis clairs et à 31% de forêts proprement dites.

Le recensement des espèces de cette zone est de 71 espèces réparties entre 28 familles. La famille des Fabacées est dominante avec 10 espèces, suivies de la famille des lamiacées avec 5 espèces. Les autres familles sont représentées de 4 à une seule espèce.

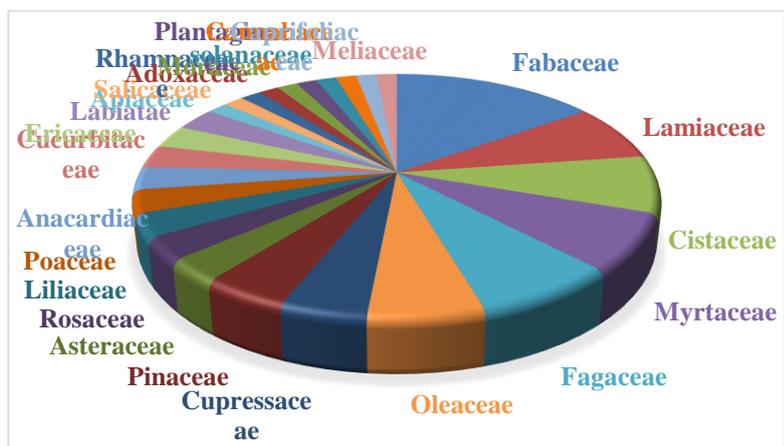


Figure IV-38: diversité floristique par famille de la zone 6

Les espèces dominantes sont : *Pinus halepensis* Mill., *Quercus rotundifolia*, *Pinus pinaster* L. et la *Tetraclinis articulata* (figure IV-39).



Figure IV-39: A=*Pinus pinaster* L. ; B=*Tetraclinis articulata*

On constate que les plantes mellifères de cette zone se retrouvent également dans la zone précédente.

Un autre résultat de notre étude est le recensement de 10 espèces communes dans les six zones (voir figure IV-41). Ces espèces sont : *Asphodelus microcarpus*, *Calycotome spinosa* Link., *Chamaerops humilis* L., *Cupressus sempervirens*, *Eucalyptus sideroxylon*, *Pinus halepensis* Mill., *Pistacia lentiscus* L., *Quercus coccifera* L., *Quercus Ilex* L., *Rosmarinus officinalis* L. et *Teucrium polium* L.

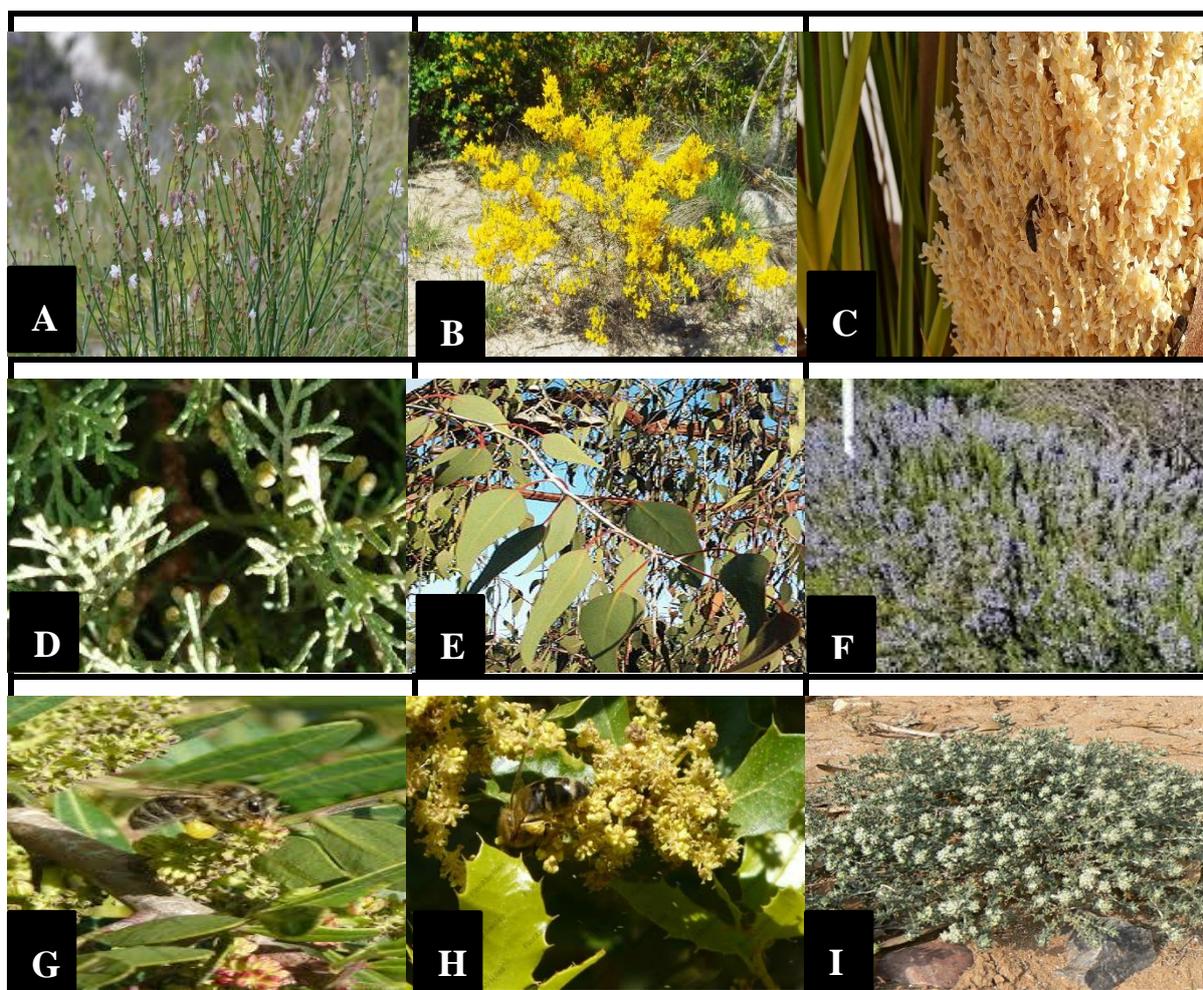


Figure IV-40: A=*Asphodelus microcarpus*, B=*Calycotome spinosa* Link., C=*Chamaerops humilis* L., D=*Cupressus sempervirens*, E=*Eucalyptus sideroxylon*, F= *Rosmarinus officinalis* L., G=*Pistacia lentiscus* L., H=*Quercus Ilex* L. et I= *Teucrium polium* L.

On constate que la composition de ces espèces, particulièrement celle qui sont spontanées, est très comparable dans l'ensemble des six zones. En effet, elles sont assez communes dans tout le nord-ouest Algérien. Nous nous sommes intéressés à dresser une vue d'ensembles sur les espèces mellifères les plus présentes dans notre région et leurs caractéristiques.

- 1- *Asphodelus microcarpus* ou L'asphodèle (Brouage) est une plante à souche bulbeuse ou fibreuse, herbacée vivace, linéaires, épaisses, d'un vert moyen. En avril et mai, des panicules ramifiées apparaissent, constituées de fleurs blanches veinées de rose au centre qui sont mellifères. Elle pousse aisément dans le bassin méditerranéen et elle est très rustique. Son miel est produit au printemps ; il est de couleur claire, avec des cristaux de taille moyenne-fine (Tuberoso *et al.*, 2009). Il est très similaire au miel de Sulla (*Hedysarum coronarium L.*), mais ce dernier à un goût légèrement aigre selon les affirmations des apiculteurs professionnelles.
- 2- *Calycotome spinosa Link.* ou le calicotome épineux ou cytise épineux, est une espèce de plante arbustive de la famille des Fabaceae à longues épines, à fleurs jaunes (Alhage *et al.*, 2018). Elles fleurissent du printemps jusqu'au début de l'été et au nectar très sucré, mais peu abondantes. Elles sont très convoitées par les abeilles et d'autres insectes (Mekious *et al.*, 2016).
- 3- *Chamaerops humilis L.* est une plante médicinale appartenant à la famille des Arecaceae. On le trouve fréquemment en Afrique du Nord, en particulier dans la zone méditerranéenne occidentale (Dransfield & Beentje, 1995 ; Tuley, 1995 ; Hasnaoui, 2008 & Benmehdi *et al.*, 2012). Il est le seul palmier indigène d'Europe. A l'état spontané, de floraison printanière mellifère, porte des fleurs jaune vif en grappes, suivies de fruits. Cette plante est très prisé pour son pollen abondant (Kast *et al.*, 2018 ; Bassani *et al.*, 1994).
- 4- *Cupressus sempervirens*, ou cyprès commun, est un genre d'arbres sempervirents de la famille des Cupressaceae. Contrairement à ce que l'on peut croire de cet arbre, il est très convoité par les abeilles pour son pollen. Plusieurs travaux ont confirmé la présence de pollen *Cupressus sempervirens* dans des miels analysés (Çenet *et al.*, 2015 ; Kačániová *et al.*, 2018 et Prdun *et al.*, 2020).
- 5- *Eucalyptus sideroxylon* appartient à la famille des Myrtacées. Les Eucalyptus sont naturellement l'élément le plus important dans les forêts du nord de Sidi-Bel-Abbès dans la zone 1. La diversité des Eucalyptus a donné naissance à des hybrides naturels tels qu'*E. algeriensis (E. camaldulensis ruais tereticornis)* qui a une place bien déterminée dans l'Eucalypticulture (Morandini, 1964). Le genre Eucalyptus a été introduit en Algérie pour son intérêt économique, médicinal et esthétique. Les Eucalyptus sont des arbres à intérêt écologique majeur, et sont plantés le long des vergers dans les régions productrices de fruits. La pollinisation de ses fleurs est nettement améliorée par la présence des abeilles. En plus, ceci favorise la production de miel de très bonne qualité (Sellami, 2014). Les membres de l'association des apiculteurs de SBA estiment à l'unanimité de l'importance relative des espèces mellifères les plus visitées par l'abeille sur le terrain et remarquent la dominance de l'eucalyptus (*Eucalyptus sideroxylon*) avec 100-200 abeilles comptées par 10 minutes. Cette constatation est confirmée par une autre étude scientifique de Hamel & Boulemtafes (2017). Ce résultat est conforté par le travail de Louveaux et Abed (1984) qui ont constaté que les miels d'Eucalyptus sont bien représentés sur l'ensemble de l'Afrique du Nord et ainsi que les

espèces d'Eucalyptus sont des plantes mellifères maghrébines très importante. D'autre part, ils avaient constaté que d'une façon générale, la flore d'accompagnement présente dans les miels d'Eucalyptus était assez homogène. Les pollens d'Olea, *Echium*, *Chamaerops*, sont le plus souvent présents dans les spectres considérés. Ce résultat est assez cohérent avec le fait que les zones où pousse l'eucalyptus se trouve aussi les espèces *Olea*, *Echium*, *Chamaerops* dans notre région. D'autres part, l'activité apicole en Algérie est intimement dépendante des ressources mellifères comme l'Eucalyptus (Oujet, 2012). La période de floraison est variable selon la météo de septembre à Mars mais le plus souvent à l'automne. Son miel est de couleur jaune clair irisé de reflets verdâtres avec un arôme puissant aux accents de menthe, Il reste liquide durant plusieurs mois. Ensuite, la cristallisation peut devenir assez grossière mais il a une conservation excellente. Il a un intérêt thérapeutique prouvé (Clément, 2004). Cet intérêt est dû à leurs tanins, résines et huiles essentielles que renferment les feuilles, les tiges et même l'écorce et qui ont des applications très importantes en médecine (Amir *et al.*, 2020 ; Muhsen *et al.*, 2020 ; Salehi *et al.*, 2019 ; Niculescu *et al.*, 2019 ; Kajangwe et Mukarusine, 2001 ; Rodolfo, 2003 ; Bigendako, 2004). Le pollen de ces espèces (*E. globulus* et *E. camaldulensis*) constitue une source importante pour la production de miel (Benaziza-Bouchema et Schweitzer 2010).

- 6- ***Pinus halepensis*, *Quercus coccifera* et le *Quercus Ilex*** sont les arbres dominants. Le Miel de Pin a la particularité de ne pas être produit à partir du nectar des fleurs, puisque le Pin en est dépourvu mais de son miellat. La floraison a lieu de mars à juin.
- 7- ***Pistacia lentiscus* L.** ou Pistachier lentisque est un arbuste poussant dans les garrigues et les maquis des climats méditerranéens. De la famille des Anacardiaceae, à feuillage persistant, et fleur rouge, elle donne des fruits, d'abord rouges, puis noirs. Ses fleurs apparaissent au printemps, et sont très aromatiques. Le nombre d'abeilles butinant sur cette plante est de 20 à 30 abeilles toutes les 10 minutes pour son pollen et nectar (Hamel & Boulemtafes, 2017). Appelé localement « ed'drew », le pistachier est un arbrisseau vivace à fruits contenant à maturité une huile fixe utilisée en médecine traditionnelle pour ses propriétés thérapeutiques antiparasitaire et comme remèdes contre le varroa, maladie très dangereuse qui touche les abeilles (Abbas et Bessaoudi, 2018).
- 8- ***Quercus Ilex*** ou Le Chêne vert est une espèce d'arbres à feuillage persistant de la famille des Fagacées, présent sous forme de bois clairs et garrigues. Cet arbre a un intérêt apicole pour son miellat. Ouchemoukh *et al.* (2007) a déjà révélé sa présence dans plusieurs échantillons de miels de miellat de la région de Bejaia.
- 9- ***Rosmarinus officinalis* L.** ou Le romarin, de la famille des lamiacées, peut être sauvage ou cultivé. Il existe plusieurs espèces, tous sont remarquables par leur odeur forte et aromatique. *Rosmarinus officinalis* L. *Rosmarinus officinalis* L. est un arbrisseau qui se reconnaît de loin à son odeur. Cette plante peut atteindre 2m de hauteur. Les fleurs bleues s'épanouissant tout au long de l'année attirent de nombreux Insectes. C'est une plante ayant des qualités thérapeutiques fort intéressantes et des propriétés stimulantes antiseptiques et insecticides (Souza *et al.*, 2020 ; Bendif *et al.*, 2018 ; Hendel *et al.*, 2016). Il sert également

à la fabrication des parfums (Dardouri *et al.*, 2019). C'est une excellente plante mellifère fréquentée par les abeilles et donnant un miel parfumé, à odeur camphrée (Boullard, 1977).

- 10- ***Teucrium polium* L.** ou la Germandrée tomenteuse est une plante médicinale herbacée méditerranéenne de la famille des Lamiacées. Cette espèce est très appréciée et très utilisée par les populations en médecine traditionnelle. Sa richesse en métabolites secondaires lui confère des activités biologiques très importantes, notamment un effet antibactérien (Alreshidi *et al.*, 2020). Cette plante est utilisée dans le contrôle et le traitement des maladies bactériennes des abeilles mellifères (Rezvannejad *et al.*, 2019). Les différentes espèces de *Teucrium* sont mellifères, qui fournissent une couleur verte aux miels contenant cette plante (Ziane, 2014). En Algérie, ces miels sont indiqués pour les troubles digestifs : aérophagie et colon paresseux (Meguellati *et al.*, 2019).
- 11- ***Thymus ciliatus*** ou le thym qui poussent un peu partout dans les monts de Dhaya et de Tessala mais inaccessible pour les apiculteurs mais favorisent la production de miel spécifique de qualité utilisé surtout pour le traitement des problèmes de toux convulsives et l'asthme (Irlande, 2010 ; Hamel *et al.*, 2018a & 2018b). C'est une plante aromatique qui se trouve à l'état spontané, sous l'aspect d'un sous-arbrisseau très ramifié à la base, très feuillé, pouvant atteindre 40 cm de hauteur. La fleur est très grande, rouge ou violacée avec une corolle bilabiée qui est très visitées par les abeilles. C'est une plante qui a une bonne adaptabilité nectarifère (riche en nectar). Le miel de thym un peu fort est très clair, délicieux, comme celui de toutes les labiées ; car la plante a une odeur forte, aromatique très agréable, une saveur amère et chaude. Cependant s'il est mélangé dans la ruche avec des miels d'autres provenances, il apporte une note un peu relevée dans la gamme des parfums (Dali & Chennane, 2017). Le Thym est très utilisé en phytothérapie. Il est employé couramment pour ses propriétés stomachiques, antiseptiques des voies respiratoires et pectorales. Il est très employé en cuisine pour son arôme agréable. Il est aussi exploité par la parfumerie et l'industrie pharmaceutique (Alexa *et al.*, 2018).
- 12- ***Zizyphus lotus* Tourn.**, ou le jujubier est de la famille des Rhamnacées. Il est un arbuste ou un arbre très fréquent dans toute l'Afrique du Nord, le Sahara et l'Afrique de l'Ouest. Ses formes varient avec le sol et le climat. ses fruits sont consommés depuis des millénaires (Chevallier, 1947). C'est une plantes médicinales spontanées évoqué dans notre saint coran, riche en antioxydants tels que des composés phénoliques flavonoïdes, acide ascorbique et des caroténoïdes qui sont responsables de la réduction des risques des maladies causées par les stress oxydatif et l'oxydation macromoléculaire (Zhao *et al.*, 2014 ; Siriamornpun *et al.*, 2015 in Dahlia-Mahieddine, 2019). C'est une plante qui pousse largement dans les zones désertiques. C'est une source importante de nutriments et de constituants phytochimiques (Wojdyło *et al.*, 2016). Le miel issu du butinage de ses fleurs très visibles de couleurs jaunes pentamères fournit aussi un miel haut de gamme (Fabrice et Renard, 1999 in Dahlia-Mahieddine, 2019 ; Dali & Chennane, 2017). Il se caractérise par son goût unique, qui contribue à la neutralisation des cellules responsables de la croissance des tumeurs cancéreuses, ce qui limite la prolifération de la maladie (Zakaria, 2017). Il est également, considéré comme un stimulant du système immunitaire grâce à sa richesse en vitamine C. Ce

qui préserve la santé et la vitalité générale de l'organisme, en particulier les os, la peau, la gencive et les dents (Gozlekci *et al.*, 2014).

En raison de l'abondance de ces quatre dernières espèces en Algérie ainsi que l'*Hedysarum coronarium*, *Citrus*, *Euphorbia bupleuroides*, *Echium* et *Peganum harmala*, certains types de miel sont produits principalement à partir d'eux (Zerrouk *et al.*, 2014 ; Zerrouk *et al.*, 2020 ; Ouchemoukh *et al.*, 2007 ; Chefrou *et al.*, 2009 ; Makhloufi *et al.*, 2010).

D'autres espèces très abondantes dans toutes les zones mais absente dans la zone 4. C'est l'espèce *Tetraclinis articulata* (Vahl) ou Le thuya de Berbérie, espèce résineuse, de la famille des Cupressacées, constitue un élément important dans la végétation forestière nord-africaine puisqu'il couvre plus d'un million d'hectare (El Mouridi, 2011). C'est dans la zone 3 que cette espèce individualise les peuplements les plus étendus et les plus diversifiés qui peuvent être considérés comme une valeur ajoutée aussi bien pour la production ligneuse, que pour la protection de l'environnement. Le thuya couvre une surface de 160 000 ha en Algérie, il occupe la 4ème position après le pin d'Alep, le chêne vert et le chêne liège (Hadjaj & Letreuch Belarouci, 2017 et Letreuch Belarouci, 1991). Elle a un rôle important aussi dans la production de miel, car elle permet un rendement élevé en nectar, ce qui donne au miel qui en résulte une excellente qualité (Hadjadj & Letreuch Belarouci 2017).

Par contre une autre espèce ne se trouve que dans la zone de Tessala (Zone 1) qui est la *Lobularia maritima* Desv. ou l'alyse odorante de la famille des Brassicacées. C'est une plante vivace formant des fleurettes regroupées en grappes serrées à la douce odeur de miel qui se renouvellent et de couleurs s'étendant du blanc pur au violet en passant par toutes les nuances de rose. Elles sont très mellifères et attirent abeilles, papillons et autres insectes pollinisateurs pendant de nombreux mois (Brinks *et al.*, 2017).

Sidi-Bel-Abbès est devenu par le temps une zone tampon entre le Tell agricole au Nord, et le désert du Sahara au Sud. Cette caractéristique a fait apparaître des plantes mellifères steppiques très intéressantes. Ces plantes sont :

- 1- ***Artemisia herba alba***, ou L'armoise herbe blanche est une espèce de plantes steppiques de la famille des Astéracées de l'Afrique du Nord (Lahmar-Zemiti & Aidoud, 2016). Elle est très abondante en Algérie (Chih). C'est une plante médicinale et aromatique utilisée dans la médecine traditionnelle algérienne depuis longtemps (Kheddoum, 2018 ; Chirane & Merzoud, 2019). Elle est, également, reconnue comme plante mellifère incontournable (Laallam *et al.*, 2011) et trouvée dans des échantillons de miels analysés dans des zones steppiques algériennes (Hamel *et al.*, 2018a).
- 2- ***Borago officinalis*** ou Bourrache ou Bourrache officinale et « lsane el thawre » en arabe est une espèce de plante annuelle de la famille des Boraginacées, assez commune dans tout le Tell algérien (Beloued, 1998). Cette plante commune, endémique, est très répandue en lisière de forêt, sur les bords des chemins et dans les décombres. Elle produit en abondance de petites fleurs en forme d'étoiles passant du violet au bleu ciel, puis au rose lorsqu'elles commencent à décliner. La floraison s'étale généralement de Mars à Mai. Les abeilles les côtoient souvent intensément et y recueillent nectar et pollen de bonne qualité.

Son miel est clair, transparent, à odeur agréable et de très bon goût (Dali & Chennane, 2017). La bourrache, utilisée pour le traitement des dermatoses et les maladies inflammatoires, est une excellente plante mellifère (Hamel et Boulemtafes 2017).

- 3- *Malva sylvestris* ou Mauve sylvestre est une plante vivace herbacée bisannuelle très rustique médicinale de la famille des Malvacées, qui se rencontre à l'état sauvage dans les décombres, les bords de chemins et les haies. Outre ses vertus calmantes et adoucissantes contre les irritations et les inflammations internes (troubles de la digestion, angines) et externes (problèmes de peau), la Mauve a des propriétés laxatives bien connues depuis l'Antiquité. Elle fait partie des plantes adoucissantes et béchiques (calme la toux). Ses fleurs, de couleur pourpre sombre, tirant davantage sur le bleuté et qui ont donné son nom à la plante, apparaissent de juin à septembre. Elles sont mellifères et attractives pour les insectes.
- 4- *Tamarix gallica L.*, Le Tamaris commun, Tamarix commun est arbuste ou arbrisseau qui pousse spontanément de la famille des Tamaricaceae. Cette plante résiste bien aux embruns et au sable. Les fleurs roses en grappes serrées formant des pannicules terminales apparaissent en été. Il est employé en médecine traditionnelle comme astringent, apéritif, stimulant et diurétique (Saïdana *et al.*, 2008). Il a fait l'objet de recherche scientifiques en Algérie et à travers le monde pour évaluer son activité antilithiasique dans un système *in vitro* et *in vivo* (Bensatal & Ouahrani, 2008 ; Khitri *et al.*, 2016 ; Akbari *et al.*, 2020). Le Tamarix est d'importance majeure dans les régions arides aux apiculteurs à cause de son nectar et du pollen qu'il fournit aux abeilles grâce à sa double floraison en une année. Le miel du Tamarix est typiquement avec sa couleur et son goût désagréable fort, Il altère parfois la couleur et la saveur du miel d'autres sources (Alaniz-Gutiérrez *et al.*, 2017 ; Knutson *et al.*, 2003 ; DeLoach *et al.*, 2004).
- 5- *Sinapis alba* ou la moutarde blanche est une plante herbacée annuelle de la famille des *Brassicacées* (Cruciferae) qui fleurit tout l'été, de mai à septembre. Ils procurent non seulement des huiles alimentaires et industrielles, des épices, des fourrages mais aussi des légumes sous forme de racines, de tiges, de feuilles, de pousses comestibles, et même des médicaments (Gomez-Campo, 1999). En Algérie, elle est très commune. On la retrouve un peu partout, au bord des chemins, dans les champs, dans les jardins. C'est une excellente plante mellifère qui donne un nectar de bonne qualité et un miel blanc et fin (Dali & Chennane, 2017). Sa floraison assez longue fait le bonheur des abeilles, surtout lorsque **les fleurs se font rares**. Riches en lipides, ses graines sont à l'origine d'un condiment, du même nom : la moutarde. Mais elle a aussi des vertus thérapeutiques et médicinales (Ruan *et al.*, 2019 ; Wadhwa *et al.*, 2013).

c. Analyse de similitude (Indice de Jaccard)

Cet indice est un test de similarité entre deux habitats.

$$J = a / (a+b+c) \times 100 \quad \text{IV-1}$$

a : représente le nombre d'espèces communes entre deux habitats,

b : représente le nombre d'espèces uniques pour l'habitat 1 (i.e. total moins le nombre d'espèces communes a),

c : représente le nombre d'espèces uniques pour l'habitat 2 (i.e. total moins le nombre d'espèce commune a).

Si l'indice J augmente, un nombre important d'espèces se rencontre dans les deux habitats évoquant ainsi que la biodiversité inter habitat est faible (conditions environnementales similaires entre les habitats) (de Bello *et al.*, 2007).

Tableau IV-6: calcul des Indices de Jaccard pour les 6 zones

	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5	Zone 6
Zone 1						
Zone 2	28.95					
Zone 3	25.92	17.36				
Zone 4	12.30	12.10	15.00			
Zone 5	17.04	22.72	35.38	13.85		
Zone 6	19.88	26.41	48.3	21.49	52.13	

Nous avons utilisé l'indice de Jaccard pour étudier la similitude entre les zones. Les résultats obtenus (tableau) nous ont permis de faire ressortir les constatations suivantes :

- L'indice varie entre 12.10% et 21.49% pour la zone 4 et le reste des zones, indiquant une faible ressemblance entre les stations. Ces résultats donnent l'information que le nombre des espèces communes est faible entre le sud de la wilaya et le nord et une biodiversité intéressante. La figure ci-dessous (Figure IV-41) montre cette différence entre les trois parties de la wilaya de Sidi-Bel-Abbès en fonction de l'altitude. La plupart des zones du nord présentent une faible similarité avec la zone 4 du sud. Cela signifie qu'elles sont hétérogènes du point de vue composition floristique et des formations végétales.
- D'un autre côté on constate que les zones 5 et 6 ont un indice très important ($j=52,13$), indiquant ainsi que la biodiversité inter habitat est faible.
- Une similarité moyenne signifie que les zones z1, z2, et z3 sont homogènes du point de vue compositions floristiques, elles sont présentes surtout par des formations à base de plantes comme : *Asphodelus microcarpus* Salzm et Viv., *Calicotome spinosa* Link., *Chamaerops humilis* L., *Marrubium vulgare* L., *Daphne gnidium* L., *Urginea pancration* (Steinh.) Phil, et la zone z3 à base de *Pinus halepensis* Mill.

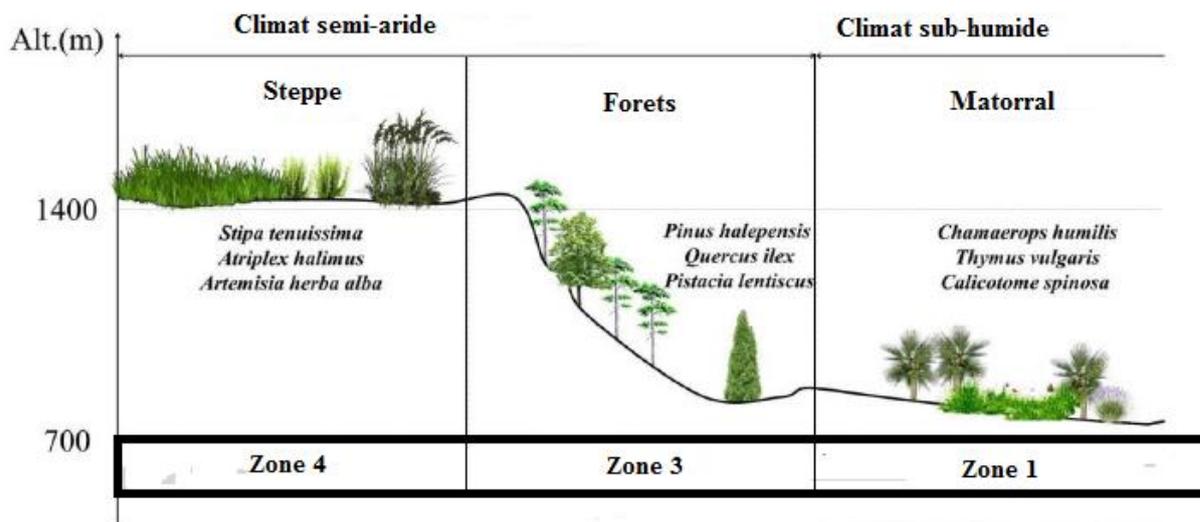


Figure IV-41: La biodiversité de la zone d'étude en fonction de l'altitude.

Dans notre zone d'étude, il n'y a pas de période où les plantes mellifères ne soient pas en fleurs avec cependant un pic au cours des mois février, mars et avril ce qui correspond à la grande période de miellée.

D'un autre côté, on a évalué la répartition du nombre de ruches dans les zones tracés (voir le tableau IV-7).

Il nous permet de collecter des informations sur l'emplacement des ruches et la connaissance des apiculteurs des lieux stratégique pour l'emplacement des ruches.

On constate que le nombre de ruches pleines le plus important se trouve dans la zone 1 suivi de la zone 3 et enfin la zone 5.

Ce qui prouve que ces zones sont très propices au butinage des abeilles.

Le potentiel apicole d'un site ne tient pas compte de la quantité de plantes en fleurs du milieu mais plutôt de la valeur mellifère des espèces et de leur abondance (Telailia *et al.* 2011).

Les zones les plus favorisées en la matière de potentiel mellifère, ont atteint une production de miel qui dépasse les 1000 kg/an. C'est le cas des communes de Makedra, Moulay Slissen et Zerouala.

Ces communes regorgent d'une importante représentation de plantes mellifère spontanées avec la présence de lambeaux forestiers à proximité des champs, offrant aux abeilles la possibilité d'exploiter la flore présente. Le comportement de butinage des abeilles qui est lié à la structure de la végétation en ai la raison (Boutabia *et al.*, 2016 ; Hamel *et al.*, 2018a).

En ce qui concerne la production en miel, les enquêtes réalisées sur l'état actuel de l'apiculture dans la région témoignent que cette dernière dépend surtout de système d'élevage et de la saison (bonne ou mauvaise). Actuellement, l'apiculture à l'échelle de la wilaya est en net progression. Cependant elle est loin de satisfaire la demande des consommateurs, la quantité de miel produit par an est de 74,41gr/habitant et par an, alors que la

consommation du pays par habitant est de 176 grammes/an, selon les données du département apicole de l'Institut technique des élevages (ITELV), rapportées par l'agence officielle en 2020.

Pour y remédier, il faudrait éliminer certaines contraintes. En effet, certaines exploitations apicoles sont négligentes des conditions d'entretien des ruches. Les autres facteurs qui défavorisent cette activité sont les traitements phytosanitaires non sélectifs qui menacent le cheptel apicole de la région (disparition progressive des abeilles), les mauvaises conditions climatiques, le choix de l'emplacement des ruchers et leur entretien irrégulier.

Les espèces mellifères identifiées appartiennent à diverses familles dont les plus représentées sont les Fabaceae, Asteraceae, Lamiaceae, Rosaceae et Apiaceae. Cependant, la majorité des plantes présentes dans la région d'étude font parties des familles Asteraceae, Lamiaceae et Fabaceae. Ce résultat peut être expliqué par deux raisons. La première est que ces familles de plantes semblent être les plus importantes sources de nourritures pour les abeilles (Boutabia *et al.* 2016 ; Hamel et Boulemtafes, 2017). La seconde explication possible est que la végétation au Nord-Ouest algérien est représentée par ces mêmes familles (Boughediri & Benslama, 2020 ; Ahmed *et al.*, 2020 ; de Bélair, 1990 ; Tani *et al.*, 2010 ; Hamel, 2013 & Hamel *et al.* 2013).

L'évolution du cortège floristique des plantes mellifères de la région de Sidi-Bel-Abbès montre une disponibilité permanente des ressources florales durant toute l'année. Elle est répartie en deux périodes avec une étape transitoire. La première période est caractérisée par une importante floraison des espèces herbacées pendant la saison des pluies, la seconde période est marquée par une disponibilité prédominante des arbres fruitiers et des plantes maraichères en saison sèche. La période transitoire est caractérisée par la floraison des plantes ligneuses et herbacées à la fin de la saison sèche et le début de la saison des pluies.

C onclusion

Selon l'OMS « La santé est un état de complet bien-être physique, mental et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité. » Cette définition décrit un état idéal auquel chaque humain aspire. Il a fallu longtemps pour que l'homme admette l'existence de la relation directe entre les pollutions environnementales créées par lui et la dégradation de son état de santé. Les abeilles deviennent alors une solution réelle pour cette équation homme/environnement. Elles sont devenues ainsi des bio-indicateurs de l'état de nombreux environnements et de leurs productivités.

Cette solution s'explique par l'importance de cet insecte en tant qu'élément indispensable de l'équilibre environnemental dans le monde, particulièrement pour son rôle de pollinisateur pour non seulement l'agriculture, mais aussi les plantes sauvages et arbres; assurant ainsi une abondance de l'oxygène que nous respirons, la qualité de la filtration de l'eau, la conservation de la fertilité des sols, de même que le recyclage des nutriments, pour ne nommer que ceux-là (Power, 2010 in Pelletier, 2010 ; Leonard *et al.*, 2020). Finalement, l'abeille préserve des liens solides avec presque tous les éléments de l'environnement : air, eau, sol, végétaux (Porrini et al., 2003).

Pour toutes ces raisons, elle est devenue depuis plusieurs années la clé de contrôle de différentes substances, telles que les métaux lourds, et diverses substances chimiques ou radionucléides (Shrestha, 2004).

On croyait souvent, et à tort, que le miel est la principale raison de l'existence de l'abeille. Or, il a été démontré que la valeur du service de pollinisation équivalait à environ 150 fois la valeur du miel et de la cire qu'elle produit (Shrestha, 2004).

Le miel est le fruit liquide que l'abeille produit en utilisant du nectar de fleur et qui est devenu indispensable pour l'humanité alors qu'un miel pur et bio « 3sal elhor » semble être une denrée rare voir introuvable.

Le choix de notre thème sur l'abeille (*Apis mellifera* Linné, 1758) devenait évident car le miel et sa qualité sont des paramètres de l'état de la santé de l'abeille.

Analyser les miels peut devenir une méthode de lutte et de prévention efficaces pour garantir la santé des abeilles et pour une bonne pratique apicole. La quantité et la qualité des miels peuvent nous avertir de la présence des maladies d'abeilles à l'intérieur des ruches qui deviennent contagieuses en raison des contacts physiques entre ouvrières et de la trophallaxie (échange de nourriture entre abeilles), mais aussi entre les ruches.

Ce travail de recherche réalisé au niveau du laboratoire de Synthèse de l'information environnementale, section chimie analytique et le laboratoire de chimie analytique pharmaceutique du département de pharmacie à la faculté de médecine de l'université de Sidi-Bel-Abbès, nous a permis d'étudier en premier temps neuf paramètres physico-chimiques de quelques variétés de miel cultivées à l'Ouest Algérien (Sidi-Bel-Abbès et Tlemcen).

Cette étude a été élaborée afin de cerner les critères de qualité de 64 échantillons de miels par l'analyse de certains paramètres physico-chimiques. Toutes les valeurs obtenues se situaient dans les limites imposées par la législation actuelle.

La comparaison de ces cépages avec les normes internationales publiées nous a permis de prouver que les échantillons présentent des caractéristiques spécifiques, une haute qualité et un potentiel thérapeutique qui pourraient susciter à l'avenir un grand intérêt chez les consommateurs de miel d'abeille. Cependant, cela ne constitue qu'une preuve pratique pour assurer la sécurité alimentaire.

Cette analyse physico-chimique a apporté des résultats très intéressants et exploitables dans le domaine agro-alimentaire et la santé.

Les résultats indiquent que les échantillons étaient de bonne qualité chimique, répondant aux normes imposées. L'étude physico-chimique a montré que 95% des échantillons de miel analysés sont conformes aux normes proposées par la commission du Codex Alimentarius, que la plupart d'entre eux sont des miels frais, d'après leurs teneurs en HMF. Un miel de haute qualité devrait avoir une faible teneur en HMF mais une activité élevée en diastase (AD) (Thrasylvoulou et al, 2018). De ce point de vue, 60 échantillons ont un HMF inférieur à 30 et une DN supérieur à 8 unités de Shade, elles sont alors considérées comme du miel frais et de qualité standard. Par ailleurs, tous les échantillons présentés une DN supérieur à 8.

Le pH et l'acidité sont des paramètres importants pour connaître le type de miel. Les résultats du pH révèlent que les variétés de miel présentent un pH compris entre 3,0 et 5,78. On constate que 78% (50/64) des échantillons présentent un pH relativement faible avec des valeurs inférieures à 4,5 ce que suppose qu'ils ont une origine nectarifère. Par contre, les échantillons E55et E61 qui ont été prélevés en automne présentent un pH de 5,12 et 5,78 respectivement, dépassent la moyenne. Ce qui suppose que ce sont des mélanges de miel de nectar et de miellat.

Conclusion

Les résultats de l'acidité libre des miels étudiés témoignent de l'absence de fermentation de 92% des échantillons présentant des teneurs inférieures à 50 méq/kg, ils auront une durée de conservation plus importante.

Par ailleurs, 98% des échantillons étudiées contiennent un taux d'humidité inférieur à 20%. La fermentation devient rare dans les miels ayant une teneur en eau inférieure à 19%. C'est le cas de 91% des échantillons analysés.

Les 3% ayant des fortes teneurs en eau (>20%) provient d'une récolte trop précoce ou sont seulement dues à l'hygroscopicité du miel (Tchoumboue *et al.*, 2007).

D'autre part, les valeurs des conductivités électriques et teneurs en cendres obtenus révèlent qu'ils évoluent dans le même sens avec un coefficient de corrélation $R=0,95$. Quarante-vingt-quatorze pourcent des échantillons ont une CE inférieure à 0,8 mS / cm, la limite maximale recommandée par le Codex Alimentarius pour les miels de nectar, ce qui suggère l'origine florale de ces échantillons. Ainsi, que 75 % des échantillons sont des miels mono-floraux.

D'autre part, la rotation spécifique sert à différencier un miel de miellat et de miel floral. Le miel de miellat a des valeurs de rotation spécifique positive tandis que le miel floral a des valeurs négatives. Les résultats ont révélé que seulement deux échantillons (E55 et E61) avaient des valeurs positives. Ce qui prouve nos suppositions sur l'origine de ces 2 échantillons. Par contre 5 échantillons sont des mélanges de miels de fleurs et de miellat présentant des valeurs allant de (-1) à (-7).

Le taux des sucres réducteurs, taux du saccharose et l'angle de polarisation, nous a permis de connaître l'authenticité du miel et la falsification des sucres. Cependant, les taux des sucres réducteurs du miel sont analysés pour obtenir des renseignements concernant différents aspects de la qualité du miel. Ainsi, la concentration de saccharose est un bon critère pour différencier les miels monos floraux. Tous nos échantillons répondent aux recommandations établies par le codex Alimentarius de 2001.

L'analyse quantitative des sucres montre que 97% des échantillons sont conformes aux normes fixées par le Codex Alimentarius (2001), qui est de 60% comme limite minimale. Ces résultats confirment que les sucres sont les constituants majoritaires du miel.

Enfin, la couleur est une propriété physique perçue par les consommateurs et le paramètre de la qualité pour un point de vue commercial. Mais d'un point de vue scientifique, la couleur est un indice fiable dans la détermination de la capacité antioxydante du miel (Beretta et al, 2005) et sert à caractériser d'autres paramètres. Egalement, l'intensité de la couleur ABS_{450} est aussi un paramètre important et non négligeable.

Un miel de couleur très claire avec un état physique liquide aura une faible conductivité, faible activité diastase, des valeurs de cendres basses et une composition de sucre particulière, avec une teneur élevée en fructose et faible en glucose. Alors qu'un miel foncé beaucoup plus minéralisés aura une conductivité et une activité

diastasique plus élevées, indiquant son potentiel antioxydant plus grand. Les miels analysés couvrent toute l'échelle de Pfund du blanc de l'eau jusqu'à Ambre foncé, dont 55% ont une couleur ambrée.

On constate aussi, que la conductivité électrique est significativement corrélée avec l'acidité libre ($p < 0,001$), la couleur ABS_{450} et la couleur par la méthode de Pfund. Cette dernière est également corrélée à la couleur (ABS_{450}) : $R= 0,96$ et le le pH : $R=0,40$.

Ces résultats sont vraiment des paramètres révélateurs de la qualité des miels et ainsi de l'état de santé de l'abeille et de son environnement. Ces valeurs montrent que le lieu où l'abeille vie est très important, car si on lui offre un lieu sain, elle (l'abeille) le rendra plus fleurissant grâce à son rôle de pollinisateur. Cependant ces analyses ne seront en aucun cas suffisantes pour en déduire de son état de santé, mais des éléments essentiels à prendre en compte afin de valoriser le rôle des apiculteurs à l'entretien du bien être des abeilles qui participent au maintien de la biodiversité tend importante aux yeux des agriculteurs et de la population pour la promotion de produits naturel et sain.

Les résultats de cette étude ont indiqué que les échantillons de miel cultivés dans des sites sélectionnés de notre région (Sidi-Bel-Abbès et Tlemcen) étaient de bonne qualité. Plus que la moitié de ces miels sont produit selon des principes écologiques et naturels stricts qui visent à améliorer la bonne qualité du miel récolté.

Récemment, il y a un intérêt grandissant des consommateurs à délaissier les produits et aliments transformés et favoriser des produits naturels ayant des avantages sur la santé dans l'alimentation humaine. Le miel est considéré avec l'huile d'olive comme produits naturels les plus importants ayant une influence positive sur la santé et il est nécessaire d'avoir des normes qui déterminent son identité et sa qualité pour la sécurité des consommateurs (da Silva *et al.*, 2016). Le role des chimistes semble ainsi evident dans l'elaboration de ces crièteres physico-chimiques. Actuellement et avec la situation sanitaire compliqué et l'accroissement exponentiel de médicaments aux effets secondaires irréversibles, les consommateurs reviennent de plus en plus vers les soins naturels et se tournent notamment vers les vertus thérapeutiques du miel.

Ce dernier, occupe, maintenant, une place de plus en plus importante en thérapie. Ce composé biologique naturel extrêmement complexe et d'une grande diversité issue de la rencontre entre les végétaux et les abeilles avec une richesse spécifique qui combine des centaines de substances différentes, lui confèrent une multitude de propriétés nutritionnelles mais surtout thérapeutiques.

Ainsi, le second chapitre avait comme objectif la détermination des propriétés thérapeutiques des soixante-quatre échantillons de miel de notre région en évaluant leur pouvoir antioxydant pour confirmer leur rôle dans la médecine curative et préventive.

Ce pouvoir résulte de l'activité combinée d'une large gamme de composés naturellement présents, dont les polyphénols qui jouent un rôle significatif. Notre étude a démontré, à l'instar d'autres études, une forte corrélation entre la teneur en polyphénols totaux et l'activité anti-oxydante des miels analysés.

Les résultats de cette étude ont révélé que la teneur plus élevée en phénols et flavonoïdes pourrait fournir des radicaux plus puissants et une réduction d'activité, du fait que les analyses statistiques ont souligné la corrélation entre les teneurs en polyphénols et en flavonoïdes avec le test de Frap et la DPPH.

L'activité antioxydante du miel de couleurs foncé est la plus intéressante. On constate que les miels étudiés ont le pouvoir de réduire le radicalaire libre du DPPH, la variation de l'activité antiradicalaire peut être expliquée par la différence dans la teneur en polyphénols totaux et aux autres composants qui ont une activité antiradicalaire.

Dans le chapitre trois nous avons abordé une analyse statistique et corrélations des résultats obtenus. En effet, une forte corrélation existe entre la couleur du miel et sa teneur en polyphénols, avec des valeurs plus élevées dans les miels foncés et cristallisés que dans les miels clairs ou transparents. De plus, il a été observé que d'une part, la plupart des flavonoïdes influençaient la couleur du miel, ce qui a été confirmé par la forte corrélation trouvée entre la couleur et les flavonoïdes et d'autres parts, l'implication linéaire des flavonoïdes dans l'activité antioxydante. Les valeurs montrent que le miel analysé contient des composés bioactifs et peut être utilisé comme aliment fonctionnel ou comme source d'antioxydants alimentaires aux propriétés nutraceutiques.

La composition polyphénolique des miels, peut fortement varier en relation directe avec la source butinée ainsi qu'avec les conditions géographiques et climatiques. On se rend compte que les miels les plus riches en polyphénols présentent des valeurs de l'ordre de celles des fruits et légumes et rivalisent largement avec les teneurs en polyphénols du thé, fraise et raisin. Toutes les études vont dans le même sens et soulignent qu'il faut à présent considérer le miel comme une source alimentaire avec un potentiel antioxydant, et non plus simplement comme un aliment de haute valeur nutritionnelle.

La valeur médicinale du miel comme antioxydant naturel est de plus en plus prouvée scientifiquement. On en conclut que le miel algérien pourrait sûrement être utilisé comme agent thérapeutique contre les radicaux libres.

Notre quatrième chapitre s'est concentré sur le potentiel mellifère de la région de Sidi-Bel-Abbès et ses apiculteurs. En premier lieu, on a effectué une enquête sur nos apiculteurs volontaires afin de constater les effets de notre contribution dans les améliorations effectuées sur le terrain.

Cette enquête nous a apporté beaucoup d'informations sur cette activité et ses avantages dans notre région.

Tous les apiculteurs interrogés estiment que l'apiculture est une activité très risquée qui ne peut à elle seule subvenir à leur besoin. Ainsi, 85% des apiculteurs interrogés sont pluriactifs. Leur principale raison d'être pluriactif est la baisse du revenu agricole. La moitié exerce le métier d'agriculteur. La pluriactivité est principalement devenue un moyen de survie.

Plus de la moitié exercent cette activité par amour et le tiers le fait pour protéger la race algérienne d'abeille afin de préserver la nature. Ils ont une connaissance très acceptable sur les plantes mellifères dans leur région.

Contrairement à certaines idées reçues, le travail de l'apiculteur ne se limite pas à récolter le contenu des hausses posées sur le corps des ruches. Notre modeste expérience d'éleveur ainsi que les divers échanges qu'on a pu avoir avec des professionnels de l'abeille nous ont définitivement convaincue de la nécessité de respecter sérieusement une conduite d'élevage saine et rigoureuse afin d'obtenir un miel de qualité. Ils nous ont également persuadés qu'il est indispensable de bien connaître les nombreux risques de contamination et d'adultération du miel, pour cela ils reconnaissent que les connaissances en chimie et botanique acquises durant leurs formations avec la collaboration de nos laboratoires de chimie minérale, analytique et biologique étaient très bénéfiques.

Les apiculteurs essaient de réaliser des mesures strictes afin d'améliorer leurs pratiques apicoles et ainsi à renforcer la bonne image du miel vis-à-vis du consommateur.

D'autre-part, les scientifiques ont un rôle important à jouer dans cette organisation, que ce soit en tant que conseiller auprès des apiculteurs, en réalisant des audits d'élevage ou en tant que spécialiste capable de proposer des solutions propres et biologiques adaptés à la région, limitant le risque de présence de produits toxiques dans les produits de la ruche.

L'analyse de la flore mellifère de Sidi-Bel-Abbès révèle son originalité floristique, induite par les particularités écologiques. Ces conditions ont permis le développement et le maintien d'une flore riche et diversifiée (près de 500 espèces mellifères). Cela explique l'appartenance de cette région au second point névralgique «hot-spot» régional de biodiversité en Méditerranée. On estime que près de 60 % des espèces sont spécifiques à cette région et 20% menacées d'extinction rapide (Boubakr, 2017).

Le recensement de la flore mellifère, constituée principalement d'espèces spontanées, a révélé une prédominance de trois familles, à savoir : *Astéracées*, *Fabacées* et *Lamiacées*. Ils sont considérés dans notre région comme une source médicale naturelle par la population pour leurs vertus thérapeutiques. Cinquante-neuf espèces inventoriées sont parmi les plus butinées et à haute valeur apicole.

On a réparti la wilaya en 6 zones différentes. L'étude a montré que les six zones sont riches en représentation de plantes mellifères spontanées avec la présence de lambeaux forestiers à proximité des champs.

L'évolution du cortège floristique des plantes mellifères de la région de Sidi-Bel-Abbès montre une disponibilité permanente des ressources florales durant toute l'année.

Il a été établi que le nord de la wilaya est beaucoup plus exploité par nos apiculteurs, cependant la zone 4 qui se trouve au sud de la wilaya est qui regorge de plantes mellifères steppiques très intéressantes (L'armoise herbe blanche, Bourrache, Mauve sylvestre, Tamaris commun, et moutarde blanche) n'est pas du tout utilisée. La sécurité des ruches très incertaines semble être la raison de ce délaissement.

La connaissance de la flore mellifère reste toujours partielle. Cependant ces ressources offrent à la région une multitude de miels très variés qui se différencient par leur composition. Cette diversité dépend de la compétence des apiculteurs d'une part et de l'origine du nectar et du miellat, le climat et les conditions environnementales

d'une autre part. Cependant la production des miels reste très inférieure par rapport aux potentialités mellifères existantes.

Des recherches doivent être menées périodiquement sur la composition du miel pour indiquer son origine et de suivre l'évolution des polluants dans une zone particulière. Il est important de prendre des précautions indispensables pour assurer la normalisation et la rationalisation des techniques apicoles, les procédés de fabrication et les processus de stockage pour améliorer la qualité du miel.

Hamel & Boulemtafes (2017) avaient notées la présence de maladies qui touche l'Eucalyptus dans des échantillons de miels de la région de Guelma. Cette constatation prouve l'intérêt écologique des analyses des miels sur la santé des plantes et de même sur l'état de santé de l'abeille.

Enfin, on pourra dire que notre région recèle d'une richesse floristique mal exploitée qui engendre actuellement un déficit en production apicole. Ceci diminue la capacité de l'abeille à rendre notre environnement plus propre et plus propice à une culture biologique, induisant ainsi un diagnostic favorable sur sa santé.

Mettre la science au service de l'apiculture pourrait offrir la possibilité de développer la production nationale des miels et d'éviter par ailleurs les importations massives en cette matière. Elle permettrait également d'établir des normes nationales de qualité, ce qui éliminera les fraudes et génèrera une réévaluation de la qualité des miels du terroir local face à ceux importés.

La bonne connaissance des types de miels et leurs nominations officielles constitueront la base essentielle d'une commercialisation rationnelle et internationale.

Le développement des recherches scientifiques sur la flore apicole et son environnement écologique constituent un pas essentiel pour améliorer la situation de l'élevage apicole au niveau de notre Wilaya.

A l'issue de nos travaux, de nouvelles perspectives s'offrent à nous. L'analyse méliissopalynologique des échantillons de miels qui est une technique pertinente pour la certification de l'origine géographique et/ou botanique des miels, est actuellement en cours de réalisation.

En effet la détermination de l'origine botanique des échantillons qui consiste à prendre en considération l'ensemble des données qualitatives et quantitatives, à savoir les densités polliniques et leurs fréquences relatives, la valeur apicole des taxons et le type de représentation, permettront à l'avenir de mettre en évidence les principales espèces nectarifères de chaque gamme et leurs associations végétales caractéristiques des miellées correspondantes.

En 2018, nous avons débuté un projet de recherche PRFU en collaboration avec un laboratoire de recherche en informatique sur la thématique « *la bio-informatique, entre la méliissopalynologie et l'étude des structures arborescentes* ». Il vise à utiliser les techniques de l'intelligence artificielle pour automatiser la méliissopalynologie. L'objectif de cette collaboration est d'élaborer une banque de données nationale et de créer un pôle de compétences spécialisées et appliquées à la connaissance des ressources apicoles en Algérie.

Conclusion

Une autre approche, tout à fait inédite dans notre pays, sera la détermination de la fraction volatile des miels de la région. Ce qui permettra de constituer le premier répertoire national des constituants volatils.

Par ailleurs, et dans le but de développer une méthode complémentaire pour la certification de l'origine botanique des miels de nectar, une étude interdisciplinaire (analyse méliissopalynologique, physico-chimique et fraction volatile) pourra être menée en ce basant sur l'utilisation de traitements statistiques des données multifactorielles.

Cette caractérisation multifactorielle des miels est d'un grand intérêt pour les apiculteurs dans le cadre du suivi des productions en fonction de l'évolution des conditions du milieu (variations bioclimatiques, nouvelles miellées et conduites apicoles).

Bibliographie

Aazza, S., Elamine, Y., El-Guendouz, S., Lyoussi, B., Antunes, M. D., Estevinho, L. M., ... & Miguel, M. G. (2018). Physicochemical characterization and antioxidant activity of honey with *Eragrostis* spp. pollen predominance. *Journal of Food Biochemistry*, 42(1), e12431.

Abbas, Z., & Bessaoudi, T. (2018). *Etude de l'effet acaricide de l'huile essentielle de feuilles de lentisque pistachier (Pistacia lentiscus)* (Doctoral dissertation, Université de Bouira).

Abdelbost L. & Rachef M. (2016). Caractéristiques physico-chimiques, activités antioxydante et antibactérienne in vitro et effet gastro protectif in vivo de quelques miels Algériens. *Dissertation, Mémoire de Master, Filière : Sciences Biologiques, Option : Biochimie Appliquée. Université Abderrahmane Mira de Bejaïa.*

Abdullah, M., Mahmood, S., & Ahmed, Z. (2020). Evaluation of anti anemic prospective of natural iron sources in lactating women-an ignored important segment of Pakistani population. *Food Science and Technology*, (AHEAD).

Abselami, A., Tahani, A., Sindic, M., Fauconnier, M. L., Bruneau, E., & Elbachiri, A. (2018). Physicochemical properties of some honeys produced from different flora of Eastern Morocco. *Journal of Materials and Environmental Science*, 9(3), 879-886.

Accorti, M. (1986). *Schede di caratterizzazione delle principali qualità di miele italiano*. Istituto sperimentale per la zoologia agraria.

Accorti, M., Piazza, M. G., & Persano Oddo, L. (1987). La conductivité électrique et le contenu en cendre du miel. *Apiacta*, 22(1), 19-20.

Achour, H. Y., & Khali, M. (2014). Composition physicochimique des miels algériens. Détermination des éléments traces et des éléments potentiellement toxiques. *Afrique Science: Revue Internationale des Sciences et Technologie*, 10(2).

Achouri I., Aboussaleh Y. , Sbaibi R., Chemissi H., And Bengueddour R. (2015) ,Comparaison de la qualité physicochimique du miel de *Ziziphus* sp (Sider) et d'*Acacia* sp (Samar) consommés aux Émirats Arabes Unis (UAE), *Innovative Space of Scientific Research Journals*, Vol. 10 No. 1, p. 184-191

Achouri, M. Y., Selka, M. A., Chenafa, A., Brahim, S., Messafeur, M. A., & Toumi, H. (2019). Teneur en 5-hydroxyméthylfurfural (HMF) dans les miels du Nord-Ouest de l'Algérie. *Toxicologie Analytique et Clinique*, 31(2), 100-105.

Acquarone, C., Buera, P., & Elizalde, B. (2007). Pattern of pH and electrical conductivity upon honey dilution as a complementary tool for discriminating geographical origin of honeys. *Food chemistry*, 101(2), 695-703.

ADE, (2010). *Plan d'actions pour l'amélioration de la collecte des eaux pluviales dans la willaya de Sidi Bel Abbès*, Office des Publications Universitaires, Sidi Bel Abbès, 30 p.

- Adjlane, N., Doumandji, S. E., & Haddad, N. (2012). Situation de l'apiculture en Algérie: facteurs menaçant la survie des colonies d'abeilles locales *Apis mellifera intermissa*. *Cahiers Agricultures*, 21(4), 235-241.
- Adjlane, N., Smaoui, R., & Haddad, N. (2020). Study of the Efficacy of Oxalic Acid and Thymovar (Thymol) against the Parasitic Mite of the Honey Bee, *Varroa destructor*. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences. A, Entomology*, 13(4), 87-94.
- Adjloni S., Sujirapinyokul P. (2010). Hydroxymethylfurfural and amylase contents in australian honeys. *Food Chemistry*, 119 :1000-1005.
- Afrin, S., Forbes-Hernandez, T. Y., Gasparini, M., Bompadre, S., Quiles, J. L., Sanna, G., ... & Battino, M. (2017). Strawberry-tree honey induces growth inhibition of human colon cancer cells and increases ROS generation: A comparison with Manuka honey. *International journal of molecular sciences*, 18(3), 613.
- After (2002). "Uric acid reaction with DPPH radicals at the micellar interface". *Boletín de la Sociedad Chilena de Química* 47 (2): 145-149
- Aggrawal, M., & Rohrer, J. (2017). HPAE-PAD determination of carbohydrates in honey to evaluate samples for quality and adulteration.
- Ahmed J., Prabhu S.T., Raghavan G.S.V., Ngadi M. (2006). Physico-chemical, rheological, calorimetric and dielectric behavior of selected Indian honeys. *Journal of food engineering*, 79: 1207-1213
- Ahmed M, Djebli N, Aissat S , Meslem A, Bacha S (2012) The Influence of Botanical Origin and Physico-chemical Parameters on the Antifungal Activity of Algerian Honey. *J Plant Pathol Microb* 3:132.
- Ahmed, A. S., Nasrallah, Y., Okkacha, H., & Khatir, H (2020). La flore rare, endémique et menacée des monts de saida (algérie) the rare, endemic and threatned flora of the mounts of saida (algeria). *Revue Agrobiologia* 10(1): 1986 - 98
- Ahmed, M., Djebli, N., Aissat, S., Khiati, B., Meslem, A., & Bacha, S. (2013). In vitro activity of natural honey alone and in combination with curcuma starch against *Rhodotorula mucilaginosa* in correlation with bioactive compounds and diastase activity. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 3, 816–821.
- Ahmed, M., Khiati, B., Meslem, A., Aissat, S., & Djebli, N. (2014). Evaluation of physicochemical and antioxidant properties of raw honey from algeria. *J Microbial Biochem Technol* 5, 4.
- Ahmed, S., Sulaiman, S. A., Baig, A. A., Ibrahim, M., Liaqat, S., Fatima, S., ... & Othman, N. H. (2018). Honey as a potential natural antioxidant medicine: an insight into its molecular mechanisms of action. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2018.
- Aidoud A., (1996). La régression de l'alfa (*Stipa tenacissima* L), graminée pérenne, un indicateur de désertification des steppes algériennes. *Sécheresse*, 7, 187-93.
- Akbari, M. E., Jamshidian, A., Rasekh, M., Esmaeelzadeh Behabadi, S., & Hajinezhad, M. R. (2020). The Effect of Hydroalcoholic Extract of *Tamarix dioica* Flower on Thioacetamide-Induced Histomorphological Changes in Rats. *Qom University of Medical Sciences Journal*, 13(12), 65-74.
- Al, M. L., Daniel, D., Moise, A., Bobis, O., Laslo, L., & Bogdanov, S. (2009). Physico-chemical and bioactive properties of different floral origin honeys from Romania. *Food Chemistry*, 112(4), 863-867.
- Alaniz-Gutiérrez, L., Ail-Catzim, C. E., Villanueva-Gutiérrez, R., Delgadillo-Rodríguez, J., Ortiz-Acosta, M. E., García-Moya, E., & Medina Cervantes, T. S. (2017). Caracterización palinológica de mieles del Valle de Mexicali, Baja California, México. *Polibotánica*, (43), 255-283.
- Alaux, C., Ducloz, F., Crauser, D., & Le Conte, Y. (2010). Diet effects on honeybee immunocompetence. *Biology letters*, 6(4), 562-565.
- Alexa, E., Sumalan, R. M., Danciu, C., Obistoiu, D., Negrea, M., Poiana, M. A., ... & Dehelean, C. (2018). Synergistic antifungal, allelopathic and anti-proliferative potential of *Salvia officinalis* L., and *Thymus vulgaris* L. essential oils. *Molecules*, 23(1), 185.
- Al-Farsi, M., Al-Amri, A., Al-Hadhrami, A., & Al-Belushi, S. (2018b). Color, flavonoids, phenolics and antioxidants of Omani honey. *Heliyon*, 4(10), e00874.
- Al-Farsi, M., Al-Belushi, S., Al-Amri, A., Al-Hadhrami, A., Al-Rusheidi, M., & Al-Alawi, A. (2018a). Quality evaluation of Omani honey. *Food chemistry*, 262, 162-167.
- Alfonso-Prieto, M., Biarnés, X., Vidossich, P., & Rovira, C. (2009). The molecular mechanism of the catalase reaction. *Journal of the American Chemical Society*, 131(33), 11751-11761.

- Alhage, J., Elbitar, H., Taha, S., Guegan, J. P., Dassouki, Z., Vives, T., & Benvegnu, T. (2018). Isolation of bioactive compounds from *Calicotome villosa* stems. *Molecules*, 23(4), 851.
- Al-Hatamleh, M. A., Hatmal, M. M. M., Sattar, K., Ahmad, S., Mustafa, M. Z., Bittencourt, M. D. C., & Mohamud, R. (2020). Antiviral and Immunomodulatory Effects of Phytochemicals from Honey against COVID-19: Potential Mechanisms of Action and Future Directions. *Molecules*, 25(21), 5017.
- Aljadi, A. M., & Kamaruddin, M. Y. (2004). Evaluation of the phenolic contents and antioxidant capacities of two Malaysian floral honeys. *Food Chemistry*, 85, 513–518.
- Aljadi, A. M., Hassan, M. H., Masaud, O., & Almrhag, N. A. B. (2020). The Antioxidant Potency and Hydrogen Peroxide Release Pattern in Some Libyan Floral Honeys. *Academic Journal of Research and Scientific Publishing/ Vol*, 2(17).
- Al-Mamary M, Al-Meery A, Al-Habori M (2002). Antioxidant activities and total phenolic of different types of honey. *Nutr Res* 22:1041–7
- Almeida-Muradian, L. B. D., Sousa, R. J., Barth, O. M., & Gallmann, P. (2014). Preliminary data on Brazilian monofloral honey from the northeast region using FT-IR ATR spectroscopic, palynological, and color analysis. *Química Nova*, 37(4), 716-719.
- Alqarni, A. S., Owayss, A. A., & Mahmoud, A. A. (2012). Mineral content and physical properties of local and imported honeys in Saudi Arabia. *Journal of Saudi Chemical Society*, 5, 618–625
- Alreshidi, M., Noumi, E., Bouslama, L., Ceylan, O., Veettil, V. N., Adnan, M., ... & Patel, M. (2020). Phytochemical Screening, Antibacterial, Antifungal, Antiviral, Cytotoxic, and Anti-Quorum-Sensing Properties of *Teucrium polium* L. Aerial Parts Methanolic Extract. *Plants*, 9(11), 1418.
- Alvarez-Suarez, J. M., Tulipani, S., Romandini, S., Bertoli, E., & Battino, M. (2010). Contribution of honey in nutrition and human health: a review. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, 3(1), 15-23.
- Alvarez-Suarez, J. M., Tulipani, S., Romandini, S., Vidal, A., & Battino, M. (2009). Methodological aspects about determination of phenolic compounds and in vitro evaluation of antioxidant capacity in the honey: a review. *Current Analytical Chemistry*, 5(4), 293-302.
- Alves, A., Ramos, A., Gonçalves, M. M., Bernardo, M., & Mendes, B. (2013). Antioxidant activity, quality parameters and mineral content of Portuguese monofloral honeys. *Journal of Food Composition and Analysis*, 30, 130–138.
- Al-Waili N.S. (2003), Effects of daily consumption of honey solution on hematological indices and blood levels of minerals and enzymes in normal individuals. *J Med Food* 6:135–140.
- Amessis N. & Ait Mansour K. (2015). Propriétés physicochimiques et activités biologiques de quelques miels. *Dissertation, Mémoire de Master. Université Abderrahmane Mira de Bejaïa.*
- Amiot M.J., Aubert S., Gonnet M., Tacchini M.(1989). Les composées phénoliques des miels : étude préliminaire sur l'identification et la quantification par familles. *Apidologie, Springer Verlag (Germany)*, 20 (2), pp.115-125.
- Amri A. (2016). Contribution à l'étude approfondie de Quelques miels produits en Algérie : Aspect physico-chimique et botanique. Doctoral dissertation, Université Badji Mokhtar–Annaba. 170p.
- Amri A. Ladjama A. Et Tahar A. (2007), Etude de quelques miels produits à l'est Algérien: Aspect physico-chimique et biochimique, *Revue Synthèse N° 17*, p.57-63 *Analytica Chimica Acta*, 533, 185–191.
- Amrouche, L., & Kessi, L. (2003). Etude de la qualité physico-chimique de quelques miels. *Mémoire. Ingénieur. USTHB ALGER.*
- Anastas, P. T., & Warner, J. C. (1998). Green chemistry. *Frontiers*, 640.
- Andrade P.B., Teresa Amaral M., Paulo I., João Carvalho C.M.F. (1999). Rosa Seabra M. And Antoã Nio Proença Da Cunha, Physicochemical attributes and pollen spectrum of Portuguese heather honeys, *Rev.Food Chem.*, 66, 503-510.
- Anklam E. 1998, A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey, *Rev. FoodChe.*, 63(1998) 549–562.
- Ansari, M. J., Al-Ghamdi, A., Usmani, S., Al-Waili, N. S., Sharma, D., Nuru, A., & Al-Attal, Y. (2013). Effect of jujube honey on *Candida albicans* growth and biofilm formation. *Archives of medical research*, 44(5), 352-360.
- Antinelli J-F, (2010), La technologie du miel, la lettre du développement apicole en aquitaine, 7:9-20,
- Antony, S. M., Han, I. Y., Rieck, J. R., & Dawson, P. L. (2000). Antioxidative effect of Maillard reaction products formed from honey at different reaction times. *Journal of agricultural and food chemistry*, 48(9), 3985-3989.

- APS, (2020). Algérie presse service publié le 11-01-2020 sur le site de l'APS: <http://www.aps.dz/economie/99990-la-production-nationale-de-miel-a-presque-double-durant-les-10-dernieres-annees>)
- Arenas, A., Fernández, V. M., & Farina, W. M. (2007). Floral odor learning within the hive affects honeybees' foraging decisions. *Naturwissenschaften*, 94(3), 218-222.
- Armbruster, W. S., & Muchhala, N. (2020). Floral reorientation: the restoration of pollination accuracy after accidents. *New Phytologist*
- Aronson, J., & Le Floch, E. (1996). Vital landscape attributes: missing tools for restoration ecology. *Restoration ecology*, 4(4), 377-387.
- Arribas-Lorenzo, G., & Morales, F. J. (2010). Estimation of dietary intake of 5-hydroxymethylfurfural and related substances from coffee to Spanish population. *Food and Chemical Toxicology*, 48(2), 644-649.
- Assie, D. B., & DESCOTTES, B. (2004). *Le miel comme agent cicatrisant*. 115 p (Doctoral dissertation, Thèse).
- Attia Wy., Gabrys Ms., El-Shaikh Ka., Othman Ga. (2008) The anti-tumor effect of bee honey in Ehrlich ascite tumor model of mice is coincided with stimulation of the immune cells, *Egypt J. Immunol.* 15(2):169-83
- Attipou K, Anoukoum T, Ayite A, Missouhou K, James K.(1998).Traitement des plaies au miel. Expérience du CHU de Lomé. *Medecine d'Afrique Noire*, 45(11).
- Azeredo L. da C., Azeredo M.A.A., de Souza S.R., Dutra V.M.L. (2003). Protein contents and physicochemical properties in honey samples of Apis mellifera of different floral origins. *Food Chemistry* 80: 249–254.
- Bacha H. C. (2010) : La revue Al-iajaz Al Ilmi الاعجاز العلمي N° : 15, page 6-11
- Bagheri, N., Al Lawati, H. A., & Hassanzadeh, J. (2020). Simultaneous determination of total phenolic acids and total flavonoids in tea and honey samples using an integrated lab on a chip device. *Food Chemistry*, 128338.
- Bakchiche, B., Habati, M., Benmebarek, A., & Gherib, A. (2018). Caractéristiques physico-chimiques, concentrations des composés phénoliques et pouvoir antioxydant de quatre variétés de miels locales (Algérie). *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 6(1), 118-123.
- Bakchiche, B., Temizer, İ. K., Güder, A., Çelemlı, Ö. G., Yegin, S. Ç., Bardaweel, S. K., & Ghareeb, M. A. (2020). Chemical composition and biological activities of honeybee products from Algeria. *Journal of Applied Biotechnology Reports*, 7(2), 93-103.
- Baloš, M. M. Ž., Popov, N. S., Radulović, J. Z. P., Stojanov, I. M., & Jakšić, S. M. (2020). Sugar profile of different floral origin honeys from Serbia. *Journal of Apicultural Research*, 1-8.
- Baltrusaityte V., Venskutonis P. Et Ceksteryte V. (2007). Antibacterial Activity of honey and beebread of different origin against S. aureus and D. epidermidis. *Food technology, Lithuania*. 45 (2) 201-208 .
- Bang, L. M., Bunting, C., & Molan, P. (2003). The effect of dilution on the rate of hydrogen peroxide production in honey and its implications for wound healing. *The Journal of Alternative & Complementary Medicine*, 9(2), 267-273.
- Banožić, M., Babić, J., & Jokić, S. (2020). Recent advances in extraction of bioactive compounds from tobacco industrial waste-a review. *Industrial Crops and Products*, 144, 112009.
- Bansal, V., Medhi, B., & Pandhi, P. (2005). Honey--a remedy rediscovered and its therapeutic utility. *Kathmandu University medical journal (KUMJ)*, 3(3), 305-309.
- Baron-Chaufaille N. (1985). Propriétés diététiques et thérapeutiques du miel. Mythe et réalité. *Dissertation, Thèse de doctorat. Département de médecine pharmacie*, Nantes.
- Bassam, Z., Zohra, B. I., & Saada, A. A. (1997). The effects of honey on Leishmania parasites: an in vitro study. *Tropical doctor*, 27(1_suppl), 36-38.
- Bassani, M., Pacini, E., & Franchi, G. G. (1994). Humidity stress responses in pollen of anemophilous and entomophilous species. *Grana*, 33(3), 146-150.
- Bath, P.K. and Singh, N. 1999. A comparison between *Helianthus annuus* and *Eucalyptus lanceolatus* honey. *Food Chemistry* 67: 389-397.
- Belahcene, (2019). Mise en valeur des potentialités agricole des zones de montagne ; cas des monts de Tessala et Beni Chougrane dans la wilaya de Sidi Bel Abbes (Algérie occidentale) (Doctoral dissertation) université de sidi bel abbés.
- Belaid M. (1998). Etude physico-chimique et palynologique de quelque miel du centre d'Algérie: Etablissement des normes d'identification.

- Belaidi A. & Kadri R. (2017). Variabilité physico-chimique de miels d'ouest et de sud algérien et leur activité biologique. *Dissertation pour un Mémoire Pour l'Obtention du Diplôme de Master Spécialité Chimie Macromoléculaire*. CENTRE UNIVERSITAIRE BELHADJ BOUCHAIB D'AÏN-TEMOUCHENT. 63p
- Belay, A., Solomon, W., Bultossa, G., Adgaba, N., & Melaku, S. (2013). Physicochemical properties of the Harena forest honey, Bale, Ethiopia. *Food Chemistry*, 141(4), 3386-3392.
- Belhadi, A., & Benabdeli, K. (2010). Impact des écosystèmes forestiers des Monts de Béni Chougrane (Mascara-Algérie) dans l'amélioration du potentiel mellifère.
- Belhaj, O., Oumato, J., & Zrira, S. (2015). Étude physico-chimique de quelques types de miels marocains. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 3(3), 71-75.
- Bella, G. D., Licata, P., Potortì, A. G., Crupi, R., Nava, V., Qada, B., ... & Turco, V. L. (2020). Mineral content and physico-chemical parameters of honey from North regions of Algeria. *Natural Product Research*, 1-8.
- Belouali, H., Bouaka M. And A. Hakkou A. (2008). Determination of Some Major and Minor Elements in the East of Morocco Honeys through Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry. *Apiacta*, 43: 17-24.
- Beloued, A. (1998). Medicinal plants in Algeria. *Alger: Office of University Publications*, 62.
- Benabdeli K. (1996b). Aspects physiologico-structuraux de la végétation forestière ligneuse face à la pression anthropozoogène dans les monts de Tlemcen et les monts de Dhaya (Algérie occidentale). Thèse de doctorat de spécialité, Faculté des Sciences de l'Université Djilali Liabes de Sidi Bel Abbes (Algérie), 280 p. + 35 annexes.
- Benabdeli, K. (1996a). Mise en évidence de l'importance des formations basses dans la sauvegarde des écosystèmes forestiers: cas des monts de Dhaya (Algérie occidentale). *Ecologia mediterranea*, 22(3), 101-112.
- Benabdeli, K. (1997). Socioeconomic and ecological impacts of land privatization on space and herd management: The case of the Telagh district (Sidi-Bel-Abbes, Algeria). *Options Méditerranéennes. Serie A: Séminaires Méditerranéens (CIHEAM)*.
- Benabdeli, K., Belgherbi, B., & Benguerai, A. (2015). Evaluation quantitative et qualitative de la strate herbacée du Quercetum illicis dans le djebel Tessala, Algérie occidentale. *Afrique Science: Revue Internationale des Sciences et Technologie*, 11(2), 127-135.
- Benachour, K., Louadi, K., & Terzo, M. (2007, January). Rôle des abeilles sauvages et domestiques (Hymenoptera: Apoidea) dans la pollinisation de la fève (*Vicia faba* L. var. major) (Fabaceae) en région de Constantine (Algérie). In *Annales de la Société entomologique de France* (Vol. 43, No. 2, pp. 213-219). Taylor & Francis Group.
- Benaziza-Bouchema, D., & Schweitzer, P. (2010). Caractérisation des principaux miels des régions du Nord de l'Algérie. *Cahiers Agricultures*, 19(6), 432-438.
- Beneddouche B., Dahmani K. (2011). Physical properties of honey products in Algeria. *Journal of Stored Products and Postharvest Research*, 2(12), 237-244.
- Bendif, H., Miara, M. D., Kalboussi, Z., Grauzdytė, D., Povilaitis, D., Venskutonis, P. R., & Maggi, F. (2018). Supercritical CO₂ extraction of *Rosmarinus eriocalyx* growing in Algeria: Chemical composition and antioxidant activity of extracts and their solid plant materials. *Industrial Crops and Products*, 111, 768-774.
- Benmehdi, H., Hasnaoui, O., Benali, O., & Salhi, F. (2012). Phytochemical investigation of leaves and fruits extracts of *Chamaerops humilis* L. *J Mater Environ Sci*, 3, 320-337.
- Bensatal, A., & Ouahrani, M. R. (2008). Inhibition of crystallization of calcium oxalate by the extraction of *Tamarix gallica* L. *Urological research*, 36(6), 283-287.
- Benzie, I. F. F., & Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "Antioxidant Power": The FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239, 70-76.
- Benzie, I. F., & Strain, J. J. (1999). [2] Ferric reducing/antioxidant power assay: direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration. In *Methods in enzymology* (Vol. 299, pp. 15-27). Academic press.
- Beretta G., Granata P., Ferrero M., Orioli M., Facino R.M. (2005), Standardization of antioxidant properties of honey by a combination of spectrophotometric/fluorimetric assays and chemometrics. *Anal Chim Acta* 533:185-191.
- Beretta, G., Granata, P., Ferrero, M., Orioli, M., & Facino, R. M. (2005). Standardization of antioxidant properties of honey by a combination of spectrophotometric/fluorimetric assays and chemometrics. *Analytica Chimica Acta*, 533(2), 185-191.

- Berkani M L ., (2007). Etude des paramètres de développement de l'Apiculture Algérienne. Thèse de doctorat, INA El-Harrach Alger. 233p.
- Bertoncelj, J., Doberšek, U., Jamnik, M., & Golob, T. (2007). Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey. *Food Chemistry*, 105(2), 822-828.
- Bertoncelj, J., Doberšek, U., Jamnik, M., & Golob, T. (2007). Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey. *Food Chemistry*, 105(2), 822-828.
- Bessas A., Benmoussa L. Et Kerarma M.(2008). Dosage biochimique des polyphénols dans les dattes et le miel récoltés dans le sud algérien. Mémoire d'ingénieur en biologie. Université Djillali Liabes -Sidi Bel Abbes, p.45.
- Bettar I, González-Miret ML, Hernanz D, Marconi A, Heredia FJ, Terrab A (2015) Characterisation of Moroccan Spurge (*Euphorbia*) honeys by their physicochemical characteristics, mineral contents and colour. *Arab J Chem*. doi:10.1016/j.arabjc.2015.01.003
- Bidet, D., Gagnault, J. C., Girard, P., & Potier, P. (1987). Inflammation, allergie, douleur et acide arachidonique, une illustration de la nécessaire collaboration entre biologistes et chimistes. Du jardin des Hespérides à la cascade de l'acide arachidonique: les flavonoïdes. *L'Actualité chimique (Paris. 1973)*, (4), 89-97.
- Bigendako, M. J., (2004): Identification et Zonage des Eucalyptus Globulus au Rwanda. Chemonics International Inc., sous le projet ADAR.
- Biluca, F. C., da Silva, B., Caon, T., Mohr, E. T. B., Vieira, G. N., Gonzaga, L. V., ... & Costa, A. C. O. (2020). Investigation of phenolic compounds, antioxidant and anti-inflammatory activities in stingless bee honey (Meliponinae). *Food Research International*, 129, 108756.
- Biri M. (1999). Le grand livre des abeilles, L'apiculture moderne, Paris Edition DEVECCHI., p 75 .
- Biri, M. (2010). *Tout savoir sur les abeilles et l'apiculture*. De Vecchi.
- 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(2), 217-222.
- Blois, M. S. (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181(4617), 1199-1200.
- BNEDER, (2008). « Etude d'inventaire forestier national : Rapport sur la caractérisation des formations forestières dans la wilaya de Jijel », Décembre -. Algérie.
- Bobis, O., Marghitas, L., Rindt, I. K., Niculae, M., & Dezmirean, D. (2008). Honeydew honey: correlations between chemical composition, antioxidant capacity and antibacterial effect. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies*, 41(2), 271-277.
- Bocquet M., (1993) : Le miel de pissenlit. Guide pratique de l'Apiculture —Tome II.
- Bocquet M., (2019). Rapport final sur la mise en valeur des produits de l'apiculture locaux dans les wilayas de Aïn Temouchent, Laghouat, Sétif et Tlemcen. Termes de Références – TDR010 PAP-ENPARD. 87p. http://madrp.gov.dz/wp-content/uploads/sites/10/2020/04/Miel_Bocquet_PAP_ENPARD_rapport_final_2019.pdf
- Bogdanov S, (2005). Miels mono floraux suisses. *Ed station de recherche agro scope liebefeld*. Posieux ALP forum 23.55p.
- Bogdanov S, Lullmann C, Martin P, (1996). Qualité du miel et norme international relative au miel. Rapport de la commission international du miel du miel. *Abeille C^{ie} N° 71-4.1* 2p.
- Bogdanov S.(2006). Contaminants of bee products. *Apidologie*, Springer Verlag (Germany), 37 (1), pp.1-18.
- Bogdanov S., Blumer P. (2001). Propriétés antibiotiques naturelles du miel : centre suisse de recherches apicoles. Station fédérale de recherches laitières, Liebefeld. CH-3003 Berne.
- Bogdanov, S. (1999). Produits apicoles. *Complément*.
- Bogdanov, S. (2008) Storage, cristallisation and liquefaction of honey. *Bee Product Science*, www.bee-hexagon.net
- Bogdanov, S. (2009). Honey composition. *The honey book*, 27-36.
- Bogdanov, S. (2011). The honey book. chapter 5,Honey composition. *Bee Product Science*: 1-10.
- Bogdanov, S., & Martin, P. (2002). Honey authenticity. *Mitteilungen aus Lebensmitteluntersuchung und Hygiene*, 93(3), 232-254.
- Bogdanov, S., Bieri, K., & Kilchenmann Vand Gallmand, P. (2005). Miels monofloraux suisses. In *APL forum, 1st edition, Schwarzenburgstrasse, Switzzeland: APL editor*.

- Bogdanov, S., Imdorf, A., Charriere, J., Fluri, P., & Kilchenmann, V. (2003). The contaminants of the bee colony. *Apiacta*, 38, 1-14.
- Bogdanov, S., Jurendic, T., Sieber, R., & Gallmann, P. (2008). Honey for nutrition and health: a review. *Journal of the American College of Nutrition*, 27(6), 677-689.
- Bogdanov, S., Martin, P., & Lullmann, C. (2002). Harmonised methods of the international honey commission. *Swiss Bee Research Centre, FAM, Liebefeld*.
- Bogdanov, S., Martin, P., Lüllmann, C. (1997). Harmonized methods of the European Honey Commission. *Apidologie* 1997. *Extral issue pp.*
- Bogdanov, S., Ruoff, K., & Oddo, L. P. (2004). Physico-chemical methods for the characterisation of unifloral honeys: a review. *Apidologie*, 35(Suppl. 1), S4-S17.
- Boone, H. A., Čustović, A., Hotić, S., Latinović, D., & Sijerčić, A. (2020). How to Fight COVID-19 Using a Healthy Lifestyle Approach.
- Booth, S. (2004). Are honey and sugar paste alternatives to topical antiseptics?. *Journal of wound care*, 13(1), 31-33.
- Bouazza N. (2017). L'arbooretum de Hafir : comportement des essences, recommandations d'entretien et gestion sylvicole (Parc National de Tlemcen) [master's thesis]. Tlemcen, Algeria, University of Tlemcen ; 2017.
- Boubakr, S. (2017). *Dynamique de la phytodiversité dans les monts de Tessala (Algérie occidentale)* (Doctoral dissertation, université djilali liabes).
- Boughediri, S., & Benslama, M. (2020). Pluie pollinique et inventaire floristique dans la ville d'Annaba (Algérie). *Nature & Technology*, (23), 63-73.
- Bouhala, A., Ouchemoukh, S., Moussi, A., & Beldjoudi, S. (2020). Altitude Effect on the Properties of Honeys from the Region of Jijel (Algeria). *POLISH JOURNAL OF FOOD AND NUTRITION SCIENCES*, 70(2), 169-178.
- Boullard, B. (1977). *Plantes et champignons : dictionnaire* Edition 2. p 900.
- Boussaid, A., Chouaibi, M., Rezig, L., Hellal, R., Donsi, F., Ferrari, G., & Hamdi, S. (2018). Physicochemical and bioactive properties of six honey samples from various floral origins from Tunisia. *Arabian journal of chemistry*, 11(2), 265-274.
- Boutabia, L., Telailia, S., & Chefrou, A. (2016). Spectre pollinique de miels d'abeille (*Apis mellifera* L.) de la région d'El Tarf (Nord-Est algérien). *Livestock Research for Rural Development*, 28(8).
- Bouterfas, K., Mehdadi, Z., Latrèche, A., & Cherifi, K. (2013). Autoécologie du Marrube blanc (*Marrubium vulgare* L.) et caractérisation de la biodiversité végétale dans le Djebel de Tessala (Algérie nord-occidentale). *Ecologia Mediterranea*, 39(2), 39-57.
- Bouyahya A (2016) Alicaments : des aliments aux médicaments, quel apport pour la santé ? *Ann Sci Sante* 1:1-3
- Bouyahya, A., Abrini, J., Et-Touys, A., Lagrouh, F., Dakka, N., & Bakri, Y. (2018). Analyse phytochimique et évaluation de l'activité antioxydante des échantillons du miel marocain. *Phytothérapie*, 16(S1), S220-S224.
- Bouzidi, M. A., Latrèche, A., Attaoui, I., Mehdadi, Z., & Benyahia, M. (2009). Caractérisation des matorrals et des garrigues à Urginea pancration Phil. dans le Djebel Tessala (Algérie occidentale). *Physio-Géo. Géographie physique et environnement*, (Volume 3), 131-149.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. L. W. T. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*, 28(1), 25-30.
- Brinks, O., Burns, H., Greidanus, A., & Kamara, M. (2017). Effects of color and plot size on pollination of sweet alyssum (*Lobularia maritima*).
- Brudzynski K, Kim L. 2011. Storage-induced chemical changes in active components of honey de-regulate its antibacterial activity. *Food Chem* 126:1155-1163.
- Bruneau, E. (2015). Les produits de la ruche. *Clément H. Le traité Rustica de l'apiculture. Ed. Rustica*, 364-398.
- Bruneton, J. (1993). *Pharmacognosie: phytochimie plantes médicinales* (No. 581.634 B7).
- Bruneton, J., (1999). *Pharmiognosie, phytochimie, plantes médicinales*, 2eme édition, Paris : Editions médicales internationales, Tec et Doc Lavoisier, p 17 p23
- Bucekova, M., Buriova, M., Pekarik, L., Majtan, V., & Majtan, J. (2018). Phytochemicals-mediated production of hydrogen peroxide is crucial for high antibacterial activity of honeydew honey. *Scientific reports*, 8(1), 1-9.

- Busserolles J, Gueux E, Rock E, et al (2002) Substituting honey for refined carbohydrates protects rats from hypertriglyceridemic and prooxidative effects of fructose. *J Agric Food Chem* 50:5870–7.
- C.R.B.T., (1978). Rapport phytoécologique et pastoral sur les hautes plaines steppiques de la wilaya de Saida. CRBT, Alger, 256 p. + ann + cartes.
- Cabezudo, B., Cueto, M., Salazar, C., & Morales Torres, C. (2009). *Flora vascular de Andalucía oriental* (Vol. 4). G. Blanca (Ed.). Junta de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente.
- Cabrera, M., Perez, M., Gallez, L., Andrada, A., & Balbarrey, G. (2017). Colour, antioxidant capacity, phenolic and flavonoid content of honey from the Humid Chaco Region, Argentina. *Phyton, International Journal of Experimental Botany*, 86, 124-130.
- Caillas A. (1974). Le rucher de rapport, Les produits de la ruche, Traité pratique d'apiculture moderne, *Edition .syndicat national d'apiculture*, Paris, p.497 .
- Can, Z., Yildiz, O., Sahin, H., Turumtay, E. A., Silici, S., & Kolayli, S. (2015). An investigation of Turkish honeys: their physico-chemical properties, antioxidant capacities and phenolic profiles. *Food Chemistry*, 180, 133-141.
- Candiracci, M., Piatti, E., Dominguez-Barragán, M., García-Antrás, D., Morgado, B., Ruano, D., ... & Castaño, A. (2012). Anti-inflammatory activity of a honey flavonoid extract on lipopolysaccharide-activated N13 microglial cells. *Journal of agricultural and food chemistry*, 60(50), 12304-12311.
- Canini A., De Santis L., Leonardi D., Di Giustino P., Abbale F., Damesse E. & Cozzani R. (2005). Qualificazione dei miele e piante nettariifere del Camerun Occidentale. *La Rivista di Scienza dell'Alimentazione*, anno 34n, 4.
- Capuano, E., & Fogliano, V. (2011). Acrylamide and 5-hydroxymethylfurfural (HMF): A review on metabolism, toxicity, occurrence in food and mitigation strategies. *Food Science and Technology*, 44, 793–810
- Carr-Markell, M. K., Demler, C. M., Couvillon, M. J., Schürch, R., & Spivak, M. (2020). Do honey bee (*Apis mellifera*) foragers recruit their nestmates to native forbs in reconstructed prairie habitats?. *PLoS one*, 15(2), e0228169.
- Carr-Markell, M. K., Demler, C. M., Couvillon, M. J., Schürch, R., & Spivak, M. (2020). Do honey bee (*Apis mellifera*) foragers recruit their nestmates to native forbs in reconstructed prairie habitats?. *PLoS one*, 15(2), e0228169.
- Carvalho Cal, Sodr e Gs, Fonseca Aao, Alves Rmo And Souza Acl. (2009). Physicochemical characteristics and sensory profile of honey samples from stingless bees (Apidae: Meliponinae) submitted to a dehumidification process. *An Acad Bras Cienc* 81: 143-149.
- Castro-Vázquez, L., Díaz-Maroto, M. C., & Pérez-Coello, M. S. (2006). Volatile composition and contribution to the aroma of Spanish honeydew honeys. Identification of a new chemical marker. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54(13), 4809-4813.
- Catarino, R., Bretagnolle, V., Perrot, T., Vialloux, F., & Gaba, S. (2019). Bee pollination outperforms pesticides for oilseed crop production and profitability. *Proceedings of the Royal Society B*, 286(1912), 20191550.
- Çenet, M., Toroglu, S., Keskin, D., & Bozok, F. (2015). Pollen analysis and antimicrobial properties of honey samples sold in Western Turkey. *Pakistan Journal of Zoology*, 47(1).
- Cengiz, MM, Tosun M, Topal M. Determination of the physicochemical properties and 13C/12C isotope ratios of some honeys from the northeast Anatolia region of Turkey. *Journal of Food Composition and Analysis* 2018; 69: 39-44.
- Cervantes M. A. R., Novelo-Gonzalez S. A., and Duch-Sauri E.,(2000) .Effect of the temporary thermic treatment of honey on variation of the quality of the same during storage. *Apiacta*, 35:162-170.
- Chagnon, M. (2008). Causes et effets du déclin mondial des pollinisateurs et les moyens d'y remédier. *Fédération Canadienne de la Faune. Bureau régional du Québec*.
- Chalmin, P., & Jégourel, Y. (2019). ARCADIA 2019: l'Afrique et les marchés mondiaux de matières premières. *Books & Reports*.
- Chan C.W., Deadman B.J., Manley-Harris M., Wilkins A.L., Alber D.G., Harry E. (2013). Analysis of the flavonoid component of bioactive New Zealand mānuka (*Leptospermum scoparium*) honey and the isolation, characterisation and synthesis of an unusual pyrrole », *Food Chem.*, vol. 141, n° 3, 2013, p. 1772-81.
- Channa, F. A., Khan, M. A., & Narejo, N. T. (2018). The Benefits of Honey and Science: Quraa'n and Hadith Perspective. *Grassroots*, 52(1).

- Charalambous, M., Raftopoulos, V., Paikousis, L., Katodritis, N., Lambrinou, E., Vomvas, D., ... & Charalambous, A. (2018). The effect of the use of thyme honey in minimizing radiation-induced oral mucositis in head and neck cancer patients: A randomized controlled trial. *European Journal of Oncology Nursing*, 34, 89-97.
- Chataway H D 1932, Canadian J. Res. 6, 532-547.
- Chaturvedi, V., Vaishnav, M., Bhatt, R., & Verma, P. (2014). Variation in Antioxidative Potential of Processed and Unprocessed Honey samples from Central India. A plausible role of Quinolin and Gallic acid as antioxidants. *Current Trends in Biotechnology and Pharmacy*, 8(3), 264-275.
- Chauvin, R. (1968). *Traité de biologie de l'abeille tome III les produits de la roche* (No. 595.799 T7/v. 3).
- Chefrour, C., Draiaia, R., Tahar, A., Kaki, Y. A., Bennadja, S., & Battesti, M. J. (2009). Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some north-east Algerian honeys. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 9(5).
- Chehma, A., & Djebbar, M. R. (2008). Les espèces médicinales spontanées du Sahara septentrional algérien: distribution spatio-temporelle et étude ethnobotanique. *Synthèse: Revue des Sciences et de la Technologie*, 17, 36-45.
- Chen, Y., Zhao, H., Mao, J., Chirarattananon, P., Helbling, E. F., Hyun, N. S. P., ... & Wood, R. J. (2019). Controlled flight of a microrobot powered by soft artificial muscles. *Nature*, 575(7782), 324-329.
- Cherifi, K., Mehdadi, Z., Latreche, A., & Bouiadjara, S. E. B. (2011). Impact de l'action anthropozoogène sur l'écosystème forestier du mont de Tessala (Algérie occidentale). *Science et changements planétaires/Sécheresse*, 22(3), 197-206.
- Chevalier, A. (1947). Les Jujubiers ou Ziziphus de l'Ancien monde et l'utilisation de leurs fruits. *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée*, 27(301), 470-483.
- Chihab, M. (2019). *Biologie de la conservation de quelques géophytes de la région de Sidi Bel-Abbés* (Doctoral dissertation).
- Chira, K., Suh, J. H., Saucier, C., & Teissèdre, P. L. (2008). Les polyphénols du raisin. *Phytothérapie*, 6(2), 75-82.
- Chirane, A., & Merzoud, Y. (2019). *Evaluation de l'activité antibactérienne des champignons endophytes isolés d'Artemisia herba alba* (Doctoral dissertation).
- Chitarrini, G., Debiassi, L., Stuffer, M., Ueberegger, E., Zehetner, E., Jaeger, H., ... & Conterno, L. (2020). Volatile Profile of Mead Fermenting Blossom Honey and Honeydew Honey with or without Ribes nigrum. *Molecules*, 25(8), 1818.
- Chouia A. (2014). Analyses polliniques et caractérisations des composés phénoliques du miel naturel de la région d'Ain zaâtout, Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de magistère en Biologie
- Chua, L. S., Rahaman, N. L. A., Adnan, N. A., & Eddie Tan, T. T. (2013). Antioxidant activity of three honey samples in relation with their biochemical components. *Journal of analytical methods in chemistry*, 2013.
- Cienciosi, D., Forbes-Hernández, T. Y., Ansary, J., Gil, E., Amici, A., Bompadre, S., ... & Battino, M. (2020). Phenolic compounds from Mediterranean foods as nutraceutical tools for the prevention of cancer: The effect of honey polyphenols on colorectal cancer stem-like cells from spheroids. *Food Chemistry*, 126881.)
- Cimpoi C., Hosu A., Miclaus V. And Puscas A. (2012). Determination of the floral origin of some Romanian honeys on the basis of physical and biochemical properties. *Spectrochimica Acta. Part A, Molecular and Biomolecular Spectroscopy* ; 10 :1010-1016. Jull AB, Rodgers A, Walker N. 2008. Honey as a topical treatment for wounds. *Cochrance Database Syst Rev*.2008.oct 8;(4):CD005083
- Cirillo, G., Curcio, M., Vittorio, O., Iemma, F., Restuccia, D., Spizzirri, U. G., ... & Picci, N. (2016). Polyphenol conjugates and human health: a perspective review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(2), 326-337.
- Ciucure, C. T., & Geană, E. I. (2019). Phenolic compounds profile and biochemical properties of honeys in relationship to the honey floral sources. *Phytochemical Analysis*.
- Ciulu, M., Spano, N., Pilo, M. I., & Sanna, G. (2016). Recent advances in the analysis of phenolic compounds in unifloral honeys. *Molecules*, 21(4), 451.
- Clement H. (2003). Crée son ruche, Paris, 2 ème édition, *Restiea fLER*, p.91.
- Clement H., Barbançon J.M., Bonnaffé P., Bruneau E., Domerego R., Fert G., Ratia G., Reeb C., Vaissiere B. (2014). Le traité rustica de l'apiculture, *rustica edition*.
- Clément, H. (2015). *Le traité Rustica de l'apiculture, Connaissance de l'abeille, toutes les techniques apicoles, les produits de la ruche et leurs bienfaits*. Rustica edition.528p.

- Codex Alimentarius (2001). Revised Codex Standard for Honey, Codex STAN 12–1981, Rev. 1 (1987), Rev. 2; 2001.
- Commission Mixte Fao/Oms Du Codex Alimentarius (1968). Cinquieme session, Rome, 20 février-1er mars 1968. rzapport sur la commission du CODEX ALIMENTARIUS , ALINORM 68/35
- Concio, C. et Joy H. (2019). Bees Declared To Be The Most Important Living Being On Earth. The Science Times journal. [scienctimes.com/articles/23245/20190709/bees-are-the-most-important-living-being-on-earth.htm](https://www.sciencetimes.com/articles/23245/20190709/bees-are-the-most-important-living-being-on-earth.htm)
- Concio, C. J. H. (2019). Bees declared to be the most impotant living being on Earth. *Recuperado em*, 9.
- Conseil de l'Union européenne (2001). Directive 2001/110/CE du Conseil du 20 décembre 2001 relative au miel. *J. Off. Communautés Eur.*, L10, 47-52.
- Conseil de l'Union européenne et Parlement européen (2014). Directive 2014/63/UE du 15 mai 2014 modifiant la directive 2001/110/CE. *J. Off. Union Eur.*, L164, 1-5.
- Constant-Elissagaray C. (2018). Présentation à la Société d'Astronomie Populaire de la Côte Basque. Extrait du site : <https://lemondedecathy.fr/dossier-thematique/expose-orientation-et-desorientation-des-abeilles/>
- Conti M.E., Stripeikis J., Campanella L., Cucina D., Tudino M.B. (2007). Characterization of Italian honeys (marche region) on the basis of their mineral content and some typical quality parameters, *chemistry central*, 1(14):1-10.
- Cooper R.A., Molan P.C., Harding K.G. (1999). Antibacterial activity of honey against strains of Staphylococcus aureus from infected wounds , *J R Soc Med.*, vol. 92, n° 6, 1999, p. 283-5.
- Corbella E. and Cozzolino D. (2006).Classification of the floral origin of Uruguayan honeys by chemical and physical characteristics combined with chemometrics. *Lebensm-Wiss.u.-Technol.*, 39 : 534-539.
- Cordella, C., Militao, J. S., Clément, M. C., Drajnudel, P., & Cabrol-Bass, D. (2005). Detection and quantification of honey adulteration via direct incorporation of sugar syrups or bee-feeding: preliminary study using high-performance anion exchange chromatography with pulsed amperometric detection (HPAEC-PAD) and chemometrics. *Analytica Chimica Acta*, 531(2), 239-248.
- Correa TA, Rogero MM (2019) Polyphenols regulating microRNAs and inflammation biomarkers in obesity. *Nutrition* 59:150–157
- Cotte, J. F., Casabianca, H., Chardon, S., Lheritier, J., & Grenier-Loustalot, M. F. (2003). Application of carbohydrate analysis to verify honey authenticity. *Journal of Chromatographie A*, 1021, 145-155.
- Couquet, Y., Desmouliere, A., & Rigal, M. L. (2013). The antibacterial and cicatrising properties of honey. *ACTUALITES PHARMACEUTIQUES*, 52(531), 22-25.
- Crailsheim, K., Schneider, L. H. W., Hrassnigg, N., Bühlmann, G., Brosch, U., Gmeinbauer, R., & Schöffmann, B. (1992). Pollen consumption and utilization in worker honeybees (*Apis mellifera carnica*): dependence on individual age and function. *Journal of insect Physiology*, 38(6), 409-419.
- Crane E. (2003). Garden plants valuable to bees. Edition: Ibra. Pp: 59.
- Crane, E. (1979). Honey: A comprehensive survey. Henemann, London UK. pp 25-125.
- Cushnie T., Lamb A. (2005). Antimicrobial activity of flavonoids. *Int J Antimicrob Agents* 26:343–356.
- Cuthbertson, A. G., & Brown, M. A. (2006). Vital pollinators: honey bees in apple orchards. *Biologist*, 53(2).
- da Costa, I. F., & Toro, M. J. U. (2020). Evaluation of the antioxidant capacity of bioactive compounds and determination of proline in honeys from Pará. *Journal of Food Science and Technology*, 1-9.
- Da Silva, P. M., Gauche, C., Gonzaga, L. V., Costa, A. C. O., & Fett, R. (2016). Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food chemistry*, 196, 309-323.
- Da Silva, P. M., Gonzaga, L. V., Biluca, F. C., Schulz, M., Vitali, L., Mücke, G. A., ... & Fett, R. (2020). Stability of Brazilian *Apis mellifera* L. honey during prolonged storage: Physicochemical parameters and bioactive compounds. *LWT*, 109521.
- Daci-Ajvazi, M., Mehmeti, A. R., Zeneli, L., & Daci, N. (2017). Evaluation of antioxidant activity, heavy metals and colour intensity of honeys from different parts of Kosovo. *Journal of Enviromental Protection and Ecology*, 18, 737-748.
- Daget P. & Poissonet J. (1991). Prairies et pâturages: Méthodes d'étude. *Montpellier, France, Institut de Botanique*.
- Daget P., (2002). Richesse floristique, *Flotrap Info* 33. 2p.
- Dagnelie, P. (1986). Théorie et méthodes statistiques vol. II, Chapitre 17, Lavoisier Tec. et Doc.

- Dahlia-Mahieddine, F. (2019). Analysis of the variability of the fruits of some populations of wild jujube (*Ziziphus lotus L. Desf.*) In Algeria), Doctoral dissertation, PhD thesis. University Ibn Khaldoun–Tiaret-Faculty of Natural and Life Sciences. Algeria).
- Dahmani, K., Houdeib, J. B., Zouambi, A., Bendeddouche, B., Fernández-Muñoz, M., Osés, S. M., & Sancho, M. T. (2020). Quality Attributes of Local and Imported Honey Commercialized in Algeria. *Journal of Apicultural Science*, 1 (ahead-of-print).
- Dali S. & Chennane N., 2017. Recueil sur les principales plantes mellifères en Algérie. ITELV, p34.
- Dardouri, T., Gomez, L., Schoeny, A., Costagliola, G., & Gautier, H. (2019). Behavioural response of green peach aphid *Myzus persicae* (Sulzer) to volatiles from different rosemary (*Rosmarinus officinalis L.*) clones. *Agricultural and Forest Entomology*, 21(3), 336-345.
- Das, A., Mukherjee, A., & Dhar, P. (2013). Characterization of antioxidants and antioxidative properties of various unifloral honeys procured from West Bengal, India. *IOSR J Environ Sci Toxicol Food Technol*, 7(3), 56-63.
- Das, D. K. (1994). Naturally occurring flavonoids: Structure, chemistry, and high-performance liquid chromatography methods for separation and characterization. In *Methods in enzymology* (Vol. 234, pp. 410-420). Academic Press.
- Das, L., Bhaumik, E., Raychaudhuri, U., & Chakraborty, R. (2012). Role of nutraceuticals in human health. *Journal of food science and technology*, 49(2), 173-183.
- Daves, J. W. Current Protocols in Food Analytical Chemistry. Copyright by John. Wiley & Sons. California, 2003;1073-1080
- de Belair, G. (1990). *Structure, fonctionnement et perspectives de gestion de quatre écosystèmes lacustres et marécageux: El Kala, Est algérien. Thèse de Doctoral dissertation, 347p.*
- de Bello, F., Lepš, J., & Sebastià, M. T. (2007). Grazing effects on the species-area relationship: Variation along a climatic gradient in NE Spain. *Journal of Vegetation Science*, 18(1), 25-34.
- de Rodriguez G. O., De Ferrer B. S., Ferrer A. and Rodriguez B. (2004). Characterization of honey produced in Venezuela. *Food Chemistry*, 84 : 599-502
- de Sousa, J. M. B., de Souza, E. L., Marques, G., de Toledo Benassi, M., Gullón, B., Pintado, M. M., & Magnani, M. (2016). Sugar profile, physicochemical and sensory aspects of monofloral honeys produced by different stingless bee species in Brazilian semi-arid region. *LWT-Food Science and Technology*, 65, 645-651.
- de Waele, E. (2020). Evaluation de la diversité floristique des prairies en MAEC «MC4-prairie de haute valeur biologique» en Wallonie.
- DeGrandi-Hoffman, G., Chen, Y., Huang, E., & Huang, M. H. (2010). The effect of diet on protein concentration, hypopharyngeal gland development and virus load in worker honey bees (*Apis mellifera L.*). *Journal of insect physiology*, 56(9), 1184-1191.
- Deguine, J. P., Ferron, P., & Russell, D. (2008). *Protection des cultures: de l'agrochimie à l'agroécologie*. Editions Quae.
- Delaby M. N. (2012). Le miel peut-il être utilisé comme antiseptique ?, sciences te avenir revue, 12, p.44-45
- DeLoach, C. J., Carruthers, R. I., Dudley, T. L., Eberts, D., Kazmer, D. J., Knutson, A. E., ... & Tracy, J. L. (2004, April). First results for control of saltcedar (*Tamarix spp.*) in the open field in the western United States. In *XI International Symposium on Biological Control of Weeds* (p. 505).
- Der D. , Honig (1994), *Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart*.
- Deschamps, V. C. (1998). *Production et commercialisation du miel* (Doctoral dissertation, Association des Elèves (ENVT)).
- Descottes B., Cicatrisation par le miel, l'expérience de 25 années, *Phytothérapie*, 2009, vol. 7, n°2, p. 112-116.
- Dettli M & Bachofen B, (2005). Miels Monofloraux Suisses, ALP forum 2005, N° 23 f (Réédition 2008).
- Dextreit R. (1982). Le livre: Le miel une panacée Un aliment Le pollen *Editions "Vivre en harmonie"*.
- Dhoke, C., Cloete, S., Krishnamurthy, S., Seo, H., Luz, I., Soukri, M., ... & Zaabout, A. (2020). Sorbents screening for post-combustion CO₂ capture via combined temperature and pressure swing adsorption. *Chemical Engineering Journal*, 380, 122201.
- Dinkov, D. (2003). A scientific note on the specific optical rotation of three honey types from Bulgaria. *Apidologie*, 34(3), 319-320.

- Djebaili, S. (1978). Recherches phytosociologiques et phytoécologiques sur la végétation des Hautes Plaines Steppiques et de l'Atlas Saharien algérien. *El Kasba. Alger*.
- Djebaili, S. (1990). Syntaxonomie des groupements préforestiers et steppiques de l'Algérie aride. *Ecologia mediterranea*, 16(1), 231-244.
- Djellouli Y., (1990). Flores et climats en Algérie septentrionale. Déterminismes climatiques de la répartition des plantes. Thèse Doct. Sciences, USTHB., Alger, 210.
- Djeboua R. (12 janvier 2020). Selon l'ITELV : La production nationale de miel a presque doublé durant les 10 dernières années. <https://lanationarabe.com/2020/01/12/selon-litelv-la-production-nationale-de-miel-a-presque-double-durant-les-10-dernieres-annees/>
- Dobbert, J. P. (1969). Le Codex Alimentarius, vers une nouvelle méthode de réglementation internationale. *Annuaire Français de Droit International*, 15(1), 677-717.
- Dobignard, A., & Chatelain, C. 2010-2013. Index synonymique de la flore d'Afrique du Nord. des Conservatoire et jardin botanique de Genève,(CJBG). Available online at: <http://www.village.ch/musinfo/bd/cjb/africa>. C., Fischer, M., Orso, J., & Jeanmonod, D. (2010). *Index synonymique de la flore d'Afrique du Nord*. Conservatoire et Jardin botaniques.
- Donadieu Y, (1978). le miel thérapeutique. 2^{ème} Ed Maloine S.A .Paris.28 p.
- Doner L.W. (1977), The sugars of honey - a review. *J Sci Food Agric* 28:443–456.
- Douglas, M. R., Sponsler, D. B., Lonsdorf, E. V., & Grozinger, C. M. (2020). County-level analysis reveals a rapidly shifting landscape of insecticide hazard to honey bees (*Apis mellifera*) on US farmland. *Scientific reports*, 10(1), 1-11.
- Doukani K., Tabak S., Derriche A., Hacini Z (2014). Étude physico-chimique et phyto-chimique de quelques types de miels Algériens. *Revue Ecologie- Environnement* 10:37-49.
- Davodpour, R., Sobhanardakani, S., Cheraghi, M., Abdi, N., & Lorestani, B. (2019). Honeybees (*Apis mellifera* L.) as a potential bioindicator for detection of toxic and essential elements in the environment (case study: Markazi Province, Iran). *Archives of environmental contamination and toxicology*, 77(3), 344-358.
- 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(2), 347-354.
- Draiaia R. (2016). Caractérisation physico-chimique et appellation botanique des miels Algériens (Cas des ruches langstroth). *THÈSE En vue de l'obtention du diplôme de DOCTORAT ès Sciences En Biochimie Option : Biochimie appliquée*. UNIVERSITE BADJI MOKHTAR – ANNABA. p. 319
- Draiaia, R., Dainese, N., Borin, A., Manzinello, C., Gallina, A., & Mutinelli, F. (2015). Physicochemical parameters and antibiotics residuals in Algerian honey. *African Journal of Biotechnology*, 14(14), 1242-1251.
- Dransfield, J., Beentje, H. (1995). The palms of Madagascar. Royal Botanic Gardens, Kew and The International Palm Society, United Kingdom.
- Du Sert, P. P. (2009). Les pollens apicoles. *Phytothérapie*, 7(2), 75.
- Duarte, L. J., Chaves, V. C., Nascimento, M. V. P. dos S., Calvete, E., Li, M., Ciraolo, E., ... Dalmarco, E. M. (2017). Molecular mechanism of action of Pelargonidin-3-O-glucoside , the main anthocyanin responsible for the anti-inflammatory effect of strawberry fruits. *Food Chemistry*, 247(July), 56–65. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.12.015>
- Durovic, G., & Ülgentürk, S. (2014). Ballı madde salgısı. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 4(2), 121-137.
- Dussaubat-Arriagada, C. M. (2012, December). Effets de *Nosema ceranae* (Microsporidia) sur la santé de l'abeille domestique *Apis mellifera* L.: changements physiologiques et comportementaux. Avignon.
- Dżugan, M., Grabek-Lejko, D., Swacha, S., Tomczyk, M., Bednarska, S., & Kapusta, I. (2020). Physicochemical quality parameters, antibacterial properties and cellular antioxidant activity of Polish buckwheat honey. *Food Bioscience*, 34, 100538.
- Dżugan, M., Tomczyk, M., Sowa, P., & Grabek-Lejko, D. (2018). Antioxidant activity as biomarker of honey variety. *Molecules*, 23(8), 2069.
- El Mouridi, M. (2011). Caractérisation mécanique de la loupe de thuya (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters) en vue de sa valorisation (Doctoral dissertation).. Thèse. Doct., Univ. Mohammed V, 121 p.

- El Sohaimy, S. A., Masry, S. H. D., & Shehata, M. G. (2015). Physicochemical characteristics of honey from different origins. *Annals of Agricultural Sciences*, 60(2), 279-287.
- El Zerey, W. (2014). Etude diachronique de la régression du couvert forestier de la plaine de Telagh (Algérie): approche par télédétection et SIG. *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat*, (36), 25-31.
- Elamine, Y., Lyoussi, B., Anjos, O., Estevinho, L. M., Aazza, S., Carlier, J. D., ... & Miguel, M. G. (2019). Zantaz honey "monoflorality": Chemometric applied to the routinely assessed parameters. *LWT*, 106, 29-36.
- El-Haskoury, R., Kriaa, W., Lyoussi, B., & Makni, M. (2018). Ceratonia siliqua honeys from Morocco: Physicochemical properties, mineral contents, and antioxidant activities. *Journal of food and drug analysis*, 26(1), 67-73
- Elnour, A. A. M., Mirghani, M. E. S., Musa, K. H., Kabbashi, N. A., & Alam, M. Z. (2018). Challenges of extraction techniques of natural antioxidants and their potential application opportunities as anti-cancer agents. *Health Science Journal*, 2(5), 1-25.
- El-Raoui A.(2006). Miracles Scientifiques du Coran sur terre - معجزات القرآن العلمية في الأرض - dar elouloulm, jordanie, edition 2006.
- Enani, S. M. (2020). Possible Prophylactic and Therapeutic Foods for Prevention and Management Of COVID-19-An Updated Review. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 8(3).
- Eriksson, L., Johansson, E., Kettaneh-Wold, N., & Wold, S. (2001). Multi-and megavariate data analysis, Umetrics Academy. *Umea, Sweden*.
- Escrive, I., Visquert, M., Carot, J. M., Domenech, E., & Fito, P. (2008). Effect of honey thermal conditions on hydroxymethylfurfural content prior to pasteurization. *Food Science and Technology International*, 14(5_suppl), 29-35.
- Escuredo, O., Dobre, I., Fernández-González, M., & Seijo, M. C. (2014). Contribution of botanical origin and sugar composition of honeys on the crystallization phenomenon. *Food chemistry*, 149, 84-90.
- Escuredo, O., Míguez, M., Fernández-González, M., & Seijo, M. C. (2013). Nutritional value and antioxidant activity of honeys produced in a European Atlantic area. *Food Chemistry*, 138, 851–856.
- Escuredo, O., Seijo, M. C., & Fernández-González, M. (2011). Descriptive analysis of Rubus honey from the north-west of Spain. *International journal of food science & technology*, 46(11), 2329-2336.
- Estevinho, L. M., Feás, X., Seijas, J. A., & Vázquez-Tato, M. P. (2012). Organic honey from Trás-Os-Montes region (Portugal): Chemical, palynological, microbiological and bioactive compounds characterization. *Food and Chemical Toxicology*, 50(2), 258-264.
- Estevinho, L., Pereira, A. P., Moreira, L., Dias, L. G., & Pereira, E. (2008). Antioxidant and antimicrobial effects of phenolic compounds extracts of Northeast Portugal honey. *Food and Chemical Toxicology*, 46(12), 3774-3779.
- Eteraf-Oskouei, T., & Najafi, M. (2013). Traditional and modern uses of natural honey in human diseases: a review. *Iranian journal of basic medical sciences*, 16(6), 731.
- European Commission (2002) Council Directive 2001/110/EC of 20 December 2001 relating to honey, Off. J. Eur. Communities L10, 47–52.
- European Union (2008) Commission Regulation (EC) No 889/2008 of 5 September 2008 laying down detailed rules for the implementation of Council Regulation (EC) No 834/2007 on organic production and labelling of organic products with regard to organic production, labelling and control. Off J Eur Un 2008; 51: 1-23.
- Ezvan, C. (2020). Promesses et défis de l'économie circulaire. *Etudes*, (4), 41-51.
- Fabrice L.B., Renard V., 1999. Les fruits tropicaux. Ed. Le grand livre. France, 189p.
- Faegri, K., & Van Der Pijl, L. (2013). *Principles of pollination ecology*. Elsevier.
- Falco G., Domingo J.L., Lobet J.M., Teixido A., Casa C. And Muller L. (2003). Polycyclic aromatic hydrocarbons in foods: human exposure through the diet in Catalonia, *Rev,Spain Jour of Food Prot.*, 66, 2325–2331.
- FAO, (2001). Etude prospective du secteur forestier en Afrique : Algérie, coll. « Forestry Outlook Study for Africa - FOSA », 2001, 60 p.
- FAO, O. (1992). Prévention des carences spécifiques en micronutriments. Document thématique n 6. In *FAO, OMS. Conférence internationale sur la nutrition: les grands enjeux des stratégies nutritionnelles*. Rome: FAO, OMS.
- FAO. 2020, Food and agriculture organisation en Fr : organisation pour l'alimentation et l'agriculture, 6p.

- Faraoun, F., & Benabdeli, K. (2010). Cartographie et caractérisation physico-chimique des sols de la plaine de Sidi Bel Abbés (Algérie occidentale). *Afr. Sci*, 6(3), 18-26.
- Faraoun, F., Bouzidi, M. A., Attaoui, I., Latreche, A., Meliani, H., & Benyahia, M. (2016). Caractérisation des formations végétales à *Ampelodesmos mauritanicus* (Poir.) D. & S. sur Djebel Tessala, Algérie occidentale. *Afrique Science*, 12(5), 326-335.
- Fehlmann C.(1912). Beitrag zur Kenntnis der mineralischen Bestandteile des Honigs. *Schweiz. Bienenztg*. 48, 129-136. No. 17.
- Fenster, C. B., Armbruster, W. S., Wilson, P., Dudash, M. R., & Thomson, J. D. (2004). Pollination syndromes and floral specialization. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, 35, 375-403.
- Ferka Zazou N., (2006). Impact de l'occupation spatio-temporelle des espaces sur la conservation de l'écosystème forestier. Cas de la commune de Tessala, wilaya de Sidi-Bel-Abbès, Algérie (doctoral dissertation). Université de Tlemcen. 173 p.
- Ferreira, I. C., Aires, E., Barreira, J. C., & Estevinho, L. M. (2009). Antioxidant activity of Portuguese honey samples: Different contributions of the entire honey and phenolic extract. *Food Chemistry*, 114(4), 1438-1443.
- Flanjak, I., Kenjerić, D., Bubalo, D., & Primorac, L. (2016). Characterisation of selected Croatian honey types based on the combination of antioxidant capacity, quality parameters, and chemometrics. *European Food Research and Technology*, 242(4), 467-475.
- Fleche C., Clement M.C., Zeggane S. And Faucon J.P. (1997). Contamination des produits de la ruche et risques pour la santé humaine : situation en France, *Rev. Sci Tech Off IntEpiz.*, 16 (2) ,609-619.
- Flores, M. S. R., Escuredo, O., & Seijo, M. C. (2015). Assessment of physicochemical and antioxidant characteristics of *Quercus pyrenaica* honeydew honeys. *Food Chemistry*, 166, 101-106.
- Foucart, T. (2001). L'argumentation statistique dans la politique sociale. *Mathématiques et sciences humaines. Mathematics and social sciences*, (155-156).
- Fredes C. And Montenegro G. (2006). Heavy metals and other trace elements contents in Chilean honey, *Rev.Ciencia e InvestigacionAgraria.*, 33, 50–58.
- Fredijs D., Peteris K., Ilze C. (2008): Content of carbohydrates and specific rotation angle of honey, Latvia University of Agriculture, Faculty of Food Technology
- Frisch, K. V. (1923). Über die Sprache der Bienen. *Zool Jahrb Abt Allg Zool Physiol*, 40, 1-186.
- Fukuda M., Kobayashi K., Hirono Y. (2009). Jungle honey enhances immune function and antitumor activity. *eCAM* ;10:1—8.
- Gabor, M. (1988). Szent-Györgyi and the bioflavonoids: new results and perspectives of pharmacological research into benzo-pyrone derivatives. In V. Cody, E. Middleton, Jr., J. B. Harborne, & A. Beretz (Eds.), *Plant flavonoids in biology and medicine II: biochemical, cellular and medicinal properties* (pp. 1–15). New York: Alan R Liss, Inc
- Gallai, N., Salles, J. M., Settele, J., & Vaissière, B. E. (2009). Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological economics*, 68(3), 810-821.
- Gasparrini, M., Afrin, S., Forbes-hernández, T. Y., Cianciosi, D., Reboredo-rodriguez, P., Amici, A., ... Giampieri, F. (2018). Protective effects of Manuka honey on LPS-treated RAW 264.7 macrophages. Part 2: Control of oxidative stress induced damage, increase of antioxidant enzyme activities and attenuation of inflammation. *Food and Chemical Toxicology*, 120(August), 578–587. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.08.001>.
- Geethalakshmi, R., Sakravarthi, C., Kritika, T., Arul Kirubakaran, M., & Sarada, D. V. L. (2013). Evaluation of antioxidant and wound healing potentials of *Sphaeranthus amaranthoides* Burm. f. *BioMed research international*, 2013.
- Gharbi M. (2011). Composition Propriétés thérapeutiques Apithérapie et perspectives d'emploi en médecine vétérinaire, Revue bibliographique Thèse de doctorat vétérinaire, Université Claude Bernard, Lyon
- Gheldof N, Engeseth NJ (2002) Antioxidant capacity of honey from various floral sources based on the determination of oxygen radical absorbance and inhibition of in vitro lipoprotein oxidation in human serum samples. *J Agric Food Chem* 50:3050–5
- Gheldof, N., Wang, XH., Engeseth, NJ. (2003). Buckwheat honey increases serum antioxidant capacity in humans. *Journal of Agriculture and Food chemistry*. 51: p 1500–1505.
- Ghnaya, A. B., Hanana, M., Kaderi, M., Amri, I., & Hamrouni, L. (2015). Ethnobotanical and phytopharmacological notes on *Eucalyptus erythrocorys* L.

- Gianelli Barra, M. P., Ponce-Díaz, M. C., & Venegas-Gallegos, C. (2010). Compuestos Volátiles en Miel Producida en el Valle Central de la Provincia de Ñuble, Chile. *Chilean journal of agricultural research*, 70(1), 75-84.
- Gomes, S., Dias, L. G., Moreira, L. L., Rodrigues, P., & Estevinho, L. (2010). Physicochemical, microbiological and antimicrobial properties of commercial honeys from Portugal. *Food and Chemical Toxicology*, 48(2), 544-548.
- Gómez-Campo, C. (Ed.). (1999). *Biology of Brassica coenospecies*. Elsevier.
- Gómez-Caravaca A.M., Gómez-Romero M., Arráez-Roman D., Segura-Carretero A., Fernández-Gutiérrez A. Advances in the analysis of phenolic compounds in products derived from bees. *J. Pharm. Biomed. Anal.* 2006;41:1220–1234. doi: 10.1016/j.jpba.2006.03.002. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- Gonnet M. (1963). L'hydroxyméthylfurfural (1) DANS LES miels. Mise au point d'une méthode de dosage. *Les Annales de l'Abeille*, 6 (1), pp.53-67.
- Gonnet M. (1982). Le miel ; composition, propriétés, conservation. INRA station expérimentale d'apiculture. Pp : 1-18.
- Gonnet M., (1986) : *L'analyse des miels. Description de quelques méthodes de contrôle de qualité*. *Bul. Tech. Apic*, 54, 13(1). Pp 17-36.
- González R, Ballester I, López-Posadas R, Suárez MD, Zarzuelo A, Martínez-Augustin O, Sánchez de Medina F (2011) Effects of flavonoids and other polyphenols on inflammation. *Crit Rev Food Sci Nutr* 51:331–362
- Gośliński, M., Nowak, D., & Kłębukowska, L. (2020). Antioxidant properties and antimicrobial activity of manuka honey versus Polish honeys. *Journal of Food Science and Technology*, 57(4), 1269-1277.
- Gout J. (1989). *Le monde du miel et des abeilles*, Paris, Edition Delachaux et Niestlé.S.A. Lanssanne (Suisse), A, p.58.
- Gozlekci, S., Zarifi Khosroshahi, M., & Kafkas, E. (2014, April). Some physical and chemical properties of two jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) genotypes grown in Western Turkey. In *II International Symposium on Wild Relatives of Subtropical and Temperate Fruit and Nut Crops 1074* (pp. 77-82).
- Gül, A., & Pehlivan, T. (2018). Antioxidant activities of some monofloral honey types produced across Turkey. *Saudi journal of biological sciences*, 25(6), 1056-1065.
- Gülçm, İ., Oktay, M., Kireççi, E., & Küfrevioğlu, Ö. İ. (2003). Screening of antioxidant and antimicrobial activities of anise (*Pimpinella anisum* L.) seed extracts. *Food chemistry*, 83(3), 371-382.
- Habati, M., Gherib, A., Bakchiche, B., & Benmebarek, A. A. (2017). Study On The Physicochemical, Antioxidant Properties And Mineral Content Of Five Honeys Produced In The Central Region Of Algeria. *Scientific Study And Research-Chemistry And Chemical Engineering Biotechnology Food Industry*, 18(2), 121-134.
- Habib, H. M., Al Meqbali, F. T., Kamal, H., Souka, U. D., & Ibrahim, W. H. (2014). Physicochemical and biochemical properties of honeys from arid regions. *Food Chemistry*, 153, 35-43.
- Hadbaoui Z. (2007). Etude de l'activité antioxydante des fractions lipidiques, protéiques et phénoliques des graines de sorgho local. Thèse de Magister en Chimie organique physico-chimie et moléculaire. Université Kasdi Merbah Ouargla. 31p.
- Haderbache F. & Redouane S. (2016). Caractérisation de quelques miels de Bejaïa, et corrélation couleur et taux polyphénols. *Dissertation, Mémoire de Master, Filière : Sciences Biologique, Option : Pharmacologie Moléculaire. Université Abderrahmane Mira de Bejaïa*.
- Haderbache L., Bousdira, M. Et Mohammedi, A. (2013). *Ziziphus lotus* and *Euphorbia bupleuroides* Algerian honeys. *World Appl Sci J*, 24, 1536-1543.
- Haderbache, L. & kabli N. (2019). Les miels de jujubier d'Algérie. *Mayazine N° 35*. 32-33.
- Hadjaj K. & Letreuch-Belarouci A., (2017). Synthèse bibliographique sur le thuya de berbérie [*Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast.]. *Geo-Eco-Trop*, 41(1), 13-27.
- Hales, T. C. (2001). The honeycomb conjecture. *Discrete & Computational Geometry*, 25(1), 1-22.
- Ham, J. R., Lee, H., Choi, R., Sim, M., Seo, K., & Lee, M. (2016). Anti-steatotic and antiinflammatory roles of syringic acid in high-fat diet-induced obese mice. *Food & Function*, 7, 689–697. <https://doi.org/10.1039/c5fo01329a>
- Hamel T, Sadou N, Seridi R, Boukhdar S et Boulemtafes A (2018b) Pratique traditionnelle d'utilisation des plantes médicinales dans la population de la péninsule de l'Edough (nord-est algérien). *Ethnopharmacologia* 59, 65-71.

- Hamel, T. (2013). Contribution à l'étude de l'endémisme chez les végétaux vasculaires dans la péninsule de l'Edough (Nord-Est algérien). Thèse de Doctorat en Biologie végétale, Université Badji Mokhtar Annaba, Algérie, 338p.
- Hamel, T., & Boulemtafes, A. (2017). Plantes butinées par les abeilles à la péninsule de l'Edough (Nord-Est algérien). *Livestock Research for Rural Development*, 29(9), 1-13.
- Hamel, T., Bellili, A. M., Meddad-Hamza, A., & Boulemtafes, A. (2018a). Nouvelle contribution à l'étude de la flore mellifère et caractérisation pollinique de miels de la Numidie (Nord-Est algérien).
- Hamel, T., Seridi, R., de Belair, G., Slimani, A., & Babali, B. (2013). Flore vasculaire rare et endémique de la péninsule de l'Edough (Nord-Est algérien). *Synthèse: Revue des Sciences et de la Technologie*, 26, 65-74.
- Hamzaoglu I., Saribeyoglu K., Durak H. (2000). Protective covering of surgical wound with honey impedes tumor implantation. *Arch Surg*;135:14—7.
- Hance, T. (2011). Biodiversité: un enjeu à l'échelle de l'humanité. *Revue des Questions Scientifiques*, 182(1), 85-98.
- Haouam L., Tahar A., Dailly H. and Lahrichi A. (2016). Physicochemical properties and major elements contents of Algerian honeys from semi-arid regions. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 28(2):107–115.
- Haouam, L., Dailly, H., Bruneau, E., & Tahar, A. (2019). The quality of honeys influenced by the traditional heating method. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 9(4), 1276-1280.
- Harborne, J. B., & Williams, C. A. (2000). Advances in flavonoid research since 1992. *Phytochemistry*, 55(6), 481-504.
- Hasim, H., Rao, P. V., Sekhar, A. C., Muthuraju, S., Asari, M. A., & Sirajudeen, K. N. S. (2020). Green synthesis and characterization of silver nanoparticles using Tualang honey and evaluation of their antioxidant activities. *Advances in Natural Sciences: Nanoscience and Nanotechnology*, 11(2), 025010.
- Hasnaoui, O. (2008). Contribution à l'étude de Chamaeropaie dans la région de Tlemcen: Aspects Ecologiques et Cartographie, dissertation, Thèse Doctorat, Université d'Abou Bakr Belkaid, Tlemcen, Algérie.
- Hassane Chamsi Bacha, 2008, معجزة الإستشفاء بالعسل والغذاء الملكي حقائق وبراہین. Noor Book, 235p.
- Havelaar, A. H. (2019). Première Conférence internationale FAO/OMS/UA sur la sécurité sanitaire des aliments Addis-Abeba, les 12 et 13 février 2019.
- Heim, K. E., Tagliaferro, A. R., & Bobilya, D. J. (2002). Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *The Journal of nutritional biochemistry*, 13(10), 572-584.
- Hendel, N., Larous, L., & Belbey, L. (2016). Antioxidant activity of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and its in vitro inhibitory effect on *Penicillium digitatum*. *International Food Research Journal*, 23(4), 1725.
- Hernandez V.2012. Orfèvrerie Sainte, collection plumes au bout des doigts, 2012, N° ISBN : 9782955152508)
- Homrani, M (2020). *Caractérisation physico-chimique, spectre pollinique et propriétés biologiques de miels algériens crus de différentes origines botaniques* (Doctoral dissertation, Université de Mostaganem-Abdelhamid Ibn Badis).
- Homrani, M., Escuredo, O., Rodríguez-Flores, M. S., Fatiha, D., Mohammed, B., Homrani, A., & Seijo, M. C. (2020). Botanical Origin, Pollen Profile, and Physicochemical Properties of Algerian Honey from Different Bioclimatic Areas. *Foods*, 9(7), 938.
- Hooper T. (1980). Livre : guide de l'apiculteur-les abeilles et le miel,ed. Delachaux et niestlé.
- Hopkins B. ipnozearts et culturePublié le 16 avril 2019 à 16h52, <https://www.ipnoze.com/abeilles-dorment-fleur-joe-neely/>
- Hoseinpourfard, M., Izadi, M., Nasehi, M., Torabi-Nami, M., & Zarrindast, M. R. (2016). Neuroprotective plants; what, how, and why? A narrative review. *International Journal of Medical Reviews*, 3(1), 349-353.
- Hossain, K. S., Hossain, M. G., Moni, A., Rahman, M. M., Rahman, U. H., Alam, M., ... & Uddin, M. J. (2020). Honey as a potential natural remedy against COVID-19: pharmacological insights and therapeutic promises.
- Hoyet C. ; Laurain-Mattar D., (2005). Le miel: de la source à la thérapeutique, Thèse d'Etat, Université Henri Poincaré-Nancy 1, Nancy, 2005.
- Hoyet C., le miel : de la source à la thérapeutique, thèse en Pharmacie, 2005
- Huchet E., Coustel J. Et Guinot L.(1996) ; Les constituants chimiques du miel, Méthodes d'analyses chimiques, *département science de l'aliment*, Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaire, France, pp. 5 et 16.
- Ibrahimi, H., & Hajdari, A. (2020). Phenolic and flavonoid content, and antioxidant activity of honey from Kosovo. *Journal of Apicultural Research*, 1-6.

- Imtara, H., Kmail, A., Touzani, S., Khader, M., Hamarshi, H., Saad, B., & Lyoussi, B. (2019). Chemical Analysis and Cytotoxic and Cytostatic Effects of Twelve Honey Samples Collected from Different Regions in Morocco and Palestine. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2019.
- International Honey Commission (IHC), (2009). Harmonised Methods of the International Honey Commission. <http://www.bee-hexagon.net/en/network.htm>
- IPBES (2016). The assessment report of the intergovernmental sciencepolicy Platform on biodiversity and ecosystem services on pollinators, pollination and food production. S.G. Potts, V. L. ImperatrizFonseca, and H. T. Ngo (eds). Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany. 552 pages. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3402856>.
- Irlande, D., (2010). Le miel et ses propriétés thérapeutiques. Masson, Paris, 25 p.
- Izeboudjen K., Benhamouda K., (2016). La Politique de développement de la filière apicole au niveau National, Régional Et local. Ministère de l'Agriculture, du développement rural et de la Pêche MADRP/DRDPA.
- Jankar, J., Sakhare, S., & Jankar, J. (2020). Want to Boost the Immune System to Fight Corona? Use 'These' Ayurvedic Medicine!. *AGRICULTURE & FOOD: e-NEWSLETTER*.
- Jara-Palacios, M. J., Ávila, F. J., Escudero-Gilete, M. L., Pajuelo, A. G., Heredia, F. J., Hernanz, D., & Terrab, A. (2019). Physicochemical properties, colour, chemical composition, and antioxidant activity of Spanish Quercus honeydew honeys. *European Food Research and Technology*, 245(9), 2017-2026.
- Jeremy A. (2012). Guide_Miel_DuraAvaler.pdf parue sur le site : <http://www.dur-a-avalier.com/wp-content/uploads/2012/06/>
- Julika, W. N., Ajit, A., Ismail, N., Aqilah, N., Naila, A., & Sulaiman, A. Z. (2020). Sugar profile and enzymatic analysis of stingless bee honey collected from local market in Malaysia. *MS&E*, 736(6), 062001.
- Jull Ab, Rodgers A, Walker N. (2008) Honey as a topical treatment for wounds, Cochrane Database of Systematic Reviews, Issue 4. Art.
- Kačániová, M., Gasper, J., Terentjeva, M., Kunová, S., Kluz, M., Hanus, P., & Puchalski, C. (2018). Antimicrobial Activity and Resistance of Microorganisms Isolated from Honey Bees. *Scientific Papers: Animal Science & Biotechnologies/Lucrari Stiintifice: Zootehnie si Biotehnologii*, 51(1).
- Kahraman T., Buyukunal A., Altunatmaz S.S. (2010). Physicochemical properties in honey of turkey. *Food Chemistry* 123: 41-44..
- Kajangwe, V et Mukarusine, E., (2001): Etude comparative de la teneur en huiles essentielles de 61 espèces d'Eucalyptus de l'arboletum de Ruhande. Bulletin de l'Institut Rwandais de Recherche Scientifique et Technologique (I.R.S.T).
- Kamal, M. M., Rashid, M. H. U., Mondal, S. C., El Taj, H. F., & Jung, C. (2019). Physicochemical and microbiological characteristics of honey obtained through sugar feeding of bees. *Journal of food science and technology*, 56(4), 2267-2277.
- Kamboj, R., Nayik, G. A., Bera, M. B., & Nanda, V. (2020). Sugar profile and rheological behaviour of four different Indian honey varieties. *Journal of Food Science and Technology*, 1-9.
- Karabagias, I. K., Badeka, A., Kontakos, S., Karabournioti, S., & Kontominas, M. G. (2014). Characterisation and classification of Greek pine honeys according to their geographical origin based on volatiles, physicochemical parameters and chemometrics. *Food Chemistry*, 146, 548–557.
- Karabagias, I. K., Karabournioti, S., Karabagias, V. K., & Badeka, A. V. (2020). Palynological, physico-chemical and bioactivity parameters determination, of a less common Greek honeydew honey: "dryomelo". *Food Control*, 109, 106940.
- Karabournioti, S., & Zervalaki, P. (2001). The effect of heating on honey HMF and invertase. *Apiacta*, 36(4), 177-181.
- Karoui R., Dufour E., Bosset J.O. & De Baerdemaeker J (2007) . The use of front face fluorescence spectroscopy to classify the botanical origin of honey samples produced in Switzerland. *Food Chem.*, 101(1), 314.
- Kas`koniene`, V., & Venskutonis, P.R. (2010). Floral markers in honey of various botanical and geographic origins: A review. *Comprehensive reviews in Food Science and Food Safety*, 9, 620–634. doi:10.1111/j.1541-4337.2010.00130.x
- Kast, C., Kilchenmann, V., Reinhard, H., Bieri, K., & Zoller, O. (2019). Pyrrolizidine alkaloids: the botanical origin of pollen collected during the flowering period of *Echium vulgare* and the stability of pyrrolizidine alkaloids in bee bread. *Molecules*, 24(12), 2214.
- Kaur, C., & Kapoor, H. C. (2001). Antioxidants in fruits and vegetables—the millennium's health. *International journal of food science & technology*, 36(7), 703-725.

- Kaur, M., Mohan, G., Kumar, S., Sharma, O. P., & Pruthi, S. (2020). Uses of Bee Honey: Traditional and Modern. *Biotica Research Today*, 2(9), 946-949.
- Kearns, C. A., Inouye, D. W., & Waser, N. M. (1998). Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions. *Annual review of ecology and systematics*, 29(1), 83-112.
- Kerbastard, M. N. (2020). Des abeilles, des humains et du miel. *Doctoral dissertation, Université de Montpellier*
- Kerrache, G. (2011). Impacts du préaménagement sur les formations forestières: cas de la forêt de Fenouane (Commune de Ain El Hadjar, W de Saïda, Algérie).
- Khajevand-Khazaei, M.-R., Mohseni-Moghaddam, P., Hosseini, M., Gholami, L., Baluchnejadmojarad, T., & Roghani, M. (2018). Rutin, a quercetin glycoside, alleviates acute endotoxemic kidney injury in C57BL/6. *European Journal of Pharmacology*, 833, 307–312. <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2018.06.019>
- Khalil M.I., Sulaiman S.A., Gan S.H. (2010a). High-5-hydroxymethylfurfural concentration are found in Malaysian samples stored from more than one year. *Food And Chemical Toxicology*, 48:2388-2392
- Khalil, M I; Sulaiman, S. A., Boukraa, L (2010b). Antioxidant properties of honey and its role in preventing health disorders. *The Open Nutraceuticals Journal* 3: 6-16.
- Khalil, M., Moniruzzaman, M., Boukraâ, L., Benhanifia, M., Islam, M., Sulaiman, S. A., & Gan, S. H. (2012). Physicochemical and antioxidant properties of Algerian honey. *Molecules*, 17(9), 11199-11215.
- Kheddoum N.L , (2018). Etude du pouvoir antibactérien d'Artemisia herba alba « CHIH ». Master en AGRONOMIE Spécialité Contrôle de qualité des aliments. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, 2018 p 74.
- Khelfaoui, M., & Hamidi, Y. (2018). Contribution de l'entreprenariat durable a la promotion des produits de terroir (pdt) en algerie cas de la filiere oleicole de la region de tizi-ouzou. *IJBES journal*, Vol14 p85-95.
- Khenfer A. et Fettal M. (2001a): *Le miel*. . Ministère de l'agriculture. Direction de la formation de la recherche et de la vulgarisation.23p.
- Khenfer A. et Fettal M. (2001b) : les produits de la ruche. ITELV.
- Khenfer A., (2013). Histoire de l'apiculture algérienne. *Agriculture et development*, N 18. ITELV, p31-33, ISSN 1112-5438
- Khitri, W., Lachgueur, N., Tasmaout, A., Lardjam, A., & Khalfa, A. (2016). Plantes antilithiasiques utilisées en médecine traditionnelle dans la ville d'Oran, Algérie. Approche ethnobotanique et phytochimique. *Revue d'ethnoécologie*, (9)
- Kirs, E., Pall, R., Martverk, K., & Laos, K. (2011). Physicochemical and melissopalynological characterization of Estonian summer honeys. *Procedia Food Science*, 1, 616-624.
- Klein, A. M., Vaissière, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., & Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings. Biological Sciences / The Royal Society*, 274(1608), 303–313.
- Kluser, S., Neumann, P., Chauzat, M. P., Pettis, J. S., Peduzzi, P., Witt, R., ... & Theuri, M. (2010). Global honey bee colony disorders and other threats to insect pollinators.
- Knutson, A. E., Muegge, M. A., Robbins, T. O., & DeLoach, C. J. (2003). Insects associated with saltcedar, baccharis and willow in west Texas and their value as food for insectivorous birds, preliminary results. *Proceedings, Saltcedar and Water Resources in the West*, 16-17.
- Koehler, S. (2015). Le miel dans la cicatrisation des plaies: un nouveau médicament? (Doctoral dissertation, Université de Lorraine).
- Kostić, A. Ž., Milinčić, D. D., Barać, M. B., Ali Shariati, M., Tešić, Ž. L., & Pešić, M. B. (2020). The Application of Pollen as a Functional Food and Feed Ingredient—The Present and Perspectives. *Biomolecules*, 10(1), 84.
- Krishna, A. S., & Patil, R. K. (2019). Foraging preferences of honey bees *Apis cerana* in Dakshina Kannada, Karnataka, India. *Journal of Threatened Taxa*, 11(6), 13756-13764.
- Küçük M., Kolaylı S., Karaolu S., Ulusoy E., Baltacı C. and Candan F. (2007). Biological activities and chemical composition of three honeys of different types from Anatolia. *Food Chemistry*, 100, 526–534.
- Kukurová, K., Karovicová, J., Kohajdová, Z., & Biliková, K. (2008). Authentication of honey by multivariate analysis of its physico-chemical parameters. *Journal of Food and Nutrition Research*, 47, 170–180.

- Laallam H. , Boughediri L., Bissati S. Et Hammoudi R. (2014). Activité bactériostatique des miels du sud algérien, *Revue des BioRessources*, 4(1) : 68-74.
- Laallam, H., Boughediri, L., & Bissati, S. (2011). Inventaire des Plantes Mellifères du Sud Ouest Algérien. *Synthèse: Revue des Sciences et de la Technologie*, 23, 81-89.
- Lahmar-Zemiti, B., & Aidoud, A. (2016). Suivi à long-terme dans la steppe d'Armoise blanche (*Artemisia herba-alba* asso.) du Sud-Oranais (Algérie): facteurs et indicateurs de changements. *Revue d'écologie*.
- Lamballais C. (1989). Les aliments. *Paris Edition. MALOINE*, p.136 .
- Lane JH and Eynon L (1923) *J Soc Chem Ind* 42, 32T, 143T, 463T.
- Larabi F., (2016). Contribution a la réhabilitation de la série iii du massif forestier de Touazizine (monts de Dhaya-wilaya de Sidi-Bel-Abbès) , Algérie (doctoral dissertation). Université de Tlemcen. 112 p.
- Lasevi G. & Gonnet M. (1974). Analyse par radioactivation du contenu minéral d'un miel. Possibilité de préciser son origine géographique. *Apidologie, Springer Verlag (Germany)*, 5 (3), pp.201-223.)
- Lau, P., Bryant, V., Ellis, J. D., Huang, Z. Y., Sullivan, J., Schmehl, D. R., ... & Rangel, J. (2019). Seasonal variation of pollen collected by honey bees (*Apis mellifera*) in developed areas across four regions in the United States. *Plos one*, 14(6), e0217294.
- Lazarević, K. B., Andrić, F., Trifković, J., Tešić, Ž., & Milojković-Opsenica, D. (2012). Characterisation of Serbian unifloral honeys according to their physicochemical parameters. *Food chemistry*, 132(4), 2060-2064.
- Le Houérou, H. N. (1969). *La végétation de la Tunisie steppique: avec références aux végétations analogues d'Algérie, de Libye et du Maroc* (Doctoral dissertation, Institut de la recherche agronomique de Tunisie).
- Lebham. (2005). Thèse au Laboratoire d'Ecophysiologie et de Biotechnologie des Halophytes et des Algues au sein de l'Institut Universitaire Européen de la Mer (IUEM)- Université de Bretagne Occidentale (UBO).
- Lechaux, D. (2013). Le miel et la cicatrisation des plaies.
- Leonard, S. P., Powell, J. E., Perutka, J., Geng, P., Heckmann, L. C., Horak, R. D., ... & Moran, N. A. (2020). Engineered symbionts activate honey
- Lequet I. (2010), Du nectar à un miel de qualité: contrôle analytique du miel et conseils pratiques à l'intention de l'apiculteur, thèse de doctorat de l'école vétérinaire de lyon,
- Letreuch-Belarouci N., (1991). Les reboisements en Algérie et leur perspective d'avenir. Vol. I. Alger, Office des Publications Universitaires (O.P.U.), 294 p
- Lewoyehu, M., & Amare, M. (2019). Comparative evaluation of analytical methods for determining the antioxidant activities of honey: A review. *Cogent Food & Agriculture*, 5(1), 1685059.
- Li, H. B., Wong, C. C., Cheng, K. W., & Chen, F. (2008). Antioxidant properties in vitro and total phenolic contents in methanol extracts from medicinal plants. *LWT-Food Science and Technology*, 41(3), 385-390.
- Lichtenberg-Kraag, B. (2012). Saccharose degradation over time in stored honey: influence of time, temperature, enzyme activity and botanical origin. *J. Food. Nutr. Res*, 51, 217-224.
- Lima, W. G., Brito, J. C. M., Overhage, J., & da Cruz Nizer, W. S. (2020). The potential of drug repositioning as a short-term strategy for the control and treatment of COVID-19 (SARS-CoV-2): a systematic review. *Archives of Virology*, 1-9.
- Linkon, K. M. M. R., Prodhon, U. K., Hakim, M. A., & Alim, M. A. (2015). Study on the physicochemical and antioxidant properties of nigella honey. *Int J Nutr Food Sci*, 4(2), 137-140.
- Liu, J. R., Ye, Y. L., Lin, T. Y., Wang, Y. W., & Peng, C. C. (2013). Effect of floral sources on the antioxidant, antimicrobial, and anti-inflammatory activities of honeys in Taiwan. *Food chemistry*, 139(1-4), 938-943.
- Liu, J., Du, C., Beaman, H. T., & Monroe, M. B. B. (2020). Characterization of Phenolic Acid Antimicrobial and Antioxidant Structure–Property Relationships. *Pharmaceutics*, 12(5), 419.
- Lobreaux-Callen D., Marmion V. and Clément M-C. (1999). Les miels. In «Techniques de l'ingénieur » : 1-20.
- Loo, A. Y., Jain, K., & Darah, I. (2008). Antioxidant activity of compounds isolated from the pyroligneous acid, *Rhizophora apiculata*. *Food chemistry*, 107(3), 1151-1160.
- Louveaux J, Abed L.(1984). Les miels d'Afrique du Nord et leur spectre pollinique. *Apidologie* ; 15 : 145-70.
- Louveaux J. (1980). *Les abeilles et leur élevage. Edition Opida*. Pp : 165-181.

- Louveaux J. (1985). Les produits du rucher. In « Les abeilles et leur élevage »:165-199
- Louveaux J., (1968): *Composition propriété et technologie du miel*. Les produits de la ruche, in *Traité de biologie de l'abeille*. Tome 03. Ed Masson et Cie. 389p
- Louveaux, J. (1958). Recherches sur la récolte du pollen par les abeilles (*Apis mellifica* L). *Annales de l'Abeille*, 1, 113-188.
- Lugasi, A., Hovari, J., Sagi, K.V. and Biro, L. (2003). The Role of Antioxidant of the Flavonoids Luteolin. *Mini-Reviews In Medicinal Chemistry*. 9 : 31-59
- Luka, B. R. (2020, September). Antibacterial activity of different types of honey on pathogenic bacteria. In *IX INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON AGRICULTURAL SCIENCES* (p. 149).
- Maarouf A .(2000). Dictionnaire botanique. p129.
- Machado De-Melo, A. A., Almeida-Muradian, L. B. D., Sancho, M. T., & Pascual-Maté, A. (2018). Composition and properties of *Apis mellifera* honey: A review. *Journal of Apicultural Research*, 57(1), 5-37.
- Machado, A. M., Miguel, M. G., Vilas-Boas, M., & Figueiredo, A. C. (2020). Honey Volatiles as a Fingerprint for Botanical Origin—A Review on their Occurrence on Monofloral Honeys. *Molecules*, 25(2), 374.
- Mahammedi S., (2017). Contribution à l'Etude de la Cicadelle des Arbres Fruitiers. dissertation pour dDiplôme de MASTER En : Agronomie : Amélioration Végétale, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre de l'Univers UNIVERSITE ABOUBAKR BELKAID de TLEMCEM.
- Maieves, H. A., Züge, L. C. B., Teixeira, G. L., Cámara, M., Ribani, R. H., & Sánchez-Mata, M. C. (2020). Chemical Properties, Rheological Behavior, and Melissopalynological Analysis of Selected Brazilian Honeys from *Hovenia dulcis* Flowering. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 63.
- Maire, R. 1952-1987. Flore de l'Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie, Tripolitaine, Cyrénaïque et Sahara). *Paris: Le Chevalier*.
- Majtan, J., Bohova, J., Garcia-Villalba, R., Tomas-Barberan, F. A., Madakova, Z., Majtan, T., ... & Klaudivy, J. (2013). Fir honeydew honey flavonoids inhibit TNF- α -induced MMP-9 expression in human keratinocytes: a new action of honey in wound healing. *Archives of dermatological research*, 305(7), 619-627.
- Makhloufi, C., Kerkvliet, J. D., D'albore, G. R., Choukri, A., & Samar, R. (2010). Characterization of Algerian honeys by palynological and physico-chemical methods. *Apidologie*, 41(5), 509-521.
- Makhloufi, C., Kerkvliet, J., & Schweitzer, P. (2015). Characterisation of some monofloral Algerian honeys by pollen analysis. *Grana*, 54(2), 156-166.
- Makhloufi, C., Taibi, K., & Abderrahim, L. A. (2020). Characterization of Invertase and Diastase Activities, 5-Hydroxymethylfurfural Content and Hydrogen Peroxide Production of Some Algerian Honeys. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions A: Science*, 44(5), 1295-1302.
- Malika, N. A. M. A. N., Mohamed, F. A. I. D., & Chakib, E. A. (2005). Microbiological and physicochemical properties of Moroccan honey. *International Journal of Agriculture and Biology*, 7(5), 773-776.
- Marchenay P., Berard L. (2007). L'homme, l'abeille et le miel. Editions De Borée, Romagnant, 224 p.
- Martos I., Ferreres F., Yao L., D'arcy B., Caffin N. And Tomas-Barberan F.A.(2000). Flavonoids in monospecific *Eucalyptus* honeys from Australia. *J.Agr. Food Chem* ; 48 : 4744–4748.
- Mas, F., Horner, R., Brierley, S., Harper, A., & Suckling, D. M. (2020). The Scent of Individual Foraging Bees. *Journal of Chemical Ecology*, 1-10.
- Masarovičová, E., & Král'ová, K. (2017). Essential elements and toxic metals in some crops, medicinal plants, and trees. In *Phytoremediation* (pp. 183-255). Springer, Cham.Massaux, C. (2012). Polyphénols: des alliés pour la santé. *Abeilles & Cie*, 149, 4.
- Matricon, J. (2010). Immunopathogenèse des maladies inflammatoires chroniques de l'intestin. *médecine/sciences*, 26(4), 405-410.
- Maurizio, A., & Louveaux, J. (1967). Les méthodes et la terminologie en méliissopalynologie. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 3(1-4), 291-295.
- Mayda, N., Özkök, A., Bayram, N. E., Gerçek, Y. C., & Sorkun, K. (2020). Bee bread and bee pollen of different plant sources: determination of phenolic content, antioxidant activity, fatty acid and element profiles. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 1-15.).

- Mbogning, E., Tchoumboue, J., Damesse, F., Sobze, M. S., & Canini, A. (2011). Caractéristiques physicochimiques des miels de la zone Soudano-guinéenne de l'Ouest et de l'Adamaoua Cameroun. *Tropicicultura*, 29(3), 168-175.
- Meda, A., Lamien, C. E., Romito, M., Millogo, J., & Nacoulma, O. G. (2005). Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. *Food chemistry*, 91(3), 571-577.
- Medić-Šarić, M., Jasprica, I., Smolčić-Bubalo, A., & Mornar, A. (2004). Optimization of chromatographic conditions in thin layer chromatography of flavonoids and phenolic acids. *Croatica chemica acta*, 77(1-2), 361-366.
- Meguellati, H., Ouafi, S., Saad, S., & Djemouai, N. (2019). Evaluation of acute, subacute oral toxicity and wound healing activity of mother plant and callus of *Teucrium polium* L. subsp. *geyrii* Maire from Algeria. *South African Journal of Botany*, 127, 25-34.
- Mekious, S., Houman, Z., Bruneau, É., Masseaux, C., Guillet, A., & Hance, T. (2015). Caractérisation des miels produits dans la région steppique de Djelfa en Algérie. *BASE*.
- Mekious, S., Houmani, Z., & Houmani, M. (2016). Étude des potentialités mellifères de deux régions du Nord de l'Algérie. *Phytothérapie*, 1-6.
- Melin, E. (2011). Botanique apicole. *Ecole d'Apiculture de la Région wallonne & Institut de Botanique, Université de Liege, Belgique*.
- Meo, S. A., Al-Asiri, S. A., Mahesar, A. L., & Ansari, M. J. (2017). Role of honey in modern medicine. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 24(5), 975-978.
- Merah M., Bensaci Bachagha M. Et Boudershem A. (2010), Etude de l'effet antimicrobien de trois échantillons du miel naturel récoltés du territoire algérien, *Annales des Sciences et Technologie*, Vol. 2, N° 2, 115-125
- Mesbahi, M. A., Ouahrani, M. R., Rebiai, A., Amara, D. G., & Chouikh, A. (2019). Characterization of *Zygophyllum album* L Monofloral Honey from El-Oued, Algeria. *Current Nutrition & Food Science*, 15(5), 476-483.
- Mesele, T. L. (2020). Review on physico-chemical properties of honey in Eastern Africa. *Journal of Apicultural Research*, 1-13.
- Meterfi, B., Letreuch-Belarouci, N., & Benabdeli, K. (2011). Incidence de la fluctuation des précipitations sur l'occupation des sols dans les hautes plaines de Sidi-Bel-Abbès (Algérie). *Physio-Géo. Géographie physique et environnement*, (Volume 5), 191-210.
- Mighri H., Ayadi A. Et Mechlouch F. R. (2014). Caractérisation physico-chimique de trois variétés de miel (Eucalyptus, Orange et Thym, *Ier Congrès International de Technologies Alimentaires et Contrôle Qualité des Aliments 24 - 27 avril 2014 Djerba*, Retrieved on: 27 June 2015
- Miller, N. J., Rice-Evans, C. A., Davies, M. J., Gopinathan, V., & Milner, A. (1993). A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. *Clinical Science*, 84, 407±412. Miskiewicz W. (1969). Main mineral constituents of polish honeys. *Chem. abstr.*, 71, 29 390 d.
- Mohd, M. A., Edros, R., & Hamzah, N. A. (2020, August). Antibacterial properties of Kelulut, Tualang and Acacia honey against fourteen clinically-isolated strains of bacteria-infecting wound. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2252, No. 1, p. 020001). AIP Publishing LLC.
- Moise, A., Liviu, A. M., Dezmiorean, D., & Bobis, O. (2013). Nutraceutical properties of Romanian heather honey. *Nutrition & Food Science*.
- Mokaya, H. O., Bargul, J. L., Irungu, J. W., & Lattorff, H. M. G. (2020). Bioactive constituents, in vitro radical scavenging and antibacterial activities of selected *Apis mellifera* honey from Kenya. *International Journal of Food Science & Technology*, 55(3), 1246-1254.
- Molan, P. C. (1996). Authenticity of honey. In *Food authentication* (pp. 259-303). Springer, Boston, MA.
- Moloudian, H., Abbasian, S., Nassiri-Koopaei, N., Tahmasbi, M. R., Alsadat Afzal, G., Ahoosini, M. S., ... & Khoshayand, M. R. (2018). Characterization and classification of Iranian honey based on physicochemical properties and antioxidant activities, with chemometrics approach. *Iranian journal of pharmaceutical research: IJPR*, 17(2), 708.
- Moniruzzaman M1, Sulaiman SA, Azlan SA, Gan SH (2013b).. Two-year variations of phenolics, flavonoids and antioxidant contents in acacia honey. *Molecules*.;18(12):14694-710.
- Moniruzzaman, M., Sulaiman, S. A., Khalil, M. I., & Gan, S. H. (2013a). Evaluation of physicochemical and antioxidant properties of sourwood and other Malaysian honeys: a comparison with manuka honey. *Chemistry Central Journal*, 7(1), 138.

- Morandini, R. (1964). Génétique et amélioration des essences exotiques. *Unasylya*, 18(2-3), 51-60.
- Moreira, R. F. A., Maria, C. A. B., Pietroluongo, M., & Trugo, L. C. (2007). Chemical changes in the non-volatile fractions of Brazilian honeys during storage under tropical conditions. *Food Chemistry*, 104, 1236-1241.
- Morse R. & Lisk D.J. (1980). Elemental analysis of honeys from several nations, *American Bee Journal* Nr.7, pp. 522-523.
- Mouhoubi-Tafinine, Z., Ouchemoukh, S., & Tamendjari, A. (2016). Antioxydant activity of some algerian honey and propolis. *Industrial Crops and Products*, 88, 85-90.
- Mouhoubi-Tafinine, Z., Ouchemoukh, S., Louaileche, H., & Tamendjari, A. (2018). Effect of storage on hydroxymethylfurfural (HMF) and color of some Algerian honey. *International food research journal*, 25(3).
- Moula, N. (2018). Caractérisation de la race ovine algérienne Tazegzawth. *Tropicultura*, 36(1), 43-53.
- Moulay, A., Benabdeli, K., & Morsli, A. (2011). Contribution a l'identification des principaux facteurs de dégradation des steppes a *Stipa tenacissima* du sud-ouest Algerien.
- Moumeh, B., Dolores Garrido, M., Diaz, P., Peñaranda, I., & Linares, M. B. (2020). Chemical analysis and sensory evaluation of honey produced by honeybee colonies fed with different sugar pastes. *Food Science & Nutrition*.
- Mračević, S. Đ., Krstić, M., Lolić, A., & Ražić, S. (2020). Comparative study of the chemical composition and biological potential of honey from different regions of Serbia. *Microchemical Journal*, 152, 104420.
- Muhsen, T. A., Hawar, S. N., Mahdi, T. S., & Khaleel, R. (2020). Effect of eucalyptus and myrtus extracts identification by gas chromatography-mass spectrometry on some species of candida as a model of medical plants. *Annals of Tropical Medicine and Health*, 23, 23-1032.
- Naab O.A., Tamane M.A., Caccavari M.A. (2008). Palynological and physicochemical characteristic of three unifloral honey types from central Argentina. *Spanish Journal Of Agriculture Research*, 6(4): 566-576.
- Nabhan, S. L., & Buchman, G. P. (1997). Services Provided by Pollinators in Daily G eds Nature's Services.
- Nagai, T, Inoue. R, Inoue. H, Suzuki. N (2002). Scavenging capacities of pollen extracts from *Cistus ladaniferus* on autoxidation, superoxide radicals, hydroxyl radicals and DPPH radicals. *Nut Res*. 22: 519-26.
- Nair S., (2006) .biodiversité végétale et qualité du miel dans la région nord-ouest Algérienne. Dissertation de *Mémoire de magister d'écologie*. UNIVERSITE D'ORAN
- Nair S., Meddah B. And Aoues A. (2013). Pollen spectra of honeys produced in Algeria. *African Journal of Agricultural Research*. 8(21): 2540-2544.
- Nair, H. K., Tatavilis, N., Pospíšilová, I., Kučerová, J., & Cremers, N. A. (2020). Medical-Grade Honey Kills Antibiotic-Resistant Bacteria and Prevents Amputation in Diabetics with Infected Ulcers: A Prospective Case Series. *Antibiotics*, 9(9), 529.
- Nair, S. (2014). Identification des plantes mellifères et analyses physicochimiques des miels l'Algériens. *Dissertation pour une these de doctorat Pour l'obtention du diplôme de Doctorat en Biologie, UNIVERSITE D'ORAN Spécialité : Biochimie*.
- Naman M., Faid M., Eladlouni C. (2005). Microbiological and physicochemical properties of Moroccan honey. *International Journal Of Agriculture And Biology*, 5:773-776.
- Nanda, V., Sarkar, B. C., Sharma, H. K., & Bawa, A. S. (2003). Physico-chemical properties and estimation of mineral content in honey produced from different plants in Northern India. *Journal of Food Composition and Analysis*, 16(5), 613-619.
- Natarajan, R. And Yesuvadian M. (1978), Project report for a honey concentration equipment. *Indian Honey*, 1: p. 15-21.
- National Honey Board, (2002). Honey-Health and Therapeutic Qualities. Retrieved January 14, 2004 from : http://www.nhb.org/infopub/month/2002/10_2002MonthlyReport.pdf.
- Nayaka, N. M. D. M. W., Fidrianny, I., Hartati, R., & Singgih, M. (2020). Antioxidant and Antibacterial Activities of Multiflora Honey Extracts from Indonesian Apis cerana Bee. *Journal of Taibah University Medical Sciences*.
- Nayik, G. A., & Nanda, V. (2016). A chemometric approach to evaluate the phenolic compounds, antioxidant activity and mineral content of different unifloral honey types from Kashmir, India. *LWT*, 74, 504-513.
- Ndayisaba G., Bazira L., Habonimana E.(1992). Evolution Clinique et bactériologique des plaies traitées par le miel. Analyse d'une série de 40 cas. *Medecine d'Afrique Noire* ,39(8/9).
- Nedjraoui D. & Bedrani S., (2008). La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte. *Vertigo*, 8(1), 1-15

- Nicolson, S. W., & Thornburg, R. W. (2007). Nectar chemistry. In *Nectaries and nectar* (pp. 215-264). Springer, Dordrecht.
- Niculescu, O., Albu, L., Loghin, M. C., Gaidau, C., Miu, L., & Coara, G. (2019). New Products Based on Essential Oils for the Treatment of Medical Furs. *REVISTA DE CHIMIE*, 70(3), 765-768.
- Noor, N., Sarfraz, R. A., Ali, S., & Shahid, M. (2014). Antitumour and antioxidant potential of some selected Pakistani honeys. *Food Chemistry*, 143, 362-366.
- Norris-Hill, J. (1997). The influence of ambient temperature on the abundance of Poaceae pollen. *Aerobiologia*, 13(2), 91.
- Obiedzińska, A., Biller, E., Obiedziński, M. W., & Tyszka, M. (2019). Determination of hydroxymethylfurfural content in natural honeys in Poland. *Polish Journal of Applied Sciences*, 4(2), 60-64.
- Oddo, L. P., Piana, L., Bogdanov, S., Bentabol, A., Gotsiou, P., Kerkvliet, J., ... & Von Der Ohe, K. (2004a). Botanical species giving unifloral honey in Europe. *Apidologie*, 35(Suppl. 1), S82-S93.
- Oddo, L. P., Piazza, M. G., Sabatini, A. G., & Accorti, M. (1995). Characterization of unifloral honeys. *Apidologie*, 26(6), 453-465.
- Oddo, L. P., Piro, R., Bruneau, É., Guyot-Declerck, C., Ivanov, T., Piskulová, J., ... & Von der Ohe, W. (2004b). Main European unifloral honeys: descriptive sheets. *Apidologie*, 35(Suppl. 1), S38-S81.
- Olas, B. (2020). Honey and Its Phenolic Compounds as an Effective Natural Medicine for Cardiovascular Diseases in Humans?. *Nutrients*, 12(2), 283.
- Olga, E., María, F. G., & Carmen, S. M. (2012). Differentiation of blossom honey and honeydew honey from Northwest Spain. *Agriculture*, 2(1), 25-37.
- Ollerton, J., Winfree, R., & Tarrant, S. (2011). How many flowering plants are pollinated by animals?. *Oikos*, 120(3), 321-326.
- Orsolich N., Basic I. (2004), Honey as a cancer-preventive agent. *Periodicum Biolog* 106:397–401.
- Ortiz, V., Fernández, M., & Sabra, M. D. L. T. (1996). Principal characteristics of honey from La Alcarria [Spain]. *Principal characteristics of honey from La Alcarria [Spain]*.
- Otmani, I., Abdennour, C., Dridi, A., Kahalerras, L., & Halima-Salem, A. (2019). Characteristics of the bitter and sweet honey from Algeria Mediterranean coast. *Veterinary world*, 12(4), 551.
- Ouchemoukh S., Louaileche H. and Schweitzer P. (2007). Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Algerian honeys. *Food Control*, 18: 52-58.
- Ouchemoukh, S., Amessis-Ouchemoukh, N., Gómez-Romero, M., Aboud, F., Giuseppe, A., Fernández-Gutiérrez, A., & Segura-Carretero, A. (2017). Characterisation of phenolic compounds in Algerian honeys by RP-HPLC coupled to electrospray time-of-flight mass spectrometry. *LWT-Food Science and Technology*, 85, 460-469.
- Ouchemoukh, S., Hachoud, S., Boudraham, H., Mokrani, A., & Louaileche, H. (2012). Antioxidant activities of some dried fruits consumed in Algeria. *LWT-Food Science and Technology*, 49(2), 329-332.
- Ouchmoukh, S., Schweitzer, P., Bachir, B. M., Djoudad-Kadji, H., And Louaileche, H. (2010). "HPLC Sugar Profiles of Algerian Honeys." *Food Chemistry* 2: 561-8.
- Oudjet K. (2012). Le miel une denrée à promouvoir, Infos-CACQE N°:00 / Octobre 2012
- Oyaizu, M. (1986). Studies on products of browning reaction prepared from glucose amine, *Japanese Journal of Nutrition*, (44): 307-315.
- Ozenda, P. (1953). Flore du Sahara septentrional. Ed. CNRS Paris, 486p.
- Ozenda, P. (1983). Flore du Sahara. 2e éd. CNRS, Paris.
- Pahl, M., Zhu, H., Tautz, J., & Zhang, S. (2011). Large scale homing in honeybees. *PLoS One*, 6(5), e19669.
- PAP-ENPARD-Algérie, 2019. <http://pap-enpardalgerie.com/>
- Park, S. H., Kim, Y. K., Kim, M. S., & Lee, S. H. (2020). Antioxidant and Antibacterial Properties of Hovenia (*Hovenia dulcis*) Monofloral Honey Produced in South Korea. *Food Science of Animal Resources*, 40(2), 221
- Partap, U. (2011). The pollination role of honeybees. In *Honeybees of Asia* (pp. 227-255). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Pasini, F., Gardini, S., Marcazzan, G. L., & Caboni, M. F. (2013). Buckwheat honeys: screening of composition and properties. *Food Chemistry*, 141(3), 2802-2811.

- Paulus H. S. Kwakman, Anje A. Te Velde, Leonie De Boer, Dave Speijer, Christina M. J. E. Vandenbroucke-Grauls & Sebastian A. J. Zaat. (2010) How honey kills bacteria . *FASEB J.* : 24
- Pawlowska, A. M., De Leo, M., & Braca, A. (2006). Phenolics of *Arbutus unedo* L.(Ericaceae) fruits: Identification of anthocyanins and gallic acid derivatives. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(26), 10234-10238.
- Pelletier, N. (2010). LE DÉCLIN DES POPULATIONS D'ABEILLES AU QUÉBEC: CAUSES PROBABLES, IMPACTS ET RECOMMANDATIONS. *St-Colomban. Sherbrooke University*.
- Perez-Arquillué, C., Conchello, P., Ariño, A., Juan, T., & Herrera, A. (1994). Quality evaluation of Spanish rosemary (*Rosmarinus officinalis*) honey. *Food Chemistry*, 51(2), 207-210.
- Perna, A., Intaglietta, I., Simonetti, A., & Gambacorta, E. (2013). A comparative study on phenolic profile, vitamin C content and antioxidant activity of Italian honeys of different botanical origin. *International Journal of Food Science & Technology*, 48(9), 1899-1908.
- Pesson, P., & Louveaux, J. (1984). Pollinisation et productions végétales INRA. 663pp.
- Petretto, G. L., Urgeghe, P. P., Mascia, I., Fadda, C., Rourke, J. P., & Pintore, G. (2017). Stir bar sorptive extraction coupled with GC/MS applied to honey: optimization of method and comparative study with headspace extraction techniques. *European Food Research and Technology*, 243(5), 735-741.
- Petrov V. (1970). Mineral constituents of some Australian honeys as determined by atomic absorption spectrophotometry. *J. Apicult. Res.*, 9 (2), 95-101.
- Philippe J.M., 1994. Le guide de l'apiculture. 388p.
- Piazza M.G., Accorti M., Persano Oddo L. (1991) Electrical conductivity, ash, colour, and specific rotatory power in Italian unifloral honeys, *Apicoltura* 7, 51–63.
- Pichichero, E., Canuti, L., & Canini, A. (2009). Characterisation of the phenolic and flavonoid fractions and antioxidant power of Italian honeys of different botanical origin. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(4), 609-616.
- Pignatti, S. (1982). New species of *Limonium* from Italy and Tunisia. *Webbia*, 36(1), 47-56.
- Piro R, Guidetti G, Persano Oddo L, Piazza MG. Mathematical diagnosis of unifloral honeys, in: Sabatini AG, Bolchi Serrini G, Frilli R, Porrini C, editors. Il ruolo della ricerca in apicoltura Bologna: Litosei; 2002; pp 13-19.
- Piroux, M. (2014). *Ressources pollinifères et mellifères de l'Abeille domestique, Apis Mellifera, en paysage rural du nord-ouest de la France* (Doctoral dissertation).
- Piszcz, P., & Glód, B. K. (2019). Antioxidative Properties of Selected Polish Honeys. *Journal of Apicultural Science*, 63(1), 81-91.
- Pita-Calvo, C. and Vazquez, M. (2018). Honeydew Honeys: A Review on the Characterization and Authentication of Botanical and Geographical Origins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 66(11): 2523–2537.
- Pita-Calvo, C., & Vázquez, M. (2017). Differences between honeydew and blossom honeys: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 59, 79-87.
- Pontis, J. A., Costa, L. A. M. A. D., Silva, S. J. R. D., & Flach, A. (2014). Color, phenolic and flavonoid content, and antioxidant activity of honey from Roraima, Brazil. *Food Science and Technology*, 34(1), 69-73.
- Porrini C., Ghini S., Girotti S., Sabatini A.G., Gattavechia E. And Celli G. (2002). Honey bees: Estimating the Environmental Impacts of Chemicals”, ED.J. Devillers, M.H. Pham-Delegue, Taylor&Francis, London, 185–247.
- Porrini, C., Sabatini, A.G., Girotti, S., Ghini, S., Medrzycki, P., Grillenzoni, F., Bortolotti, L., Gattavecchia, E. et Celli, G. (2003). Honey Bees and Bee Products as Monitors of the Environmental Contamination. *Apiacta*, vol. 38, p. 63-70.
- Porto, R. G., Almeida, R. F., Cruz-Neto, O., Tabarelli, M., Viana, B. F., Peres, C. A., & Lopes, A. V. (2020). Pollination ecosystem services: A comprehensive review of economic values, research funding and policy actions. *Food Security: The Science, Sociology and Economics of Food Production and Access to Food*, 1-18.
- Pouget, M. (1979). *Les relations sol-végétation dans les steppes sud-algéroises (Algérie)* (Doctoral dissertation).
- Power, A.G. (2010). Ecosystem Services and Agriculture: Tradeoffs and Synergies. *Philosophical Transactions of The Royal Society, Biological Sciences*, vol. 365, p. 2959- 2971.
- Prdun, S., Kremer, D., Bubalo, D., & Svecnjak, L. (2020). Physico-chemical, melissopalynological and sensory characteristics of Satsuma mandarin honey (*Citrus unshiu* Marc.)/Fizikalno-kemijska, melisopalinoska i senzorska svojstva meda od unsijske mandarine (*Citrus unshiu* Marc.). *Journal of Central European Agriculture*, 21(2), 256-268.

- Primorac, L., Flanjak, I., & Topolnjak, Z. (2011). Specific rotation and carbohydrate profile of Croatian unifloral honeys. *Czech Journal of Food Sciences*, 29(5), 515-519.
- Proaño, A., Coello, D., Villacrés-Granda, I., Ballesteros, I., Debut, A., Vizuite, K., ... & Álvarez-Suarez, J. M. (2020). The Osmotic Action of Sugar Combined with Hydrogen Peroxide and Bee-Derived Antibacterial Peptide Defensin-1 is Crucial for the Antibiofilm Activity of Eucalyptus Honey. *LWT*, 110379.
- Prost J. P. (1987). L'apiculture .connaître l'abeille .conduire le rucher. 6^{ème} édition Lavoisier.597p.
- Prost J. P. et Le Conte Y. (2005). Apiculture. 7ème édition. Auteurs : Pierre Jean-Prost, Yves Le Conte. Édition : Tec & Doc.
- Puscas, A., Hosu, A., & Cimpoi, C. (2013). Application of a newly developed and validated high-performance thin-layer chromatographic method to control honey adulteration. *Journal of Chromatography A*, 1272, 132-135.
- Quezel P., Santa S. ; 1962.Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome 1.Éditions du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, 34-36.
- Quézel P., Santa S., 1962-1963. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. C.N.R.S.Paris,tome I(1962), tome II (1963), Vol. 1170 p
- Quézel, P., & Médail, F. (2002). Réponses de l'élément végétal (flore et végétation du bassin méditerranéen) à d'éventuelles modifications climatiques. *Changement climatique, fantasme ou réalité*, 39-45.
- Quézel, P., & Médail, F. (2003). Que faut-il entendre par" forêts méditerranéennes. *Forêt méditerranéenne*, 24(1), 11-31.
- Quézel, P., Barbero, M., Benabid, A., & Rivas-martínez, S. (1992). Contribution à l'étude des groupements forestiers et pré-forestiers du Maroc Oriental.
- Ramsay, E. I., Rao, S., Madathil, L., Hegde, S. K., Baliga-Rao, M. P., George, T., & Baliga, M. S. (2019). Honey in oral health and care: A mini review. *Journal of oral biosciences*, 61(1), 32-36.
- Rapport National-Algérie - n°5 MATE/PNUD, (2014). 5ème rapport national sur la mise en œuvre de la convention sur la diversité biologique au niveau national. 128p
- Rapport UNEP (2009). Global Biodiversity, Assessment.1995. MEDIOUNI (2000a), modifié et actualisé par l'équipe d'expert du 4ème Rapport National de l'Algérie au titre de la CDB.
- Raunkiaer, C. (1934). The life-forms of plants and their bearing on geography. *The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography*, 2-104.
- Rebiai, A., & Lanez, T. (2014). Comparative study of honey collected from different flora of Algeria. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 6(1), 48-55.
- Retzlaff, J. L. (2018). *How landscape filters local abundance: A test of the body size-foraging range hypothesis in bumble bees* (Master's thesis, Graduate Studies).
- Rezvannejad, E., Nasirifar, E., Lotfi, S., & Abdolinasab, M. (2019). Study and comparison of antibacterial activities of extracts of Zataria multiflora and Teucrium polium on Penicillium alvei. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 70(1), 1421-1428.
- Rigal M.L., (2012). Miel et gelée royale :Utilisations thérapeutiques dans le domaine cutané et applications en cosmétologie. Thèse pour le diplôme d'état de docteur en pharmacie. Université de Limoges. Faculté de pharmacie. 160 p.
- Roby, M. H., Abdelaliem, Y. F., Esmail, A. H. M., Mohdaly, A. A., & Ramadan, M. F. (2020). Evaluation of Egyptian honeys and their floral origins: phenolic compounds, antioxidant activities, and antimicrobial characteristics. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-9.
- Rodney, S., & Purdy, J. (2020). Dietary requirements of individual nectar foragers, and colony-level pollen and nectar consumption: a review to support pesticide exposure assessment for honey bees. *Apidologie*, 1-17.
- Rodolfo, J., (2003): Quality characters of essential oils from Rwanda. Part II : Eucalyptus, Basil and Vetiver. A SNAPP-USA, ASNAPP-Rwanda.
- Rodríguez-Flores, M. S., Escuredo, O., Seijo-Rodríguez, A., & Seijo, M. C. (2019). Characterization of the honey produced in heather communities (NW Spain). *Journal of Apicultural Research*, 58(1), 84-91.
- Roginsky V, Lissi EA. Review of methods to determine chain-breaking antioxidant activity in food. *Food Chemistry*. 2005;92:235–254. DOI: 10.1016/j.foodchem.2004.08.004
- Romano B., Ticinese U. C., (2009). Le chemin du miel. Atelier de reproduction, Agridea, 23p.

- Rosa, A., Tuberoso, C. I. G., Atzeri, A., Melis, M. P., Bifulco, E., & Dessì, M. A. (2011). Antioxidant profile of strawberry tree honey and its marker homogentisic acid in several models of oxidative stress. *Food Chemistry*, 129(3), 1045-1053.
- Rosatella, A. A., Simeonov, S. P., Frade, R. F., & Afonso, C. A. (2011). 5-Hydroxymethylfurfural (HMF) as a building block platform: Biological properties, synthesis and synthetic applications. *Green Chemistry*, 13(4), 754-793.
- Rossant, A., & Desmouliere, A. (2011). Le miel, un composé complexe aux propriétés surprenantes Thèse de doctorat: Pharmacie. *Limoges: Université de Limoges*, 132.
- Ruan, S., Wang, Z., Xiang, S., Chen, H., Shen, Q., Liu, L., ... & Weng, L. (2019). Mechanisms of white mustard seed (*Sinapis alba* L.) volatile oils as transdermal penetration enhancers. *Fitoterapia*, 138, 104195.
- Ruoff, K.; Luginbühl, W.; Kilchenmann, V.; Bosset, J.O.; Von Der Ohe, K.; Von Der Ohe, W.; Amadò, R.(2006). Authentication of the Botanical Origin of Honey using Profiles of Classical Measurands and Discriminant Analysis. *Apidologie*, 223, 22-29
- Saeed, M. A., & Jayashankar, M. (2020). Physico-chemical characteristics of some Indian and Yemeni Honey. *Journal of bioenergy and food science*, 7(2), 2832019.
- Sahin, F. T. S. K. H., & Erim, E. U. F. B. (2011). Evaluation of organic acid, saccharide composition and antioxidant properties of some authentic Turkish honeys. *Journal of Food and Nutrition Research*, 50(1), 33-40.
- Sahin, H. (2016). Honey as an apitherapeutic product: its inhibitory effect on urease and xanthine oxidase. *Journal of enzyme inhibition and medicinal chemistry*, 31(3), 490-494.
- Saidana, D., Mahjoub, M.A., Boussaada, O., Chriaa, J., Che'raif, I., Daami, M. et al., (2008). Chemical composition and antimicrobial activity of volatile compounds of *Tamarix boveana* (Tamaricaceae). *Microbiol Res* 163(4):445–455. doi:10.1016/j.micres.2006.07.009
- Saidj, D., Aliouat, S., Arabi, F., Kirouani, S., Merzem, K., Merzoud, S., ... & Ainbaziz, H. (2013). La cuniculture fermière en Algérie: une source de viande non négligeable pour les familles rurales. *Livest. Res. Rural Dev*, 25(8).4
- Salamanca GC., Serra Y., Belenguer JA. (2002). Estudio analítico comparativo de las propiedades fisicoquímicas de mieles de *Apis mellifera* En algunas zonas apícolas de los departamentos de Bocaya y Tolima. Publicación interna de la universidad del Tolima (Colombia) y de la universidad Politecnica. (España).
- Salehi, B., Sharifi-Rad, J., Quispe, C., Llaique, H., Villalobos, M., Smeriglio, A., ... & Castillo, C. M. S. (2019). Insights into *Eucalyptus* genus chemical constituents, biological activities and health-promoting effects. *Trends in Food Science & Technology*, 91, 609-624.
- Salvador, L., Guijarro, M., Rubio, D., Aucatoma, B., Guillén, T., Vargas Jentzsch, P., ... & Garrido, P. (2019). Exploratory monitoring of the quality and authenticity of commercial honey in Ecuador. *Foods*, 8(3), 105.
- Sánchez-Bayo, F., & Wyckhuys, K. A. (2019). Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological conservation*, 232, 8-27.
- Sant'Ana, L. D. O., Buarque Ferreira, A. B., Lorenzon, M. C. A., Berbara, R. L. L., & Castro, R. N. (2014). Correlation of total phenolic and flavonoid contents of Brazilian honeys with colour and antioxidant capacity. *International Journal of Food Properties*, 17(1), 65-76.
- Sanz M.L., Gonzalez M., de Lorenzo C., Sanz J., Martinez-Castro I. (2005). A contribution to the differentiation between nectar honey and honeydew honey. *Food Chemistry* 91 (2005) 313–317.
- Sarwar, R., Farooq, U., Khan, A., Naz, S., Khan, S., Khan, A., ... & Uddin, R. (2015). Evaluation of antioxidant, free radical scavenging, and antimicrobial activity of *Quercus incana* Roxb. *Frontiers in pharmacology*, 6, 277.
- Saxena S., Gautam S. And Sharma A., (2010a) . Physical, biochemical and antioxidant properties of some Indian honeys. *Food Chem* ; 1(3) : 202-203.
- Saxena, S., Gautam, S., & Sharma, A. (2010b). Microbial decontamination of honey of indian origin using gamma radiation and its biochemical and organoleptic properties. *Journal of food science*, 75(1), M19-M27.
- Scepankova, H., Saraiva, J. A., & Estevinho, L. M. (2017). Honey health benefits and uses in medicine. In *Bee Products-Chemical and Biological Properties* (pp. 83-96). Springer, Cham.
- Schade J.E., G.L.Marsh and J.E.Eckert (1958): Diastase activity and hydroxymethylfurfural in honey and their usefulness in detecting heat adulteration. *Food Research* 23, 446-463

- Scheau M, Fuiorea N. (1981). 7 L'apithérapie aurait été créée par le médecin grec Hippocrate : « Apithérapie roumaine. Passé et actualité » in A. 7. *Medical and Pharmaceutical Sciences*, International Congress of the History of Science. 16th. Proceedings. A. Scientific Sections.
- Schramm DD, Karim M, Schrader HR, et al (2000) Honey with high levels of antioxidants can provide protection to healthy human subjects. *J Agric Food Chem* 51:1500–5
- Schuette, H. A., & Remy, K. (1932). Degree of pigmentation and its probable relationship to the mineral constituents of honey. *Journal of the American Chemical Society*, 54(7), 2909-2913.
- Schuette, H. A., & Triller, R. E. (1938). Mineral constituents of honey: iii. Sulfur and chlorine. *Journal of Food Science*, 3(5), 543-547.
- Schuette, H. A., & Woessner, W. W. (1939). Mineral constituents of honey. 4. Sodium and potassium. *Food Research*, 4, 349-353.
- Schweitzer P, (2001). La couleur du miel .*Revue l'abeille de France N°872* .laboratoire d'analyse et d'écologie apicole.08p.
- Schweitzer P. (2004).La cristallisation des miels. *L'Abeille de France*, 901,149-157.
- Schweitzer P. (2005). Encore des miels hors normes. *Revue l'abeille de France N°917* .laboratoire d'analyse et d'écologie apicole. 03p.
- Seijo Rodriguez, A. (2017). *Caracterización de variedades de patata y seguimiento aerobiológico y fenológico para la predicción de "Phytophthora infestans"(Mont.) de Bary* (Doctoral dissertation, Biología vegetal e ciencias do solo).
- Sellami, W. (2014). Analyse de quelques miels et maladies d'Eucalyptus dans la région de Guelma.
- Selvaraju, K., Vikram, P., Soon, J. M., Krishnan, K. T., & Mohammed, A. (2019). Melissopalynological, physicochemical and antioxidant properties of honey from West Coast of Malaysia. *Journal of Food Science and Technology*, 1-14.
- Sereia, M. J., Março, P. H., Perdoncini, M. R. G., Parpinelli, R. S., de Lima, E. G., & Anjo, F. A. (2017). Techniques for the evaluation of physicochemical quality and bioactive compounds in honey. *Toledo, VAA Honey Analysis. London: IntechOpen*, 193-214.
- Serem, J. C., & Bester, M. J. (2012). Physicochemical properties, antioxidant activity and cellular protective effects of honeys from southern Africa. *Food Chemistry*, 133(4), 1544-1550.
- Serrano, S., Rodríguez, I., Moreno, R., & Rincón, F. (2019). Detection of key factors affecting specific optical rotation determination in honey. *CyTA-Journal of Food*, 17(1), 574-580.
- Shahbandeh, M. (2019). Honey market worldwide and in the U.S. – Statistics & Facts. <https://www.statista.com/topics/5090/honey-market-worldwide/> - pristup 26.4.2020.
- Shrestha, J. B. (2004). Honeybees and environment. Agriculture and Environment. Gender Equity and Environment Division. Ministry of Agriculture and Cooperatives, HMG, Nepal, 1-8.
- Si Sabeur S. (2019). Evaluation de la qualité du miel de la région de béni chograne, Mascara. *Dissertation pour Mémoire de fin de cycle en vue d'obtenir le diplôme de Master 2 en sciences agronomique Spécialité : Contrôle de qualité des aliments*. Université de Mostaganem Abdel Hamid Ibn Badis. P 89.
- Silberfeld, T., Reeb, C., & Doux, Y. (2013). *Guide des plantes mellifères: 200 plantes de France et d'Europe*. Delachaux et Niestlé.
- Silva, B., Biluca, F. C., Mohr, E. T. B., Caon, T., Gonzaga, L. V., Fett, R., ... & Costa, A. C. O. (2020). Effect of Mimosa scabrella Bentham honeydew honey on inflammatory mediators. *Journal of Functional Foods*, 72, 104034.
- Silva, B., Gonzaga, L. V., Fett, R., & Costa, A. C. O. (2019). Simplex-centroid design and Derringer's desirability function approach for simultaneous separation of phenolic compounds from Mimosa scabrella Bentham honeydew honeys by HPLC/DAD. *Journal of Chromatography A*, 1585, 182–191. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2018.11.072>.
- Silva, L. R., Videira, R., Monteiro, A. P., Valentão, P., & Andrade, P. B. (2009). Honey from Luso region (Portugal): Physicochemical characteristics and mineral contents. *Microchemical Journal*, 93(1), 73-77.
- Singleton V, Orthofer R, Lamuela-Raventos RA (1999) Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Meth Enzymol* 299:152–75
- Singleton V.L.et Rossi J.A. (1965) Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic- phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Technology and Viticulture*. 16, 144-153.

- Siriamornpun, S., Weerapreeyakul, N., & Barusrux, S. (2015). Bioactive compounds and health implications are better for green jujube fruit than for ripe fruit. *Journal of Functional Foods*, 12, 246-255.
- Skender, K. (1972). Situation actuelle de l'apiculture algérienne et ses possibilités de développement. *LN. A. Alger, dissertation pour Mémoire d'ingénieur*.
- Soria, A. C., González, M., De Lorenzo, C., Martínez-Castro, I., & Sanz, J. (2004). Characterization of artisanal honeys from Madrid (Central Spain) on the basis of their melissopalynological, physicochemical and volatile composition data. *Food Chemistry*, 85(1), 121-130.
- Souza, C. R., Baldim, I., Bankole, V. O., da Ana, R., Durazzo, A., Lucarini, M., ... & Oliveira, W. P. (2020). Spouted bed dried *Rosmarinus officinalis* extract: a novel approach for physicochemical properties and antioxidant activity. *Agriculture*, 10(8), 349.
- Stapleton, H. (1995). The use of herbal medicine in pregnancy and labour. Part I: An overview of current practice. *Complementary Therapies in Nursing and Midwifery*, 1(5), 148-153.
- Stavric, B., & Matula, T. I. (1992). Flavonoids in foods: their significance for nutrition and health. In *Lipid-soluble antioxidants: biochemistry and clinical applications* (pp. 274-294). Birkhäuser Basel.
- Stephens, J. M., Schlothauer, R. C., Morris, B. D., Yang, D., Fearnley, L., Greenwood, D. R., & Loomes, K. M. (2010). Phenolic compounds and methylglyoxal in some New Zealand manuka and kanuka honeys. *Food chemistry*, 120(1), 78-86.
- Stojković, M., Cvetković, D., Savić, A., Topalić-Trivunović, L., Velemir, A., Papuga, S., & Žabić, M. (2020). Changes in the physicochemical, antioxidant and antibacterial properties of honeydew honey subjected to heat and ultrasound pretreatments. *Journal of Food Science and Technology*, 1-12.
- Stosnach H. (2006). Honey by WD-XRF [archive], Bruker AXS Microanalysis GmbH, Berlin.
- Suh, S., & Huppel, G. (2002). Missing inventory estimation tool using extended input-output analysis. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 7(3), 134-140.
- Sužnjević, D. Ž., Pastor, F. T., & Gorjanović, S. Ž. (2011). Polarographic study of hydrogen peroxide anodic current and its application to antioxidant activity determination. *Talanta*, 85(3), 1398-1403.
- Swellam T., Miyanaga N., Onozawa M., (2003). Antineoplastic activity of honey in an experimental bladder cancer implantation model: in vivo and in vitro studies. *Int J Urol* ;10:213—9.
- T. C. Hales The Honeycomb Conjecture. [archive] 8 juin 1999,
- Taha, E. K. A., Al-Kahtani, S., & Taha, R. (2020). Comparison of the physicochemical characteristics of sidr (*Ziziphus* spp.) honey produced by *Apis florea* F. and *Apis mellifera* L. *Journal of Apicultural Research*, 1-8.
- Tani, C. K., Le Bourgeois, T., & Munoz, F. (2010). Aspects floristiques des adventices du domaine phytogéographique oranais (Nord-Ouest algérien) et persistance d'espèces rares et endémiques. *Flora Medit.*, 20, 29-46.
- Tanleque-Alberto, F., Juan-Borrás, M., & Escriche, I. (2020). Antioxidant characteristics of honey from Mozambique based on specific flavonoids and phenolic acid compounds. *Journal of Food Composition and Analysis*, 86, 103377.
- Taormina, P. J., Niemira, B. A., & Beuchat, L. R. (2001). Inhibitory activity of honey against foodborne pathogens as influenced by the presence of hydrogen peroxide and level of antioxidant power. *International Journal of Food Microbiology*, 69, 217-225.
- Tchoumboue J., Awah-Ndukum J., Fonteh F.A., Dongock N.D., Pinta J., & Mvondo Z.A. (2007). Physico-chemical and microbiological characteristics of honey from sudan-guinean zone of West Cameroon. *Africa J. Biotech.*, 6, 908-913.
- Teixeira, E. W., Negri, G., Salatino, A., & Stringheta, P. C. (2010). Seasonal variation, chemical composition and antioxidant activity of Brazilian propolis samples. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 7.
- Tekleweyni G. M., (2018). Physicochemical, Antimicrobial, Antioxidant and Sensory Characterization of Belete-Gera Forest Honey, Jimma, Ethiopia. Natural and Computational Sciences, *Center for food science and nutrition. Dissertation for School of Graduate studies of Addis Ababa University in partial fulfilment of the Degree of masters of Science in Food Science and Nutrition*.p.84
- Telailia, S., Boutabia, L., Necib, M., & Chefrou, A. (2011). Les plantes mellifères des massifs forestiers littoraux de l'extrême Est algérien: inventaire et étude melissopalynologique. In *Annales de l'INRGREF* (Vol. 15, pp. 215-229).
- Terrab , Angeles F. Recamales , Dolores Hernanz , Francisco J. Heredia (2004). Characterisation of Spanish thyme honeys by their physicochemical characteristics and mineral contents. *Food Chemistry* 88: 537-542.

- Terrab A., González A.G., Díez M.J. And Heredia F.J. (2003). Characterization of Moroccan unifloral honeys using multivariate analysis, *Rev, Europ Food Resea and Techn.*, 218, 88–95.
- Terrab, A., Díez, M. J., & Heredia, F. J. (2002). Characterisation of Moroccan unifloral honeys by their physicochemical characteristics. *Food chemistry*, 79(3), 373-379.
- Terzo, S., Mulè, F., & Amato, A. (2020). Honey and obesity-related dysfunctions: A summary on health benefits. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 108401.
- Thrasylvoulou A., Tananaki C., Goras G., Karazafiris E., Dimou M., Liolios V., Kanelis D., Gounari S. (2018). Legislation of honey criteria and standards. *Journal of Apicultural Research*, 57(1), 88–96. <https://doi.org/10.1080/00218839.2017.1411181>.
- Thrasylvoulou, A., Broeker, U., Chrysoula, T., Vilas-Boas, M., Wallner, K., Amsler, T., ... & El-Obeid, D. (2014). Improvements to the regulations on organic farming to facilitate the practice of organic beekeeping. *Bee World*, 91(3), 58-61.
- Tison, J. M., & De Foucault, B. (2014). FLORA GALLICA-FLORE DE FRANCE, Ed. *Biotope (Mèze)*, 1196p.
- Tomczak C. (2010) Utilisation du miel dans le traitement des plaies. Revue bibliographique Thèse de doctorat vétérinaire, Université Claude Bernard, Lyon
- Tornuk, F., Karaman, S., Ozturk, I., Toker, O. S., Tastemur, B., Sagdic, O., ... & Kayacier, A. (2013). Quality characterization of artisanal and retail Turkish blossom honeys: Determination of physicochemical, microbiological, bioactive properties and aroma profile. *Industrial Crops and Products*, 46, 124-131.
- Tosi E., Martinet R., Ortega M., Lucero H. and Ré E. (2008).Honey diastase activity modified by heating. *Food Chemistry*, 106 : 883-887.
- Tosun, M. (2013). Detection of adulteration in honey samples added various sugar syrups with ¹³C/¹²C isotope ratio analysis method. *Food Chemistry*, 138, 1629–1632
- Trapp, J., McAfee, A., & Foster, L. J. (2017). Genomics, transcriptomics and proteomics: enabling insights into social evolution and disease challenges for managed and wild bees. *Molecular ecology*, 26(3), 718-739.]
- Tuberoso, C. I. G., Jerkovic, I., Sarais, G., Congiu, F., Marijanovic, Z., & Kus, P. M.(2014). Color evaluation of seventeen European unifloral honey types by means of spectrophotometrically determined CIE L/C/abH_ab chromaticity coordinates.*Food Chemistry*, 145, 284–291.
- Tuley, P. (1995). *The palms of Africa*, The Trendine Press, Cornwall.
- Turkmen N, Sari F, Poyrazoglu ES, et al (2006) Effects of prolonged heating on antioxidant activity and colour of honey. *Food Chem* 95:653–7.
- Ulbricht, C., Abrams, T. R., Brigham, A., Ceurvels, J., Clubb, J., Curtiss, W., ... & Isaac, R. (2010). An evidence-based systematic review of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) by the Natural Standard Research Collaboration. *Journal of dietary supplements*, 7(4), 351-413.
- Ülgentürk, S., Cosic, B., Özdemir, I., İpek, A., & Sorkun, K. (2020). Honeydew producing insects in some forests of Turkey and their potential to produce of honeydew honey. *Baltic Forestry*, 26(1).
- Uthurry C.A., Hevia D., Gomez-Cordoves C. (2011) Role of honey polyphenols in health. *Journal of ApiProduct and ApiMedical Science* 3(4) : 141-159.
- Vaghela, J., & Reddy, A. (2016). Antioxidant potential of Apis florea honey from dryland ecosystem in Western India. *Int. J. Adv. Res*, 4, 1392-1402.
- Van den Berg, A. J. J., Van den Worm, E., Quarles van Ufford, H. C., Halkes, S. B. A., Hoekstra, M. J., & Beukelman, C. J. (2008). An in vitro examination of the antioxidant and anti-inflammatory properties of buckwheat honey. *Journal of wound care*, 17(4), 172-178.
- Van Der Steen, J. J. M. (2015). The foraging honey bee. *BBKA News-The British Bee Journal*, 2015(February), 43-46.
- Van Der Werf, S., & Peltékian, C. (2020). Émergence du coronavirus SARS-CoV-2: faire face à l'épidémie de Covid-19. *Virologie*, 24(S1), S3-S6.
- Van Dine D. L., Thompson A. R., (1908). Hawaiian honeys. *Bull. Hawaii agric. exp. Stn.*
- Vapa-Tankosić, J., Miler-Jerković, V., Jeremić, D., Stanojević, S., & Radović, G. (2020). Investment in Research and Development and New Technological Adoption for the Sustainable Beekeeping Sector. *Sustainability*, 12(14), 5825.

- Varju M. (1970). Teneur en éléments minéraux du miel d'acacia hongrois et corrélation avec la plante et le sol. *Z. Lebensm. Unters. Forsh.* 144 (5) 308-312.
- Vasić, V., Đurđić, S., Tosti, T., Radoičić, A., Lušić, D., Milojković-Opsenica, D., ... & Trifković, J. (2020). Two aspects of honeydew honey authenticity: Application of advance analytical methods and chemometrics. *Food chemistry*, 305, 125457.
- Vaughan, O. (2019). RoboBee breaks free. *Nature Electronics*, 2(7), 265-265
- Véla, E., & Benhouhou, S. (2007). Évaluation d'un nouveau point chaud de biodiversité végétale dans le Bassin méditerranéen (Afrique du Nord). *Comptes rendus biologiques*, 330(8), 589-605.
- Vela, L., de Lorenzo, C., & Perez, R. A. (2007). Antioxidant capacity of Spanish honeys and its correlation with polyphenol content and other physicochemical properties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(6), 1069-1075.
- Vennetier, M., Baudel, J., Piana, C., Martin, W., Ripert, C., & Lemoine, T. (2012). Débroussailllements réglementaires et potentiel apicole. Premiers résultats en Provence calcaire et perspectives.
- Verdan J.(2002) ; Projet de charte qualité miel du parc naturel régional de verdan, p.4.
- Vermeulen L., Pelerents C. (1965). Teneur en sucres, en phosphore et en fer de miels d'origine belge. *Medel, landbouwhogesch, Gent.* 30 (2), 527-541.
- Vololona, J., Ramavovololona, P., Noroalintseho Lalarivoniaina, O. S., & Goodman, S. M. (2020). Fleurs visitées par *Rousettus madagascariensis* G. Grandidier, 1928 (Chiroptera: Pteropodidae) dans la Réserve Spéciale d'Ankarana, Madagascar. *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 145(1), 49-67.
- Von der Ohe, W., & Von der Ohe, K. (1996). Characterizing honeydew honeys guided by specific saccharides. *Apidologie*, 4(27), 270-272.
- Von Frisch, K. (2013). *Tanzsprache und orientierung der bienen*. Springer-Verlag.
- Von Frisch, K., (1965). *The dance language and orientation of bees*. Belknap Press (Harvard University Press), Cambridge, 566p.
- Vorworhl G. (1964). Die Beziehung Zwischem der electrischen leitfahigkeit der honige und ihrer trachtmassigen Herkunft. In: *Ann. De Abeille* 7: 301-309.
- Wadhwa, J., Nair, A., & Kumria, R. (2013). Potential of plant mucilages in pharmaceuticals and therapy. *Current drug delivery*, 10(2), 198-207.
- Waring, A., & Waring, C. (2010). *Get Started in Beekeeping: A practical, illustrated guide to running hives of all sizes in any location*. Hachette UK.
- Wedmore, E.B. (1955). The accurate determination of the water content of honeys. *Bee World* 36, 197-206.
- Weiss S.J., Peppin G., Ortiz X., Ragsdale C., Test S.T. (1985) Oxidative autoactivation of latent collagenase by human neutrophils. *Science* 227: 747-9
- Wenner, A. M., Wells, P. H., & Johnson, D. L. (1969). Honey bee recruitment to food sources: olfaction or language?. *Science*, 164(3875), 84-86.
- Werner A., Laccourreye O. (2011). Honey in otorhinolaryngology: When, why and how? *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck diseases*, 128, 133—137
- White J.W. and F.W.Pairent (1959):Report on the analysis of honey. *Assoc. Off Agric. Chemists*, 42,341-348
- White J.W.: (1979). Spectrophotometric Method for Hydroxymethylfurfural in Honey, *J. Ass. Off. Anal. Chem.* 62, 509 .
- White Jr, J. W., Subers, M. H., & Schepartz, A. I. (1963). The identification of inhibine, the antibacterial factor in honey, as hydrogen peroxide and its origin in a honey glucose-oxidase system. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Specialized Section on Enzymological Subjects*, 73(1), 57-70.
- White, J.W.Jr., (1975). "Composition of Honey" in: *Honey A Comprehensive Survey* (Ed. Crane E); Heinemann, London pp: 157-206.
- Wilczynska, A. (2010). Phenolic content and antioxidant activity of different types of polish honey-a short report. *Polish journal of food and nutrition sciences*, 60(4).
- Wilczyńska, A. (2014). Effect of filtration on colour, antioxidant activity and total phenolics of honey. *LWT - Food Science and Technology*, 57: 767-774.

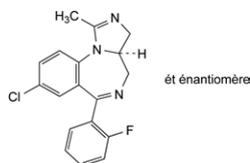
- Wildermuth, S. R., Young, E. E., & Were, L. M. (2016). Chlorogenic acid oxidation and its reaction with sunflower proteins to form green-colored complexes. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(5), 829-843.
- Willer, H., Lernoud, J., Huber, B., & Sahota, A. (2019). The World of Organic Agriculture, Statistics and Emerging Trends 2019 at BIOFACH 2019.
- Willis, K. J. (2017). State of the world's plants report-2017. Royal Botanic Gardens.
- Wojdyło, A., Carbonell-Barrachina, Á. A., Legua, P., & Hernández, F. (2016). Phenolic composition, ascorbic acid content, and antioxidant capacity of Spanish jujube (*Ziziphus jujube* Mill.) fruits. *Food chemistry*, 201, 307-314.
- Yao, L. H., Jiang, Y. M., Shi, J., Tomas-Barberan, F. A., Datta, N., Singanusong, R., & Chen, S. S. (2004). Flavonoids in food and their health benefits. *Plant foods for human nutrition*, 59(3), 113-122.
- Yuan K. C., Chien Yun A. S., Wimmer F. L. and Lim L. B. L. (2009). Determination of hydroxymethylfurfural in Brunei honey samples via the White method. *Scientia Bruneiana*, Volume 10, page 65-74
- Yücel, Y., & Sultanoglu, P. (2013a). Characterization of honeys from Hatay region by their physicochemical properties combined with chemometrics. *Food Bioscience*, 1, 16–25.
- Yücel, Y., & Sultanoğlu, P. (2013b). Characterization of Hatay honeys according to their multi-element analysis using ICP-OES combined with chemometrics. *Food Chemistry*, 140(1-2), 231-237.
- Zafar, M., Latafat, T., Zehra, A., & Farooqui, Y. (2020). Therapeutic Properties of Honey: A Review of Literature. *Research & Reviews: A Journal of Pharmacology*, 10(1), 41-49.
- Zaidi, H., Ouchemoukh, S., Amessis-Ouchemoukh, N., Debbache, N., Pacheco, R., Serralheiro, M. L., & Araujo, M. E. (2019). Biological properties of phenolic compound extracts in selected Algerian honeys—The inhibition of acetylcholinesterase and α -glucosidase activities. *European Journal of Integrative Medicine*, 25, 77-84.
- Zakaria, S. (2017). Natural remedies target different therapeutic pathways in oral mucositis induced by cancer chemo or radiotherapy. *Am J Phytomedicine Clin Ther*, 5, 1-6.
- Zappala M., Fallico B., Arena E. and Verzera A. (2005). Methods for the determination of HMF in honey : a comparison. *Food Control* , 16 : 273-277.
- Zeraïa, L. (1983). Protection de la flore. *Liste et localisation des espèces assez rares, rares et rarissimes*. Station Centrale de Recherche en Ecologie Forestière, Alger, Algérie.
- Zerrouk, S. H., Fallico, B. G., & Arena, E. N. (2011). Quality evaluation of some honey from the central region of Algeria. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 147(622), 1-5.
- Zerrouk, S., Escuredo, O., Rodríguez-Flores, M. S., & Seijo, M. C. (2020). Palynological characterisation of sedra honeys (*Ziziphus lotus*) produced in Algeria. *Grana*, 1-12.
- Zerrouk, S., Seijo, M. C., Boughediri, L., Escuredo, O., & Rodríguez-Flores, M. S. (2014). Palynological characterisation of Algerian honeys according to their geographical and botanical origin. *Grana*, 53(2), 147–158.
- Zhao, H. X., Zhang, H. S., & Yang, S. F. (2014). Phenolic compounds and its antioxidant activities in ethanolic extracts from seven cultivars of Chinese jujube. *Food Science and Human Wellness*, 3(3-4), 183-190.
- Zhao, H., Cheng, N., He, L., Peng, G., Xue, X., Wu, L., & Cao, W. (2017). Antioxidant and hepatoprotective effects of A. cerana honey against acute alcohol-induced liver damage in mice. *Food Research International*, 101, 35-44.
- Ziane, Y. (2014). *contribution à l'étude floristique du genre teucrium dans la region de Tlemcen* (Doctoral dissertation).
- Zocchi, D. M., Volpato, G., Chalo, D., Mutiso, P., & Fontefrancesco, M. F. (2020). Expanding the reach: ethnobotanical knowledge and technological intensification in beekeeping among the Ogiek of the Mau Forest, Kenya. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 16(1), 1-22.
- Zoubir, A. (1994). Introduction to steppe lands through the implementation of a development plan, the PDAU (Plan Directeur d'Amenagement et d'Urbanisme). The case of the Marhoum district (wilaya of Sidi-Bel-Abbes, Algeria). *Parcours Demain (CIHEAM)*.

Annexe

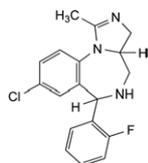
Annexe 1: Monographie du miel

PHARMACOPÉE EUROPÉENNE 8.0

Miel



I. (3aRS)-8-chloro-6-(2-fluorophényl)-1-méthyl-3a,4-dihydro-3H-imidazo[1,5-a][1,4]benzodiazépine,



J. 8-chloro-6-(2-fluorophényl)-1-méthyl-3a,4,5,6-tétrahydro-3H-imidazo[1,5-a][1,4]benzodiazépine.

01/2008:2051

MIE
L

Mel

DÉFINITION

Le miel est produit par l'abeille (*Apis mellifera* L.) à partir d'unectar de plantes ou des sécrétions de parties vivantes de plantes, que l'abeille récolte, transforme en les combinant à des substances auto-générées spécifiques, puis dépose, déshydrate, conserve et laisse mûrir et maturer dans la ruche.

PRODUCTION

Sil'abeille domestique a été exposée à un traitement en vue de prévenir ou de traiter des maladies ou des substances destinées à repousser, détruire ou combattre les ravageurs et les espèces indésirables de plantes et d'animaux, des mesures appropriées sont prises afin de s'assurer que le taux de résidus est le plus faible possible.

CARACTÈRES

Aspect: liquide visqueux qui peut être partiellement cristalin, déterminer la teneur en eau du miel à partir du tableau 2051.-1. sensiblement blanc à brun sombre.

IDENTIFICATION

Chromatographies sur couche mince (2.2.27).

Solution à examiner. Di solvez 0,6 g de miel dans 50 mL d'éthanol à 30 pourcent V/VR.

Solution témoin. Di solvez 0,5 g de fructose R, 0,5 g de glucose R et 0,1 g de saccharose R dans 100 mL d'éthanol à 30 pourcent V/VR.

Plaque: plaque au gel de silice pour CCMR.

Phase mobile: eau R, acétonitrile R (13:87 V/V).

Dépôt: 5 µL en bandes.

Développement: 3 fois sur un parcours de 15 cm.

Séchage: à l'air chaud.

Détection: pulvérisez une solution préparée comme suit: dissolvez 2 g de diphenylamine R et 2 mL d'aniline R dans 100 mL d'acétone R; ajoutez une solution d'acide phosphorique R à 850 g/L jusqu'à redi solution du précipité formé (environ 15-20 mL). Chauffez à 100-105 °C pendant 5-10 min, puis examinez à la lumière du jour.

Résultats: voir ci-après la séquence des bandes présentes dans les chromatogrammes obtenus avec la solution témoin et la solution à examiner. Par ailleurs, la faible bande brune de l'eau saccharose dans le chromatogramme obtenu avec la solution témoin peut également être représentée dans le chromatogramme obtenu avec la solution à examiner, ainsi qu'une ou plusieurs autres bandes faibles.

Haut de la plaque	
—	—
Fructose: une bande brun intense	Une bande brun intense (fructose)
Glucose: une bande bleu-gris intense	Une bande bleu-gris intense (glucose)
—	—
Solution témoin	Solution à examiner

ESSAI

Indice de réfraction (2.2.6) : au minimum 1,487 (équivalent à un teneur en eau maximale de 20 pourcent).

Homogénéisez 100 g de miel et transférez dans un flacon. Fermez hermétiquement le flacon, puis placez-le dans un bain-marie à 50 ± 0,2 °C jusqu'à dissolution de tous les cristaux de sucre. Refroidissez la solution à 20 °C et homogénéisez à nouveau, puis étalez immédiatement l'échantillon de façon uniforme sur le prisométre de réfraction. Déterminez l'indice de réfraction après 2 min dans le cas d'un réfractomètre d'Abbe, ou 4 min dans le cas d'un réfractomètre numérique. Utilisez le résultat moyen de 2 déterminations.

Conductivité (2.2.38) : au maximum 800 µS · cm⁻¹.

Utilisez la valeur obtenue pour l'indice de réfraction pour

déterminer la teneur en eau du miel à partir du tableau 2051.-1.

A l'aide de cette information, dissolvez une quantité de miel équivalente à 20,0 g de matières sèches dans de l'eau R, de façon à obtenir 100,0 mL de solution.

Angle de rotation optique (2.2.7) : au maximum +0,6°.

Utilisez la valeur obtenue pour l'indice de réfraction pour déterminer la teneur en eau du miel à partir du tableau 2051.-1. A l'aide de cette information, dissolvez une quantité de miel équivalente à 20,0 g de matières sèches dans 50 mL d'eau R. Ajoutez 0,2 mL d'ammoniaque concentrée R et complétez à 100,0 mL avec de l'eau R. Si nécessaire, décolorez la solution par addition de charbon actif R.

Les Prescriptions Générales (1) s'appliquent à toutes les monographies et autres textes

2987

Monographies M

Tableau 2051.-1.-Relation entre la teneur en eau et l'indice de réfraction du miel

Teneur en eau (pourcent/m)	Indice de réfraction à 20°C
15,0	1,4992
15,2	1,4987
15,4	1,4982
15,6	1,4976
15,8	1,4971
16,0	1,4966
16,2	1,4961
16,4	1,4956
16,6	1,4951
16,8	1,4946
17,0	1,4940
17,2	1,4935
17,4	1,4930
17,6	1,4925
17,8	1,4920
18,0	1,4915
18,2	1,4910
18,4	1,4905
18,6	1,4900
18,8	1,4895
19,0	1,4890
19,2	1,4885
19,4	1,4880
19,6	1,4875
19,8	1,4870
20,0	1,4865

Monographies M

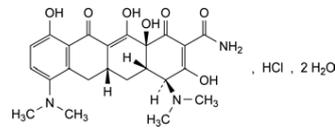
A_1 = absorbance à 284 nm,
 A_2 = absorbance à 336 nm,
 D = facteur de dilution, dans les cas appropriés.

Chlorures (2.4.4): aumaximum 350 ppm, déterminés sur 15 mL d'une solution de miel à 10 g/L.
Sulfates (2.4.13): aumaximum 250 ppm, déterminés sur 15 mL d'une solution de miel à 40 g/L.

01/2008:1030 corrigé 7.0

MINOCYCLINE (CHLORHYDRATE) DIHYDRATE

Minocyclini hydrochloridum dihydricum



$C_{22}H_{28}ClN_3O_7 \cdot 2H_2O$ M_r 530,0
 [13614-98-7]

DÉFINITION

Chlorhydrate de (4S,4aS,5aR,12aS)-4,7-bis(diméthylamino)-3,10,12,12a-tétrahydroxy-1,11-dioxo-1,4,4a,5,5a,6,11,12a-octahydrotétracène-2-carboxamide dihydrate.

Produit chimique synthétique dérivé d'un produit de fermentation.

Teneur: 96,0 pourcent à 102,5 pourcent (substance anhydre).

CARACTÈRES

Aspect: poudre cristalline, jaune, hygroscopique.

Solubilité: asez soluble dans l'eau, peu soluble dans l'éthanol à 96 pourcent. La substance est examinée dans des solutions d'hydroxyde de carbonate alcalins.

5-Hydroxyméthylfurfural: aumaximum 80 ppm, calculés sur la matière sèche.

Utilisez la valve obtenue pour l'indice de réfraction pour déterminer la teneur en eau du miel à partir du tableau 2051.-1. A l'aide de cette information, dissolvez une quantité de miel équivalente à 5,0 g de matière sèche dans 25 mL d'eau et transférez la solution dans une fiole jaugée de 50,0 mL à l'aide du même solvant. Ajoutez 0,5 mL d'une solution de ferrocyanure de potassium à 150 g/L et mélangez. Ajoutez 0,5 mL d'une solution d'acétate de zinc à 300 g/L et mélangez, puis complétez à 50,0 mL avec de l'eau (une goutte d'éthanol anhydre peut être ajoutée pour éviter la formation de mousse). Filtrez et transférez 5,0 mL de la solution filtrée dans 2 tubes séparés. Dans un des tubes, ajoutez 5,0 mL d'eau R (solution à examiner). Dans l'autre tube, ajoutez 5,0 mL d'une solution de bisulfite de sodium à 2,0 g/L (solution témoin). Déterminez dans les 60 min l'absorbance (2.2.25) de la solution à examiner par rapport à la solution témoin, à 284 nm et à 336 nm. Si l'absorbance à 284 nm est supérieure à 0,8, diluez, dans les mêmes proportions, la solution à examiner avec de l'eau R et la solution témoin avec une solution de bisulfite de sodium à 2,0 g/L, de façon à obtenir une absorbance inférieure à 0,8.

Calculez la teneur en 5-hydroxyméthylfurfural à l'aide de l'expression:

$$[A_1 - A_2] \cdot D \cdot 100 = \text{résultat}$$

IDENTIFICATION

A. Chromatographies sur couche mince (2.2.27).

Solution à examiner: dissolvez 5 mg de substance à examiner dans du méthanol R et complétez à 10 mL avec le même solvant.

Solution témoin (a): dissolvez 5 mg de chlorhydrate de minocycline SCR dans du méthanol R et complétez à 10 mL avec le même solvant.

Solution témoin (b): dissolvez 5 mg de chlorhydrate de minocycline SCR et 5 mg de chlorhydrate d'oxytétracycline SCR dans du méthanol R et complétez à 10 mL avec le même solvant.

Plaque: plaque agel des ilico octadécylsilylé F₂₅₄ pour CCMR.

Phase mobile: mélangez 20 volumes d'acétonitrile R, 20 volumes de méthanol R et 60 volumes d'une solution d'acide oxalique à 63 g/L préalablement ajustée à pH 2 avec de l'ammoniaque concentrée R.

Dépôt: 1 µL.

Développement: sur les 3/4 de la plaque.

Séchage: à l'air.

Détection: examinez en lumière ultraviolette à 254 nm.

Conformité du système: solution témoin (b):

- le chromatogramme présente 2 taches nettement séparées.

Annexe 02

Les réactifs des expériences

pH et Acidité libre

- une solution d'acide sulfurique 0,025 M
- une solution d'hydroxyde de sodium 0,05 M (vérifié par jour),
- l'eau distillée libre en dioxyde de carbone
- des solutions standards de pH (tampons de pH 7 et 9).

HMF

- **solution de Carrez I:**

Dissoudre 15 g d'hexacyanoferrate de potassium (II), $K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$ dans l'eau et compléter à 100 ml.

- **solution de Carrez II:**

Diluer 30 g d'acétate de zinc, $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$ et compléter à 100 ml. solution de bisulfite de sodium 0,20 g / 100 g :

Dissoudre 0,20 g de sulfite acide de sodium solide $NaHSO_3$, (métabisulfite, $Na_2S_2O_5$), dans l'eau et diluer à 100 ml. Préparer quotidiennement.

DIASTASE

Une solution de chlorure de sodium : dissoudre 2,9 g de chlorure de sodium dans de l'eau et diluer à 100 ml.

une solution tampon acétate (pH 5,3): 43,5g d'acétate de sodium (CH_3COONa), est dissout dans l de l'eau distillée. Le pH est ajusté à 5,3 avec de l'acide acétique glacial et le volume de la solution est ramené à 250ml avec de l'eau distillée.

- **Solution d'iode :**

11g d'iode bisublimé et 22g d'iodure de potassium sont dissouts dans 30 – 40ml d'eau distillée puis le volume est rapporté à 500ml.

- **Solution d'iode diluée :**

20g d'iodure de potassium sont dissouts dans de l'eau distillée, puis 2ml de la solution d'iode précédemment préparée y est ajouté avant de rapporter le volume à 500ml

Solutions de CARREZ I et CARREZ II

- **Solution de CARREZ I**

15g d'Hexacyanoferrate de Potassium $K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$ dissouts dans de l'eau en rapportant de volume à 100ml

- **Solution de CARREZ II**

30g d'Acétate de Zinc $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$, dissouts dans de l'eau en rapportant ensuite le volume à 100ml.

Sucres réducteurs et Saccharose

- **La solution de sucre inverti standard (10 g / L)**

Peser 9,5 g de saccharose pur, ajouter 5 ml d'acide chlorhydrique (environ 36,5% p / p HCl pur) et diluer avec de l'eau jusqu'à 100 ml environ. Conserver cette solution acidifiée pendant plusieurs jours à la température ambiante (environ 7 jour à 12 ° C à 15 ° C ou 3 jours à 20 ° C à 25 ° C), puis diluée à 1000 ml. (NB acidifié 1 sucre% inverti reste stable pendant plusieurs mois). Neutraliser un volume approprié de cette solution avec une solution 1 M d'hydroxyde de sodium (40 g / L) immédiatement avant utilisation et dilué à l'requis concentration (2 g / L) pour la normalisation.

- **La solution de bleu de méthylène**

Dissoudre 2 g bleu de méthylène dans de l'eau distillée et diluer à 1 litre.

Solution de CARREZ I : 21,9g d'acétate de zinc $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$ et 3g d'acide acétique glacial, ramené à 100ml avec de l'eau distillée.

Solution de CARREZ II : 10,6g de ferrocyanure de potassium $K_4[Fe(CN)_6] \cdot 3H_2O$, ramené à 100ml avec de l'eau distillée.

- L'acide chlorhydrique : 6,34 M, aqueuse, pour le saccharose apparent seulement
- L'hydroxyde de sodium : 5 M, aqueux, du saccharose.

Annexe 03 : Tableau des Résultats

E	couleur	lieu	TE (%)	HMF (mg/K g)	AL (%)	CE (mS/cm)	pH	Suc (%)	Glu-Fru (%)	AD (shade scale)	TC (%)	[α] _{D20}	Abs 450(mAU)	Pfund (mm)	TP (mgEAG/kg)	TF	dpph %	IC50	Frap (593)	Frap (700)	
1	blanc de l'eau	sidi daho	SBA	19	24,21	25,6	0,257	3,4	2,8	83,33	11,32	0,28	-12,9	269	1,41	146,93	15,00	25,38	19,84	70,37	10,06
2	blanc de l'eau	sfisef	SBA	15	15,96	13	0,185	3,7	2,97	61,35	11,11	0,185	-8,8	464	20,35	172,54	16,76	37,31	13,77	118,79	12,88
3	Ambre	tabia	SBA	16,6	27,63	28	0,522	3,2	1,04	73,53	40,54	0,33	-12	1159	97,6	907,00	25,67	75,90	6,86	487,50	38,24
4	extra ambre clair	sidi libeny oub	SBA	15,6	17,64	21	0,273	3	7,82	74,07	21,13	0,23	-12,8	619	31,465	285,23	19,26	42,33	11,54	226,80	16,50
5	extra ambre clair	foret bouhriz	SBA	16	27,17	22	0,276	3,1	4,5	75,61	17,06	0,24	-10,9	530	30,04	140,00	14,22	15,23	33,17	48,03	6,20
6	Blanc	sidi brahim	SBA	17	8,41	27	0,12	3,4	3,9	70,46	17,5	0,09	-10,8	632	32,24	283,60	20,12	51,02	9,83	354,54	30,59
7	ambre foncé	dhaya	SBA	17,4	4,67	50,3	0,633	4,3	1,19	70,18	19,48	0,52	-6,5	1572	197,972	943,31	26,21	69,76	7,64	539,65	38,36
8	extra ambre clair	Sidi-Bel-Abbès	SBA	15,6	19,37	18,8	0,605	3,5	1,73	76,92	14,63	0,72	-10,6	610	30,007	265,30	19,24	41,75	12,02	219,35	15,70
9	ambre clair	boukhenfis s	SBA	17,2	21,01	18	0,521	4,5	2,5	72,99	18,75	0,55	-12,2	671	89,29	404,7	19,42	46,15	10,87	282,66	21,74
10	Blanc	lac sidi mohamed benali	SBA	15,2	17,3	14	0,297	3,7	5,23	67,57	18,52	0,27	-7,1	627	32,235	289,42	19,20	43,50	11,52	230,52	17,71
11	ambre clair	Sidi yagoub	SBA	14,2	22,74	22	1,05	4,1	2,84	66,37	16,23	0,9	-10,2	785	71,603	484,5	19,65	47,28	10,51	305,01	24,15
12	Blanc	sidi brahim	SBA	15,4	14,05	12	0,274	3,6	0,97	70,20	24,19	0,23	-13,1	645	35,01	292,10	19,41	44,67	11,01	249,14	18,12
13	Ambre	tanira	SBA	15,6	20,45	19	0,335	3,7	2,3	79,37	18,52	0,34	-12,1	1175	100,29	798,00	21,12	71,40	7,41	452,87	35,02
14	ambre clair	sidi khaled	SBA	17	24,59	26	0,627	3,5	1,94	67,11	18,65	0,7	-6,4	905	76,85	492,68	20,96	67,53	7,87	424,93	34,62
15	Blanc	mont dhaya	SBA	16	14,06	18,2	0,3	4,42	1,31	70,53	17,65	0,28	-9,1	675	32,27	302,10	20,50	52,99	9,44	358,27	31,40
16	ambre clair	sebdou	Tlemcen	14,2	7,77	12,4	0,485	3,4	2,5	77,07	28,3	0,398	-7,3	792	75,633	496,76	20,03	47,72	10,11	309,85	24,96
17	blanc de l'eau	sabra	Tlemcen	17,8	13,7	12	0,294	3,7	1,46	70,92	8,22	0,27	-12,9	241	0,495	145,50	12,5	20,56	24,52	52,31	7,65
18	extra blanc	benisnouss	Tlemcen	16,8	24,84	27	0,205	3,9	2	71,43	8,02	0,192	-8,8	428	7,72	154,23	15,13	32,38	15,53	78,74	11,67
19	Ambre	ain nekrouf	Tlemcen	18,8	22,33	20	0,123	4,8	1,94	70,42	18,07	0,55	-9,1	855	79,402	548,8	20,04	49,71	10,01	319,91	26,97
20	ambre clair	ahfir	Tlemcen	18,6	21,77	18	0,313	3,4	4,9	65,78	20,24	0,3	-11,5	818	77,339	464,09	27,47	73,91	7,01	539,65	38,77
21	Ambre	terni	Tlemcen	17,8	16,4	12	0,35	4	2,3	68,97	17,39	0,37	-11,7	1235	103	883,60	24,32	72,94	7,23	465,16	37,28
22	blanc de l'eau	El aricha	Tlemcen	18,4	12,43	30	0,52	4,3	1,08	61,01	30,61	0,44	-16,1	244	0,667	146,25	12,23	22,61	22,30	66,34	9,42
23	ambre clair	sebdou	Tlemcen	19	18,28	22	0,286	3,5	1,2	60,21	21,43	0,25	-11,3	742	43	442,52	19,63	46,71	10,61	293,84	23,35

24	Blanc	sabra	Tlemcen	18,6	14,88	15	0,338	3,5	1,2	70,42	32,26	0,34	-11,5	683	39,29	305,52	19,50	46,15	10,74	282,66	19,73	
25	Ambre	TOUAYT A	SBA	16,2	8,83	37,8	0,565	3,4	2,8	55,55	14,88	0,5	-6,54	1131	97,48	795,60	21,02	69,23	7,83	449,14	34,62	
26	Blanc	boukhanef is	SBA	15,6	23,2	26,4	0,298	3,45	2,97	74,07	17,06	0,28	-12,8	567	29,264	263,80	18,24	41,73	12,03	208,18	15,70	
27	ambre clair	tassala	SBA	16,6	27,08	42	0,347	3,32	1,04	66,66	28,8	0,3	-12,1	759	56	411,40	19,65	46,71	10,70	290,11	21,74	
28	ambre foncé	tassala	SBA	17,3	5,46	50,2	0,239	4,29	4,82	66,60	27	0,315	-13,1	1602	194,75	638,20	20,75	57,54	9,44	360,88	31,80	
E	couleur	lieu	TE (%)	HMF (mg/Kg)	AL (%)	CE (mS/cm)	pH	Suc (%)	Glu-Fru (%)	AD (shade scale)	TC (%)	[α] ^D ₂₀	Abs 450(mAU)	Pfund (mm)	TP (mgEAG/kg)	TF	dpph %	IC50	Frap (593)	Frap (700)		
29	extra ambre clair	ouled ben dida	SBA	18,8	6,43	41,4	0,346	3,13	4,5	66,66	15,6	0,294	-8,8	517	24,43	196,79	17,08	37,66	13,35	133,69	14,09	
30	blanc de l'eau	dhaya	SBA	19	16,82	38	0,113	3,8	3,9	68,96	33,4	0,09	-12,9	265	4,43	203,90	17,23	38,17	13,34	133,69	14,09	
31	Ambre	Touayta	SBA	17,2	26,05	33	0,506	3,52	1,19	64,51	14,05	0,533	-13,1	995	95	698,00	20,85	65,55	8,06	403,71	33,82	
32	extra ambre clair	sebdou	Tlemcen	20	11,07	40,2	0,493	3,76	1,73	68,97	17,8	0,522	-8,54	422	7,72	158,60	15,69	34,31	14,65	78,74	12,08	
33	extra blanc	sebdou	Tlemcen	17,6	17,04	16,4	0,349	3,8	2,5	60,60	9,2	0,273	-12,9	461	13,66	158,60	15,80	34,73	14,47	83,33	12,48	
34	Blanc	sebdou	Tlemcen	15,4	26	28,2	0,302	3,63	5,23	64,00	14,23	0,276	-15,89	657	35,2	299,30	19,37	45,97	11,01	270,93	18,92	
35	Blanc	telagh	SBA	15,2	13	22	0,478	3,36	2,84	67,68	19,7	0,5	-9,1	602	35,802	302,50	20,10	47,89	10,10	315,81	24,96	
36	blanc de l'eau	sfisef	SBA	16,4	18,29	19,12	0,132	3,3	8,97	60,60	12,03	0,12	-23,56	227	5,18	214,20	17,82	39,33	13,15	163,48	14,49	
37	blanc de l'eau	boukhanef is	SBA	18,2	7,33	18,4	0,141	3,57	2,3	64,04	10,25	0,157	-8,8	163	0,29	135,70	13,56	14,02	50,08	25,68	4,03	
38	blanc de l'eau	boukhanef is	SBA	18,2	12,27	38	0,434	3,2	1,94	60,75	17,03	0,489	-12,1	259	5,949	289,54	19,22	43,56	11,23	237,97	18,12	
39	Blanc	sidi dahou	SBA	17	44,01	41,6	0,257	3,29	1,31	57,14	19,23	0,235	-	44,28	531	25,18	240,40	17,79	40,81	12,30	200,73	15,30
40	extra ambre clair	lac sidi mohamed benali	SBA	17,4	4,64	40	0,351	3,21	2,5	80,00	9,05	0,358	-28,91	487	21,46	192,50	17,02	37,63	13,44	129,96	14,09	
41	Ambre	berkeche	Aintemouchen	17,6	27,09	42	0,701	3,19	1,46	66,66	8,88	0,658	-5,6	822	78,659	548,3	20,05	49,57	10,08	316,18	26,93	
42	Blanc	sba	SBA	16,4	15,09	32,4	0,619	3,3	2	62,50	22,23	0,587	-23,57	580	30,35	178,60	17,27	37,38	13,46	123,63	14,09	
43	ambre clair	sebdou	Tlemcen	19,2	24,04	27,2	0,222	3,59	1,94	65,51	24,12	0,159	-13,1	757	56	475,50	19,69	46,77	10,54	303,89	23,35	
44	ambre clair	ain el berd	SBA	18,2	18,02	29,2	0,226	3,49	4,9	76,67	25,25	0,137	-19,22	691	92,634	406,20	19,60	46,15	10,87	290,11	21,74	
45	extra blanc	sebdou	Tlemcen	17,4	5,23	15	0,285	3,3	2,3	68,96	9,32	0,357	-10,27	462	14,78	168,98	16,02	35,96	13,97	118,79	12,88	
46	blanc de l'eau	boukhanef is	SBA	18	8,05	18,5	0,403	3,5	1,08	67,02	18,14	0,478	-12,8	288	1,41	147,80	12,94	27,52	18,30	76,42	10,47	
47	extra ambre clair	sabra	Tlemcen	17,9	15,87	19,87	0,602	3,1	1,2	66,07	15,19	0,587	-12,93	572	24,29	139,70	12,87	14,60	34,59	38,49	5,64	

48	Ambre	benisnouss	Tlemcen	17,2	42,58	46,78	0,324	4,68	1,2	61,58	14,56	0,222	-9,1	1182	102,43	802,20	21,70	72,91	7,23	457,34	35,83
49	Blanc	ain nekrouf	Tlemcen	16,8	10,67	29,87	0,439	3,99	2,90	70,30	19,65	0,354	-29,32	578	34,75	250,23	11,40	30,47	16,51	78,66	11,27
50	ambre clair	benisnouss	Tlemcen	17,8	16,98	16,65	0,529	3,68	3,60	65,68	28,2	0,381	-15,23	699	96,85	508,93	20,92	65,69	7,88	411,90	34,18
51	ambre foncé	ain nekrouf	Tlemcen	17,2	5,54	50,1	0,379	4,85	3,29	76,54	29,87	0,42	-12,1	1558	193,969	898,89	24,02	74,23	7,01	473,17	37,28
52	Ambre	terni	Tlemcen	18,4	43,55	47,03	0,222	4,70	1,09	71,07	12,25	0,204	-14,56	978	95	667,10	20,72	62,07	8,70	390,67	31,80
53	blanc de l'eau	Tessala	SBA	16,8	17,78	49,62	0,473	4,96	4,43	74,07	33,02	0,318	-12,9	247	0,724	145,60	14,85	21,35	23,61	63,28	9,26
54	Ambre	Dhayz	SBA	18,8	19,42	46,18	0,291	4,62	1,98	70,37	14,58	0,258	-11,12	782	64,54	489,50	19,72	47,58	10,47	306,87	24,56
55	ambre foncé	Mansourah	Tlemcen	18,6	5,84	51,2	1,2	5,12	2,05	66,33	19,23	0,89	6,39	1626	228,54	558,37	20,25	76,27	6,55	331,08	26,97
56	Ambre	sidi brahim	SBA	17,4	4,49	45,24	0,283	4,52	0,67	70,72	9,88	0,471	-12,8	925	82,373	574,4	20,54	50,48	9,90	344,86	27,78
57	Ambre	tanira	SBA	17,8	2,08	47,77	0,216	4,78	4,38	73,53	12,36	0,104	-7,98	988	95	671,12	20,80	63,58	8,70	401,84	33,01
E	couleur	lieu	TE (%)	HMF (mg/Kg)	AL (%)	CE (mS/cm)	pH	Suc (%)	Glu-Fru (%)	AD (shade scale)	TC (%)	[α] _{D20}	Abs 450(mAU)	Pfund (mm)	TP (mgEAG/kg)	TF	dpph %	IC50	Frap (593)	Frap (700)	
58	Blanc	sidi khaled	SBA	17	14,97	37,8	0,267	3,78	1,73	74,54	19,37	0,28	-13,1	630	24,35	274,40	20,41	50,38	9,93	353,43	29,39
59	blanc de l'eau	sfisef	SBA	20,8	13,83	36,9	0,289	3,69	4,45	76,54	19,8	0,2	-9,9	222	5,179	207,70	17,56	38,19	13,16	137,41	14,49
60	Ambre	tanira	SBA	15,4	28,39	46,75	0,37	4,67	2,88	73,89	10,52	0,305	-10,9	912	81,49	572,54	20,36	50,17	9,95	338,53	27,78
61	ambre foncé	Elfhouf	Tlemcen	15,4	5,78	51	1,02	5,78	1,82	65,68	25,36	0,86	2,1	164	231,67	673,63	20,79	78,94	6,33	401,84	33,21
62	Blanc	beni chougrane	SBA	15	16,85	49,9	0,247	4,99	7,87	72,44	15,34	0,233	-16,23	621	31,49	267,90	19,15	42,33	11,86	223,07	16,10
63	extra ambre clair	sidi daho	SBA	17,8	32,56	49	0,878	4,9	0,79	69,10	19,19	0,798	-3,8	458	9,952	162,12	15,84	35,17	14,29	92,72	12,48
64	Ambre	sidi brahim	SBA	16,6	21,71	47,8	0,292	4,78	6,76	76,22	33,36	0,247	-8,79	942	92,029	606,12	20,58	52,99	9,79	360,50	31,40
		MOY		17,2	17,43	30,78	0,40	3,87	2,80	69,13	18,89	0,37	-12,12	698,52	58,26	396,71	18,86	47,04	12,82	260,90	21,93
		Ecart-Type		1,40	9,32	12,96	0,22	0,64	1,82	5,72	7,24	0,20	6,83	353,15	55,87	233,41	3,25	16,30	7,25	141,62	9,83
		MIN		14,2	2,08	12,00	0,11	3,00	0,67	55,55	8,02	0,09	-44,28	163,00	0,29	135,70	11,40	14,02	6,33	25,68	4,03
		MAX		20,8	44,01	51,20	1,20	5,78	8,97	83,33	40,54	0,90	6,39	1 626,00	231,67	943,31	27,47	78,94	50,08	539,65	38,77

Annexe 04

Aspects bioclimatiques

La région de Sidi-Bel-Abbès est caractérisée par un climat méditerranéen avec une tendance à la semi-aridité caractérisé par une pluviométrie annuelle moyenne fluctuant entre 350 et 450 mm. Elle appartient à l'étage bioclimatique semi-aride à tendance continentale : hiver humide et froid, été sec et chaud, saisons intermédiaires courtes. En hiver, la neige tombe parfois en abondance, mais ne s'accroche pas et part avec le premier redoux. Des températures au lever du jour peuvent être basses, atteignant facilement l'extremum de -7°C si le ciel hivernal est limpide. Au printemps, les gelées blanches sont à redouter.

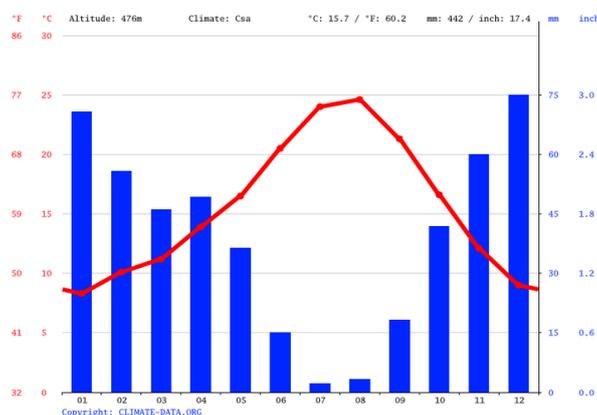


Figure 1: Diagramme ombrothermique

<https://fr.climate-data.org/afrique/algerie/sidi-bel-abbes/sidi-bel-abbes-369>

Du point de vue hydrographique, la Wilaya de Sidi-Bel-Abbès est répartie en trois (03) sous bassins versants :

- Cheurfa 2 : sur la partie ouest d'une superficie de 5.385.000 Ha ;
- Bouhanifia : sur la partie est d'une superficie de 288.000 Ha ;
- Chott Echergui : sur la partie sud d'une superficie de 262.000 Ha.

Par la présence de plusieurs nappes phréatiques et profondes et la résurgence d'importantes sources, la wilaya de Sidi-Bel-Abbès présente un potentiel hydrique de l'ordre de 16 Hm^3 par an (ADE, 2010).

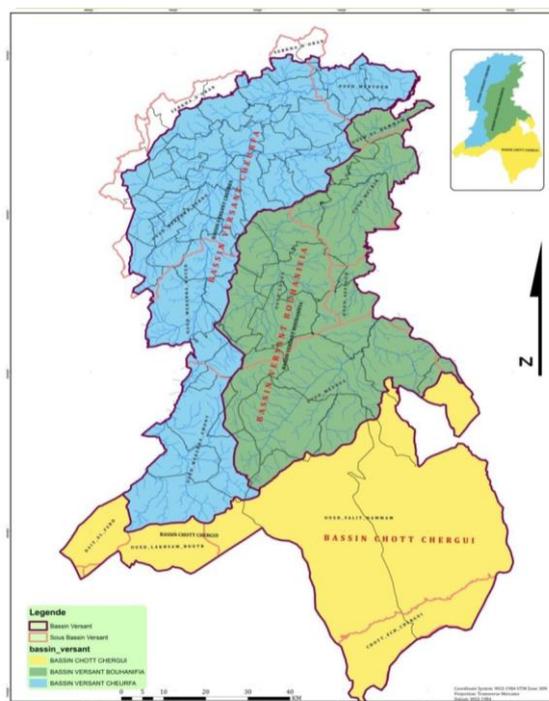


Figure 0-2: Les bassins versant de la wilaya da Sidi Bel Abbes

Le relief

Le relief peut être décomposé en trois grands ensembles naturels physiques distincts :

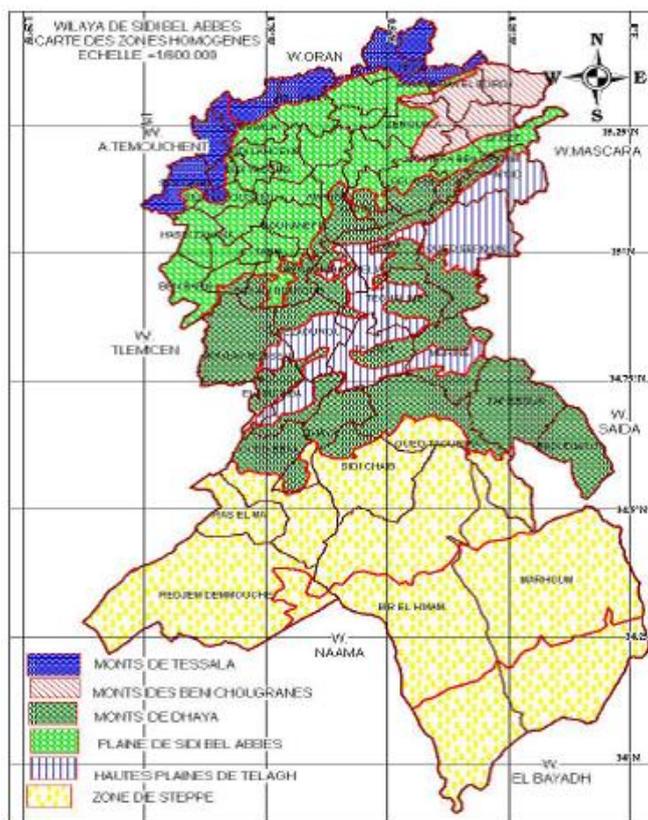


Figure 0-3: Le relief

1.1 Les zones de montagne

Elles couvrent une superficie totale de l'ordre de 2.250,37 km² soit 24,59% de la wilaya. Elles occupent au nord, les monts de Tessala, de Beni Chougrane sur environ 864,20 km² et la partie centrale de la wilaya par les monts de Dhaya environ 1.386,16 km².

- **Les monts de TESSALA et BENI CHOUGRANE (voir annexe 04, fig. 01)**

Ils occupent la partie septentrionale de la Wilaya et s'étalent sur une superficie de 864 km² ; ils se caractérisent par un relief en grande partie montagneux ou l'altitude est de 600 à 1000 mètres (Benabdeli *et al.*, 2015 ; Belahcene, 2019). Cet ensemble appartient à l'étage bioclimatique semi-aride inférieur avec un hiver tempéré imposé par l'influence marine et des précipitations annuelles de l'ordre de 400 mm (Benabdeli *et al.*, 2015). C'est un espace déboisé dans son ensemble à l'exception du djebel de Tessala et de la zone d'Ain-El-Berd. Les cultures annuelles dominent, les céréales occupent le plus fort taux. Actuellement une orientation vers les vignobles et l'arboriculture rustique se définit. Les principales formations végétales sont des taillis de chêne vert (*Quercus rotundifolia*) et des plantations de Pin d'Alep (*Pinus Halepensis*) colonisent quelques versants et les sommets de quelques montagnes (Benabdeli *et al.*, 2015).

- **Les monts de Dhaya (voir annexe 04, fig. 02)**

Ils occupent une superficie de 138.000 Ha et se caractérisent par leur relief montagneux boisés à plus de 52%. Ils appartiennent à l'Atlas tabulaire avec ses formations du crétacé carbonaté, l'altitude varie entre 600 et 1000 mètres (Benabdeli, 1996a et 1996b). C'est l'unique zone où l'étage bioclimatique est subhumide inférieur à variante froide à fraîche qui est encore présent. La pluviométrie moyenne annuelle enregistrée se situe entre 450 mm et 600 mm, justifiée par les formations forestières et agriculture. Les conditions climatiques assez favorables ont permis l'installation d'une végétation forestière assez remarquable dans sa composition et son comportement. Le climat d'hiver est propice à la neige. La rivière Mekerra, qui arrose Sidi-Bel-Abbès et Sig, prend sa source dans cette montagne. L'espace recouvre 72.000 Ha avec des formations assez denses constituées surtout de chênaies et de pineraies (Benabdeli, 1996).

- **1.2 Les zones de plaine :**

Elles couvrent une superficie totale de l'ordre de 3239,44 km² soit 35,40% de l'espace wilaya. Elles sont représentées par la plaine de Sidi-Bel-Abbès environ 2102,85 km² dont l'altitude varie entre 400 à 800 m et les hautes plaines de Telagh environ 1136,59 km² dont l'altitude varie de 400 à 1000 m (Meterfi *et al.*, 2011).

- **La plaine de Sidi-Bel-Abbès (ou le bassin de Sidi-Bel-Abbès) :**

L'ensemble regroupe les plaines de Ben Badis, Sidi Bel Abbes, Kaid Belarbi et Sfifef, totalisant une superficie plus de 22.000 Ha voilé de l'influence marine par la barrière de Tessala et Beni Chougrane. L'altitude de cet ensemble oscille entre 400 et 800 m (Côte, 1999). Cette plaine appartient à l'étage bioclimatique semi-aride à variante fraîche et avec une moyenne annuelle de précipitations de 318 mm. Les formations forestières couvrent environ 6% de la superficie totale, c'est l'agriculture qui occupe presque la totalité de la wilaya est localisé dans cet ensemble (BNEDER, 2008 ; Meterfi *et al.*, 2011).

- **Les hautes plaines de Télagh**

D'une superficie de 87 964 Ha, elles se définissent de plus en plus par leur structure de la zone du Sud de la Wilaya, les principales aquifères se situent dans cette zone (Mezaourou, Teghalimet et Sidi Ali Ben Youb). C'est une zone qui dispose a priori de tous les atouts pour un développement important surtout de l'activité agricole (Larabi, 2016). L'espace forestier est présent sur plus de 40% et arrive à préserver les terrains agricoles. Les cultures annuelles dominant et occupent plus de 57% de la surface agricole utile (SAU) avec une nette dominance d'une céréaliculture encore traditionnelle. Protégés de tous les côtés par les chaines montagneuses plus ou moins élevées, les hautes plaines de Télagh bénéficient d'un climat relativement clément à hiver frais. Les précipitations moyennes annuelles sont de l'ordre de 320 mm (Benabdeli, 1997).

- **Les zones de steppe voir (annexe 04, fig. 03)**

Elles constituent le sud de la wilaya et occupent une superficie totale de l'ordre de 3 660,82 km² soit 40% de l'espace wilaya. Elles occupent le versant Méridionale de l'Atlas Tellienne, c'est un domaine de vastes plaines quaternaires à relief relativement plat, l'altitude varie de 1000 à 1400 mètres (Zoubir, 1994). L'étage bioclimatique aride, froide domine cette zone, avec une pluviométrie annuelle ne dépasse pas les 200 mm imposant une contrainte naturelle. Les amplitudes thermiques tout au long de l'année sont fortes et imposent des conditions difficiles pour les végétaux. Les effets conjugués d'une sécheresse prolongée d'aléas climatiques et de surpâturage, sont arrivés à bout de toute végétation naturelle ou pratiquée. C'est le domaine de l'alfa (*Stipa tenacissima*) qui s'étend sur 52 000 Ha. Le domaine forestier est évalué à près de 22 000 Ha avec un taux de boisement des plus faibles de la région, seulement 6% (Moulay *et al.*, 2011).

Occupation générale des terres de la wilaya

L'importance de ces trois espaces justifie le fait que la wilaya devrait toujours s'orienté toujours vers un développement axé essentiellement sur l'agriculture, l'élevage et la sylviculture, malgré l'inadéquation entre le potentiel en sol de haute valeur agro pédologique et la faiblesse de ressources hydriques dues à la sécheresse consécutive d'une année à l'autre.

La wilaya de Sidi-Bel-Abbès est une zone caractérisée par une diversité naturelle (des terres forestières, agricoles et pastorales). Son patrimoine forestier est l'un des patrimoines le plus important au niveau régional.

Les terres de la wilaya de Sidi-Bel-Abbès se répartissent en cinq terres différentes mentionnées par ordre décroissant d'occupation :

Tableau 0-1: Répartition générale des terres dans la wilaya de Sidi-Bel-Abbès

Terres dans la wilaya de Sidi-Bel-Abbès	Superficie (Ha)	% de recouvrement de la superficie totale de la wilaya
La superficie agricole totale (SAT)	391660	43%
La terres agricole utile (SAU) est de	363191	94% du SAT
arboriculture en tant que fixatrice du sol	13027	3,58% de la SAU
Terres de parcours	162911	18%
Les forêts et sous-bois	205 672	22%
Terres alfatières	122 451	14%

Terres improductives	33613	3%
Les cultures herbacées (légumes secs, fourrage vert, céréales d'hiver, cultures industrielles, des maraichères et autres)	186.613	

Il s'agit donc d'une wilaya agricole et de parcours steppique et le taux de boisement est faible. Le découpage du territoire de la wilaya de Sidi-Bel-Abbès (BNEDER, 2008) ressort 08 zones et 11 sous zones homogènes.

Tableau 0-2: Répartition générale des terres dans la wilaya de Sidi-Bel-Abbès par zone

Zone	Sous zone	Total (Ha)	Typologie
Hautes plaines de Télagh	Hautes plaines de Télagh	87 964	Agricole
Hautes plaines steppique de Télagh	Chott Ech chergui	74 712	Zone humide
	Hautes plaines steppique partie nord	134 392	Pastorale <i>et</i> alfatière
Massif forestier du Télagh-Nord 1	Massif forestier du Télagh-Nord 1	77 795	Forestière
Massif forestier du Télagh-Nord 2	Massif forestier du Télagh-Nord 2	34 085	Forestière
Massif forestier du Télagh-Sud	Massif forestier du Télagh-Sud	97 764	Forestière
Monts de Tessala	Monts de Tessala	27 211	Agro-pastorale
Monts de Béni Chougrane-SBA	Monts de Béni Chougrane-SBA	30 622	Agro pastorale forestière.
Plaine de Sidi-Bel-Abbès	Plaine de Sidi-Bel-Abbès	144 787	Agricole
	Piémont de Sidi Dahou	19 164	Agricole

3.1 Importance des terres forestières

Les terres forestières (forêts, maquis et reboisement) occupent une superficie de 209 489Ha englobant 20 forêts domaniales alors qu'en 2005 elle n'était que de 205.672 Ha correspondant à un taux de reboisement de la Wilaya estimé à 22% (Chihab, 2019). Ce taux de reboisement est comme suit :

- Forêts proprement dites : 65.261 Ha soit 32% des terres forestières ;
- Maquis arboré : 49.203 Ha soit 24% des terres forestières ;
- Maquis : 91.208 Ha soit 44% des terres forestières.

3.2 . Localisation (C.F.SBA, 2020)

Selon la C.F.SBA (2020), le secteur des forêts regroupe 38 Communes forestières qui sont gérées par 06 circonscriptions. Les formations forestières sont concentrées essentiellement dans les Monts de Dhaya qui renferment 80% de la superficie forestière totale de la wilaya. Le reste des superficies forestières est situé dans les Beni Chougrane et Monts de Tessala.

Les forêts de la partie Nord : séparées de la partie centrale par la vaste plaine de Sfifef sont formées des forêts de Louza, Guetarnia qui rejoignent dans sa partie les monts de Béni Chougrane qui se prolongent vers Bou Hennech, Adala pour rejoindre la forêt d'El Gaada.

Les forêts de la partie centrale : sont constituées par les forêts de Kountaidat, Bouyetas Nord de Tenira, Moksi, Baudens qui se prolongent jusqu'à la limite de Mascara.

Les forêts de la partie sud de la wilaya : sont constituées par le chemin des monts de Dhaya qui se prolonge avec les monts de Zegla pour rejoindre Saida.

La Daïra de Merine occupe première position en termes de la taille de grandeur de son massif forestier. Elle occupe à elle seule (33,63 %) de la superficie forestière totale, en deuxième position on retrouve la Daïra de Télagh (11,94%), suivi de la Daïra de Mouley Slissen. Ainsi ces trois Daïras regroupent plus de la moitié (56,64%) des forêts de la wilaya. Les principaux massifs forestiers de la Wilaya sont situés sur les Monts de Dhaya à savoir :

- Forêt domaniale de Zegla : 56600 Ha ;

- Forêt domaniale Toumiet : 15000 Ha ;
- Forêt domaniale de Bouyetas : 14000 Ha ;
- Forêt domaniale de Slissen : 13000 Ha ;
- Forêt domaniale de Touazizine : 12000 Ha ;
- Forêt domaniale de Béni-methar : 9000 Ha.

3.3. Types des formations forestières

Les forêts de la wilaya de Sidi-Bel-Abbès sont à dominées par des matorrals et matorrals arborés par rapport aux forêts proprement dites :

- 66 770 Ha (41%) de matorral ; dont 38 309 sont clairs et 7 851 Ha denses.
- 38 929 Ha (24%) de matorrals arborés en Pin d'Alep.
- 55 998 Ha (35%) de forêts proprement dites. (Dahmani, 2010).

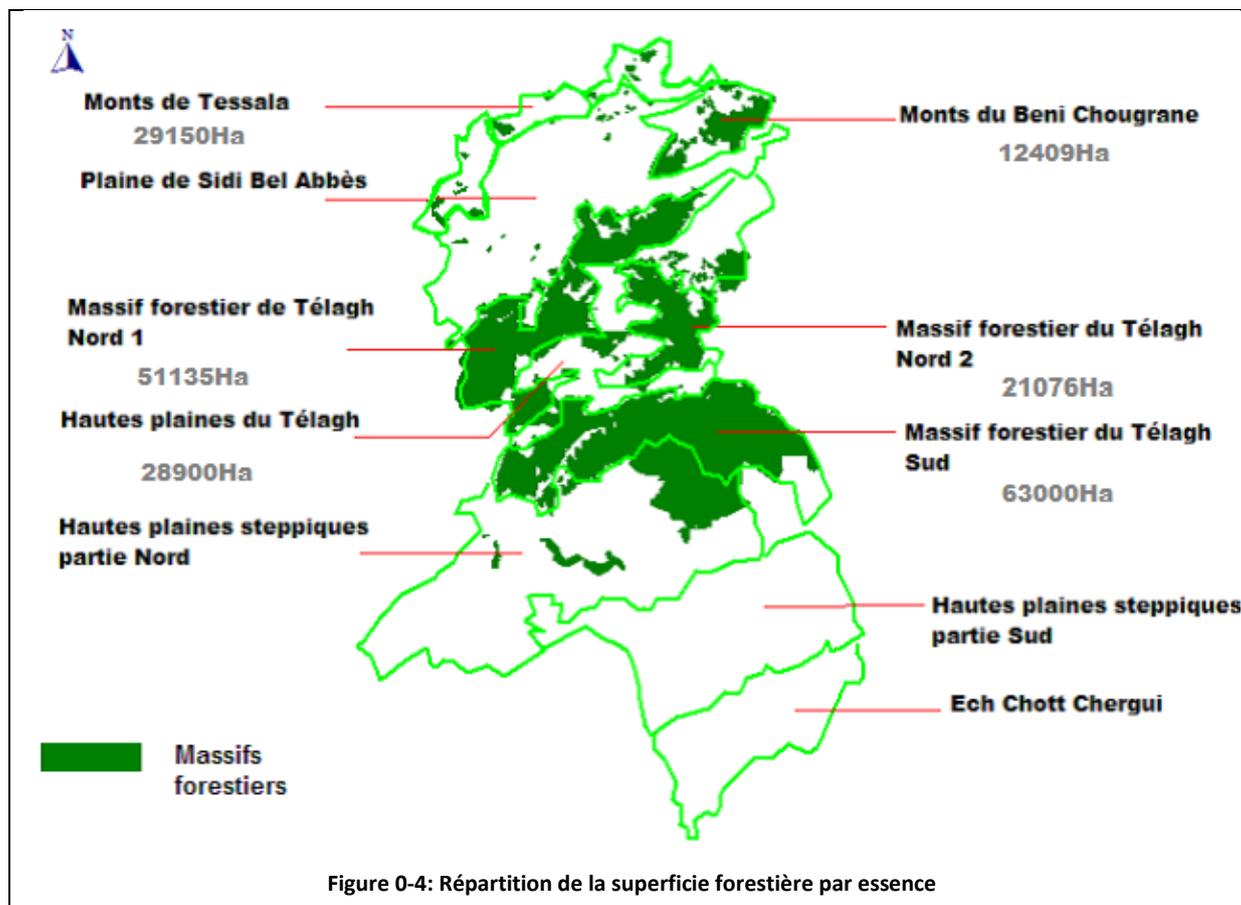
Larabi (2016) a signalé que les forêts proprement dites dans la Wilaya de Sidi-Bel-Abbès, sont constituées surtout de peuplement d'âge moyen. Les principales classes d'âge se présentent ainsi :

- Peuplements d'Age moyen (jeune futaie, perchis) : 44385.6 Ha soit (68%) ;
- Peuplements jeune (gaulis, bas perchis) : 18929.2 Ha soit (29%) ;
- Peuplements âgés (vieille futaie) : 1305.5 Ha soit (2%) ;
- Taillis : 652.7 Ha (1%).

3.4. Répartition de la superficie forestière par essence (Figure IV-17)

Du point de vue des essences forestières, les formations de Pin d'Alep sont largement dominantes avec une superficie de **63432 Ha** soit (**97%**). Les autres essences de moindre importance sont l'Eucalyptus qui occupe **1025 Ha** de superficie soit (**2%**) et le Chêne vert et le Thuya qui occupent tous une superficie de **816 Ha** soit (**1%**) de la superficie totale.

Les espèces du Matorral sont généralement : Chêne Kermès, Genévrier oxycèdre, Lentisque, Calicotome, Thuya, Chêne vert, Romarin, Doum, Ciste *et* alfa (Larabi, 2016).



Annexe 05

Questionnaire

a. Profils des apiculteurs

Sexe :

Homme	
Femme	

Adresse :

L'Age :

Depuis combien de temps exercez-vous ?

.....

Etes-vous un adhérent de :

l'association Djbel-Moksi	
la DAS	
aucune :	

Niveau d'instruction

Primaire	
moyen	
secondaire	
Universitaire	
Aucun	

Formation apiculture

Aucune formation	
Formation diplômante	
Formation en rucher	
Si autre, préciser :	

Affiliation à l'assurance

Aucune	
CRMA	
Si autre, préciser :	

La pluriactivité des apiculteurs

Vous êtes un apiculteur :

Professionnel	
Pluriactif	
Amateur	

Préciser l'activité secondaire

Métier	Depuis quand
L'agriculture	
L'enseignement	
Le commerce	
Professions libérales	
Autres (préciser)	

Où exercer vous vos activités ?

Dans votre commune	
Ailleurs	

.....

Les raison d'exercer cette activité

la baisse du revenu	
par choix	
autres	

L'expérience dans les activités agro-apicoles

Depuis quand exercez-vous ce métier d'apiculteur ?.....

Depuis quand exercez-vous ce métier d'agriculteur ?.....

Acquisition des pratiques apicoles

Comment avez-vous acquis les pratiques apicoles ?

proche	
voisin ou ami	
association	
réseaux sociaux	

Raisons du choix de l'activité d'apiculture

Profit	
Loisir	
Curiosité	
Amour	
Préserver la nature	
Autres (précisez)	

.....

Année du début de l'activité :

Fonction de la taille des exploitations

Combien de ruchers possédez-vous ?.....

Combien de types miels produisez-vous ?

Disponibilité de réseau de téléphonie mobile dans l'exploitation

Le réseau de téléphonie mobile est-il disponible ?.....

Intérêt pour différentes fonctionnalités numériques

Si on vous proposer une application pour vous aider dans votre activité, quelles seront les fonctionnalités qui vous semble importants ?

	très intéressé	intéressé	moyennement intéressé	pas intéressé	pas d'avis
services alertes					
partage des données					
gestion de matériel					
gestion comptable					
avis des consommateurs					
graphes et tableaux					
Météo					

Périodes de récolte, de début et fin de campagne apicole

	Période	
récolte du miel	mars-avril	
	juin-juillet	
début de compagne apicole	février	
	mars-avril	
fin de la saison apicole	juillet	
	août	
	octobre	
Produits récoltés	Miel	
	Propolis	
	Pollen	
	Gelée royal	
	Cire d'abeille	

Les zones apicoles d'installation

Où disposez-vous vos ruches ?

Forêt	
Fermes privés	
Pas de lieu fixe	
Autres lieu (précisez)	

Pourquoi choisissez-vous ce lieu ?

Présence de plantes mellifères	
Présence de source d'eau	
Accès facile au véhicule	
Surveillance quotidienne	
Autres (précisez)	

Avez-vous déjà perdu des ruches ?

Si oui pourquoi ?

Inondation	
Incendies	
Pluies	
Autres (précisez)	

La quantité de miel produite chaque année :

Quelle est la moyenne de quantité que vous obtenez chaque année ?

Où stockez-vous votre récolte ?

Dans des seaux hermétiques	
en pots	
Autres (précisez)	

Les plantes mellifères (PM) que vous connaissez ?

	meilleur PM de la région	PM que vous connaissez
Eucalyptus		
Jujubier		
Romarin		
Chardon		
Lavande		
Chausse Trape Jaune		
Carotte Sauvage		
Thym		
Armoise Blanche		
Moutarde Jaune		
Asphodèle		

Pin d'Alp		
Calycotome		

Les PM sont-elles ? :

Des Plantes Nectarifères	
Plantes Nectarifère et Pollinifères	
Plantes D'intérêt Apicole	
Autres.	

Avez-vous reçu une formation sur les plantes mellifères ?

Oui	
Non	

Zones d'installation des ruches

Quelle est la localisation de vos ruchers ?

Ces zones sont choisies en fonction de quoi ?

Disponibilité des plantes mellifères,	
Climat favorable	
La sécurité des ruches,	
L'absence de pesticide	
Autres	

Souffrance de l'impact des pesticides sur les ruches

Avez-vous souffert de l'impact des pesticides

Oui	
Non	

Si non, pourquoi ?

Choix de races Apis mellifera intermissa (l'abeille tellienne).

Pourquoi le choix de cette race ?

Sa disponibilité	
Facilité de son élevage	
Sa productivité.	

Facteurs influençant les pertes de colonies

syptomes rapportés par les apiculteurs

Abeilles mortes près delaruche	
Abeillesavecdesailesatrophiiées,noiresetdépilées	
Dépeuplementetaffaiblissementdelacolonie	
Petit paquet d'abeilles restant dans la ruche avec des quantités importantes de miel et de pollen stockes	
Petit paquet d'abeilles restant dans la ruche	
Renouvellement prématuré de jeunes reines en dehors de l'essaimage	
Diarrhées ou traces d'excréments sur la paroi des ruches	
Disparition des colonies à l'exception d'une grappe d'abeilles au cœur de la ruche	
Couvain abandonné et mort avec des réserves	
Abeilles atteint de varroa	

Quelles ont été les conséquences ?

diminution de la production	
mortalité	
diminution de ponte	
couvain en mosaïque	
Autres	

Annexe 06
Listes des plantes mellifères de la zone 01

<i>non scientifique</i>	famille	Intérêt	Nectar	Miellat	Pollen	Période De Floraison	Nom vernaculaire
<i>Acacia</i>	Fabaceae	4	2	2	0	avril-juin	acacia à gomme
<i>Acacia mimosa</i>	Fabaceae	6	3	3	0	Avril-Mai	Mimosa
<i>Ajuga iva (L.) Schreb.</i>	Lamiaceae	1	0	0	1	Mai et Juin	Ivette musquée
<i>Allium triticum</i>	Liliaceae	5	3	0	2	mai-juin	ail
<i>Ammi visnaga Gaertn.</i>	Apiaceae	2	0	0	2	juillet - septembre	Le khella, ou Noukha
<i>Anacyclus clavatus</i>	Asteraceae	4	2	0	2	Avril-Mai	L'anacycle tomenteux
<i>Anchusa azurea Mill.</i>	Boraginaceae	6	3	0	3	Juin-Août	Buglosse azurée
<i>Arbutus unedo L.</i>	Ericaceae	3	2	0	1	oct-jan	Arbousier
<i>Asparagus acutifolius L.</i>	Liliaceae	2	1	0	1	mai - juin	Asperge sauvage
<i>Asphodelus microcarpus</i>	Liliaceae	2	2	0	0	avril-mai	Asphodèle à petits fruits
<i>Astragalus caprinus</i>	Fabaceae	1	1	0	0	avril-mai	Astragale à gousses
<i>Bromus tectorum L.</i>	Poaceae	1	0	0	1	Mai-août	brome des murs
<i>Bryonia Dioica</i>	Cucurbitaceae.	1	0	0	1	mai à août	La Bryone dioïque Querioua
<i>Calendula arvensis L.</i>	Asteraceae	2	0	0	2	jan -octobre	Souci des champs
<i>Calycotome spinosa Link.,</i>	Fabaceae	5	2	0	0	Avril-juin	calicotome épineux
<i>Cardaria draba (L.) Desv.</i>	Brassicaceae	1	0	0	1	avril - juillet	pain blanc ou brocoli sauvage
<i>Carduus pycnocephalus</i>	Asteraceae	1	1	0	0	Mai-juillet	Chardon à petites fleurs
<i>Carthamus caeruleus L.</i>	Asteraceae	1	0	0	1	Mai - juillet	cardoncelle bleue
<i>Centaurea calcitrapa L</i>	Asteraceae	3	2	0	1	août-octobre	Centaurée Chausse-trape, neggar
<i>Centaurea cyanus L.</i>	Asteraceae	5	2	2	1	Mai-juillet	Centaurée, bleuet des champs
<i>Centaurea parviflora</i>	Asteraceae	2	2	0	0	mai-Juillet	centaurées
<i>Centaurea pullata L.</i>	Asteraceae	3	2	0	1	mai-Juillet	centaurées

<i>Ceratonia siliqua L</i>	Fabaceae	1	1	0	0	août-octobre	Le caroubier
<i>Chamaerops humilis L.</i>	Arecaceae	3	0	0	3	Avr-Jn	doum ou faux palmier doum
<i>cichorium intybus</i>	Asteraceae						chicoré
<i>Cistus albidus</i>	Cistaceae	4	0	0	4	Mrs-mai	Le Ciste cotonneux
<i>Cistus pompiliensis</i>	Cistaceae						
<i>Cistus salvifolius L.</i>	Cistaceae	4	0	0	4	Mrs-mai	Ciste à feuilles de sauge
<i>Citrullus lanatus</i>	Cucurbitaceae	2	2	0	0		pastèques melon d'eau
<i>Convolvulus althaeoides</i>	Convolvulaceae	1	0	0	1	Avr-Jun	Le liseron fausse-guimauve
<i>Crataegus monogyna Jacq.</i>	Rosaceae	8	3	2	3	Avr-Jun	Aubépine
<i>Cucurbita spp.</i>	Cucurbitaceae	4	3	0	1	juin-septembre	courges, courgettes
<i>Cupressus sempervirens</i>	Cupressaceae	2	0	0	2	fev	cyprés commun
<i>Cynara cardunculus</i>	Asteraceae	4	1	0	3	juin à octobre	chardons
<i>Cynara scolymus</i>	Asteraceae	5	2	0	3	Juin-octob	Artichaut
<i>Dactylis glomerata L.</i>	Poaceae	1	0	0	1	Avr-Sept	dactyle aggloméré
<i>Daphne gnidium L.</i>	Thymelaeaceae	4	2	0	2	sep - oct	Le Daphné garou
<i>Daucus carota L.</i>	Apiaceae	3	1	0	2	Jn-Juillet	Carotte
<i>Dittrichia viscosa (L.) Greuter.</i>	Asteraceae	2	1	0	1	Août à Octobre	L'Inule visqueuse
<i>Echinops sphaerocephalus</i>	Asteraceae	2	1	0	1	Jun-Sept	Chardon à tête-ronde
<i>Echium sp</i>	solanaceae	4	2	0	2	Echium plantagineum	Vipérine faux-plantain
<i>Eruca vesicaria (L.) Car.</i>	Brassicaceae	2	1	0	1	avril à juin	Roquette
<i>Eryngium triquetrum</i>	Apiaceae	2	1	0	1	Mai-Juillet	chardon bleu
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Myrtaceae	5	4	0	2	Juillet-sep	Le Gommier de Camaldoli
<i>Eucalyptus globulus</i>	Myrtaceae	5	4	0	2	Juillet-sep	eucalyptus
<i>Eucalyptus sideroxylon</i>	Myrtaceae	5	4	0	2	fev - oct	Eucalyptus
<i>Ficus carica L.</i>	MORACEES	2	1	0	1	mai à juillet	FIGUIER
<i>Foeniculum vulgare</i>	Apiaceae	1	1	0	0	juillet à septembre	fenouil
<i>Fraxinus</i>	Oleaceae						
<i>Fraxinus excelsior L.</i>	Oleaceae	1	0	0	1	avril-mai	Le frêne commun

<i>Glebionis coronaria</i> L.	Asteraceae	1	0	0	1	avril à septembre	Chrysanthème des jardins
<i>Hedera helix</i> L.	Araliaceae	7	4	0	3	septembre-octobre	Le Lierre
<i>Hedypnois rhagadioloides</i> (L.) F.W.Schmidt.	Asteraceae					Avril à Juillet	Hédypnois faux rhagadiolus
<i>Helianthemum apenninum</i> L.	Cistaceae	1	0	0	1	Mai à Juillet	Hélianthèmesrustica 31
<i>Hordeum maritimum</i>	Poaceae					Mai-août	orge faux seigle
<i>Hordeum vulgare</i> L.	Poaceae					Avril à Juin	Orge d'hiver à six rangs
<i>Hypochaeris radicata</i> L.	Asteraceae	1	0	0	1	Mai-septembre	la Porcelle enracinée
<i>Juniperus oxycedrus</i>	Cupressaceae	3	0	0	1	dec-janv	Genévrier oxycédre
<i>Linaria triphylla</i> (L.) Mill.	Plantaginaceae	1	0	0	1	Mrs-Août	La Linaire rampante
<i>Lobularia maritima</i> L.	Brassicaceae	2	1	0	1	Janvier à Décembre	Alysson, corbeilles d'argent
<i>Malva sylvestris</i> L.	malvacees	4	2	0	2	Mai	mauve
<i>Marrubium vulgare</i> L.	Lamiaceae					Mai-septembre	Le marrube blanc
<i>Medicago polymorpha</i> L.	Fabaceae	2	1	0	1	Mai-octobre	Luzerne
<i>Medicago rigidula</i> (L.) All.	Fabaceae					Mars à Juillet	luzerne à tige rigide
<i>Mentha pulgium</i>	lamiaceae	3	2	0	1		fliou
<i>Mentha rotundifolia</i> L.	lamiaceae	3	2	0	1	Juillet, Août	Menthe à feuilles rondes
<i>Mentha viridis</i>	lamiaceae	3	2	0	1	Juin-octob	Menthe verte
<i>Muscari comosum</i> L.	Asparagaceae	1	1	0	0	Avril à Juillet	Poireau roux
<i>Myrtus communis</i>	Myrtaceae	6	3	0	3	juin à août	la Myrte
<i>Nerium oleander</i> L.	Apocynaceae	2	1	0	1	juin à octobre	Laurier rose
<i>Olea europaea var. oleaster</i> L	Oleaceae	2	0	0	2	Avril à Mai	Olivier sauvage
<i>Olea europaea var. sativa</i> L.	Oleaceae	2	0	0	2	Mai-juillet	l'olivier domestique
<i>Onopordum macracanthum</i> Schousb.	Asteraceae	2	0	0	2	Juillet-septembre.	Chardon aux ânes
<i>Ornithogalum umbellatum</i> L.	Liliaceae	2	1	0	1	avril, mai.	L'ornithogale en ombelle
<i>Pallenis spinosa</i> (L.) Cass.	Asteraceae	1	0	0	1	juin à juillet	L'Astérolide épineux,
<i>Papaver rhoeas</i> L.	Papaveraceae	3	0	0	3	mai et juillet	Coquelicotrustica 48
<i>Phillyrea angustifolia</i> L.	Oleaceae	2	0	0	2	mars-avril	filaire à feuilles étroites
<i>Phlomis crinita</i> Cav.	Lamiaceae	1			1	Mai à Juillet	Aucun nom vernaculaire

<i>Picris echioides</i> L.	Asteraceae	2	1	0	1	juillet à octobre	La Picride fausse vipérine
<i>Pinus halepensis</i> Mill.	Pinaceae	2*	0	2	0	Mai	pin d'Alep
<i>Pistacia atlantica</i> Desf.	Anacardiaceae	2	1	0	1	avril à mai	Pistachier de l'Atlas
<i>Pistacia lentiscus</i> L.	Anacardiaceae	1	0	0	1	mars à mai	Pistachier lentisque
<i>Pistacia terebinthus</i> L.	Anacardiaceae	1	0	0	1	avril à juin.	Le Pistachier térébinthe
<i>Populus alba</i>	Salicaceae	3	2	0	1	mars - avril	Peuplier blanc
<i>Populus nigra</i>	Salicaceae	2	0	0	2	mars - avril	Peuplier noir
<i>Punica granatum</i>	Punicaceae	1	1	0	0	mai à août	Le grenadier commun
<i>Quercus coccifera</i> L.	Fagaceae	4*	0	2	2	avril-mai	Le Chêne des garrigues
<i>Quercus Ilex</i> L.	Fagaceae	5*	0	2	3	avril-mai	Le Chêne vert
<i>Ranunculus arvensis</i> L.	Ranunculaceae	3	2	0	1	mai à septembre	Chausse-trappe des blés
<i>Raphanus raphanistrum</i>	Brassicaceae	4	2	0	2	Mrs-Oct	Ravenelle
<i>Reseda alba</i> L.	Resdaceae	4	1	0	3	Février à Septembre	Réséda blanc
<i>Rhamnus</i>	Rhamnaceae	2	0	0	2		neprun noir
<i>Rhamnus alaternus</i> L.	Rhamnaceae	2	0	0	2	Mars à Avril	Nerprun alaterne
<i>Rhaponticum acaule</i> (L.) DC.	Asteraceae	1	0	0	1	mai-juin	Aucun nom vernaculaire
<i>Rosa canina</i> L.	Rosaceae	2	1	0	1	mai à juillet	Le Rosier des chiens
<i>Rosa micrantha</i>	Rosaceae						
<i>Rosa sempervirens</i> L.	Rosaceae	2	1	0	1	mai-juin	rose
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Lamiaceae	7	4	0	3	Toute l'année	Romarin
<i>Rosmarinus tournefortii</i>	Lamiaceae	5	3	0	2	Toute l'année	Romarin
<i>Rubia peregrina</i> L.	Rubiaceae	3	2	0	1	Juin-Juille	La Garance voyageuse
<i>Rubus ulmifolius</i> Schott.	Rosaceae	3	2	0	1	juin à août	La Ronce à feuilles d'Orme
<i>Rubus</i> L	Rosaceae	3	2	0	1	avril mai	ronce (mûres)
<i>Rumex bucephalophorus</i>	Polygonaceae	2	0	0	2	Juillet-septembre	L'oseille crépue
<i>Ruta chalepensis</i> L.	Rutaceae	1	1	0	0	mai à juillet	La Rue officinale
<i>Ruta montana</i> L.	Rutaceae					mai à août	Rue des montagnes
<i>Salix alba</i>	Salicaceae	3	0	0	3	mai	Saule blanc PEUPLIER

<i>Salix babylonica</i>	Salicaceae	1	0	0	1	Mars, Avril.	Saule pleureur à bois vert
<i>Salvia argentea</i> L.	Lamiaceae	1	1	0	0	juin-juillet	La Sauge argentée
<i>Salvia officinalis</i> L.	Lamiaceae	2	2	0	0	mai à juillet	sauge
<i>Schinus molle</i>	Anacardiaceae	5	3	0	2	avril à juillet	Poivrier d'Amérique
<i>Scolymus hispanicus</i> L.	Asteraceae	1	0	0	1	juillet à septembre	Le chardon d'Espagne
<i>Scolymus maculatus</i> L.	Asteraceae					Juin à Septembre	Scolyme maculé
<i>Sedum sediforme</i> (Jacq.) Pau.	Crassulaceae.	1	1	0	0	juin à août	orpin de Nice
<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn.	Asteraceae	3	2	0	1	mai et août	Chardon-Marie
<i>Sinapis alba</i>	Brassicaceae	5	3	0	2	Juillet-septembre.	Moutarde blanche
<i>Sinapis arvensis</i> L.	Brassicaceae	4	2	0	2	avril-sept	moutarde des champs faux-acacia
<i>Sisymbrium officinale</i> L.	Brassicaceae	2	1	0	1	mai à septembre	Le Sisymbre officinal
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Asteraceae	1	0	0	1	Juillet-Septembre	Laiteron maraîcher
<i>Stipa tenacissima</i> L.	Poaceae	3	0	0	3	février à juin	alfa
<i>Tamarix gallica</i> L.	Tamaricaceae	4	2	0	2	mai à août.	Tamaris commun
<i>Tetraclinis articulata</i>	Cupressaceae	1*	0	1	0	Janvier à Mars	Le cyprès de l'Atlas ou thuya de Berbérie
<i>Teucrium polium</i> L.	Lamiaceae	1	1	0	0	Jun-Août	Germandrée tomenteuse
<i>Thymelaea hirsuta</i> (L.) Endl.	Thymelaeaceae	1	0	0	1	octobre à avril	Passerine hérissée
<i>Thymus ciliatus</i> Desf.	Lamiaceae	2	2	0	0	Mars à Mai	Thym poilu rampant
<i>Trifolium angustifolium</i>	Fabaceae	oui				mai à septembre	trèfle des prés
<i>Trifolium cherleri</i> L.	Fabaceae	1	1	0	0	Juillet	Le trèfle scabre
<i>Trifolium stellatum</i> L.	Fabaceae	oui				mai à juillet	Le Trèfle étoilé
<i>Turgenia latifolia</i>	Apiaceae	1	1	0	0	Mai à Août	caucalis à larges feuilles
<i>Typha latifolia</i>	typhaceae	1	0	0	1	Aoû- Octobre	Massette
<i>Urginea maritima</i> L.	Liliaceae	2	2	0	0	septembre - novembre	bulbeuse scille
<i>Verbascum sinuatum</i> L.	Scrophulariaceae	1	0	0	1	juillet-octobre	La Molène à feuilles sinuées
<i>Viburnum tinus</i> L.	Adoxaceae	2	1	0	1	septembre à mai	Laurier-tin

<i>vitis venifera</i>	vitaceae	oui					dalia
<i>Ziziphus lotus</i> (L.) Lam.	Rhamnaceae	5	3	0	2	Mars -mai	jujubier

Liste des plantes mellifère de la zone 2

<i>non scientifique</i>	famille	Intérêt	Nectar	Miellat	Pollen	période de floraison	nom vernaculaire
<i>Acacia cyanophylla</i>	Mimosaceae	6	3	3	0	Avril-Mai	Mimosa
<i>Ajuga iva</i> L.,	Lamiaceae	4	2	0	2	Jan-Mai	Chendgoura
<i>Allium roseum</i>	Alliaceae	4	2	0	2	Avril-juin	Ail rosé
<i>Allium spp.</i>	Liliaceae	5	3	0	2	mai-juin	ail
<i>Artemisia absinthium</i> L.,	Liliaceae	2	1	0	1	mai à juin	Asperge sauvage
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	Asteraceae	?				Mai à Août	Astérolide aquatique
<i>Calamintha nepeta</i> L.,	Asteraceae	2	0	0	2	jan -oct	Souci des champs
<i>Calendula arvensis</i> L.	Fabaceae	5	2	0	0	Avril-juin	calicotome épineux
<i>Calycotome spinosa</i> Link.,	Fabaceae	1	1	0	0	août-octobre	Le caroubier
<i>Ceratonia siliqua</i> L.	Arecaceae	3	0	0	3	Avr-Jn	doum ou faux palmier doum
<i>Chamaerops humilis</i> L.	Cistaceae	4	0	0	4	Mrs-mai	Ciste à feuilles de sauge
<i>Cistus salviifolius</i> L.	Cucurbitaceae	2	2	0	0	mai, juin	pastèques melon d'eau
<i>Citrullus lanatus</i>	Cucurbitaceae	4	3	0	1	juin-septembre	courges, courgettes
<i>Cucurbita spp.</i>	Cupressaceae	2	0	0	2	fev	cyprès commun
<i>Cupressus sempervirens</i>	Asteraceae	5	2	0	3	Juin-octob	Artichaut
<i>Cynara scolymus</i>	Apiaceae	3	1	0	2	juillet-oct	carotte
<i>Daucus carota</i>	Apiaceae	3	1	0	2	Jn-Juillet	Carotter
<i>Daucus carota</i> L.	Ericaceae	8	4	0	4	Mars-Avril	la bruyère blanche
<i>Erica arborea</i> L.,	Fabaceae	*				Septembre en Décembre	Astragale du Portugal
<i>Eryngium maritimum</i> L.,	Apiaceae	2	1	0	1	mai à juillet	chardon bleu
<i>Eucalyptus globulus</i>	Myrtaceae	5	4	0	1	Juillet-sep	eucalyptus
<i>Ficus carica</i> L.	MORACEES	2	1	0	1	mai à juillet	FIGUIER

<i>Foeniculum vulgare</i>	Apiaceae	1	1	0	0	juillet à septembre	fenouil
<i>Glebionis coronaria</i> L.	Asteraceae	1	0	0	1	avril à septembre	Chrysanthème des jardins
<i>Juncus effusus</i> L.,	Juncaceae	2	1	0	1	juillet, Août	Jonc en spirale ou Jonc diffus
<i>Lavandula angustifolia</i> Mill.,	Lamiaceae	4	4	0	0	juillet	Lavande fine
<i>Malus pumila</i>	Rosaceae	11*	7	1	3	Janv-Mars	Le pommier
<i>Malva sylvestris</i> L.	malvacees	4	2	0	2	Mai	mauve
<i>Marrubium vulgare</i> L.	Lamiaceae	3	2	0	1	Mai-septembre	Le marrube commun
<i>Medicago arabica</i> (L.) Huds.,	Fabaceae	0				mai à juillet	
<i>Mentha rotundifolia</i> L.	Labiatae	2	1	0	1	Juillet, Août	Menthe à feuilles rondes
<i>Morea sisyrinchium.</i>	Iridaceae	2	0	0	2	avril à août	Iris faux sisyrhinque
<i>Olea europaea</i> var. <i>oleaster</i> L	Oleaceae	2	0	0	2	Avril à Mai	Olivier sauvage
<i>Pinus halepensis</i> Mill.	Pinaceae	2*	0	2	0	Mai	pin d'Alep
<i>Pistacia lentiscus</i> L.	Anacardiaceae	1	0	0	1	mars à mai	Pistachier lentisque
<i>Pistacia terebinthus</i> L.,	Anacardiaceae	1	0	0	1	avril à juin.	Le Pistachier térébinthe
<i>Plantago afra</i> L.,	Plantaginaceae	1	0	0	1	mai-août	plantain d'Afrique
<i>Plantago lagopus</i> L.	Plantaginaceae	1	0	0	1	mai-novembre	Plantain étroit
<i>Prunus amigdalus</i>	Rosaceae	5	3	0	2	Février à Mars	Amandier
<i>Prunus persica</i> var. <i>nucipersica</i>	Rosaceae	3	0	0	3	fev - mars	pêcher
<i>Punica granatum</i>	Punicaceae	1	1	0	0	mai à août	Le grenadier commun
<i>Quercus coccifera</i> L.	Fagaceae	4*	0	2	2	avril-mai	Le Chêne des garrigues
<i>Quercus Ilex</i> L.	Fagaceae	5*	0	2	3	avril-mai	Le Chêne vert
<i>Reseda alba</i> L.	Resdaceae	4	1	0	3	Février à Septembre	Réséda blanc
<i>Reseda phyteuma</i>	Resedaceae	1	0	0	1	Avril-sept	Réséda raiponce
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Lamiaceae	7	4	0	3	Toute l'année	Romarin
<i>Rosmarinus tournefortii</i>	Lamiaceae	5	3	0	2	Toute l'année	Romarin
<i>Salix babylonica</i>	Salicaceae	1	0	0	1	Mars, Avril.	Saule pleureur à bois vert

<i>Salvia officinalis</i> L.	Lamiaceae	2	2	0	0	mai à juillet	sauge
<i>Satureja montana</i>	Lamiaceae	6	3	0	3	Avril-sept	Sariette des montagnes
<i>Scolymus hispanicus</i> L.	Asteraceae	1	0	0	1	juillet à septembre	Le chardon d'Espagne
<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn.	Asteraceae	3	2	0	1	mai et août	Chardon-Marie
<i>Sinapis alba</i>	Brassicaceae	5	3	0	2	Juillet–septembre.	Moutarde blanche
<i>Stipa tenacissima</i> L.	Poaceae	3	0	0	3	février à juin	alfa
<i>Tetraclinis articulata</i>	Cupressaceae	1*	0	1	0	Janvier à Mars	Le cyprès de l'Atlas ou thuya de Berbérie
<i>Teucrium polium</i> L.	Lamiaceae	1	1	0	0	Jun-Août	Germandrée tomenteuse
<i>Thymus officinalis</i> L.,	Lamiaceae	4	3	0	1	mai à juillet	thym officinal
<i>Thymus vulgaris</i> L.,	Lamiaceae	5	3	0	2	avril à septembre	Thym commun
<i>Vitis vinifera</i> 'Cardinal	vitaceae	1	0	0	1	mai juin	La vigne Cardinal
<i>Vitis vinifera</i> 'Muscat	vitaceae	1	0	0	1	mai juin	LA VIGNE MUSCAT
<i>vitis vinifera</i> 'victoria'	vitaceae	1	0	0	1	mai juin	LA VIGNE VICTORIA
<i>Ziziphus lotus</i> (L.) Lam.	Rhamnaceae	5	3	0	2	Mars -mai	jujubier

Liste des plantes mellifère de la zone 3

<i>Nom Scientifique</i>	famille	Intérêt	Nectar	Miellat	Pollen	période de floraison	nom vernaculaire
<i>Acacia cyanophylla</i>	Fabaceae	6	3	3	0	Avril-Mai	Mimosa
<i>Ajuga iva</i> L.,	Lamiaceae	4	2	0	2	Jan-Mai	Chendgoura
<i>Allium roseum</i>	Alliaceae	4	2	0	2	Avril-juin	Ail rosé
<i>Amygdalus communis</i>	Rosaceae	3	2	0	1	Janv-fév	L'amandier
<i>Anacyclus clavatus</i>	Asteraceae	4	2	0	2	Avril-Mai	L'anacycle tomenteux
<i>Arbutus unedo</i> L.	Ericaceae	3	2	0	1	Octobre-jan	Arbousier
<i>Artemisia herba alba</i>	Asteraceae	*				juillet à octobre	Armoise herbe blanche chih

<i>artemisia mestalantica</i>	Asteraceae	oui					
<i>Asparagus acutifolius</i> L.,	Liliaceae	2	1	1	0	juillet à septembre	Asperge sauvage e
<i>Asphodelus microcarpus</i>	Liliaceae	2	2	0	0	avril-mai	Asphodèle à petits fruits
<i>Astragalus cicer</i>	Fabaceae	2	1	1	0	Avril-Mai	
<i>Calycotome spinosa</i> Link.,	Fabaceae	5	2	0	0	Avril-juin	calicotome épineux
<i>Calycotome villosa</i>	Fabaceae	2	0	0	2	mars à juin.	Le calicotome velu
<i>Celtis australis</i>	Cannabaceae	2	1	0	1	av	Micocoulier austral
<i>Centaurea calcitrapa</i> L	Asteraceae	3	2	0	1	août-octobre	Centaurée Chausse-trape
<i>Centaurea eriophora</i> L.	Asteraceae	3	2	0	1	av	centaurées
<i>Centaurea parviflora</i>	Asteraceae	2	2	0	0	mai-Juillet	centaurées
<i>Centaurea pullata</i> L.	Asteraceae	1	0	0	1	mai-Juillet	centaurées
<i>Ceratonia siliqua</i> L	Fabaceae,	1	1	0	0	août-octobre	Le caroubier
<i>Chamaerops humilis</i> L.	Arecaceae	3	0	0	3	Avr-Jn	doum ou faux palmier doum
<i>chrysanthemum</i>	Asteraceae	4	2	0	2	Août- Octobre	
<i>Cistus albidus</i>	Cistaceae	4	0	0	4	Mrs-mai	Le Ciste cotonneux
<i>Cistus incanus</i>	Cistaceae	2	0	0	2	Mai-juin.	Ciste de Crète
<i>Cistus ladaniferus</i>	Cistaceae	2	0	0	2	Avr-Jun	Ciste ladanifère
<i>Cistus salvifolius</i>	Cistaceae	4	0	0	4	Mrs-mai	Ciste à feuille de sauge
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	Rosaceae.	7	3	0	4	Avr-Jun	Aubépine
<i>Cupressus sempervirens</i>	Cupressaceae	2	0	0	2	fev	cyprès commun
<i>Cytisus arboreus</i>	Fabaceae	1	0	0	1	Octobre à Avril	gênet
<i>Cytisus triflorus</i>	Fabaceae	1	0	0	1	Mrs-Avr	Cytise à trois fleurs
<i>Dactylis glomerata</i> L.	Poaceae	1	0	0	1	Avr-Sept	dactyle aggloméré
<i>Daphne gnidium</i> L.	Thymelaeaceae	4	2	0	2	sep - oct	Le Daphné garou
<i>Echinops spinosus</i> L.	Asteraceae	2	1	0	1	avril - juin	chardon bleu
<i>Echium pycnanthum</i>	Boraginaceae	4	2	0	2	mars à avril	vipérine
<i>Erica arborea</i> L.,	Ericaceae	4	3	0	1	mars à mai	bruyère blanche

<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Myrtaceae	5	4	0	2	Juillet-sep	Le Gommier de Camaldoli
<i>Eucalyptus globulus</i>	Myrtaceae	5	4	0	2	déc-jan	eucalyptus
<i>Eucalyptus sideroxylon</i>	Myrtaceae	5	4	0	2	fev - oct	Eucalyptus sideroxylon
<i>Eucalyptus viminalis</i>	Myrtaceae	4	2	0	2		Eucalyptus viminalis
<i>Ficus carica L.</i>	MORACEES	2	1	0	1	mai à juillet	FIGUIER
<i>Genista cinerea</i>	Fabaceae	2	0	0	2	Avril à Juillet	Genêt cendré
<i>Genista erioclada</i>	Fabaceae	2	0	0	2	Mai à Juillet	Aucun nom vernaculaire
<i>Genista quadriflora</i>	Fabaceae	4	2	0	2	Mai à Juillet	Genista
<i>Genista tricuspida</i>	Fabaceae	2	0	0	2	Mars-Juin	Aucun nom vernaculaire
<i>Gleditsia triacanthos</i>	Fabaceae	4	3	0	1	juin-juillet.	Carouge à mie
<i>Globularia alypum L.</i>	Plantaginaceae	1	1	0	0	Oct-Mars	La Globulaire buissonnante
<i>Helianthemum apenninum L.</i>	Cistaceae	1	0	0	1	Mai à Juillet	Hélianthèmesrustica 31
<i>Helianthemum halimifolium</i>	Cistaceae	1	0	0	1	avril à juin	Ciste jaune
<i>Helianthemum racemosum</i>	Cistaceae	1	0	0	1	Mars à Avril	Aucun nom vernaculaire
<i>Helichrysum stoechas</i>	Asteraceae	2	2	0	0	juillet, août.	L'immortelle commune
<i>Jasminum fruticans</i>	Oleaceae	4	2	0	2	décembre à avril	le Jasmin ligneux
<i>Juniperus communis L.</i>	Cupressaceae	1	0	0	1	Avril à Mai	Genièvre
<i>Juniperus oxycedrus</i>	Cupressaceae	3	0	0	1	dec-janv	Genévrier oxycédre
<i>Lavandula daniela</i>	Lamiaceae	6	4	0	2	juillet à septembre	Lavande daniela
<i>Malus pumila</i>	Rosaceae	3	2	0	1	Janv-févr	Le pommier
<i>Mentha rotundifolia L.</i>	Labiatae	3	2	0	1	Juillet, Août	Menthe à feuilles rondes
<i>Mentha viridi</i>	Labiatae	3	2	0	1	Juin-octob	Menthe verte
<i>Myrtus communis</i>	Myrtaceae	6	3	0	3	juin à août	la Myrte
<i>Olea europaea var. oleaster L</i>	Oleaceae	2	0	0	2	Avril à Mai	Olivier sauvage
<i>Olea europaea var. sativa L.</i>	Oleaceae	2	0	0	2	Mai-juillet	l'olivier domestique
<i>Olea Europea</i>	Oleaceae	2	0	0	2	Mai-juin	l'Olivier
<i>Phillyrea angustifolia L.</i>	Oleaceae	2	0	0	2	mars-avril	filaire à feuilles étroites

<i>Phillyrea media</i>	Oleaceae	1	0	0	1	avril-mai	Filaire intermédiaire, Alavert, Aouret
<i>Pinus brutia</i>	Pinaceae	1	0	0	1	mai et juin	Pin pignon
<i>Pinus halepensis</i> Mill.	Pinaceae	2*	0	2	0	Mai	pin d'Alep
<i>Pinus nigra ssp laricio</i>	Pinaceae	2*	0	2	0	mai ou juin	Pin noir
<i>Pinus pinaster</i>	Pinaceae	2*	0	2	0	avril-mai	Le pin maritime
<i>Pistacia atlantica</i> Desf.	Anacardiaceae	2	1	0	1	avril à mai	Pistachier de l'Atlas
<i>Pistacia lentiscus</i> L.	Anacardiaceae	1	0	0	1	mars à mai	Pistachier lentisque
<i>Pistacia terebinthus</i> L.	Anacardiaceae	1	0	0	1	avril à juin.	Le Pistachier térébinthe
<i>plantago</i>	plantageaceae	1	0	0	1	mai-novembre	plantains
<i>Prunus dulcis</i>	Rosaceae	5	3	0	2	Février à Mars	Amandier
<i>Prunus spinosa</i>	Rosaceae	5	3	0	2	Février à Mars	Prunellier épineux, épine noire
<i>Punica granatum</i>	Punicaceae	1	1	0	0	mai à août	Le grenadier commun
<i>Quercus coccifera</i> L.	Fagaceae	4*	0	2	2	avril-mai	Le Chêne des garrigues
<i>Quercus faginea</i>	Fagaceae	5*	0	2	3	avril-mai	chêne zeen
<i>Quercus Ilex</i> L.	Fagaceae	5*	0	2	3	avril-mai	Le Chêne vert
<i>Quercus rotundifolia</i>	Fagaceae	5*	0	2	3	avril-mai	Le Chêne Yeuse
<i>Quercus suber</i>	Fagaceae	6*	0	2	4	Mai	Le chêne liège
<i>Ranunculus arvensis</i> L.	Ranunculaceae	3	2	0	1	mai à septembre	Chausse-trappe des blés
<i>Reseda phyteuma</i>	Resedaceae	1	0	0	1	Avril-sept	Réséda raiponce
<i>Rhamnus alaternus</i> L.	Rhamnaceae	2	0	0	2	Mars à Avril	Nerprun alaterne
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Fabaceae	5	4	0	1	Mai	Acacia, Robinier
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Lamiaceae	7	4	0	3	Toute l'année	Romarin
<i>Rosmarinus tournefortii</i>	Lamiaceae	5	3	0	2	Toute l'année	Romarin
<i>rumex</i>	polygonaceae	1	1	0	0		oseilles
<i>Salix babylonica</i>	Salicaceae	1	0	0	1	Mars, Avril.	Saule pleureur à bois vert
<i>Salvia argentea</i> L.	Lamiaceae	1	1	0	0	juin-juillet	La Sauge argentée
<i>Salvia officinalis</i> L.	Lamiaceae	2	2	0	0	mai à juillet	sauge

<i>salvia verbenaca</i>	Lamiaceae	1	1	0	0		
<i>salvia verbenia</i>	Lamiaceae	1	1	0	0		sauge verveine
<i>Scabiosa stellata</i>	Caprifoliaceae	4	3	0	1	Mai-juillet	Scabieuse aux fleurs bleues
<i>Sinapis alba</i>	Brassicaceae	5	3	0	2	Juillet-sept,	Moutarde blanche
<i>Stipa tenacissima</i> L.	Poaceae	3	0	0	3	février à juin	alfa
<i>Tamarix gallica</i> L.	Tamaricaceae	4	2	0	2	mai à août.	Tamaris commun
<i>Tetraclinis articulata</i>	Cupressaceae	1*	0	1	0	Janvier à Mars	Le cyprès de l'Atlas ou thuya de Berbérie
<i>Teucrium polium</i> L.	Lamiaceae	1	1	0	0	Jun-Août	Germandrée tomenteuse
<i>thapsia garganica</i>	apiaceae	4	3	0	1	mai	derias
<i>thymus</i>	Lamiaceae	2	2	0	0	Mars à Mai	Thym zaatar
<i>Thymus palidus</i>	Lamiaceae	2	2	0	0	Mars à Mai	Thym poilu rampant
<i>thymus saturoides</i>	Lamiaceae	2	2	0	0	Mars à Mai	Thym à feuilles de sarriette Zaaitra
<i>Viburnum tinus</i> L.	Adoxaceae	2	1	0	1	septembre à mai	Laurier-tin
<i>Withania frutescens</i>	Solanaceae	2	0	0	2	Février à. Juillet	Bennour,Irram
Ziziphus lotus (L.) Lam.	Rhamnaceae	5	3	0	2	Mars -mai	jujubier

Liste des plantes mellifère de la zone 4

<i>non scientifique</i>	famille	Intérêt	Nectar	Miellat	Pollen	période de floraison	nom vernaculaire
<i>Achillea leptophylla</i>	Asteraceae		1			Avril -juin	Aucun nom vernaculaire
<i>Alyssum linifolium</i>	Brassicaceae	3				Avril -juin	Aucun nom vernaculaire
<i>Alyssum scutigerum</i>	Brassicaceae	1	1	0	0	mai-juin	Aucun nom vernaculaire
<i>Amygdalus communis</i>	Rosaceae	3	2	0	1	Janv-fév	L'amandier
<i>Anacyclus clavatus</i>	Asteraceae	1	0	0	1	Mai à juin.	L'anacyclus tomenteux, djada
<i>Anarrhinum fruticosum</i>	Plantaginaceae	2	1	0	1	Mai-sept	Aucun nom vernaculaire
<i>Artemisia herba alba</i>	Asteraceae	1	1	0	0	juillet - oct	Armoise herbe blanche chih
<i>Asphodelus microcarpus</i>	Liliaceae	2	2	0	0	avril-mai	Asphodèle à petits fruits

<i>Astragalus boeticus</i>	Fabaceae	2	1	0	1	Mars à Mai	Aucun nom vernaculaire
<i>Atractylis cancellata</i> L.	Asteraceae	1	0	0	1	Mai-juillet	Atractyle grillagé
<i>Borago officinalis</i> L.	Boraginaceae	6	5	0	1	mai - septembre	Bourrache
<i>Calendula offi</i>	Asteraceae	4	2	0	2	jan-mars	souci sauvage
<i>Calycotome spinosa</i> Link.,	Fabaceae	5	2	0	0	Avril-juin	calicotome épineux
<i>Celtis australis</i>	Cannabaceae	2	1	0	1	av	Micocoulier austral
<i>Centaurea sp</i>	Asteraceae	3	2	0	1	mai à septembre	centaurée commune
<i>Centaurea tenuifolia</i>	Asteraceae	3	2	0	1	juillet - aout	centaurée
<i>Chamaerops humilis</i> L.	Arecaceae	3	0	0	3	Avr-Jn	doum ou faux palmier doum
<i>Cupressus atlatica</i>	Cupressaceae	?*		1		<i>Mars</i>	Cyprès de l'Atlas
<i>Cupressus glabra</i>	Cupressaceae	?*		1		<i>fev - mars</i>	Cyprès blanc de l'Arizona
<i>Cupressus mrococarpa</i>	Cupressaceae	?*		1		mars à avril	Cyprès de Lambert
<i>Cupressus sempervirens</i>	Cupressaceae	2	0	0	2	fev	cypès commun
<i>Dactylis glomerata</i> L.	Poaceae	1	0	0	1	Avr-Sept	dactyle aggloméré
<i>Delphinium peregrinum</i>	Ranunculaceae	1	0	0	1	juin- septembre	Pieds-d'alouette
<i>Echium humile</i> L.	Boraginaceae	2	1	0	1	juillet-sept	Ouacham
<i>Echium vulgare</i>	Boraginaceae	4	3	0	1	mai-juillet	vipérine
<i>Erodium cicutarium</i>	Geraniaceae	2	0	0	2	mars à octobre	Bec-de-grue commun
<i>Eryngium campestre</i>	Apiaceae	2	2	0	0	juillet à septembre	<i>Chardon-Roland</i>
<i>Eucalyptus sideroxylon</i>	Myrtaceae	5	4	0	2	fev - oct	Eucalyptus sideroxylon
<i>Eucalyptus sp</i>	Myrtaceae	5	3	0	3	Janv-Dec	Eucalyptus
<i>Eucalyptus viminalis</i>	Myrtaceae	5	3	0	2	sept- Nov	gommier blanc
<i>Ficus carica</i> L.	MORACEES	2	1	0	1	mai à juillet	FIGUIER

<i>Gleditsia triacanthos</i>	Fabaceae	4	3	0	1	juin-juillet.	Carouge à mie
<i>Globularia alypum L.</i>	Plantaginaceae	1	1	0	0	Oct-Mars	La Globulaire buissonnante
<i>Gypsophile sp</i>	Caryophyllacées	3	3	0	0	Juillet à Septembre	Gypsophile
<i>Helianthemum cinereum</i>	Cistaceae	3	2	0	1	Mai-sept	hélianthème
<i>Helianthemum hirtum ruficomum</i>	Cistaceae	3	0	0	3	mars à avril	Zef Zef
<i>Helianthemum pilosum</i>	Cistaceae	3	0	0	3	mai à juillet	<i>Hélianthème poilu</i>
<i>Herniaria hirsuta</i>	Caryophyllaceae	2	0	0	2	Mai-août.	Herniaire velue
<i>Hippocrepis scabra</i>	FABACEES	?	?	?	?	Février à Avril	Hippocrévide
<i>Iris planifolia</i>	Iridaceae	2	1	0	1	mars à août	Iris à feuilles planes
<i>Juniperus oxycedrus</i>	Cupressaceae	3	0	0	1	dec-janv	Genévrier oxycédre
<i>Lathyrus sativus</i>	Fabaceae	4	2	0	2	juin-juillet	la gesse
<i>Leuzea conifera</i>	Asteraceae	2	2	0	0	Juin-juillet	pomme-de-pin
<i>Malcolmia aegyptiaca</i>	CRUCIFERAE	2	2	0	0	Avril à Juin	Lehma
<i>Malva sylvestris</i>	malvacées	3	2	0	1	mai à octobre	Aucun nom vernaculaire, Kholbeïza
<i>Medicago minima</i>	Fabaceae	1	0	0	1	juillet-sept	la Luzerne naine
<i>Melia azedarach</i>	Meliaceae	1	1	0	0	Mai-août.	Margousier à feuilles de Frêne
<i>Onobrychis argentea</i>	FABACEES	2	2	0	0	MAI à aout	les sainfoins argentés
<i>Ononis natrix</i>	FABACEES	2	2	0	1	mai à juillet	<i>Bugrane fétide</i>
<i>Opuntia ficus indica</i>	cactaceae	2	1	0	1	mai-juin	Le cactus inerme
<i>Pallenis spinosa</i>	Asteraceae	2	2	0	0	juin à juillet	Pallénis épineux
<i>Pinus brutia</i>	Pinaceae	1	0	0	1	mai et juin	Pin pignon
<i>Pinus halepensis Mill.</i>	Pinaceae	2*	0	2	0	Mai	pin d'Alep
<i>Pinus nigra ssp laricio</i>	Pinaceae	2*	0	2	0	mai ou juin	Pin noir
<i>Pistacia lentiscus L.</i>	Anacardiaceae	1	0	0	1	mars à mai	Pistachier lentisque

<i>Quercus coccifera</i> L.	Fagaceae	4*	0	2	2	avril-mai	Le Chêne des garrigues
<i>Quercus Ilex</i> L.	Fagaceae	5*	0	2	3	avril-mai	Le Chêne vert
<i>Reseda alba</i> L.	Resdaceae	4	1	0	3	Février à Septembre	Réséda blanc
<i>Rhaponticum acaule</i>	Asteraceae					juin	Aucun
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Fabaceae	5	4	0	1	Mai	Acacia, Robinier
<i>Rosmarinus tournefortii</i>	Lamiaceae	5	3	0	2	Toute l'année	Romarin
<i>Scabiosa stellata</i>	Caprifoliaceae	4	3	0	1	Mai-juillet	Scabieuse aux fleurs bleues
<i>Sedum sediforme</i> (Jacq.) Pau.	Crassulaceae.	1	1	0	0	juin à août	orpin de nice
<i>Sinapis alba</i>	Brassicaceae	5	3	0	2	Juillet– septembre.	Moutarde blanche
<i>Sonchus oleraceus</i>	Asteraceae	2	2	0	0	Juillet– septembre.	laiteron maraîcher
<i>Stipa lagascae</i>	Poaceae	1	0	0	1	juillet - aout	
<i>Stipa tenacissima</i> L.	Poaceae	3	0	0	3	février à juin	alfa
<i>Tamarix gallica</i> L.	Tamaricaceae	4	2	0	2	mai à août.	Tamaris commun
<i>Teucrium chamaedrys</i>	Lamiaceae	1	1	0	0	Mai à Septembre	Bugle Petit Pin
<i>Teucrium polium</i> L.	Lamiaceae	1	1	0	0	Jun-Août	Germandrée tomenteuse
<i>Thapsia garganica</i>	APIACEAE	2	0	0	2	Avril - Juillet	thapsia du Mont-Gargan, bou nafa
<i>Thymelaea hirsuta</i>	Thymelaeaceae	1	0	0	1	octobre à mai	Passerine hérissée
<i>Thymus ciliatus</i> Desf.	Lamiaceae	2	2	0	0	Mars à Mai	Thym poilu rampant
<i>Tragopogon porrifolius</i> L	Asteraceae	2	1	0	1	mars à mai	salsifis cultivé
<i>Ziziphus lotus</i> (L.) Lam.	Rhamnaceae	5	3	0	2	Mars -mai	jujubier

Liste des plantes mellifère de la zone 5

<i>non scientifique</i>	famille	Intérêt	Nectar	Miellat	Pollen	période de floraison	nom vernaculaire
<i>Acacia cyanophylla</i>	Fabaceae	6	3	3	0	Avril-Mai	Mimosa
<i>Allium spp.</i>	Liliaceae	5	3	0	2	mai-juin	ail
<i>Arbutus unedo</i> L.	Ericaceae	3	2	0	1	oct-jan	Arbousier
<i>Artemisia herba alba</i>	Asteraceae	1	1	0	0	juillet - oct	Armoise herbe blanche chih
<i>Asphodelus microcarpus</i>	Liliaceae	2	2	0	0	avril-mai	Asphodèle à petits fruits
<i>Calycotome spinosa</i> Link.,	Fabaceae	5	2	0	0	Avril-juin	calicotome épineux
<i>Calycotome villosa</i>	Fabaceae	2	0	0	2	mars à juin.	Le calicotome velu
<i>Celtis australis</i>	Cannabaceae	2	1	0	1	av	Micocoulier austral
<i>centaurea napifolia</i>	Acteraceae	3	3	0	0	avril à juin	Centaurée à feuilles de navet
<i>Ceratonia siliqua</i> L	Fabaceae,	1	1	0	0	août-octobre	Le caroubier
<i>Chamaerops humilis</i> L.	Arecaceae	3	0	0	3	Avr-Jn	doum ou faux palmier doum
<i>Cistus incanus</i>	Cistaceae	2	0	0	2	Mai-juin.	Ciste de Crète
<i>Cistus ladaniferus</i>	Cistaceae	2	0	0	2	Avr-Jun	Ciste ladanifère
<i>Cistus salviifolius</i> L.	Cistaceae	4	0	0	4	Mrs-mai	Ciste à feuilles de sauge
<i>Citrullus lanatus</i>	Cucurbitaceae	2	2	0	0	mai, juin	pastèques melon d'eau
<i>Cucurbita spp.</i>	Cucurbitaceae	4	3	0	1	juin-septembre	courges, courgettes
<i>Cupressus sempervirens</i>	Cupressaceae	2	0	0	2	fev	le cyprès vert
<i>Cynara scolymus</i>	Asteraceae	5	2	0	3	Juin-octob	Artichaut
<i>Dactylis glomerata</i> L.	Poaceae	1	0	0	1	Avr-Sept	dactyle aggloméré
<i>Daucus carota</i>	Apiaceae	3	1	0	2	juillet-oct	carotte
<i>Echium pycnanthum</i>	Boraginaceae	4	2	0	2	mars à avril	vipérine
<i>Eucalyptus globulus</i>	Myrtaceae	5	4	0	2	déc-jan	eucalyptus
<i>Eucalyptus sideroxylon</i>	Myrtaceae	5	4	0	2	fev - oct	Eucalyptus sideroxylon
<i>Eucalyptus sp</i>	Myrtaceae	5	3	0	3	Janv-Dec	Eucalyptus
<i>Eucalyptus viminalis</i>	Myrtaceae	5	3	0	2	sept- Nov	gommier blanc
<i>euphorbia helioscopia</i>	Euphorbiaceae	3	2	0	1	avril-décembre	L'euphorbe réveille-matin,Loubaina
<i>Evax argentea</i>	Asteraceae	4	2	0	2		luzerne (Pomel) Chrtek & Holub

<i>Ficus carica L.</i>	MORACEES	2	1	0	1	mai à juillet	FIGUIER
<i>Genista cinerea</i>	Fabaceae	2	0	0	2	Avril à Juillet	Genêt cendré
<i>Genista erioclada</i>	Fabaceae	2	0	0	2	Mai à Juillet	Aucun nom vernaculaire
<i>Genista quadriflora</i>	Fabaceae	4	2	0	2	Mai à Juillet	Genista
<i>Genista tricuspidata</i>	Fabaceae	2	0	0	2	Mars-Juin	Aucun nom vernaculaire
<i>Gleditsia triacanthos</i>	Fabaceae	4	3	0	1	juin-juillet.	Carouge à mie
<i>Globularia alypum L.</i>	Plantaginaceae	1	1	0	0	Oct-Mars	La Globulaire buissonnante
<i>Hedypnois cretica</i>	Acteraceae	1	0	0	1	Mai-juin.	Aucun nom vernaculaire
<i>Helianthemum pilosum</i>	Cistaceae	3	0	0	3	mai à juillet	Hélianthème poilu
<i>Jasminum fruticans</i>	Oleaceae	4	2	0	2	décembre à avril	le Jasmin ligneux
<i>Juglans L</i>	Juglandaceae	2	1	0	1	Avril	Les noyers
<i>Juniperus communis L.</i>	Cupressaceae	1	0	0	1	Avril à Mai	Genièvre
<i>Juniperus oxycedrus</i>	Cupressaceae	3	0	0	1	dec-janv	Genévrier oxycèdre
<i>Lavandula angustifolia Mill.,</i>	Lamiaceae	4	4	0	0	juillet	Lavande fine
<i>Lavandula dentata</i>	Lamiaceae	4	2	0	2	mars à novembre	Lavande dentée
<i>Leuzea conifera</i>	Asteraceae	2	2	0	0	Juin-juillet	La leuzée conifère
<i>Malus pumila</i>	Rosaceae	11*	7	1	3	Janv-Mars	Le pommier
<i>Mentha rotundifolia L.</i>	Labiataeae	3	2	0	1	Juillet, Août	Menthe à feuilles rondes
<i>Mentha viridi</i>	Labiataeae	3	2	0	1	Juin-octob	Menthe verte
<i>Phillyrea angustifolia L.</i>	Oleaceae	2	0	0	2	mars-avril	filaire à feuilles étroites
<i>Phillyrea media</i>	Oleaceae	1	0	0	1	avril-mai	Filaire intermédiaire, Alavert, Aouret
<i>Pinus brutia</i>	Pinaceae	1	0	0	1	mai et juin	Pin pignon
<i>Pinus halepensis Mill.</i>	Pinaceae	2*	0	2	0	Mai	pin d'Alep
<i>Pinus nigra ssp laricio</i>	Pinaceae	2*	0	2	0	mai ou juin	Pin noir
<i>Pistacia lentiscus L.</i>	Anacardiaceae	1	0	0	1	mars à mai	Pistachier lentisque
<i>Pistacia terebinthus L.</i>	Anacardiaceae	1	0	0	1	avril à juin.	Le Pistachier térébinthe
<i>Polygonum maritimum</i>	Polygonaceae	3	2	0	1	avril à octobre	Renouée maritime
<i>Prunus armeniaca</i>	Rosaceae	4	1	0	3	février et avril,	abricotier

<i>Prunus domestica</i>	Rosaceae	4	2	0	2	mars-avril	prunier
<i>Prunus persica</i> var. <i>nucipersica</i>	Rosaceae	3	0	0	3	fev - mars	pêcher
<i>Pyrus communis</i>	Rosaceae	3	1	0	2	avril	poirier commun
<i>Quercus coccifera</i> L.	Fagaceae	4*	0	2	2	avril-mai	Le Chêne des garrigues
<i>Quercus Ilex</i> L.	Fagaceae	5*	0	2	3	avril-mai	Le Chêne vert
<i>Quercus rotundifolia</i>	Fagaceae	5*	0	2	3	avril-mai	Le Chêne Yeuse
<i>Reseda arabica</i>	Resedaceae	1	0	0	1	mai à septembre	Réséda
<i>Rhamnus alaternus</i> L.	Rhamnaceae	2	0	0	2	Mars à Avril	Nerprun alaterne
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Fabaceae	5	4	0	1	Mai	Acacia, Robinier
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Lamiaceae	7	4	0	3	Toute l'année	Romarin
<i>Rosmarinus tournefortii</i>	Lamiaceae	5	3	0	2	Toute l'année	Romarin
<i>Scabiosa stellata</i>	Caprifoliaceae	4	3	0	1	Mai-juillet	Scabieuse aux fleurs bleues
<i>Stipa tenacissima</i> L.	Poaceae	3	0	0	3	février à juin	alfa
<i>Tetraclinis articulata</i>	Cupressaceae	1*	0	1	0	Janvier à Mars	Le cyprès de l'Atlas ou thuya de Berbérie
<i>Teucrium polium</i> L.	Lamiaceae	1	1	0	0	Jun-Août	Germandrée tomenteuse
<i>Ulmus campestris</i>	ulmaceae	2	0	0	2	mars à avril	l'Orme
<i>Vitis vinifera</i> 'Cardinal	vitaceae	1	0	0	1	mai juin	La vigne Cardinal

Liste des plantes mellifère de la zone 6

<i>non scientifique</i>	famille	Intérêt	Nectar	Miellat	Pollen	période de floraison	nom vernaculaire
<i>Acacia cyanophylla</i>	Fabaceae	6	3	3	0	Avril-Mai	Mimosa
<i>Allium roseum</i>	Liliaceae	4	2	0	2	Avril-juin	Ail rosé
<i>Allium spp.</i>	Liliaceae	5	3	0	2	mai-juin	ail
<i>Amygdalus communis</i>	Rosaceae	3	2	0	1	Janv-fév	L'amandier
<i>Arbutus unedo</i> L.	Ericaceae	3	2	0	1	oct-jan	Arbousier
<i>Artemisia herba alba</i>	Asteraceae	1	1	0	0	juillet - oct	Armoise herbe blanche, Chih

<i>Asparagus acutifolius</i> L.,	Liliaceae	2	1	1	0	juillet à septembre	Asperge sauvage e
<i>Asphodelus microcarpus</i>	Liliaceae	2	2	0	0	avril-mai	Asphodèle à petits fruits
<i>Calycotome spinosa</i> Link.,	Fabaceae	5	2	0	0	Avril-juin	calicotome épineux
<i>Calycotome villosa</i>	Fabaceae	2	0	0	2	mars à juin.	Le calicotome velu
<i>Celtis australis</i>	Cannabaceae	2	1	0	1	av	Micocoulier austral
<i>Ceratonia siliqua</i> L	Fabaceae,	1	1	0	0	août-octobre	Le caroubier
<i>Chamaerops humilis</i> L.	Arecaceae	3	0	0	3	Avr-Jn	doum ou faux palmier doum
<i>Cistus albidus</i>	Cistaceae	4	0	0	4	Mrs-mai	Le Ciste cotonneux
<i>Cistus incanus</i>	Cistaceae	2	0	0	2	Mai-juin.	Ciste de Crète
<i>Cistus ladaniferus</i>	Cistaceae	2	0	0	2	Avr-Jun	Ciste ladanifère
<i>Cistus salviiifolius</i> L.	Cistaceae	4	0	0	4	Mrs-mai	Ciste à feuilles de sauge
<i>Citrullus lanatus</i>	Cucurbitaceae	2	2	0	0		pastèques melon d'eau
<i>Cucurbita spp.</i>	Cucurbitaceae	4	3	0	1	juin-septembre	courges, courgettes
<i>Cupressus sempervirens</i>	Cupressaceae	2	0	0	2	fev	le cyprès vert
<i>Cynara scolymus</i>	Asteraceae	5	2	0	3	Juin-octob	Artichaut
<i>Cytisus arboreus</i>	Fabaceae	1	0	0	1	Octobre à Avril	genêt
<i>Cytisus triflorus</i>	Fabaceae	1	0	0	1	Mrs-Avr	Cytise à trois fleurs
<i>Dactylis glomerata</i> L.	Poaceae	1	0	0	1	Avr-Sept	dactyle aggloméré
<i>Daucus carota</i>	Apiaceae	3	1	0	2	juillet-oct	carotte
<i>Erica arborea</i> L.,	Ericaceae	4	3	0	1	mars à mai	bruyère blanche
<i>Eucalyptus globulus</i>	Myrtaceae	5	4	0	2	déc-jan	eucalyptus
<i>Eucalyptus sideroxylon</i>	Myrtaceae	5	3	0	2	fev - oct	Eucalyptus sideroxylon
<i>Eucalyptus sp</i>	Myrtaceae	5	3	0	2	Janv-Dec	Eucalyptus
<i>Eucalyptus viminalis</i>	Myrtaceae	5	3	0	2	sept- Nov	gommier blanc
<i>Evax argentea</i>	Asteraceae	4	2	0	2		luzerne (Pomel) Chrtk & Holub

<i>Ficus carica L.</i>	MORACEES	2	1	0	1	mai à juillet	Figuier
<i>Genista erioclada</i>	Fabaceae	2	0	0	2	Mai à Juillet	Aucun nom vernaculaire
<i>Genista quadriflora</i>	Fabaceae	4	2	0	2	Mai à Juillet	Genista
<i>Gleditsia triacanthos</i>	Fabaceae	4	3	0	1	juin-juillet.	Carouge à mie
<i>Globularia alypum L.</i>	Plantaginaceae	1	1	0	0	Oct-Mars	La Globulaire buissonnante
<i>Helianthemum racemosum</i>	Cistaceae	1	0	0	1	Mars à Avril	Aucun nom vernaculaire
<i>Jasminum fruticans</i>	Oleaceae	4	2	0	2	décembre à avril	le Jasmin ligneux
<i>Juniperus oxycedrus</i>	Cupressaceae	3	0	0	1	dec-janv	Genévrier oxycédre
<i>Lavandula daniela</i>	Lamiaceae	6	4	0	2	juillet à septembre	Lavande daniela
<i>Malus pumila</i>	Rosaceae	11*	7	1	3	Janv-Mars	Le pommier
<i>Melia azedarach</i>	Meliaceae	1	1	0	0	Mai-août.	Margousier à feuilles de Frêne
<i>Mentha rotundifolia L.</i>	Labiatae	3	2	0	1	Juillet, Août	Menthe à feuilles rondes
<i>Mentha viridi</i>	Labiatae	3	2	0	1	Juin-octob	Menthe verte
<i>Myrtus communis</i>	Myrtaceae	6	3	0	3	juin à août	la Myrte
<i>Olea europaea var. oleaster L</i>	Oleaceae	2	0	0	2	Avril à Mai	Olivier sauvage
<i>Phillyrea angustifolia L.</i>	Oleaceae	2	0	0	2	mars-avril	filaire à feuilles étroites
<i>Phillyrea media</i>	Oleaceae	1	0	0	1	avril-mai	Filaire intermédiaire, Alavert, Aouret
<i>Pinus brutia</i>	Pinaceae	1	0	0	1	mai et juin	Pin pignon
<i>Pinus halepensis Mill.</i>	Pinaceae	2*	0	2	0	Mai	pin d'Alep
<i>Pinus nigra ssp laricio</i>	Pinaceae	2*	0	2	0	mai ou juin	Pin noir
<i>Pistacia lentiscus L.</i>	Anacardiaceae	1	0	0	1	mars à mai	Pistachier lentisque
<i>Pistacia terebinthus L.</i>	Anacardiaceae	1	0	0	1	avril à juin.	Le Pistachier térébinthe
<i>Quercus coccifera L.</i>	Fagaceae	4*	0	2	2	avril-mai	Le Chêne des garrigues

<i>Quercus faginea</i>	Fagaceae	5*	0	2	3	avril-mai	chêne zeen
<i>Quercus Ilex L.</i>	Fagaceae	5*	0	2	3	avril-mai	Le Chêne vert
<i>Quercus rotundifolia</i>	Fagaceae	5*	0	2	3	avril-mai	Le Chêne Yeuse
<i>Quercus suber</i>	Fagaceae	6*	0	2	4	Mai	Le chêne liège
<i>Rhamnus alaternus</i>	Rhamnaceae	3	1	0	2	Mars à Avril	Nerprun alaterne r
<i>Rhaponticum coniferum</i>	Asteraceae	5	4	0			
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Fabaceae	5	4	0	1	Mai	Acacia, Robinier
<i>Rosmarinus officinalis L.</i>	Lamiaceae	7	4	0	3	Toute l'année	Romarin
<i>Rosmarinus tournefortii</i>	Lamiaceae	5	3	0	2	Toute l'année	Romarin
<i>Salix babylonica</i>	Salicaceae	1	0	0	1	Mars, Avril.	Saule pleureur à bois vert
<i>Scabiosa stellata</i>	Caprifoliaceae	4	3	0	1	Mai-juillet	Scabieuse aux fleurs bleues
<i>Stipa tenacissima L.</i>	Poaceae	3	0	0	3	février à juin	alfa
<i>Tetraclinis articulata</i>	Cupressaceae	1*	0	1	0	Janvier à Mars	Le cyprès de l'Atlas ou thuya de Berbérie
<i>Teucrium polium L.</i>	Lamiaceae	1	1	0	0	Jun-Août	Germandrée tomenteuse
<i>Thymus ciliatus Desf.</i>	Lamiaceae	2	2	0	0	Mars à Mai	Thym poilu rampant
<i>Viburnum tinus L.</i>	Adoxaceae	2	1	0	1	septembre à mai	Laurier-tin
<i>Withania frutescens</i>	Solanaceae	2	0	0	2	Février à. Juillet	Bennour Irram

Annexe 07

Familles	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Total	%
Asteraceae	24	6	10	12	4	4	60	11,58
Fabaceae	10	4	13	9	10	10	56	10,81
Lamiaceae	12	10	13	4	5	5	49	9,46
Cistaceae	4	1	7	3	4	5	24	4,63
Myrtaceae	4	1	5	3	4	5	22	4,25
Rosaceae	6	3	5	1	5	2	22	4,25
Cupressaceae	3	2	4	5	4	3	21	4,05
Fagaceae	2	2	5	2	3	5	19	3,67
Oleaceae	5	1	5	0	3	4	18	3,47
Liliaceae	5	2	2	1	2	4	16	3,09
Pinaceae	1	1	4	3	3	3	15	2,90
Poaceae	5	1	2	3	2	2	15	2,90
Anacardiaceae	4	2	3	1	2	2	14	2,70
Apiaceae	5	4	1	2	1	1	14	2,70
Brassicaceae	7	1	1	3	0	0	12	2,32
Cucurbitaceae	3	2	0	0	2	2	9	1,74
Plantaginaceae	1	2	2	2	1	1	9	1,74
Rhamnaceae	3	1	2	1	1	1	9	1,74
Ericaceae	1	1	3	0	1	2	8	1,54
Labiataeae	0	1	2	0	2	2	7	1,35
Arecaceae	1	1	1	1	1	1	6	1,16
Moraceae	1	1	1	1	1	1	6	1,16
Salicaceae	4	1	0	0	0	1	6	1,16
Boraginaceae	1	0	1	3	1	0	6	1,16
Resdaceae	1	2	1	1	1	0	6	1,16
vitaceae	1	3	0	0	1	0	5	0,97
Cannabaceae	0	0	1	1	1	1	4	0,77
Caprifoliaceae	0	0	1	1	1	1	4	0,77
Thymelaeaceae	2	0	1	1	0	0	4	0,77
Adoxaceae	1	0	1	0	0	1	3	0,58
solanaceae	1	0	1	0	0	1	3	0,58
Polygonaceae	1	0	1	0	1	0	3	0,58
Ranunculaceae	1	0	1	1	0	0	3	0,58
Tamaricaceae	1	0	1	1	0	0	3	0,58
malvacees	1	1	0	1	0	0	3	0,58
Meliaceae	0	0	0	1	0	1	2	0,39
Acteraceae	0	0	0	0	2	0	2	0,39
Caryophyllaceae	0	0	0	2	0	0	2	0,39
Iridaceae	0	1	0	1	0	0	2	0,39
Crassulaceae.	1	0	0	1	0	0	2	0,39
Alliaceae	0	1	1	0	0	0	2	0,39
Punicaceae	1	0	1	0	0	0	2	0,39

Rutaceae	2	0	0	0	0	0	2	0,39
Euphorbiaceae	0	0	0	0	1	0	1	0,19
juglandaceae	0	0	0	0	1	0	1	0,19
ulmaceae	0	0	0	0	1	0	1	0,19
cactaceae	0	0	0	1	0	0	1	0,19
Crucifereae	0	0	0	1	0	0	1	0,19
Geraniaceae	0	0	0	1	0	0	1	0,19
Salicaceae	0	0	1	0	0	0	1	0,19
Juncaceae	0	1	0	0	0	0	1	0,19
Mimosaceae	0	1	0	0	0	0	1	0,19
Punicaceae	0	1	0	0	0	0	1	0,19
Apocynaceae	1	0	0	0	0	0	1	0,19
Araliaceae	1	0	0	0	0	0	1	0,19
Asparagaceae	1	0	0	0	0	0	1	0,19
Convolvulaceae	1	0	0	0	0	0	1	0,19
Papaveraceae	1	0	0	0	0	0	1	0,19
Rubiaceae	1	0	0	0	0	0	1	0,19
Scrophulariaceae	1	0	0	0	0	0	1	0,19
typhaceae	1	0	0	0	0	0	1	0,19
	134	62	104	75	72	71	518	100,00

Résumé

Le miel, produit populaire, en raison de son rôle potentiel dans la santé humaine, est devenu un indicateur non négligeable sur la **santé de l'abeille** qui le produit et ainsi sur son rôle dans le maintien de la **biodiversité**.

Le but de ce travail a été d'étudier les **propriétés physico-chimiques** et la capacité antioxydante du miel de différentes sources botaniques de la région de **Sidi-Bel-Abbès et Tlemcen**. L'étude des paramètres physicochimiques tels que l'acidité libre, le pH, l'humidité, la conductivité électrique, la teneur en Hydroxyméthyl furfural (HMF), l'activité diastase, la teneur en fructose+glucose et saccharose ont également été identifiés. Différents types de miel ont été évalués pour leur teneur en phénoliques totaux et en flavonoïdes totaux. La capacité antioxydante du miel a été évaluée par dosage de la puissance ferrique / antioxydante (FRAP) et activité de piégeage des radicaux libres (DPPH).

Les analyses des propriétés physico-chimiques des 64 échantillons de miels étudiées ont révélé que 87,5 % des échantillons s'accordent avec les normes établies par le Codex Alimentarius. Les paramètres étudiés diffèrent d'un miel à un autre et révèlent que la majorité des échantillons de miels analysés sont d'origine florale sauf deux.

L'analyse thérapeutique indique que parmi tous les échantillons qui présentaient de bonnes propriétés antioxydantes, treize d'entre eux de couleur foncé avaient d'excellents résultats de FRAP.

A travers nos résultats, il apparaît clairement que l'activité antioxydante la plus élevée a été observée pour deux échantillons de miels de miellat, alors que la plus faible a été observée dans les échantillons de miel monofloraux.

D'autre part, une corrélation a été constatée entre la couleur, les flavonoïdes, les composés phénoliques et les antioxydants de 62 échantillons de miel. Il y avait une forte corrélation entre la couleur, les flavonoïdes et les composés phénoliques et les propriétés antioxydantes. Les échantillons de miel étaient riches en couleur et en composés phénoliques et considéré comme une bonne source d'antioxydants pour l'alimentation humaine.

Le nombre d'espèces mellifères recensées au niveau de la wilaya de Sidi-Bel-Abbès est de 518 espèces réparties sur 61 familles botaniques. Les résultats des analyses du **potentiel mellifère** de la région démontrent la dominance des astéracées et des fabacées.

Mots clés : Miel, santé de l'abeille, biodiversité, propriétés physico-chimiques, Sidi-Bel-Abbès et Tlemcen, l'analyse thérapeutique, potentiel mellifère.

Summary

Honey, a popular product, because of its potential role in human health, has become a significant indicator of the health of the bee that produces it and thus of its role in maintaining biodiversity.

The aim of this work was to study the physico-chemical properties and the antioxidant capacity of honey from different botanical sources in the region of Sidi-Bel-Abbès and Tlemcen. The study of physicochemical parameters such as free acidity, pH, humidity, electrical conductivity, hydroxymethyl furfural (HMF) content, diastase activity, fructose + glucose and sucrose content were also identified. Different types of honey have been evaluated for their content of total phenolics and total flavonoids. The antioxidant capacity of honey was evaluated by iron / antioxidant potency assay (FRAP) and free radical scavenging activity (DPPH).

Analyzes of the physico-chemical properties of the 62 honey samples studied revealed that 87.5% of samples were in agreement with the standards established by the Codex Alimentarius. The parameters studied differ from one honey to another and reveal that the majority of the honey samples analyzed are of floral origin except two.

Therapeutic analysis indicates that among all the samples that had good antioxidant properties, thirteen of them dark in color had excellent FRAP results.

From our results, it clearly appears that the highest antioxidant activity was observed for two samples of honeydew honey, while the lowest was observed in samples of monofloral honey.

On the other hand, a correlation was found between color, flavonoids, phenolic compounds and antioxidants in 62 samples of honey. There was a strong correlation between color, flavonoids and phenolic compounds, and antioxidant properties. The honey samples were rich in color and phenolic compounds and considered a good source of antioxidants for human consumption.

The number of melliferous species identified in the region of Sidi-Bel-Abbès is 518 species spread over 61 botanical families. The results of the analyzes of the melliferous potential of the region show the dominance of Asteraceae and Fabaceae.

Keywords: Honey, bee health, biodiversity, physico-chemical properties, Sidi-Bel-Abbès and Tlemcen, therapeutic analysis, honey potential.

ملخص

العسل منتج شعبي بسبب دوره المحتمل في صحة الإنسان، أصبح مؤشرا هاما على صحة النحل الذي ينتجه وبالتالي على دوره في الحفاظ على التنوع البيولوجي.

الهدف من هذا العمل هو دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية والقدرة المضادة للأكسدة للعسل من مصادر نباتية مختلفة في منطقة سيدي بلعباس وتلمسان. كما تم تحديد دراسة المعلمات الفيزيائية والكيميائية مثل الحموضة الحرة ، ودرجة الحموضة ، والرطوبة ، والتوصيل ، ونشاط الدياستاز ، ومحتوى الفركتوز + الجلوكوز والسكروز . تم تقييم أنواع (HMF) الكهربائي ، ومحتوى هيدروكسي ميثيل فورفورال مختلفة من العسل لمحتواها من الفينولات الكلية والفلافونويد الكلي. تم تقييم قدرة العسل المضادة للأكسدة عن طريق مقايسة فاعلية الحديد / (DPPH) ونشاط إزالة الجذور الحرة (FRAP) مضادات الأكسدة.

كشفت تحليلات الخصائص الفيزيائية والكيميائية لعينة العسل الـ 62 التي تمت دراستها أن 87.5% من العينات تفي بالمعايير الموضوعة من قبل الدستور الغذائي. تختلف المعلمات المدروسة من عسل إلى آخر وتكشف أن غالبية عينات العسل التي تم تحليلها هي من أصل نباتي باستثناء اثنين.

يشير التحليل العلاجي إلى أنه من بين جميع العينات التي كانت لها خصائص مضادة للأكسدة جيدة، كان لثلاثة عشر عينة ذات لون داكن نتائج FRAP ممتازة من

من النتائج التي توصلنا إليها، يتضح أن أعلى نشاط مضاد للأكسدة قد لوحظ في عينتين من عسل المن، بينما لوحظ أدنى نشاط في عينات عسل أحادي الأزهار.

من ناحية أخرى، وجد ارتباط بين اللون والفلافونويد والمركبات الفينولية ومضادات الأكسدة في 62 عينة من العسل. كان هناك ارتباط قوي بين اللون والفلافونويد والمركبات الفينولية وخصائص مضادات الأكسدة. كانت عينات العسل غنية بالألوان والمركبات الفينولية وتعتبر مصدرًا جيدًا لمضادات الأكسدة للاستهلاك البشري.

يبلغ عدد النباتات مصدر الرحيق في ولاية سيدي بلعباس 518 نوعا طلعي موزع على 61 عائلة نباتية. تظهر نتائج تحليلات إمكانات العسل في المنطقة هيمنة و Fabaceae Asterace

الكلمات المفتاحية: العسل، صحة النحل، التنوع البيولوجي، الخصائص الفيزيائية والكيميائية، سيدي بلعباس وتلمسان، التحليل العلاجي، القدرة الرحيقية.

RESEARCH ARTICLE

Physicochemical Characterization of Organic honeys Harvested in the North West Algerian Area

Djelloul Zidane^{1,*}, Benaoula Sid-Ahmed¹, Daioui Abdeldjalil², El Mahi Mohammed Zine El Abidine², Meddah Boumedien³ and Taleb Mourad⁴

¹LSEI Laboratory, Department of Pharmacy, Faculty of Medicine, Djillali Liabès University of Sidi Bel Abbès, Algeria; ²Department of Pharmacy, Faculty of Medicine, Djillali Liabès University of Sidi Bel Abbès, Algeria; ³LRSBG Laboratory, Department of Biology, SNV Faculty, University of Mustapha Stambouli, Mascara, Algeria; ⁴RLEH Laboratory, Faculty of Medicine, University Hospital - Complex (UHC), Sidi-Bel-Abbès, Algeria

Abstract: Background: Consumers have become aware that the industrial methods of honey production have greatly affected the environment and product quality. Today, they want a reorientation of these production modes to obtain healthy and natural organic products.

Objective: This study is conducted to evaluate, for the first time in Algeria, the physicochemical composition of organic honey's harvest in the organic- North West Algerian area.

Methods: Twenty-four samples of organic honey were harvested according to the organic beekeeping rules, by selected volunteer beekeepers in organic regions and hives, and then, they were extracted by the traditional method. Physicochemical parameters, such as pH, free acidity, density, electrical conductivity, diastase activity, carbohydrates, hydroxyl methyl furfural (HMF), water content, ash, color intensity and specific optical rotation were evaluated.

Results: Mean values obtained for physicochemical parameters were: pH as 3 - 4.8, electrical conductivity as 0.123-1.180 mS/cm, free acid as 8-30 mEq/kg, diastase activity as 8.02-40.54 (Shade units), carbohydrates as 60.21-77.07%, sucrose as 1.04-8.97%, HMF quality as 4.67-27.63 mg/kg, water content as 14.2-19.0%, ash as 0.09-0.86%, color intensity ABS₄₅₀ as 288-1467 mAU, color intensity (Pfund scale) as 0.30-137.34 mm and specific optical rotation at (-16.1)-(-3.8). The analysis indicated that organic honey samples grown in selected sites of our local area are of good quality. All of the obtained values were within the limits imposed by the present legislation (Codex Alimentarius).

Conclusion: Analyzed honey samples are characterized as biological products of excellent quality with interesting nutritional properties.

ARTICLE HISTORY

Received: July 29, 2019
Revised: December 03, 2019
Accepted: February 25, 2020

DOI:
[10.2174/1573401316666200319135859](https://doi.org/10.2174/1573401316666200319135859)

Keywords: Algeria, analysis, honey, organic, physicochemical properties, quality.

1. INTRODUCTION

Honey is a natural sweet substance produced by bees (*Apis mellifera* L., 1758), from nectar exuded by flowers (or extra-floral nectaries), or excretions of plant-sucking insects on the living parts of plants, which the bees collect. They then add enzymes to it, reduce the water content, and store the resulting product in their honeycombs as food [1].

Honey is mainly composed of different sugars, mostly fructose, glucose, and other constituents such as amino-acids, proteins, enzymes, vitamins, minerals and aromatic

substances. It is rich in flavonoids and phenolic acids, which show many biological and pharmacological effects, acting as natural antioxidant factors [2-6].

The differences of various types of honey, *i.e.* texture, color, aroma, and taste depend mainly on the type of flowers or plants and geographical regions from where bee species take nectar or honeydew. Some other factors have a lesser influence, *i.e.*, climatic conditions, processing, manipulation, packaging and storage time [7]. Honey is often considered as a natural food; however, differences exist between an organic and conventional honey mainly in terms of production area and methods of hives maintenance [8]. Tucak *et al.* results show that the botanical origin of honey, various types of hive and material used in the manufacturing of hives affect both health of bees and honey quality [9]. The biological

*Address correspondence to this author at the LSEI Laboratory, Department of Pharmacy, Faculty of Medicine, Djillali Liabès University of Sidi Bel Abbès, Algeria; Tel/Fax: ++213-665-648-041; E-mail: djelloulzidane@yahoo.fr

production of organic honey is an ecological system which encourages the use of good agricultural practice to maintain balance and diversity of agricultural ecosystems, promote the long-lasting use of natural resources, quality of environment, well-being of animals and human health [10].

Moreover, the progressive increase in low-quality honey production with attractive prices had recently led to requiring estimation of local honey authenticity, using a full quality control based on physicochemical, microbiological and geographical descriptions [10].

Several research studies have been performed, in different parts of the world, with the aim of characterization, authentication, and classification of different types of honey [11-16]. On the other hand, the scientific interest in assessing the quality of organic honey is less advanced [10, 17, 18].

Organic farming is a natural mode of production that excludes the use of most chemicals and synthetics to avoid their health nuisance and to obtain healthy products.

In Algeria, there are 1400 ha of organic areas including 628 ha of wild areas dedicated to beekeeping. However, it is extremely low considering that the world's cultivated area is estimated at 69.8 million hectares in some 200 countries [19].

In 2000, Algeria introduced financial support for organic farmers and it established a central office for organic agriculture at the ministry of agriculture in 2002. The first law including sections related to organic agriculture was published in 2008. In 2013, a national steering committee was established, which debuted in the process of drafting legislation in 2018 with 74 organic operators [19].

The traditional agriculture sector is currently being certified in Algeria. This being of great relevance for farmers in mountain areas who have little use of modern practices (chemisation, intensive use of industrial inputs, *etc.*). In this way, many products may be affected by conversions to organic farming, such as honey.

Algeria is one of the territories that can be preserved and developed for a biologically-oriented agricultural production. The soil of northwest of Algeria has advantages in organic farming for many reasons, like favorable edaphic and climatic conditions, low use of chemical inputs and traditional agriculture skills of local farmers.

The agro-climatic characteristics of the region make the north west of Algeria a privileged site to promote organic farming.

The African Organic Agriculture Training Manual has been defined in chapter 1-10, including the criteria that need to be met and the steps for organic beekeeping [20].

In European regulations 834 and 889, Europe has defined the criteria to be met in order to obtain European organic certification. This certification is monitored at every stage by the local control bodies [21].

All these standards agree that voluntary beekeepers who work organically must respect specifications including:

- Position hives within a radius of 3 km mainly planted with organic crops or wild plants.
- Use hives made of natural materials.
- Use only organic products to protect hives (wax, propolis, plant oils, *etc.*).
- Take only honey in frames that do not contain brood.
- Leave sufficient reserves of honey and pollen for the winter.
- Use only organic wax.

Beekeepers must respect these specifications for one year before they can use the word 'organic' on the labels for their products [22].

This study was performed in the extreme north-west of Algeria who has enormous natural resources potential, thus the identification and location of virgin areas with high beekeeping potential will have a remarkable socio-economic impact on the rural populations.

This region has an extraordinary variety of authentic honey, which is diversified from each other, like jujube, euphorbia, echinops, eucalyptus, white mustard, and star thistles honey in addition to honey of transhumance, which reflects the diversity of the landscapes that compose it.

For these reasons, certified organic beekeeping must develop rapidly, which will lead to the production of healthier, higher quality honey and other bee products.

Until now, very few scientific studies were performed regarding the proprieties of organic honeys, their health benefits and medical use. This study is conducted to evaluate, for the first time in Algeria, the physicochemical composition of 24 natural samples honey harvest in the organic North West Algerian area.

2. MATERIALS AND METHOD

2.1. Chemicals

All chemicals and reagents were of analytical grade and were supplied from Sigma-Aldrich Quimica S.A. (Sintra, Portugal) and from Sigma (represented by Algerian Chemical Society, Setif, Algeria).

2.2. Choice of Sites

Organic honey is obtained according to the rules and principles of ecological beekeeping defined by the African Union (AU) legislation and national legislation in field [20]. These rules applied by beekeepers are monitored at every stage by local inspection bodies.

Several steps were organized before analysing these samples:

First, several plots were identified in 2016 throughout the national territory to convert them to organic farming. In June 2016, we have identified, in collaboration with the Agriculture and Rural Development Direction for soil protection and

the association of beekeepers in our region, the wild sites in order to convert them into organic areas. Priority has been given to organic-oriented areas that have not been chemically fertilized for at least three years, a period required for land conversion to organic area.

There is a huge potential in our region to practise this mode of cultivation from the fact that farmers use manure and compost rather than fertilizers and pesticides, especially in mountain areas.

The second step was to sensitize farmers, beekeepers and technicians on the importance of this culture and the techniques of its development; two training workshops were organized in January and February 2017.

Hives are placed in different sites in the extreme north-west of Algeria (Geographic coordinates: 2°9' of longitude west and 0°3' of longitude east, and in latitude from 34°08' to 35°52' north latitude). These sites correspond to areas of

organic or wild culture within a radius of 3 km and far from sources of pollution; this prevents bees from feeding on crops receiving blooming pesticides. The selected beekeepers, according to the rules and principles of ecological beekeeping defined by the AU and national legislations (FIBL 2011) [20], used untreated materials, without synthetic paints or varnishes and organic wax foundation sheets inside hive frames. Bees feed mainly on their honey and are cured by natural methods (homeopathy or phytotherapy). During the harvest, the use of chemical repellents was prohibited and the extraction of honey has been made under cold conditions, without heating.

2.3. Honey Collections

In this study, twenty-four samples of Apis mellifera polyfloral honey (s1-24) were collected to be analyzed in summer 2018 from various beekeeping organic explorations in the extreme north-west of Algeria (Table 1). Even though,

Table 1. Distribution of honey samples.

Sample	Characteristic Vegetation	Honey Geographical Area	Longitude	Latitude
s1	Heterofloral	Sidi daho	0°54'12.81"O	35° 6'3.78"N
s2	Heterofloral	Sfisef	0°17'0.42"O	35°14'1.73"N
s3	Heterofloral	Tabia	0°45'48.76"O	35° 0'41.65"N
s4	Heterofloral	Sidi ali benyoub	0°43'51.78"O	34°55'45.12"N
s5	Heterofloral	Bouhriz forest,	0°34'25.56"O	35° 2'57.78"N
s6	Milk thistle	Sidi brahim (Sarno Dam)	0°34'45.73"O	35°17'21.79"N
s7	Jujube + milk thistle	Sidi brahim	0°32'47.07"O	35°16'17.93"N
s8	Euphorbia + milk thistle	Sidi-Bel-Abbès city	0°36'10.57"O	35°12'18.31"N
s9	Milk thistle	Boukhanéfis	0°41'47.24"O	35° 3'28.33"N
s10	Heterofloral	Sidi Mohamed Benali lake	0°39'16.53"O	35°15'7.45"N
s11	Heterofloral	Sidi yacoub	0°46'12.63"O	35° 8'46.01"N
s12	Heterofloral	Sidi brahim	0°32'26.16"O	35°16'6.55"N
s13	Heterofloral	Foret de tanira	0°34'8.69"O	35° 0'0.42"N
s14	Heterofloral	Sidi Khaled	0°41'25.93"O	35° 6'55.19"N
s15	Heterofloral	mont dhaya	0°39'8.96"O	34°41'3.99"N
s16	Heterofloral	Sebdou	1°21'11.55"O	34°38'10.22"N
s17	Heterofloral	Sabra	1°29'2.24"O	34°49'35.95"N
s18	Heterofloral	Beni Snouss	1°31'38.45"O	34°39'28.85"N
s19	Jujube	Ain nekrouf	0°57'43.05"O	35° 2'54.27"N
s20	Heterofloral	Hafir Ain Ghoraba forest	1°24'7.44"O	34°42'42.39"N
s21	Euphorbia + milk thistle	El gor	1° 2'53.44"O	34°44'57.67"N
s22	jujube and Ferula	El aricha	1°12'54.92"O	34°17'52.49"N
s23	Heterofloral	Sebdou	1°20'10.11"O	34°39'40.60"N
s24	Thymus	Sabra	1°30'6.09"O	34°48'10.49"N

the beekeepers themselves, according to the best of their knowledge and the location of hives, declared their honey as natural. These samples were packaged in glass containers (of 60 ml), sterile, hermetically closed, labeled, dated, and then stored in a dark place at room temperature 25-30°C until analysis.

2.4. Physicochemical Analysis

In the present study, we evaluated the physicochemical parameters of organic honey in the analytical laboratory of the pharmacy department in Djillali Liabès University of Sidi Bel Abbès, using the Harmonized Methods of the International Honey Commission [23].

The evaluated parameters were: water content (%), electrical conductivity ($\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$), Ash (%), pH, free acid (mEq kg^{-1}), diastase activity (Shade units), hydroxymethylfurfural: HMF ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), carbohydrates (%), apparent sucrose (%), color intensity: ABS_{450} (mAU), color Intensity: the Pfund scale (mm), and specific optical rotation $[\alpha]_{20}^D$. All physicochemical tests were performed in triplicate.

2.4.1. Water Content (%)

It was determined by refractometry, measuring the refractive index (RI) according to AOAC Methods [24], using a standard model Abbe-type refractometer at 20°C. Water content (%) was then obtained from the Chataway table.

2.4.2. Ash (%)

It was indirectly determined using the measured electrical conductivity and applying the following equation:

$$A = (C - 0.143) / 1.743 \quad (1)$$

where: A = ash value content in g / 100 g of honey; C=electrical conductivity in milliSiemens/cm at 20°C [25].

2.4.3. Electrical Conductivity (mS/cm)

It was measured at 20°C in 40 ml of a solution containing 20% of the dry matter of the honey with specific electrical conductivity (mS/cm) using a conductivity meter inolab cond. 730 (Weilheim, Germany) [26]. The method is based on the original work of Vorwohl 1964 [23].

2.4.4. pH

This measurement was performed potentiometrically at 20°C using a pH-meter INOLAB Level 1 high-precision (Weilheim, Germany) in honey samples diluted with freshly boiled deionized water, ranging from 10% to 100% (w/v) [27]. The pH is determined by the titrimetric method recommended by Codex Alimentarius [26].

2.4.5. Free Acid (mEq/kg)

Free acidity, lactone acidity, and total acidity measurements were performed according to the IHC guidelines [26].

2.4.6. The Quantity of Hydroxyl Methyl Furfural (HMF)

It was obtained with White's method, recommended by Bogdanov [26]. The principle is based on the measure of the HMF absorption at a wavelength of 284nm using a spectro-

photometer (UV-VIS Spectrophotometer SHIMADZU, mini 1240, Japan). In order to avoid interference from other components at this wavelength, the difference between the absorbance of a clear aqueous honey solution and the same solution after the addition of bisulfate was determined. The HMF content was calculated after subtraction of the background absorbance at 336 nm.

2.4.7. Diastase Activity (Shade Units)

Diastase (amylase) responsible for converting starch to glucose is the most studied honey enzyme in terms of quality. The honey diastase activity was determined by the classical method of Schade using a UV-VIS spectrophotometer (SHIMADZU, mini 1240, Japan). The diastase activity is expressed as the diastase number (DN) in Schade units and is defined as that amount of enzyme, which will convert 0.01 g of starch in one hour at 40°C under the conditions of the test [26, 28].

2.4.8. Specific Optical Rotation $[\alpha]_{20}^D$

It is an important parameter in the differentiation between honeydew honey and floral honey. Most of the honeydew honeys have positive values of specific rotation whereas nectar honeys have negative values. The angular rotation of a clear, filtered aqueous solution is measured by polarimeter (OPTIKA POL-1 Series). The value is related to the carbohydrate composition, as described in a study [23].

2.4.9. Fructose and Glucose Content (Sum of Both) (%) and Sucrose Content (%)

These parameters were determined according to the Harmonized Methods of the International Honey Commission [26]. The reducing sugars (mainly fructose and glucose), as well as the apparent sucrose content, are measured by the Fehling method [23]. The precision of the reducing sugar measurement is acceptable. This method qualifies as «apparent sucrose» all non-reducing sugars and is calculated as the difference between total and reducing sugars.

2.4.10. Color Intensity

a) ABS_{450} (mAU): the mean absorbance of honey samples was determined using the method of Beretta *et al.* [3]. The net absorbance was defined as the difference between spectrophotometric absorbance at 450 and 720 nm, expressed as mAU.

b) *The Pfund scale (mm)*: Color of honey indicates the presence of compounds containing double bonds that absorb light in the visible, e.g. carotenoids, flavonoids, Maillard reaction products, polyphenols and terpenes [29]. Color of honey samples was determined using the method of Bianchi [30], by measuring absorbance in aqueous solutions at 635 nm (10 g honey in 20 mL water) in a Shimadzu spectrophotometer [16].

Table 2 shows honey color expressed in absorbance at 635 nm and the corresponding values in Pfund scale. These absorbances are then transformed into the Pfund scale using the following algorithm [16]:

$$\text{Pfund mm} = -38.7 + 371.39 \times \text{ABS}_{635} \quad (2)$$

Table 2. Honey color expressed in absorbance at 635 nm and the corresponding values in Pfund scale [28].

Honey Colour	Absorbance at 635 nm	Pfund mm
Water white	0.104 - 0.125	0 - 8
Extra white	0.125 - 0.148	8 - 16.5
White	0.148 - 0.195	16.5 - 34
Extra light amber	0.195 - 0.238	34 - 50
Light amber	0.238 - 0.333	50 - 85
Amber	0.333 - 0.411	85 - 114
Dark amber	> 0.411	> 114

2.5. Statistical Analysis

All experiments were repeated in triplicate. All values are expressed as the mean \pm standard deviation and were calculated using spreadsheet software (Excel[®]).

3. RESULTS AND DISCUSSION

The results obtained from physicochemical analysis of the honey samples including pH, free acidity, moisture, electrical conductivity, ash, hydroxymethylfurfural (HMF), diastase activity, reducing sugars and apparent sucrose, color intensity (ABS₄₅₀ and Pfund scale) and specific optical rotation are summarized in Table 3.

The results of physicochemical analysis showed that 87.50% of analyzed honey samples are in the standards and characterized as biological products of excellent quality.

Water content is a very important parameter because it is affected by several parameters such as production season, storage conditions, treatment techniques, and human manipulation [31-32]. It gives an estimate of a sample maturity degree and can provide information on its stability against fermentation and crystallization during storage [31].

Water content values of analyzed honey samples varied from 14.2% to 19.0% (mean value \pm SD = 16.78 \pm 1.51%). These values are below the maximum limit recommended by Codex Alimentarius, which is 20% maximum [1]. Obtained results are comparable with other authors' findings. Cengiz *et al.* [21] found moisture content in organic Turkish honey ranged from 14.4 to 20.6% but in another study, Kivrak *et al.* [33] found the moisture content to be 15.56 - 18.39% for other Turkish honeys. In the study by Estevinho *et al.* [10], moisture content in organic Portuguese honey ranged from 14.5 to 16.3%. Otmani *et al.* [34] tested the Algerian honeys and showed values varying from 18 to 20.8%.

This variation depends on the harvesting season, degree of maturity reached in the hive, and environmental factors [35]. The results of this study prove, therefore, that analyzed honey samples are ripe, harvested at appropriate times and their extraction technology has been well conducted. They do not risk fermenting under good storage conditions and can be preserved without risk of alteration of their physicochem-

ical properties. This parameter is considered a good criterion to establish the quality of honey; a lower value is required as it gives honey the ability to resist fermentation and granulation during storage, thus promoting a longer shelf life [36, 37].

Ash content is a parameter used for geographical and botanical origin of honey. A high ash content value is typical of mixed honey and honeydew [7, 38]. Values of organic honey samples varied from 0.09 to 0.86% (mean value \pm SD: 0.37 \pm 0.22%). These results were similar to those found from Tunisia (0.08% to 0.69%) [39], Romania (0.03-1.23%) [40], Egypt and Yemen (1.07 - 2.33%) [41] and Portugal (0.03-0.47%) [10]. On the other hand, these results were comparable to those found from West of Algeria (0.137- 0.564%) [42], Central Region of Algeria (0.23-0.49%) [43] and south of Algeria (0.229% to 0.263) [44] for non-organic Algerian honeys.

However, Ash content of all samples was within the acceptable range (0.6-1.2 g/100 g) [1]. Ash values of honeys samples obtained in this study were in all cases less than 0.6% except for one sample (S20). This would indicate that all honeys studied were of floral origin, with the exception of S20 (Honeydew honey), since this value is higher than that required by the Codex Alimentarius, which sets a maximum of 0.6% for flower honey and 1% for honeydew honey [1]. In this region, mainly in the Hafir Aïn Ghoraba forest (S20), the dominant tree species for the production of the honeydew are pine spruce (*Pinus pinea*), cedar (*Cedrus atlantica*) and zeen oak (*Quercus faginea* subsp. *tlemcenensis*) that holds a particular place and can explain the high ash value [45].

Electrical conductivity is one of the best parameters for differentiation between blossom honeys and honeydew honey and varies with the floral origin [46]. Malika *et al.* show that electrical conductivity is a good measure associated with the botanical origin of honey and is, therefore, very often used in routine honey control [47]. According to Bogdanov & Martin, nectar honey, mixtures of nectar honey and honeydew honey have a conductivity of less than 0.8 mS/cm and honeydew honey and chestnut honey, greater than 0.8 mS/cm [48]. The average electrical conductivity of the honeys analysed 0.38 mS/cm with extremes of 0.123 and 1.180 mS/cm.

Table 3. Results of physicochemical analysis of the honey samples.

Parameters	Mean Values from Three Repetition \pm Standard Deviations	Minimum and Maximum Values	Limits of International Standards [1, 25]
Moisture Content (%)	16.78 \pm 1,51	14.2 - 19	Not more than 20
Fructose and Glucose Content (Sum Of Both) (%)	69.99 \pm 4,83	60.21 - 83.33	Nectar honey: not less than 60%
			Honeydew honey: not less than 45%
Sucrose Content (%)	2.90 \pm 2.08	1.04 - 8.97	Not more than 5
Ash (%)	0.37 \pm 0.22	0.09 - 0.86	Not more than 0.60
Electric conductivity (mS/cm)	0.38 \pm 0.22	0.123 - 1.18	Nectar honey: not more than 0.8
			Honeydew honey: not less than 0.8
Free Acidity (mEq/Kg)	18.79 \pm 6.48	8 - 30	not more than 50
pH	3.67 \pm 0.47	3 - 4.8	no fixed limit
Diastase Activity (shade scale)	19.49 \pm 8.89	8.02 - 40.54	Not less than 8
HMF(mg/Kg)	18.40 \pm 6.14	4.67 - 27.63	not more than 40
Specific Optical Rotation $[\alpha]_{D_{20}^{\circ}}$	-9.83 \pm 3.01	(-16.1) - (-3.8)	no fixed limit
Color Intensity Abs 450 mAU	718.75 \pm 299.06	230 - 1467	no fixed limit
Color Intensity Pfund (mm)	52.81 \pm 41.06	0.30 - 137.34	no fixed limit

It is noted that all samples are less than 0.8 mS/cm, the maximum limit recommended by the Codex Alimentarius for the honeys of the nectar, which suggests the floral origin of these samples. However, sample S10 having 1.180 mS/cm, exceed 0.8 mS/cm, which is, therefore either chestnut honey or a mixture of honeydew and nectar honey [1]. All the values obtained correspond to international standards and are \leq 08mS / cm for nectar honey and \geq 0.8 mS/cm for honeydew honey. Our results are in agreement with those reported for other types of honey in Algeria. Mouhoubi-tafinine *et al.* find 0.417 to 1.412 mS/cm for honey produced in different regions of Bejaia (Algeria) [42]. Our results were also quite similar to those of some Bangladesh honeys (0.632 - 0.805 mS/cm) [49] and Moroccan honeys (0.108 - 0.669 mS/cm) [50].

The pH Values of the organic honey samples were from 3 - 4.8, with an average of 3.67 \pm 0.47. The obtained results confirmed that all tested samples were acidic and within the standard limit (pH: 3.40-6.10) that assures honey samples' freshness [1]. Instead, it is observed that 92% of the samples have a relatively low pH with values less than 4.5, which

confirms that they are nectar honeys. In addition, pH of honeys of forest origin is higher in comparison with floral honeys [10]. Honey samples were close to those previously reported by Estevinho *et al.*, Laouar & Tahar and Selvaraju *et al.* in Portuguese (3.50-4.00), Algerian (3.15-4.50) and Malaysian honeys (3.22- 4.03), respectively [10, 51, 52]. Low pH honey inhibits the presence and growth of microorganisms and makes honey consistent with many food products in terms of pH and acidity [10].

Honey is fairly acidic because it contains organic acids in equilibrium with their corresponding lactones, or internal esters and some inorganic ions, mainly phosphate, sulfate, and chloride [27, 50]. The free acidity (FA) values of the analyzed samples are between 08 and 30 meq/kg with an average of 18.79 \pm 6.48, so all acidity values are under the prescribed limit of 50 meq/kg, indicating the absence of undesirable fermentation [1]. These values are similar to some locally produced honey in Algeria [34, 51, 53, 54] and in Morocco [55]. Variation in FA among different honeys could be attributed to the variation in harvest seasons or too floral origins [56].

Freshly harvested honey contains only HMF traces. Under the influence of temperature, light and time, the value of HMF may increase during storage [23, 57]. It is usual for HMF to be under 10 in freshly extracted honey. Levels higher than this may indicate excessive heating during the extraction process. The international food standards require that HMF content of honey after processing and/or blending shall not be more than 40 mg/kg and 80 mg/kg according to the European Union and the Codex Alimentarius, respectively [13, 58]. The results of studied honeys are between 4.67 and 27.63 mg/kg with an average of 18.40 ± 6.14 mg / kg. All samples conform to the standards set by the Codex Alimentarius, which is 40 mg/kg [1]. The obtained values are comparable not only to those found by Achouri *et al.* in the same region of Algeria (5.90-47.10mg/kg) [59] but also to those found in other countries [60-62]. HMF IS related to the quality, freshness and heat processing of honey but has not been related to the origin of the samples [63].

The diastase activity of honey has traditionally been measured using the classical Schade procedure [23, 28]. The diastasic activity of our samples varies from 8.02 to 40.54 Shade units with an average of 19.49 ± 8.89 Shade units or diastase number (DN).

A high quality honey is expected to have low HMF content but a high diastase activity [64]. From this point of view, the 24 organic honey collections had diastase number (DN) more than 8, they are then considered as fresh honey, of standard quality.

These values were in conformity with the reports of some previous authors. Cengiz *et al.* reported for organic Turkish honey samples values 8.3- 23 DN [17], Bergamo *et al.* observed in Brazilian honey samples values 3.53 - 27.44 DN [65] and Al-Farsi *et al.* 0.78-27.1 DN for Omani honeys [66].

The specific rotation analysis can be used in the differentiation between blossom honey, honeydew honey or mixed compound [67]. All honey samples analyzed had negative values of specific rotation. The highest negative value was revealed by sample S20, with mean value (-3.80). The lowest negative results were obtained in sample S22, with mean value (-16.10). The following five samples: S7, S9, S14, S17, and S20 showed values ranging from (-1) to (-7). These samples were a mixture of flower (floral) and honeydew honeys, in which the fructose concentration is somewhat higher than glucose and other sugars. However, the other samples have specific angular rotations below the value -7; these samples are therefore of floral origin in which the fructose concentration is much higher than glucose [68]. By comparing our results with those previously published by other authors, we note that they are similar [66, 69-71].

Honey is an extremely concentrated solution of sugars produced in nature by honeybees. Fructose and glucose are the major components, which represent 85-95% of the total sugars [72]. Honey sugars composition highly depends on many factors as the nature of flowers used by the bees, climate, geographical origin, and processing and storage conditions [7]. Each honey is likely to contain a dozen sugars.

These are mono, di, tri or polysaccharides representing in total more than 80% of the total weight of the honey. Two of them, glucose and fructose, clearly dominate and make up almost 70%.

Quantitative analysis of the sugars shows that the reducing sugar content of the analyzed honey varies between 60.21% and 77.07% with an average of $70.83\% \pm 5.65$. All samples conform to the standards set by the Codex Alimentarius, which is 60% as the minimum limit [1]. These values are similar to those reported by [50, 62, 73]

The proportions of non-reducing sugars range from 1.04% to 8.97% with an average of $2.90\% \pm 2.08$ for all samples. The content of sucrose in 87.5% of our samples is in conformity with the limits established by the European Codex Honey Standards, which are not more than 5 g/100g [1, 36]. Three samples show values more than 5g/100g: (S12) with the maximum value of 8.97%, (S4) with 7.82% and S10 with 5.23%. The reason for the higher levels of sucrose could be that these regions are rich in false acacia (*Robinia pseudoacacia*), alfalfa (*Medicago sativa*) and red gum (*Eucalyptus camadulensis*) [74]. According to Bogdanov and Martin, honey consisting mainly of these species and has a sucrose content between 5 and 10% [48].

Color is considered as a parameter of honey quality. It depends on the floral origin and the content of minerals [75]. The light-colored honeys generally have low ash contents, while those of darker color generally have higher grades [31]. The sample (S8) shows the maximum value with 137.34 mm Pfund in comparison with the other samples and sample (S1) recorded the lowest value 0.296 mm Pfund with the lower ash value 0.09%. These values were similar to those previously reported for other honey samples from Morocco (22.24 - 96.42) [76], Argentina (40.67-129.66)[77] and India (9-114) [78].

The Intensity of the ABS450 color also plays a very important role in determining the antioxidant capacity of honey. Numerous studies have confirmed the correlation between the antioxidant activity of honey and the intensity of the color ABS450: an intense color indicates strong antioxidant activity and pigments (carotenoids, flavonoids) presence [3, 79-82]. Indeed, Al-Farsi *et al.* demonstrated a positive correlation relationship between antioxidant properties of phenolics and flavonoids content of honey and the color intensity [83].

The color intensity of the honey samples in the present study was between 288 and 1467 mAU. Our results are comparable with the reported ABS450 values of some Italian (525-3413 mAU), Algerian (724 - 1188 mAU), Malaysian (512-1141 mAU) and Iranian honeys (25 - 3413 mAU) cited respectively in a few studies [3, 11, 52-84].

CONCLUSION

In Algeria, there is a very large community of honey consumers and production possibilities are very important due to its climate and resources. The results of this first study indicated that natural honey samples grown in selected sites of

our local area are of good quality. Organic honeys are produced using strict ecological and natural principles, which are intended to improve the good quality of the harvested honey. The study describes the variability of some physicochemical parameters of twenty-four Algerian organic honeys. All of the obtained values were within the limits imposed by the present legislation. The comparison of the results obtained with published international standards allowed us to assert that samples have specific characteristics and high quality that could provoke in the future a great interest among bee honey consumers. However, this constitutes only practical proof of ensuring food safety.

The results of this study prove therefore that analyzed honey samples are ripe, harvested at appropriate times and their extraction technology has been well conducted. They do not risk fermenting under good storage conditions and can be preserved without risk of alteration of their physicochemical properties. Ash content indicates that 23 studied honeys were of floral origin. All tested samples were acidic and within the standard limit, which assures honey samples freshness and the absence of undesirable fermentation.

All samples are conforming to the standards set by the Codex Alimentarius, for 5 parameters (moisture content, Free Acidity, HMF, diastase Activity and reducing sugar content). 92% of samples are in standards of pH and Electric Activity and finally 87.5% of them are in conformity with the limits standards for sucrose content and Ash.

The present study concludes that the quality and physicochemical properties of honey were varied based on the geographical and botanical origins, handling, transportation and storage conditions and suggest that the majority of honey samples analyzed are of floral origin.

The stuff biodiversity of this region allows the production of a wide variety of honey. Natural substances play an increasingly important place in therapy, so research should be directed towards highlighting original honey for a future hospital application. Indeed, the honeybee is a real natural chemical source that can offer people greater well-being.

ETHICS APPROVAL AND CONSENT TO PARTICIPATE

Not applicable.

HUMAN AND ANIMAL RIGHTS

No Animals/Humans were used for studies that are base of this research.

CONSENT FOR PUBLICATION

Not applicable.

AVAILABILITY OF DATA AND MATERIALS

Not applicable.

FUNDING

None.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest, financial or otherwise.

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to express our gratitude to the Laboratory of plant biodiversity conservation and valorization, University of Djillali Liabes, Sidi-Bel-Abbès, Algeria and the apicultural association "Djebel Moksi" who supported us at every bit and without whom it was impossible to accomplish this task. The authors thank Professor Abid-Houcine S. for editorial help and insightful comments.

REFERENCES

- [1] Codex Alimentarius Commission. Revised Codex Standard for Honey Codex Stan 12-1981, Rev. 1 (1987), Rev. 2 (2001). Codex Standard 1981; 12: 1-7.
- [2] Afrin S, Forbes-Hernandez TY, Gasparrini M, *et al.* Strawberry-Tree Honey Induces Growth Inhibition of Human Colon Cancer Cells and Increases ROS Generation: A Comparison with Manuka Honey. *Int J Mol Sci* 2017; 18(3): 613. <http://dx.doi.org/10.3390/ijms18030613> PMID: 28287469
- [3] Beretta G, Granata P, Ferrero M, Orioli M, Facino RM. Standardization of antioxidant properties of honey by a combination of spectrophotometric /fluorimetric assays and chemometrics. *Anal Chim Acta* 2005; 533(2): 185-91. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aca.2004.11.010>
- [4] Tahir HE, Xiaobo Z, Zhihua L, *et al.* Rapid prediction of phenolic compounds and antioxidant activity of Sudanese honey using Raman and Fourier transform infrared (FT-IR) spectroscopy. *Food Chem* 2017; 226: 202-11. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.01.024> PMID: 28254013
- [5] Imtara H, Kmail A, Touzani S, Khader M, Hamarshi H, Saad B, *et al.* Chemical Analysis and Cytotoxic and Cytostatic Effects of Twelve Honey Samples Collected from Different Regions in Morocco and Palestine. *Evid.-Based Complementary Altern. Med* 2019. <http://dx.doi.org/10.1155/2019/8768210>
- [6] Ahmed S, Sulaiman SA, Baig AA, Ibrahim M, Liaqat S, Fatima S, *et al.* Honey as a potential natural antioxidant medicine: An insight into its molecular mechanisms of action. *Oxid Med Cell Longev* 2018; 2018.
- [7] da Silva PM, Gauche C, Gonzaga LV, Costa ACO, Fett R. Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food Chem* 2016; 196: 309-23. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.09.051> PMID: 26593496
- [8] Consonni R, Bernareggi F, Cagliani L. NMR-based metabolomic approach to differentiate organic and conventional Italian honey. *Food Control* 2019; 98: 133-40. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.11.007>
- [9] Tucak Z, Periskić M, Bešlo D, Tucak I. Influence of the beehive type on the quality of honey. *Coll Antropol* 2004; 28(1): 463-7. PMID: 15636106
- [10] Estevinho LM, Feás X, Seijas JA, Pilar Vázquez-Tato M. Organic honey from Trás-Os-Montes region (Portugal): chemical, palynological, microbiological and bioactive compounds characterization. *Food Chem Toxicol* 2012; 50(2): 258-64. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2011.10.034> PMID: 22019893
- [11] Khalil I, Moniruzzaman M, Boukraâ L, *et al.* Physicochemical and antioxidant properties of Algerian honey. *Molecules* 2012; 17(9): 11199-215. <http://dx.doi.org/10.3390/molecules170911199> PMID: 22996344
- [12] Cardona Y, Torres A, Hoffmann W. Colombian stingless bee honeys characterized by multivariate analysis of physicochemical properties. *Apidologie (Celle)* 2019; 50(6): 881-92. <http://dx.doi.org/10.1007/s13592-019-00698-5>

- [13] Pita-Calvo C, Vázquez M. Honeydew honeys: A review on the characterization and authentication of botanical and geographical origins. *J Agric Food Chem* 2018; 66(11): 2523-37. <http://dx.doi.org/10.1021/acs.jafc.7b05807> PMID: 29462557
- [14] Bisutti V, Merlanti R, Serva L, Lucatello L, Mirisola M, Balzan S, *et al.* Multivariate and machine learning approaches for honey botanical origin authentication using near infrared spectroscopy. *J Near Infrared Spectrosc* 2019; 27(1): 65-74. <http://dx.doi.org/10.1177/0967033518824765>
- [15] Stanek N, Teper D, Kafarski P, Jasicka-Misiak I. Authentication of phacelia honeys (*Phacelia tanacetifolia*) based on a combination of HPLC and HPTLC analyses as well as spectrophotometric measurements. *LWT* 2019; 107: 199-207. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2019.03.009>
- [16] Naab OA, Tamame MA, Caccavari MA. Palynological and physicochemical characteristics of three unifloral honey types from central Argentina. *Span J Agric Res* 2008; 6(4): 566-75. <http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2008064-351>
- [17] Cengiz MM, Tosun M, Topal M. Determination of the physicochemical properties and ¹³C/¹²C isotope ratios of some honeys from the northeast Anatolia region of Turkey. *J Food Compos Anal* 2018; 69: 39-44. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2018.02.007>
- [18] Chiesa LM, Panseri S, Nobile M, Ceriani F, Arioli F. Distribution of POPs, pesticides and antibiotic residues in organic honeys from different production areas. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess* 2018; 35(7): 1340-55. <http://dx.doi.org/10.1080/19440049.2018.1451660> PMID: 29533158
- [19] Willer H, Lernoud J, Huber B, Sahota A. 2019.
- [20] FiBL. 2011. African Organic Agriculture Training Manual.
- [21] European Union (2008) Commission Regulation (EC) No 889/2008 of 5 September 2008 laying down detailed rules for the implementation of Council Regulation (EC) No 834/2007 on organic production and labelling of organic products with regard to organic production, labelling and control. *Off J Eur Un* 2008; 51: 1-23.
- [22] Thrasylvoulou A, Broeker U, Chrysoula T, Vilas-Boas M, Wallner K, Amsler T, El-Obeid D & al. Improvements To The Regulations On Organic Farming To Facilitate The Practice Of Organic Beekeeping. *Bee World* 2014; 91(3): 58-61. <http://dx.doi.org/10.1080/0005772X.2014.11417604>
- [23] Bogdanov S, Martin P, Lüllmann C. Harmonised methods of the international honey commission 2002.
- [24] AOAC. Official methods of analyses. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists 2003.
- [25] Bogdanov S, Lüllmann C, Martin P, von der Ohe W, Russmann H, Vorwohl G, *et al.* Honey quality and international regulatory standards: review by the International Honey Commission. *Bee World* 2015; 80(2): 61-99. <http://dx.doi.org/10.1080/0005772X.1999.11099428>
- [26] Bogdanov S. Honey composition. *The honey book* 2009; 1-9.
- [27] Silva LR, Videira R, Monteiro AP, Valentão P, Andrade PB. Honey from Luso region (Portugal): Physicochemical characteristics and mineral contents. *Microchem J* 2009; 93(1): 73-7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.microc.2009.05.005>
- [28] Schade JE, Marsh GL, Eckert JE. Diastase activity and hydroxymethyl-furfural in honey and their usefulness in detecting heat alteration. *J Food Sci* 1958; 23(5) <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.1958.tb17592.x>
- [29] Aazza S, Lyoussi B, Antunes D, Miguel MG. Physicochemical characterization and antioxidant activity of 17 commercial Moroccan honeys. *Int J Food Sci Nutr* 2014; 65(4): 449-57. <http://dx.doi.org/10.3109/09637486.2013.873888> PMID: 24438231
- [30] Bianchi EM. Control de calidad de la miel y la cera 1990.
- [31] Gomes S, Dias LG, Moreira LL, Rodrigues P, Estevinho L. Physicochemical, microbiological and antimicrobial properties of commercial honeys from Portugal. *Food Chem Toxicol* 2010; 48(2): 544-8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2009.11.029> PMID: 19909782
- [32] Moujanni A, Partida L, Essamadi AK, Hernanz D, Heredia FJ, Terrab A. Physicochemical characterization of unique unifloral honey: *Euphorbia resinifera*. *CYTA J Food* 2018; 16(1): 27-35. <http://dx.doi.org/10.1080/19476337.2017.1333529>
- [33] Kivrak Ş, Kivrak I, Karababa E. Characterization of Turkish honeys regarding of physicochemical properties, and their adulteration analysis. *Food Sci Technol* 2017; 37(1): 80-9. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-457x.07916>
- [34] Otmani I, Abdennour C, Dridi A, Kahalerras L, Halima-Salem A. Characteristics of the bitter and sweet honey from Algeria Mediterranean coast. *Vet World* 2019; 12(4): 551-7. <http://dx.doi.org/10.14202/vetworld.2019.551-557> PMID: 31190710
- [35] Acquarone C, Buera C, Elizalde B. Pattern of pH and electrical conductivity upon honey dilution as a complementary tool for discriminating geographical origin of honeys. *Food Chem* 2007; 101: 695-703. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.01.058>
- [36] Terrab A, González M, González A. Characterisation of moroccan unifloral honeys using multivariate analysis. *Eur Food Res Technol* 2003; 218: 88-95. <http://dx.doi.org/10.1007/s00217-003-0797-x>
- [37] Moniruzzaman M, Sulaiman SA, Azlan SA, Gan SH. Two-year variations of phenolics, flavonoids and antioxidant contents in acacia honey. *Molecules* 2013; 18(12): 14694-710. <http://dx.doi.org/10.3390/molecules181214694> PMID: 24287998
- [38] Vorwohl G. The relationship between the electrical conductivity of the honey and its traditional origin. 1964.
- [39] Boussaid A, Chouaibi M, Rezig L, Hellal R, Donsi F, Ferrari G, *et al.* Physicochemical and bioactive properties of six honey samples from various floral origins from Tunisia. *Arab J Chem* 2018; 11(2): 265-74. <http://dx.doi.org/10.1016/j.arabjc.2014.08.011>
- [40] Al ML, Daniel D, Moise A, Bobis O, Laslo L, Bogdanov S. Physico-chemical and bioactive properties of different floral origin honeys from Romania. *Food Chem* 2009; 112(4): 863-7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.06.055>
- [41] El Sohaimy SA, Masry SHD, Shehata MG. Physicochemical characteristics of honey from different origins. *Ann Agric Sci* 2015; 60(2): 279-87. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aos.2015.10.015>
- [42] Mouhoubi-Tafnine Z, Ouchemoukh S, Louaileche H, Tamendjari A. Effect of storage on hydroxymethylfurfural (HMF) and color of some Algerian honey. *Int Food Res J* 2018; 25(3)
- [43] Habati M, Gherib A, Bakchiche B, Benmebarek AA. Study On The Physicochemical, Antioxidant Properties And Mineral Content Of Five Honeys Produced In The Central Region Of Algeria. *Sci Study Res-Chem Chem Eng Biotech Food Ind* 2017; 18(2): 121-34.
- [44] Mesbahi MA, Ouahrani MR, Rebiai A, Amara DG, Chouikh A. Characterization of *Zygophyllum album* L Monofloral Honey from El-Oued, Algeria. *Curr Nutr Food Sci* 2019; 15(5): 476-83. <http://dx.doi.org/10.2174/1573401314666180223135430>
- [45] Bouazza N. 2017.
- [46] Bogdanov S, Ruoff K, Persano Oddo L. Physicochemical methods for the characterisation of unifloral honeys: a review. *Apidologie (Celle)* 2004; 35: 4-17. <http://dx.doi.org/10.1051/apido:2004047>
- [47] Malika N, Mohamed F, Chakib EA. Microbiological and physicochemical properties of Moroccan honey. *Int J Agric Biol* 2005; 7(5): 773-6.
- [48] Bogdanov S, Martin P. Honey authenticity. *Mitt Lebensmitteluntersuchung Hyg* 2002; 93(3): 232-54.
- [49] Kamal MM, Rashid MHU, Mondal SC, El Taj HF, Jung C. Physicochemical and microbiological characteristics of honey obtained through sugar feeding of bees. *J Food Sci Technol* 2019; 56(4): 2267-77. <http://dx.doi.org/10.1007/s13197-019-03714-9> PMID: 30996460
- [50] Abselami A, Tahani A, Sindic M, Fauconnier ML, Bruneau E, Elbachiri A. Physicochemical properties of some honeys produced from different flora of Eastern Morocco. *J Mater Environ Sci* 2018; 9(3): 879-86.
- [51] Laouar H, Tahar A. Physicochemical analysis of some honeys from humid regions in North East Algeria. *J Chem Pharm Sci* 2017; 10(1): 50-4.
- [52] Selvaraju K, Vikram P, Soon JM, Krishnan KT, Mohammed A. Melissopalynological, physicochemical and antioxidant properties of honey from West Coast of Malaysia. *J Food Sci Technol* 2019; 56(5): 2508-21.

- <http://dx.doi.org/10.1007/s13197-019-03728-3> PMID: 31168133
- [53] Nair S, Bouzidi Maghraoui N. Physicochemical Properties of Honey Produced in North-West of Algeria. *Adv Food Sci Eng* 2017; 1(3): 123-8.
<http://dx.doi.org/10.22606/afse.2017.13005>
- [54] Amri A, Ladjama A. Physicochemical characterization of some multifloral honeys from honeybees *Apis mellifera* collected in the Algerian northeast. *Afr J Food Sci* 2013; 7(7): 168-73.
<http://dx.doi.org/10.5897/AJFS13.0986>
- [55] Chakir A, Romane A, Marazzan GL, Ferrazzi P. Physicochemical properties of some honeys produced from different plants in Morocco. *Arab J Chem* 2016; 9: 946-54.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.arabj.2011.10.013>
- [56] Perez-Arquillué C, Conchello P, Ariño A, Juan T, Herrera A. Quality evaluation of Spanish rosemary (*Rosmarinus officinalis*) honey. *Food Chem* 1994; 51(2): 207-10.
[http://dx.doi.org/10.1016/0308-8146\(94\)90258-5](http://dx.doi.org/10.1016/0308-8146(94)90258-5)
- [57] Önur İ, Misra NN, Barba FJ, *et al.* Effects of ultrasound and high pressure on physicochemical properties and HMF formation in Turkish honey types. *J Food Eng* 2018; 219: 129-36.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.09.019>
- [58] Council Directive 2001/110/CE of 20 December 2001 concerning honey. *OJEC* 2002; 10: 47-52.
- [59] Achouri MY, Selka MA, Chenafa A, Brahim S, Messafeur MA, Toumi H. Teneur en 5-hydroxyméthylfurfural (HMF) dans les miels du Nord-Ouest de l'Algérie. *Toxicol Anal Clin* 2019; 31(2): 100-5.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.toxac.2019.03.001>
- [60] Pasiás IN, Kiriakou IK, Kaitatzis A, Koutelidakis AE, Proestos C. Effect of late harvest and floral origin on honey antibacterial properties and quality parameters. *Food Chem* 2018; 242: 513-8.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.09.083> PMID: 29037722
- [61] Aypak SÜ, İnci A, Bakırcı S, Fidan ED, Soysal M. Comparison of the antioxidant activity and hydroxymethylfurfural (hmf) levels in honey taken from hives and markets. *Gida* 2019; 44(1): 86-92.
- [62] Abdulkhalq A, Swaileh KM. Physico-chemical properties of multi-floral honey from the West Bank, Palestine. *Int J Food Prop* 2017; 20(2): 447-54.
<http://dx.doi.org/10.1080/10942912.2016.1166128>
- [63] Anklam E. A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. *Food Chem* 1998; 63(4): 549-62.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00057-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00057-0)
- [64] Thrasylvoulou A, Tananaki C, Goras G, Karazafiris E, Dimou M, Liolios V, *et al.* Legislation of honey criteria and standards. *J Apic Res* 2018; 57(1): 88-96.
<http://dx.doi.org/10.1080/00218839.2017.1411181>
- [65] Bergamo G, Seraglio SKT, Gonzaga LV, Fett R, Costa ACO. Physicochemical characteristics of bracing honeydew honey and blossom honey produced in the state of Santa Catarina: An approach to honey differentiation. *Food Res Int* 2019; 116: 745-54.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2018.09.007> PMID: 30717004
- [66] Al-Farsi M, Al-Belushi S, Al-Amri A, Al-Hadhrani A, Al-Rusheidi M, Al-Alawi A. Quality evaluation of Omani honey. *Food Chem* 2018; 262: 162-7.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.04.104> PMID: 29751904
- [67] Persano-Oddo L, Piro R. Main European unifloral honeys: descriptive sheets. *Apidologie (Celle)* 2004; 35: 538-81.
<http://dx.doi.org/10.1051/apido:2004049>
- [68] Piro R, Guidetti G, Persano Oddo L, Piazza MG. Mathematical diagnosis of unifloral honeys. *Il ruolo della ricerca in apicoltura Bologna: Litosei*. 2002; pp. 13-9.
- [69] Pascual-Maté A, Osés SM, Marazzan GL, Gardini S, Muiño MAF, Sancho MT. Sugar composition and sugar-related parameters of honeys from the northern Iberian Plateau. *J Food Compos Anal* 2018; 74: 34-43.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2018.08.005>
- [70] Primorac L, Flanjak I, Kenjerić D, Bubalo D, Topolnjak Z. Specific rotation and carbohydrate profile of Croatian unifloral honeys. *Czech J Food Sci* 2011; 29: 515-9.
<http://dx.doi.org/10.17221/164/2010-CJFS>
- [71] Serrano S, Rodríguez I, Moreno R, Rincón F. Detection of key factors affecting specific optical rotation determination in honey. *CYTA J Food* 2019; 17(1): 574-80.
<http://dx.doi.org/10.1080/19476337.2019.1620338>
- [72] Aggrawal M, Rohrer J. HPAE-PAD determination of carbohydrates in honey to evaluate samples for quality and adulteration. 2017.
- [73] Ouchemoukh S, Louailsche H, Scheitzer P. Physicochemical Characteristics and Pollen Spectrum of Some Algerian Honeys. *Food Control* 2007; 18(1): 52-8.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2005.08.007>
- [74] Salvador L, Guijarro M, Rubio D, *et al.* Exploratory monitoring of the quality and authenticity of commercial honey in Ecuador. *Foods* 2019; 8(3): 105.
<http://dx.doi.org/10.3390/foods8030105> PMID: 30897757
- [75] González-Miret ML, Terrab A, Hernanz D, Fernández-Recamales MÁ, Heredia FJ. Multivariate correlation between color and mineral composition of honeys and by their botanical origin. *J Agric Food Chem* 2005; 53(7): 2574-80.
<http://dx.doi.org/10.1021/jf048207p> PMID: 15796597
- [76] Elamine Y, Lyoussi B, Anjos O, *et al.* Zantaz honey "monoflorality": Chemometric applied to the routinely assessed parameters. *LWT* 2019; 106: 29-36.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2019.02.039>
- [77] Cabrera M, Perez M, Gallez L, Andrada A, Balbarrey G. Colour, antioxidant capacity, phenolic and flavonoid content of honey from the Humid Chaco Region, Argentina. *Phyton (B Aires)* 2017; 86: 124-30.
- [78] Krishna N. Influence of floral resources on brood development and honey quality in *Apis mellifera* (L.): GB Pant University of Agriculture and Technology, Pantnagar-263145 (Uttarakhand); 2018. In:
- [79] Daci-Ajvazi M, Mehmeti A, Zeneli L, Daci N. Evaluation of antioxidant activity, heavy metals and colour intensity of honeys from different parts of Kosovo. *J Environ Prot Ecol* 2017; 18(2): 737-48.
- [80] Das A, Mukherjee A, Dhar P. Characterization of antioxidants and antioxidative properties of various unifloral honeys procured from West Bengal, India. *IOSR J Environ Sci Toxicol Food Technol* 2013; 7: 56-63.
<http://dx.doi.org/10.9790/2402-0735663>
- [81] Kaczmarek A, gorzata Muzolf-Panek M, Tomaszewska-Gras J, Konieczny P. Predicting the Botanical Origin of Honeys with Chemometric Analysis According to Their Antioxidant and Physicochemical Properties. *Pol J Food Nutr Sci* 2019; 69(2): 191-201.
<http://dx.doi.org/10.31883/pjfn/108526>
- [82] Iszcz P, Glód BK. Antioxidative Properties of Selected Polish Honeys. *J Apic Sci* 2019; 63(1): 81-91.
- [83] Al-Farsi M, Al-Amri A, Al-Hadhrani A, Al-Belushi S. Color, flavonoids, phenolics and antioxidants of Omani honey. *Heliyon* 2018; 4(10)e00874
<http://dx.doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00874> PMID: 30465028
- [84] Moloudian H, Abbasian S, Nassiri-Koopaei N, *et al.* Characterization and Classification of Iranian Honey Based on Physicochemical Properties and Antioxidant Activities, with Chemometrics Approach. *Iran J Pharm Res* 2018; 17(2): 708-25. PMID: 29881428