

## CARACTÉRISTIQUES MÉLISSOPALYNOLOGIQUES ET CONTENU PHÉNOLIQUE DU MIEL DE *ZIZIPHUS LOTUS* D'ALGÉRIE

MEKIOUS Scherazad<sup>1, 2\*</sup>, MASSEAU Carine<sup>3</sup>, DAOUD Nassera<sup>1</sup>, BELHADJ Safia<sup>1</sup> et HOUMANI Zahia<sup>2</sup>

1. Université Ziane Achour- Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie- Djelfa (Algérie).

2. Université Blida 1. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Département d'Agronomie. Laboratoire des Plantes médicinales et aromatiques - Blida (Algérie).

3. Université catholique de Louvain. Centre de Recherche et d'Information Apicole (CARI) - Louvain-La-Neuve (Belgique).

Reçu le 25/10/2020, Révisé le 17/12/2020, Accepté le 31/12/2020

### Résumé

**Description du sujet :** L'étude traite la description des contenus pollinique et phénolique d'un miel monofloral de jujubier.

**Objectifs :** Le but de cette étude est d'identifier les caractéristiques des miels de jujubier d'Algérie afin de certifier leurs origines botanique et géographique.

**Méthodes :** Les analyses polliniques des miels ont été réalisées par la méthode établie par la Commission internationale de Botanique apicole. Le dosage des phénols totaux a été réalisé par méthode colorimétrique de Folin-Ciocalteu.

**Résultats :** Les analyses polliniques montrent que tous les miels présentent une richesse pollinique moyenne. Le pollen de *Z. lotus* est prédominant. Les types morphologiques les plus représentés du spectre pollinique sont le *P. harmala*, *E. bupleuroides*, *T. garganica*, *R. raetam*, *Poaceae*, *Asteraceae* et *Brassicaceae*. La teneur en phénols totaux est plus élevée pour les miels de Laghouat. Par ailleurs, une forte corrélation entre les teneurs en pollens de *Z. lotus*, de *P. harmala* et la teneur en phénols totaux.

**Conclusion :** La détermination des caractéristiques polliniques des miels de jujubier d'Algérie permet leur identification et leur distinction. Les composés phénoliques constituent un autre moyen de l'estimation de l'origine végétale et est complémentaire à d'autres critères portant sur la valeur alimentaire et thérapeutique de ce type de miel.

**Mots clés :** *Ziziphus* ; miel ; polyphénols ; méliissopalynologie

## MELISSOPALYNOLOGICAL CHARACTERISTICS AND PHENOLIC CONTENT OF ALGERIAN *ZIZIPHUS LOTUS* HONEY

### Summary

**Description of the subject :** The study deals with the description of the pollen and the phenolic contents of the monofloral jujube honey.

**Objective :** The study describes the characteristics of the Algerian jujube honeys in order to certify their botanical and geographical origins.

**Methods :** The analyzes of the pollen contained in the several honey samples were carried out by the method established by the International Commission of Beekeeping Botany. The determination of the total phenols was carried out by the Folin-Ciocalteu colorimetric method.

**Results :** The pollen analyzes showed that all the honeys samples presented an average pollen richness. *Z. lotus* pollen is predominant. The most represented morphological types of the pollen spectrum are *P. harmala*, *E. bupleuroides*, *Asteraceae*, *T. garganica*, *R. raetam*, *Poaceae* and *Brassicaceae*. The total phenol content is higher in honeys from Laghouat site. In addition, a strong correlation between the pollen contents of *Z. lotus*, of *P. harmala* and the total phenol content, is recorded.

**Conclusion :** The determination of the characteristics of the pollen of the Algerian jujube honeys allows their identification and distinction. The phenolic compounds are another means of estimating the plant origin and are complementary to other criteria related to the nutritional and the therapeutic value of this type of honey.

**Keywords :** *Ziziphus* ; honey; polyphenols; melissopalynology.

\* Auteur correspondant : MEKIOUS Scherazad., E-mail : mekiou.sch.uni.djelfa@gmail.com

## INTRODUCTION

Le miel est la substance sucrée naturelle produite par les abeilles de l'espèce *Apis mellifera* à partir du nectar des plantes ou des sécrétions provenant de parties vivantes des plantes ou des excréments laissés sur celles-ci par des insectes suceurs [1], de composition très complexe qui dépend principalement de l'origine botanique. La source florale du nectar donne au miel une multitude de propriétés aussi bien sur le plan nutritionnel que sur le plan thérapeutique. Au sud de l'Algérie, certaines régions steppiques et subsahariennes offrent d'importantes sources alimentaires pour les abeilles. Le jujubier (*Ziziphus lotus*) constitue une source mellifère intéressante, c'est aussi une espèce qui offre un important service écosystémique dans ces zones caractérisées par un climat chaud et sec. Le jujubier s'étale sur tout le Nord du Maghreb et est très répandu dans les régions arides d'Algérie [2]. La plante est très riche en molécules possédant des activités biologiques variées, ce qui explique ses usages multiples par les autochtones en thérapie traditionnelle [3, 4, 5, 6]. La plante de *Z. lotus* contient un taux sensiblement élevé de composés phénoliques totaux, qui permettent le piégeage des radicaux libres, certaines recherches ont même montré une activité plus élevée que les antioxydants synthétiques [7]. Les caractéristiques du miel sont subordonnées à la source alimentaire des abeilles, en effet, il peut avoir toutes les vertus et les principes actifs de la plante du jujubier ayant été à l'origine de sa production. Le miel de jujubier occupe une place très importante sur le marché mondiale, et il reste le miel le plus cher. Très peu d'étude ont ciblé la caractérisation de ce miel monofloral [8, 9, 10, 11, 12]. Etant susceptible à beaucoup de fraudes, les recherches portant sur son identification et sa caractérisation sont indispensables pour toute démarche visant à préserver leur qualité et leurs origines géographique et botanique. Dans cet objectif, notre étude est une contribution à l'identification de la composition des spectres polliniques du miel de jujubier produit dans les régions de Djelfa et de Laghouat, zones de grande transhumance des abeilles pour exploiter la floraison du jujubier et produire un miel très apprécié sur le plan thérapeutique et gustatif. L'analyse pollinique a été la première méthode utilisée pour déterminer l'origine botanique et géographique d'un miel, elle donne de

précieuses informations sur l'activité de butinage des abeilles. Elle est aussi nécessaire pour confirmer l'appellation « mono floral » d'un miel. Généralement, un miel de fleurs est considéré comme provenant d'une seule source si la fréquence pollinique de cette espèce est supérieure à 45% [13]. Le contenu en phénols totaux a été évalué et la teneur en composés phénoliques est également considérée comme une méthode prometteuse pour étudier l'origine botanique des miels [14]. Certains phénols participent à l'arôme, et sont impliqués dans les qualités organoleptiques des miels au même titre que les substances terpéniques caractéristiques de quelques sources végétales. Ils peuvent être considérés aussi comme des marqueurs de l'origine florale [15, 16].

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 1. Echantillons de miels

Le matériel utilisé est composé de dix échantillons de miels collectés entre les années 2018-2019 sur plusieurs sites de production situés dans les wilayas de Djelfa et de Laghouat (Tableau 1). Les échantillons de miels proviennent des ruchers appartenant à des apiculteurs transhumant leurs abeilles vers les steppes sahariennes pour exploiter la miellée de *Z. lotus*. L'origine botanique a été confirmée par l'analyse pollinique réalisée pour cette étude.

### 2. Analyse pollinique quantitative

L'analyse méliissopalynologique quantitative consiste à déterminer la richesse pollinique par le nombre absolu d'éléments microscopiques par unité de poids de miel, en comptant le nombre de grains de pollen contenus dans 10 g de miel (PG / 10 g) déterminé par la méthode de Maurizio [13]. La procédure consiste à centrifuger une solution de miel et comptage du nombre de grains de pollen dans le résidu ; les résultats sont exprimés comme nombre de pollen dans 10 g de miel, abrégé en PG / 10g, et donné en milliers ( $10^3$ ) [17]. Les miels ont été classés selon la représentativité pollinique des classes de Maurizio : Classe I, miels pauvres en pollen (PG/10 g  $<20 \times 10^3$ ), classe II, miels à la normale représentation du pollen (PG/10 g  $20 \times 10^3 - 100 \times 10^3$ ), Classe III, miels avec pollen surreprésenté (PG/10 g  $100 \times 10^3 - 500 \times 10^3$ ), classe IV, miels à forte pollen surreprésenté (PG / 10 g  $500 \times 10^3 - 10^6$ ) et Classe V, miels pressés (PG / 10 g  $> 10^6$ ).

Tableau 1: Origine géographique des échantillons

Echantillon	Localité de production	Coordonnées géographiques
D01	Ain Oussara	35° 26' 56" Nord, 2° 54' 16" Est
D02	Ruchers situés à Djelfa	Messad
D03		Sed Rahal
D04		Hassi Bahbah
D05	El Idrissia	34° 26' 54" Nord, 2° 31' 44" Est
L06	Ruchers situés à Laghouat	Laghouat
L07		Aflou
L08	Hassi Dhelaa	33° 25' 3" Nord, 3° 33' 1" Est
L09	Ksar el Hirane	33° 47' 19" Nord, 3° 8' 27" Est
L10	Sidi Makhoulouf	33° 47' 19" Nord, 3° 8' 27" Est

### 3. Analyse pollinique qualitative

Les caractéristiques méliissopalynologiques qualitatives ont pour but d'identifier et de dénombrer tous les types morphologiques de pollens présents dans les échantillons de miels. L'extraction et l'analyse spectres polliniques ont été réalisées par la méthode établie par la Commission internationale de Botanique apicole, décrite par Louveaux *et al.* [13] et Von der Ohe *et al.* [17]. Cette méthode permet de différencier les variétés de pollens présents en déterminant leurs fréquences polliniques exprimées en pourcentage relatif par rapport au nombre total de grains de pollen comptés. Dans notre cas, la détermination des classes de fréquences polliniques s'est faite sur le comptage de 500 pollens. Les classes de fréquences relatives ont été déterminées selon la nomenclature méliissopalynologique internationale : pollens dominants ou prédominants (+45%) ; pollens d'accompagnement ou secondaires (16-45 %) ; pollens isolés ou tertiaires (3-15 %) ; pollens rares (-3 %). L'identification des types de pollen est réalisée par la comparaison de la morphologie et des dimensions des grains de pollen observés au microscope photonique dans nos échantillons avec celles des microphotographies des pollens de référence établi par Ricciardelli d'Albore [18]. Nous avons aussi réalisé quelques préparations de références selon la méthode de Louveaux *et al.* [13] ; pour cela, nous avons recueilli des plantes en fleurs dans l'aire étudiée. L'identification exacte de certains pollens d'*Asteraceae* n'était pas possible ; ils ont été indiqués comme *Asteraceae* (T) (type *Taraxacum*).

### 4. Teneur en polyphénols

La détermination de la teneur en polyphénols totaux du miel a été réalisée selon la méthode de Folin-Ciocalteu adaptée à la matrice miel [19]. Le principe est basé sur la réaction colorée des composés phénoliques avec le réactif de Folin-Ciocalteu (acide phosphotungstique et acides phosphomolybdique). La réaction se fait à un pH alcalin, du Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> est ajouté au mélange et va donner une couleur bleue. La concentration de chaque échantillon est calculée sur la base de leur absorbance à 725 nm. Une droite de calibration faite à partir de standards d'acide gallique à différentes concentrations. La gamme d'étalonnage d'acide gallique permet de déterminer la quantité des phénols totaux. Les résultats sont exprimés en mg d'équivalent acide gallique/100g du miel (mg GAE/100g). Toutes les déterminations ont été effectuées en double lecture.

### 5. Traitement des données

Le traitement statistique des résultats est basé sur une analyse des composantes principales avec un cercle des corrélations. L'ACP permet de représenter les échantillons en tenant compte de toutes les variables étudiées. Les analyses multi variées sont réalisées avec le programme STATISTICA version 7.

## RÉSULTATS

### 1. Analyse pollinique quantitative

Le nombre total de grains de pollen dans 10g (PG/10g) pour tous les échantillons varie de  $29,5 \times 10^3$  à  $45,5 \times 10^3$ , ainsi ils appartiennent tous à la classe II avec une représentativité normale (richesse moyenne). Le nombre de types de pollen identifiés par échantillon de miel varie entre 11 et 14 types pour chaque échantillon (Tableau 2).

Tableau 2 : Origine des échantillons de miels, nombre total des types polliniques, nombre des grains / 10g et représentation des échantillons en classes de Maurizio [17].

Echantillons		PG/10x10 <sup>3</sup> (g)	Classe pollinique	Nombre de types polliniques
Ruchers situés à Djelfa	D01	29,5	II	13
	D02	32,6	II	13
	D03	42,3	II	14
	D04	39,6	II	12
	D05	34,5	II	13
	L06	39,2	II	14
Ruchers situés à Laghouat	L07	45,5	II	11
	L08	36,8	II	12
	L09	34,7	II	13
	L10	35,3	II	13

## 2. Analyse pollinique qualitative

La détermination et le dénombrement des différents types morphologiques présents dans les miels étudiés ont permis leur caractérisation botanique et géographique.

Tableau 3 : Types de pollens identifiés dans les échantillons de miels représentés en pollens dominants, pollens d'accompagnement (secondaires) et pollens isolés importants (tertiaire)

Ech.	Pollen dominant (+45%)	Pollen d'accompagnement (16 à 45%) (Pollen secondaire)	Pollen isolé important (3 à 15%) (Pollen tertiaire)
D01	<i>Ziziphus lotus</i> (66,79%)	0	<i>Retama raetam</i> (9,22%), <i>Asteraceae</i> (14,66%)
D02	<i>Ziziphus lotus</i> (68,04%)	<i>Euphorbia bupleuroides</i> (16,82%)	<i>Peganum harmala</i> (3,12%)
D03	<i>Ziziphus lotus</i> (67,94%)	0	<i>Peganum harmala</i> (6,82%), <i>Thapsia garganica</i> (14,33%), <i>Asteraceae</i> (4,12%)
D04	<i>Ziziphus lotus</i> (69,75%)	0	<i>Asteraceae</i> (10,06%), <i>Thapsia garganica</i> (5,15 %)
D05	<i>Ziziphus lotus</i> (68,25%)	0	<i>Euphorbia bupleuroides</i> (10,19%), <i>Thapsia garganica</i> (6,25%), <i>Peganum harmala</i> (4,55%),
L06	<i>Ziziphus lotus</i> (70,93%)	0	<i>Peganum harmala</i> (10,12%), <i>Euphorbia bupleuroides</i> (5,06%)
L07	<i>Ziziphus lotus</i> (69,82%)	0	<i>Peganum harmala</i> (10,15%)
L08	<i>Ziziphus lotus</i> (72,85%)	<i>Peganum harmala</i> (16,22%)	0
L09	<i>Ziziphus lotus</i> (72,08%)	<i>Peganum harmala</i> (21%)	<i>Euphorbia bupleuroides</i> (3,58%)
L10	<i>Ziziphus lotus</i> (72,35%)	<i>Peganum harmala</i> (14,55%)	<i>Asteraceae</i> (4,8%)

Au total, 28 types polliniques provenant de 19 familles sont identifiés, ce qui reflète la diversité florale des deux régions. L'analyse pollinique qualitative montre que le pollen de *Z. lotus* est prédominant dans tous les miels, ainsi, sa fréquence pollinique varie de 66.79% à 72.85% avec une moyenne de 68.15% pour les miels de la région de Djelfa et de 71.61% pour les miels récoltés à Laghouat (Tableau 3). Dans tous les miels analysés nous n'avons noté aucun indicateur de miellat, ils sont absents dans tous nos échantillons, ce qui confirme leur origine

sécrétoire. Le *Z. lotus* constitue alors une source abondante de pollen assez fréquemment butiné par les colonies d'abeilles ce qui confirme l'appellation mono floral "Miel de jujubier" [13, 20]. Les grains de pollen avec une présence tertiaire et mineure qui se trouvent en quantités inférieures à 15% (Tableaux 3 et 4) ne sont pas considérés, en général, dans la caractérisation des miels. Dans cette catégorie nous trouvons des pollens de plantes nectarifères ou pollinifères ou des plantes non associées aux abeilles. Parmi les plantes nectarifères figurent

les *Asteraceae* représentées par 6 types, les *Brassicaceae* et les *Apiaceae* par 2 types.

Parmi les plantes non nectarifères, nous avons identifiées les types des familles de *Cistaceae*, *Poaceae* et l'espèce *Artemisia sp.* Parmi les plantes sans rapport avec les abeilles, anémophiles en général, nous avons identifié le type de la famille des *Pinaceae*

Tableau 4 : Pollen isolé rare (pollen mineur) dans les miels analysés

Ech	Pollen isolé rare (-3%) (Pollen mineur)
D01	<i>Thapsia garganica</i> , <i>Cistaceae</i> , <i>Ononis sp.</i> , <i>Asteraceae (T)</i> , <i>Amaranthaceae</i> , <i>Peganum harmala</i> , <i>Pinaceae*</i> , <i>Lamiaceae</i> , <i>Daucus carotta</i> , <i>Malva sp.</i>
D02	<i>Centaurea sp.</i> , <i>Cistaceae*</i> , <i>Brassicaceae</i> , <i>Calandula sp.</i> , <i>Thapsia garganica</i> , <i>Retama raetam</i> , <i>Anacardiaceae</i> , <i>Amaranthaceae*</i> , <i>Rosaceae</i> , <i>Malva sp.</i>
D03	<i>Renonculaceae</i> , <i>Daucus carotta</i> , <i>Brassicaceae</i> , <i>Tamarix sp.</i> , <i>Lamiaceae</i> , <i>Asteraceae (T)</i> , <i>Anacardiaceae</i> , <i>Quercus sp. *</i> , <i>Artemisia sp. *</i> , <i>Euphorbia bupleuroides</i> .
D04	<i>Calandula sp.</i> , <i>Echinops sp.</i> , <i>Brassicaceae</i> , <i>Retama raetam</i> , <i>Poaceae*</i> , <i>Asteraceae (T)</i> , <i>Peganum harmala</i> , <i>Euphorbia bupleuroides</i> , <i>Malva sp.</i>
D05	<i>Echinops sp.</i> , <i>Asteraceae</i> , <i>Pinaceae*</i> , <i>Anacardiaceae</i> , <i>Retama raetam</i> , <i>Daucus carotta</i> , <i>Malva sp.</i> , <i>Quercus sp. *</i> , <i>Atemisia sp. *</i>
L06	<i>Cistaceae*</i> , <i>Lamiaceae</i> , <i>Arecaceae</i> , <i>Tamarix sp.</i> , <i>Echium</i> , <i>Poaceae*</i> , <i>Calandula sp.</i> , <i>Thymelaceae</i> , <i>Amaranthaceae*</i> , <i>Artemisia sp. *</i> , <i>Retama raetam</i>
L07	<i>Echium sp.</i> , <i>Thapsia garganica</i> , <i>Asteraceae</i> , <i>Euphorbia bupleuroides</i> , <i>Lamiaceae</i> , <i>Anacardiaceae</i> , <i>Brassicaceae</i> , <i>Centaurea</i> , <i>Retama raetam</i>
L08	<i>Arecaceae</i> , <i>Calandula sp.</i> , <i>Lamiaceae</i> , <i>Poaceae*</i> , <i>Centaurea</i> , <i>Euphorbia bupleuroides</i> , <i>Asteraceae</i> , <i>Brassicaceae</i> , <i>Artemisia sp. *</i> , <i>Thapsia garganica</i>
L09	<i>Brassicaceae</i> , <i>Asteraceae</i> , <i>Centaurea</i> , <i>Lamiaceae</i> , <i>Arecaceae</i> , <i>Echium sp.</i> , <i>Echinops sp.</i> , <i>Tamarix sp.</i> , <i>Thymelaceae</i> , <i>Artemisia sp. *</i>
L10	<i>Calandula sp.</i> , <i>Echium sp.</i> , <i>Cistaceae</i> , <i>Centaurea</i> , <i>Amaranthaceae*</i> , <i>Euphorbia bupleuroides</i> , <i>Poaceae*</i> , <i>Thymelaceae</i> , <i>Brassicaceae</i> , <i>Artemisia sp. *</i>

\*: espèces non nectarifères *Asteraceae (T)* : *Asteraceae Type Taraxacum*

La figure 1, illustre les types de pollens les plus caractéristiques du spectre pollinique identifié dans notre étude. Ces types sont présents dans plus de 50% des échantillons analysés.

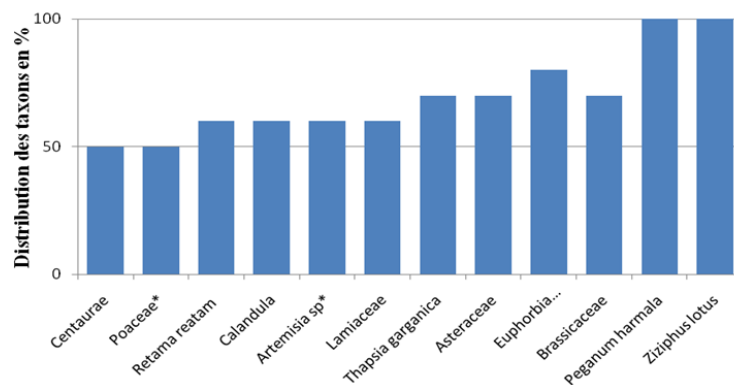


Figure 1 : Taxons identifiés dans + de 50% des miels analysés

Nous signalons une combinaison de types polliniques composé de *Ziziphus lotus* et *Peganum harmala* présents dans tous les miels, suivie des *Brassicaceae*, *Euphorbia bupleuroides*, *Asteraceae*, *Thapsia garganica*, *Lamiaceae*, *Calandula*, *Retama raetam*, et *Centaurea*. Les types polliniques *Artemisia sp.* et *Poaceae* ont une présence importante dans les miels analysés mais sont des pollens de plantes entomophiles non nectarifères [13].

### 3. Teneur en polyphénols

Une quantification des principaux phénols a permis de rendre compte du contenu phénolique des miels de jujubier produits dans ces deux régions (Fig. 2). Ainsi, les teneurs globales en composés phénoliques varie de  $51,90 \pm 1,45$  à  $67,03 \pm 0,49$  mg GAE/100 g de miel avec une moyenne de  $56,62 \pm 2,86$  mg GAE/100 g de miel pour les miels de la région de Djelfa et de  $61,78 \pm 3,33$  mg GAE/100 g de miel pour les miels de Laghouat.

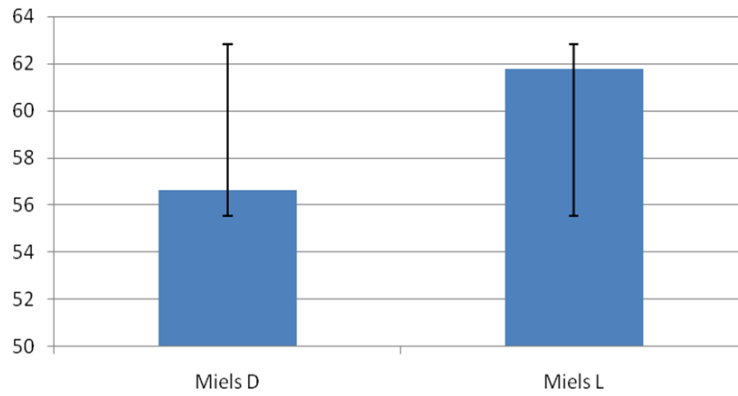


Figure2. Teneur en polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols totaux nous donne une estimation globale de la teneur en différentes classes des composés phénoliques contenus au niveau des échantillons analysés.

**4. Analyses en composantes principales**

L'ACP permet de représenter les échantillons en tenant compte des variables présentes qui, dans notre cas, sont la teneur en phénols totaux (mg ac Gallique/100g de miel), et les pourcentages de pollen d'*Euphorbia bupleuroides*, *Peganum harmala*, et *Zizphus lotus*. La figure 3 présente le cercle de corrélations, sur la base des données polliniques relatives aux pollens dominants et aux pollens secondaires ainsi que la présence des phénols totaux.

Cette représentation graphique qui permet de voir plus aisément les liens entre ces variables. Si les flèches se superposent ou sont opposées, les deux variables sont très corrélées ou inversement corrélées ; si les deux flèches forment un angle droit, les deux variables sont indépendantes l'une de l'autre. Nous pouvons se servir de ces corrélations pour caractériser les groupes d'échantillons. L'idée ici est de voir si les échantillons sont globalement bien séparés. La figure 4 donne une représentation des échantillons sur les deux premières composantes de l'ACP qui représentent respectivement 24,74 et 69,33 % de la variabilité totale.

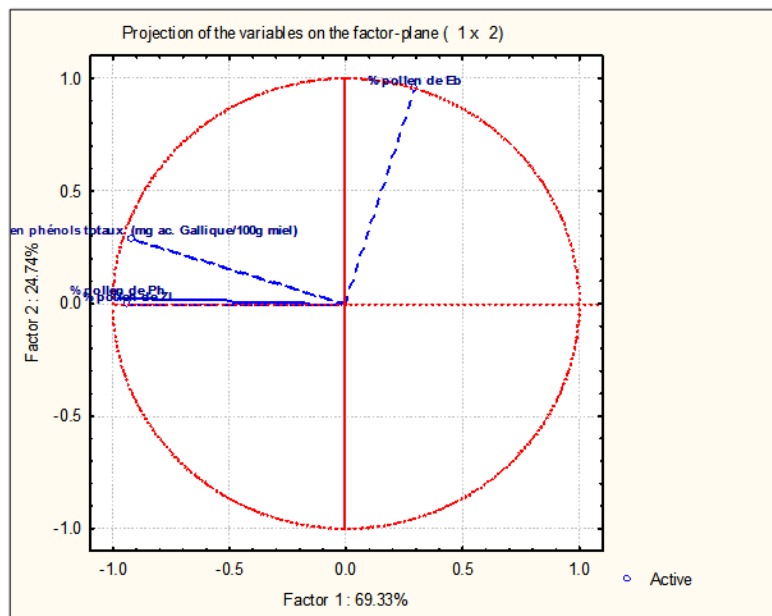


Figure 3. Cercle des corrélations des différentes variables

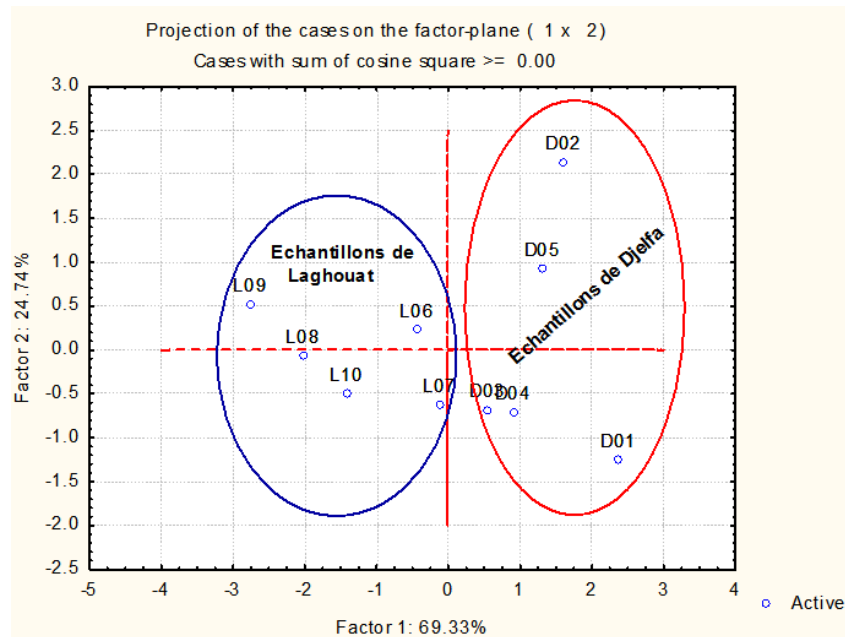


Figure 4. Répartition des échantillons sur les deux premières composantes

Les échantillons de miels de la région de Djelfa figurent sur la droite de l'axe 1, alors que ceux de Laghouat sont essentiellement à gauche. Parmi les variables, les fréquences polliniques de *Z. lotus* et la teneur en phénols totaux sont plus élevés pour les miels de Laghouat, surtout pour les échantillons qui sont caractérisés par la présence du pollen de *Peganum harmala* en accompagnement avec des pourcentages entre 16 et 45%. Par ailleurs, une forte corrélation entre les teneurs en *Z. lotus*, de *P. harmala* et les phénols totaux.

## DISCUSSION

La richesse pollinique des différents miels analysés concorde avec les résultats obtenus par Ouchemoukh *et al.* [21], qui rapportent des valeurs quantitatives normales en pollen allant de  $20 \times 10^3$  à  $40 \times 10^3$  pollens dans 10g de miel. Leurs échantillons ont été prélevés dans diverses régions situées le long de la côte méditerranéenne. L'étude de Makhloufi *et al.* [22] indique que le nombre total de grains de pollen dans 10g de miel pour les 51 échantillons de miels monofloraux étudiés, variaient de  $2,6 \times 10^3$  à  $1120,4 \times 10^3$ , dont 58,8% appartenaient à la Classe II avec une représentativité normale ou moyenne en pollen. Zerrouk *et al.* [12], signalent que dans leur étude sur les miels de jujubier produits en Algérie, 82% des échantillons étaient riches en pollens et appartenaient à la classe III et 18% possèdent des quantités normales en pollens et appartenaient à la classe II. Cependant, de nombreux facteurs influencent le nombre de pollens dans le miel : la production de la plante

(rapport de production nectar/pollen), les conditions météorologiques, la distance de butinage, la filtration par l'abeille et le mode d'extraction du miel [17]. Il est intéressant de comparer le spectre pollinique obtenu avec ceux identifiés dans d'autres études. Les fréquences polliniques du *Z. lotus* sont conformes aux valeurs trouvées par Zerrouk *et al.* [12] pour le même type de miel dont la teneur moyenne en pollen de *Z. lotus* était de 70,9%. Dans les miels de jujubier produits en Chine, les valeurs signalées par Zhou *et al.* [9] variaient de 54 à 91% avec une dominance moyenne de 71,48%. Du point de vue géographique, les miels pourraient être caractérisés selon la combinaison des types morphologiques dominants et secondaires. Dans notre étude nous notons la présence secondaire du pollen de *Peganum harmala* dans 3 échantillons avec une teneur maximale de 21% et du pollen d'*Euphorbia bupleuroides* dans un seul échantillon avec une teneur de 16,82% (Tableau 3). Nous remarquons une différence au niveau d'un seul type morphologique secondaire signalé par Zerrouk *et al.* [12] dans leur étude sur les miels de jujubier, ils rapportent la présence secondaire de *Peganum harmala* et d'*Olea europaea* avec des teneurs maximales, respectives de 44,7% et 23%. Sachant que les espèces de la famille des *Oleaceae* sont dépourvues de nectaires. Il en résulte que les miels étudiés dans l'une des recherches antérieures [10] partagent quelques types morphologiques avec ceux que nous avons enregistré dans la présente étude,

nous citons spécialement les plus représentés du spectre pollinique présents dans plus de 50% des miels analysés telle que *Peganum harmala*, *Euphorbia bupleuroides*, *Thapsia garganica*, *Retama raetam*, *Asteraceae*, *Poaceae* et *Brassicaceae*. Le spectre pollinique des miels de jujubier identifié par Zerrouk *et al.* [12], montre que le pollen de *Peganum harmala* est présent dans plus de 94,1% de leurs échantillons analysés. Nous partageons aussi d'autres types de pollens bien représentés dans leurs échantillons (47%) telle que les *Brassicaceae* et les *Centaureae*. Ces différences correspondent aux variations des conditions édaphiques qui se reflètent sur la végétation. A la différence des miels de jujubier algériens, ceux de Chine contiennent les types polliniques de *Sophora japonica*, *Robinia pseudoacacia*, *Glycyrrhiza* et *Cotinus* [8]. La principale source de phénols apportés par l'abeille provient des nectars et des sécrétions végétales. Les résultats obtenus pour le contenu en phénols totaux sont plus élevés que ceux du miel de *Ziziphus spina-christi* du Soudan (21,98 ± 0,70mg GAE/100 g) étudié par Al-Mamary *et al.* [23] et pourraient se rapprocher de ceux enregistrés dans les miels d'eucalyptus (78,4mg GAE/100 g), par contre Zerrouk *et al.* [12], rapportent des valeurs plus importantes pour les miels de jujubier d'Algérie (174,9 mg GAE/100). Les résultats rapportés par ces auteurs dépassent les miels de miellat (140,6 mg GAE/100g) considérés plus riches vu leur origine sécrétoire. Les miels de nectar les plus riches en contenus phénoliques sont ceux de Bruyère (181mg GAE/100g) et du Châtaignier (131,8 mg GAE/100g) [24]. L'A.C.P montre les interrelations entre la composition pollinique et la teneur en polyphénols. Une différence géographique apparaît clairement lorsque l'on considère les régions de récolte (Djelfa, Laghouat). Ainsi, les miels de la région de Laghouat sont plus riches en pollen de *Z. lotus*, aussi ils sont plus riches en polyphénols surtout les échantillons dont le spectre pollinique montre une présence secondaire du pollen de *P. harmala*.

## CONCLUSION

Les miels de jujubier sont des miels d'été produits dans les zones arides et semi-arides de la région méditerranéenne. Peu d'informations sont disponibles sur les caractéristiques des spectres polliniques de ces miels, ainsi la caractérisation de l'appellation monofloral est fondée en partie sur les caractéristiques des spectres polliniques qui peuvent être complétés par des analyses physico-chimiques et sensorielles.

Dans le présent travail, nous avons cherché à identifier les pollens présents dans les miels produits dans les régions de Djelfa et de Laghouat, ce qui fournit des informations précieuses sur l'origine florale et l'activité de butinage des abeilles dans ces milieux. Tous les échantillons de miels sont caractérisés par la prédominance du pollen de *Ziziphus lotus* ce qui confirme leur appellation florale. La présence de certains types morphologiques les plus représentés du spectre pollinique tels que *Peganum harmala*, *Euphorbia bupleuroides*, *Asteraceae*, *Thapsia garganica*, *Retama raetam*, *Poaceae* et *Brassicaceae* pourraient être utile pour différencier ce type de miel de jujubier d'une autre origine géographique. Les composés phénoliques sont les principaux facteurs responsables des activités antioxydantes. En effet, ils peuvent constituer un autre moyen de l'estimation de l'origine végétale et est complémentaire à d'autres critères portant sur la valeur alimentaire et thérapeutique de ce type de miel. Des analyses plus fines doivent permettre d'identifier un certain nombre de substances et de différencier éventuellement les miels de différentes origines florales.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1]. **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.
- [2]. **Quezel P et Santa S, (1962)**. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Editions du CNRS. Paris, vol 2, 1170p.
- [3]. **Borgi, W., Chouchane, N. (2007)**. Activité anti-inflammatoire des saponosides et des flavonoïdes des écorces des racines de *Zizyphus lotus* (L.). Revue des Régions Arides, 1 : 283-286.
- [4]. **Goetz P. (2009)**. Le miel comme traitement local désinfectant et cicatrisant des plaies. Phytothérapie 7 (2) : 91-93.
- [5]. **Benammar, C., Hichami, A., Yessoufou, A., Simonin, A.M., Belarbi, M., Allali, H., et Khan, N.A. (2010)**. *Zizyphus lotus* L. (Desf.) modulates antioxidant activity and human T-cell proliferation. BMC Complementary and Alternative Medicine, 24 : 10-54.
- [6]. **Bakhtaoui Fatima-Zahra., Lakmichi Hind., Megraud Francis., Abderrahmane Chait, Chems-Eddoha A. Gadhi (2014)**. Gastro-protective, Anti-*Helicobacter pylori* and Antioxidant Properties of Moroccan *Zizyphus lotus* L. Journal of Applied Pharmaceutical Science, 4 (10): 81-87.
- [7]. **Ghalem Meriem., Merghache Salima and Belarbi Meriem (2014)**. Study on the antioxidant activities of root extracts of *Zizyphus lotus* from the western region of Algeria. Pharmacognosy Journal (6) 4 :32-42.
- [8]. **Song, X., Yao, Y., & Yang, W. (2012)**. Pollen analysis of natural honeys from the central region of Shanxi, North China. PLoS ONE, 7(11), e49545.



- [9]. Zhou, J., Suo, Z., Zhao, P., Cheng, N., Gao, H., Zhao, J., & Cao, W. (2013). Jujube honey from China: Physicochemical characteristics and mineral contents. *Journal of Food Science*, 78(3): C387–C394.
- [10]. Mekious Scherazad., Houmani, Zahia., Bruneau, Etienne., Masseur Carine., Guillet, Alain., Hance., Thierry. (2015). Caractérisation des miels produits dans la région steppique de Djelfa en Algérie. *Journal Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement* 19 (3) : 219-229.
- [11]. Chakir, A., Romane, A., Marcazzan, L.G., & Ferrazzi, P. (2016). Physicochemical properties of some honeys produced from different plants in Morocco. *Arabian Journal of Chemistry*, 9 : S946–S954.
- [12]. Zerrouk Salim, Seijo María Carmen, Escuredo Olga & Rodríguez-Flores María Shantal. (2017). Characterization of *Ziziphus lotus* (jujube) honey produced in Algeria, *Journal of Apicultural Research*, 54: 166-164.
- [13]. Louveaux, J., Maurizio, A., & Vorwohl, G. (1978). Methods of melissopalynology. *Bee World*, 59(4): 139–157.
- [14]. Alvarez-Suarez J.M., Tulipani S., Romandini S., Vidaland A. and Battino M. (2009). Methodological aspects about determination of phenolic compounds and in vitro evaluation of antioxidant capacity in the honey. *Curr Anal Chem*, 5 : 293–302.
- [15]. Alix J., Grau J., Puigvert A.M. & De Diego J. (1985). Contribution de la chromatografía en capa fina al análisis del origen floral de las mieles. *Vida Apic*, 15 : 31-33.
- [16]. Amiot M.J. Aubert S., Gonnet M. et Tacchini M. (1989). Les composés phénoliques des miels : étude préliminaire sur l'identification et la quantification par famille. *Apidologie*, 20 : 15-125.
- [17]. Von der Ohe W, Persano Oddo L, Piana ML, Morlot M, Martin P. (2004). Harmonized methods of melissopalynology. *Apidologie*, 35 (Suppl. 1) : 18–25.
- [18]. Ricciardelli d'Albore G. (1998). *Mediterranean melissopalynology*. Perugia, Italy : Instituto di Entomologia agraria, Università degli Studi. 466p.
- [19]. Singleton, V.L.; Orthofer, R.; Lamuela-Raventos, R.M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods Enzymol.*, 299 : 152–178.
- [20]. Battesti M.J. (1990). Contribution à la méliissopalynologie méditerranéenne : les miels corses. Thèse de doctorat, Université d'Aix, Marseille (France). p.229
- [21]. Ouchemoukh S., Louaileche H., Schweizer P. (2007). Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Algerian honeys. *Food Control*, 18, 52–58.
- [22]. Makhloufi C., Kerkvliet J. & Schweitzer P. (2015). Characterisation of some monofloral Algerian honeys by pollen analysis. *Grana*, 54 (2) : 156-166.
- [23]. Al-Mamary M., Al-Meerri A. and Al-Habori M. (2002). Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey. *Nutrition Research*, 22(9) : 1041-1047.
- [24]. Escuredo O, Míguez M, Fernández-González M, Carmen Seijo M. (2013). Nutritional value and antioxidant activity of honeys produced in a European Atlantic area. *Food Chem.*, 138 (2-3) : 851-856.