

Quelques paramètres physicochimiques des miels de quatre provinces de la République Démocratique du Congo en relation avec leur qualité et leur stabilité

Crispin BUVEKA NGOMA¹, Faustin ONZELI ILANGA², Guy SAMU-MI KWEMANI³
et Louis EALE EFOTO^{4*}

¹ Université Pédagogique Nationale, Faculté des Sciences, Département de Physique,
BP 8.815 Kinshasa-Binza, République Démocratique du Congo

² Institut Supérieur Pédagogique de Mbandaka, Section Sciences Exactes, Département de Physique et
Technologie, BP 116 Mbandaka, République Démocratique du Congo

³ Institut Supérieur Pédagogique Dibaya Lubwe, Section Sciences Exactes, Département de Mathématique et
Physique, Province du Kwilu, République Démocratique du Congo

⁴ Université de Kinshasa, Faculté des Sciences, Département de Physique, BP 190 Kinshasa XI,
République Démocratique du Congo

* Correspondance, courriel : efoto2013hp@gmail.com

Résumé

On caractérise quatre échantillons de miels de quatre provinces de la République Démocratique du Congo selon les valeurs de leurs paramètres physicochimiques. Ont été étudié : conductivité électrique, pH, viscosité cinématique, densité, indice de réfraction, teneur en eau libre, teneur en sucre, tension superficielle, couleur en indice de Pfund et pouvoir rotatoire. Une partie du matériel utilisé comprend notamment : conductimètre WTW Série Imolab Cond 720, pH-mètre ST 10 Ohaus, viscosimètre d'Ostwald F862 et refractomètre d'Abbe. Les résultats montrent une variabilité des paramètres conformes aux normes internationales : conductivité électrique : $39.6 \pm 0.5 \leq \sigma_m (\mu S/cm) \leq 42.2 \pm 0.6$; pH $3.9 \pm 0.1 \leq pH \leq 4.2 \pm 0.1$; viscosité cinématique : $375.3 \pm 0.5 \leq \nu_m (mm^2/s) \leq 814.7 \pm 0.3$; densité : $1.4 \pm 0.1 \leq d_m \leq 1.5 \pm 0.1$; indice de réfraction: $1.4 \pm 0.1 \leq n_m \leq 1.5 \pm 0.1$; teneur en eau : $20 \pm 0.1 \leq H_m(\%) \leq 21 \pm 0.1$; teneur en sucre : $79 \leq \eta_m(\%) \leq 80$; tension superficielle : $29.3 \pm 1.2 \leq 10^{-3} \gamma_m (N/m) \leq 57.7 \pm 2.7$ et Couleur en indice de Pfund : $102.7 \pm 1.5 \leq C_{pf} (nm) \leq 113.3 \pm 1.2$. Ces miels sont des nectars stables.

Mots-clés : République Démocratique du Congo, miel naturel, paramètres physicochimiques, stabilité, qualité, nectar.

Abstract

Some physicochemical parameters of the natural honeys from four provinces of the Democratic Republic in relation with their quality and their stability

Four honey samples from four provinces of the Democratic Republic of Congo are characterized according to the values of their physicochemical parameters. The following have been studied: electrical conductivity, pH, kinematic viscosity, density, refractive index, free water content, sugar content, surface tension, Pfund color and optically active. Some of the materials used include: WTW conductivity meter Imolab Cond 720 series, ST

10 Ohaus pH meter, Ostwald F862 viscometer and Abbe refractometer. The results show a variability of parameters according to international standards: electrical conductivity: $39.6 \pm 0.5 \leq \sigma_m (\mu\text{S}/\text{cm}) \leq 42.2 \pm 0.6$; pH $3.9 \pm 0.1 \leq \text{pH} \leq 4.2 \pm 0.1$; kinematic viscosity: $375.3 \pm 0.5 \leq \nu_m (\text{mm}^2/\text{s}) \leq 814.7 \pm 0.3$; density: $1.4 \pm 0.1 \leq d_m \leq 1.5 \pm 0.1$; refractive index: $1.4 \pm 0.1 \leq n_m \leq 1.5 \pm 0.1$; water content: $20 \pm 0.1 \leq H_m (\%) \leq 21 \pm 0.1$; sugar content: $79 \leq \eta_m (\%) \leq 80$; surface tension: $29.3 \pm 1.2 \leq 10^{-3} \gamma_m (\text{N}/\text{m}) \leq 57.7 \pm 2.7$ and Color in Pfund index: $102.7 \pm 1.5 \leq C_{\text{pt}} (\text{nm}) \leq 113.3 \pm 1.2$. These honeys are stable nectars.

Keywords : *Democratic Republic of the Congo, natural honey, physicochemical parameters, nectar, quality, stability.*

1. Introduction

Le miel est la substance naturelle sucrée produite par l'abeille *Apis mellifera* (Apidae), à partir du nectar de plantes ou à partir d'excréments d'insectes butineurs laissés sur les parties vivantes de plantes, que les abeilles butinent, transforment en les combinant avec des substances spécifiques qu'elles sécrètent elles-mêmes, déposent, déshydratent, emmagasinent, laissent affiner et mûrir dans les rayons de la ruche [1]. C'est un excellent aliment connu depuis des millénaires de plus en plus utilisé en diététique et en cosmétique [2 - 5]. Il a aussi des vertus thérapeutiques [6 - 8]. Beaucoup d'études lui ont été consacrées, notamment, celles sur sa composition chimique qui établissent que ses principaux constituants chimiques sont : l'eau, les glucides (glucose, fructose, maltose, saccharose, mélézitose, etc.), les acides organiques libres ou combinés sous forme de lactones, les protides, les matières minérales [9 - 14] et autres. C'est cette composition qui lui confère ses propriétés physico chimiques spécifiques dont certaines sont : la tension superficielle, la densité, la conductivité électrique, le pH, la viscosité, l'indice de réfraction, la teneur en eau, la teneur en sucre, l'angle de contact, la couleur et l'activité optique [15 - 18]. Certaines de ces études rapportent que les miels des nations industrialisées ont une certaine toxicité provenant des pesticides [19], les rendant dangereux pour la consommation à des fins alimentaires. En République Démocratique du Congo, le miel est produit naturellement et dans quelques apicultures. Dans le premier cas, les abeilles *Appis mellifera* butinent des fleurs et des substances sucrières des plantes dont : *Musa*, *Chromolienaodoranta*, *Decroydesedulis*, *Caricapapaya*, *Persia americana*, *Wapakacongolensis*, *Onkolnkobawilvesti*, *Elaeis guineensis Jacq.*, *Citrus reticulata*, *Mangifera indica* puis vont les déposer dans des rayons à l'intérieur des ruches naturelles que sont les creux des troncs d'arbres.

Leurs allers et retours des plantes pourvoyeuses des fleurs, des pollens et des substances sucrières vers les ruches renseignent les paysans sur l'emplacement de ces dernières. Le miel fut au début de l'époque coloniale un produit d'exportation peu à peu abandonné au profit de l'industrie minière extractive. Localement, le miel naturel était consommé par la population, surtout, les personnes de troisième âge et les veuves sous forme cristallisé dans des rayons. Actuellement, sa consommation connaît un regain d'intérêt puisque le miel naturel est notamment utilisé comme antidote. Malheureusement ce nouveau marché local balbutiant est victime de falsification. Etant donné la diversité biologique riche et variée du pays, le miel est l'une des ressources naturelles à valoriser. Pour cela, des études doivent être menées pour apporter un éclairage sur bien de ses aspects. La présente étude porte sur quatre échantillons de miels extraits dans quatre sites de quatre provinces sur les vingt-six que compte le pays. Ce sont : Lukula (province du Kongo Central), Bikoro (province de l'Equateur), Boende (province de la Tshwapa) et Bampumu Cke (province du Kwilu). L'objectif de ce travail est de fournir, à l'instar de ceux de [20, 21] des informations sur la qualité et la stabilité de ces miels à partir des valeurs de leurs paramètres physico chimiques. En effet, la stabilité et la bonne qualité de ces miels leurs ouvriront le marché international de l'apiculture et donc une plus-value pour les exploitants de la filière.

2. Matériels et méthodes

2-1. Matériels

2-1-1. Les échantillons de miel naturel

Cette étude porte sur l'aspect paramètres physicochimiques de quatre échantillons A, B, C et D de miels naturels produits par les abeilles *Appis mellifera* dans quatre sites de quatre provinces parmi les vingt-six du pays. L'échantillon A vient de Lukula (Province du Kongo Central) ; l'échantillon B de Bikoro (Province de l'Equateur) ; l'échantillon C de Boende (Province de la Tshwuapa) et l'échantillon D de Bampumu Cke (Province du Kwilu). La **Figure 1** ci-dessous montre les quatre provinces dans la carte de découpage du pays en provinces.



Figure 1 : Carte générale découpage de la République Démocratique du Congo (RDC) en provinces

S : image: <http://www.congo-autrement.com/medias/images/c9-copie-2-copie-11.jpg>

Pour extraire le miel naturel, les paysans fabriquèrent des enfumoirs consistant en des tisons attachés sur les extrémités des bambous. Ils allumèrent ces enfumoirs, les firent tourner près des ruches pour chasser les abeilles gardiennes autour et dedans. Ils ouvrirent les ruches, récupérèrent le miel naturel des rayons en les pressant à la main dans des sceaux puis en le transvasant dans des récipients à des fins de consommation. L'échantillon A fut récolté au mois de Mai 2017. Les échantillons B, C et D le furent au mois d'Août durant la saison sèche. Ils furent placés dans des flacons en plastiques de capacités 250 mL et conservés dans des glacières avant leur acheminement à la Faculté des Sciences de l'Université de Kinshasa pour les analyses. Le **Tableau 1** ci-dessous classe ces échantillons de miel selon leurs sites d'origine lesquels sont identifiés par leurs coordonnées géographiques.

Tableau 1 : Présentation des sites d'origine des échantillons de miels naturels

Échantillon	Provenance			
	Site	Aire (km ²)	Province	Coordonnées géographiques
A	Lukula	3.270	Kongo Central	5° 23' 44" S ; 12° 56' 58" E
B	Bikoro	1.778	Equateur	0° 4' 40" S ; 18° 20' 58" E
C	Boende	13.274	Tshwuapa	0° 43' 40" S ; 18° 07' 58" E
D	Bampumu Cke	1.7 10 ⁻²	Kwilu	4° 20' 52" S ; 19° 42' 58" E

2-1-2. Le matériel de laboratoire

Le matériel de laboratoire utilisé comprend : Conductimètre WTW Séries Imolab Cond 720, sensibilité 0.1 : 1 ; Etuve Heraeus calibré de 0 à 250°C : 1 ; pH-mètre ST 10 Ohaus sensibilité 0.1 : 1 ; Viscosimètre d'Ostwald F862 : 1 ; Chronomètre Samsung J200 : 1 ; Seringue 10 ml : 1 ; Burette : 1 ; Poire : 1 ; pycnomètre : 1 ; Balance électronique Kern PLC 420g, sensibilité 0.001g : 1 ; Pipette graduée de 10 mL : 1 ; Refractomètre d'Abbe (champ de mesure 1,300-1,700 ; précision de mesure $\pm 2 \cdot 10^{-4}$, grossissement du télescope 2X ; grossissement du système de lecture 30X) : 1 ; Pipette de Pasteur : 1 ; Ouate ; Solutions d'éther et d'éthanol ; Eau distillée ; Pince Leybold : 1 ; Noix de serrage Leybold : 4 ; Capillaire l : 75 mm, d : 1 mm : 1 ; Capillaire montée dans un flacon sec et vide avec une graduation en papier millimétré : 1 ; Tables de Chataway : 1 ; Spectrophotomètre UV-BIS 190-1100 nm PHWE : 1 et Polariseur 230V AC : 1.

2-2. Méthodes

On supposera dans cette étude que le miel naturel est un fluide newtonien. Les méthodes de détermination de ses paramètres physiques sus mentionnés sont brièvement décrites ci-dessous. Nos mesures ont été effectuées en trois répétitions.

2-2-1. La conductivité électrique du miel

La détermination de la conductivité électrique de nos échantillons de miel fut basée sur la mesure de la résistance électrique d'une solution aqueuse de 100 mL contenant 20 % de matière sèche de miel à 20°C à l'aide du conductimètre WTW Séries Imolab Cond 720, sensibilité 0.1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ après immersion de sa sonde.

2-2-2. Le pH du miel

Le pH fut lu avec le PH-mètre ST 10 Ohaus après immersion de sa sonde dans une solution de chaque échantillon de miel à 10 % en masse diluée dans 90 % de l'eau distillée à 20°C.

2-2-3. La viscosité cinématique du miel

On a d'abord mesuré le temps de remplissage de l'anneau du viscosimètre d'Ostwald F862 par le miel naturel au travers l'orifice du capillaire du viscosimètre puis on a calculé la viscosité cinématique des échantillons de miel naturel avec la **Relation (1)**.

$$v_m = c \cdot t \quad (1)$$

v_m : viscosité ; c : constante du viscosimètre ; t : temps de remplissage de l'anneau du viscosimètre.

2-2-4. La densité du miel

On a d'abord déterminé par pycnométrie [22] la masse volumique de chaque échantillon de miel, ensuite, on a calculé leur la densité d_m avec la **Relation (2)**.

$$d_m = \frac{\rho_m}{\rho_e} \quad (2)$$

avec, d_m : densité du liquide (miel) ; ρ_m : masse volumique du liquide (miel) ; ρ_e : masse volumique de l'eau à 4°C.

2-2-5. La tension superficielle du miel

On dénombra d’abord les gouttes d’eau et de chaque échantillon de miel naturel tombant du capillaire ensuite, on calcula la tension superficielle avec la **Relation (3)**.

$$\gamma_m = d_m \times \frac{N_e}{N_m} \gamma_e \tag{3}$$

2-2-6. L’indice de réfraction du miel

Puisque le miel est composé de plusieurs substances en solution dont : des sucres (glucose, fructose, saccharose, etc.), des acides organiques, des minéraux et bien d’autres composés, le système peut être modélisé en un système multi couches transparent. Le rayon lumineux incident traverse successivement ces différentes couches en subissant des réfractions dont les angles dépendent de la nature de chacune des substances. L’indice de réfraction du miel est donc, le rapport de la vitesse de la lumière à travers les différentes substances sur la célérité. Il a été lu avec le refractomètre d’Abbe [23].

2-2-8. La teneur en eau libre du miel

La teneur en eau de chaque échantillon de miel naturel à 20 °C a été déduite de la valeur de l’indice de réfraction de chaque échantillon à l’aide de la **Relation (4)**.

$$H(\%) = \frac{[-0.2681 - \log(n_D^{20} - 1)]}{0.002243} \tag{4}$$

2-2-9. La teneur en sucre du miel

La teneur en sucre de chaque échantillon, exprimé en degré Brix, a été déduite de la valeur de l’indice de réfraction de chaque échantillon de miel à 20 °C en utilisant le tableau de correspondance de Chataway.

2-2-10. L’angle de contact du miel

Pour chaque échantillon, on mesura d’abord la hauteur d’ascension du miel à travers le capillaire ensuite on calcula l’angle de raccordement avec la **Relation (5)**.

$$h = \frac{2\gamma \cos \theta}{\rho g r} \tag{5}$$

h : Hauteur d’ascension capillaire du liquide ; γ : Tension superficielle ; θ : Angle de raccordement ; ρ : Masse volumique du liquide ; *r* : Rayon du capillaire ; *g* : Accélération de la pesanteur.

2-2-11. La couleur des échantillons de miel

Pour identifier quantitativement la couleur du miel naturel, on chauffa d’abord à 50°C une solution de chaque échantillon de miel à (50 %) pour dissoudre les cristaux des sucres, ensuite, on mesura l’absorbance à la longueur d’onde 635 nm à l’aide du Spectrophotomètre UV-BIS 190-1100 nm Phwe. Enfin, on classa ces miels naturels selon l’échelle de Pfund après conversion des valeurs d’absorbance grâce à la **Formule** :

$$C_{Pf} (nm) = -38.70 + 371.39 \times Ab \tag{6}$$

2-2-12. L'activité optique de miel

L'activité optique de chaque échantillon fut mesurée à l'aide du Polariseur 230V AC.

3. Résultats et discussion

3-1. Résultats

Les résultats des analyses des paramètres physico chimiques des échantillons de miel étudiés sont regroupés dans le **Tableau 2**. Ci-dessous, les légendes de ces paramètres physico chimiques des échantillons des miels étudiés.

σ_m ($\mu S/cm$) : conductivité électrique de miel

pH : pH du miel

ν_m (mm^2/s) : viscosité cinématique de miel

ρ_m (gcm^{-3}) : masse volumique du miel

d_m : densité d'un échantillon de miel

n_m : indice de réfraction de miel

η_m (%): teneur en sucre de miel

γ_m (N/m) : tension superficielle de miel

θ_m ($^\circ$) : angle de raccordement de miel

C_{pf} (nm) : Couleur en indice de Pfund de miel

δ_r ($^\circ$) : pouvoir rotatoire de miel

Tableau 2 : Paramètres physico chimiques des échantillons de miel.

Paramètre	Échantillons			
	A	B	C	D
σ_m ($\mu S/cm$)	41.8 ± 0.7	39.6 ± 0.5	42.1 ± 0.9	42.2 ± 0.6
pH	3.9 ± 0.1	4.0 ± 0.0	3.9 ± 0.0	3.9 ± 0.0
ν_m (mm^2/s)	516.6 ± 5	814.7 ± 0.3	740.6 ± 0.2	375.3 ± 0.5
ρ_m (gcm^{-3})	1.34 ± 0.02	1.49 ± 0.02	1.41 ± 0.02	1.34 ± 0.02
d_m	1.4 ± 0.1	1.5 ± 0.1	1.4 ± 0.1	1.4 ± 0.1
n_m	1.5 ± 0.1	1.5 ± 0.1	1.5 ± 0.1	1.5 ± 0.1
H_m (%)	21	20	20	20
η_m (%)	79	80	80	80
$10^{-3} \gamma_m$ (N/m)	41.4 ± 2.1	29.3 ± 1.2	30.3 ± 1.4	57.7 ± 2.7
θ_m ($^\circ$)	$56^{\circ}10'57''$	$46^{\circ}30'33''$	$46^{\circ}15'33''$	$50^{\circ}14'10''$
C_{pf} (nm)	113.3 ± 1.2	102.7 ± 1.5	108.6 ± 1.4	110.6 ± 1.9
δ_r ($^\circ$)	-4.7 ± 0.2	-4.3 ± 0.1	-3.9 ± 0.1	-4.5 ± 0.1

3-2. Discussion

3-2-1. La conductivité électrique du miel

La conductivité électrique du miel est définie comme étant celle d'une solution aqueuse de 100mL contenant 20 % de matière sèche de miel à 20°C. La conductivité électrique est la capacité d'une telle solution de

conduire le courant électrique et provient des minéraux et des acides ionisables capables de conduire le courant électrique qui s'y trouvent. C'est l'un des paramètres de différenciation de l'origine florale des miels [24]. A l'unité près, la conductivité électrique des échantillons A, C et D est $\sigma_m = (42 \pm 1) \mu\text{S}/\text{cm}$ et celle de l'échantillon B est $\sigma_m = (40 \pm 1) \mu\text{S}/\text{cm}$. Notons que nos valeurs ont aussi été trouvées par [25, 26]. Ces valeurs montrent que ces échantillons sont des miels de nectar [28 - 32].

3-2-2. Le pH du miel

Le pH est un nombre sans unité qui permet de quantifier le caractère acide ou basique d'une solution [33]. C'est un critère de qualité sur la texture et la stabilité du miel ainsi que de sa non falsification. Ce travail établit que les valeurs de pH des échantillons (A, C et D) sont égales à 3.9 ± 0.2 et celui de l'échantillon B est 4.0 ± 0.3 . Ces valeurs ont également trouvées par [34] qui avaient conclu que leurs miels étaient des miels de nectar. Par conséquent, nos échantillons sont des miels de nectar.

3-2-3. La viscosité cinématique du miel

La viscosité cinématique est la résistance à la déformation du miel en écoulement. Les valeurs de la viscosité cinématique des échantillons de miel trouvées sont dispersées. Celle de l'échantillon B est la plus grande, soit, $814.67 \text{ mm}^2/\text{s}$ tandis que celle de l'échantillon D est la plus petite, soit, $375.29 \text{ mm}^2/\text{s}$. Ces résultats n'établissent pas nettement la dépendance entre la viscosité des miels et la teneur en eau comme l'ont trouvé [35].

3-2-4. La densité du miel

La densité du miel d_m est le rapport de sa masse volumique à celle de l'eau à 4°C . Au dixième près et à 20°C , la densité des échantillons A, C et D vaut 1.4 ± 0.1 , celle de l'échantillon B vaut 1.5 ± 0.1 . Donc la densité des échantillons à 20°C varie entre 1.4 ± 0.1 et 1.5 ± 0.1 . Ces résultats sont en accord avec ceux trouvés par d'autres auteurs. Elle est aussi fonction de la teneur en eau [36, 37].

3-2-5. La tension superficielle du miel

La tension superficielle traduit l'affinité des molécules du miel à s'attirer ou à se repousser lorsqu'elles sont en contact avec un milieu de nature différente (solide, liquide ou gaz) ; le fluide étant souvent décrit comme un milieu continu, déformable et coulant. La valeur de la tension superficielle de l'échantillon D est supérieure à celle de l'échantillon A. Celles des échantillons B et C sont légèrement inférieures. Les valeurs de la tension superficielle des miels sont fonction de la viscosité et corroborent les travaux de Bogdanov qui en fait un critère de différenciation de miels [38 - 40].

3-2-6. L'indice de réfraction du miel

Puisque le miel est composé de plusieurs substances en solution dont : des sucres (glucose, fructose, saccharose, etc.), des acides organiques, des minéraux et bien d'autres composés, le rayon lumineux qui traverse le miel va être réfracté selon la concentration de chacune des substances. Les échantillons analysés ont même indice de réfraction soit, 1.5 ± 0.1 en accord avec celle de [41].

3-2-7. La teneur en eau libre du miel

La teneur en eau du miel est son eau libre. C'est un paramètre important qui garantit la conservation du miel et conditionne sa cristallisation ou sa fermentation. Les valeurs des échantillons B, C et D sont conformes aux

normes. Par contre, celle de l'échantillon A est supérieure à la norme. Selon [42], de telles valeurs sont susceptibles de favoriser la fermentation et donc de son altération.

3-2-8. La teneur en sucre du miel

Les teneurs en sucre de nos miels sont 79 % pour l'échantillon A et 80 % pour les échantillons B, C et D. Ces résultats confirment que les sucres sont les constituants majoritaires du miel [43]. Ces valeurs permettent de confirmer que les échantillons de miel étudiés étaient des miels de nectar [44].

3-2-9. L'angle de contact du miel

Concernant l'angle de contact, nos résultats montrent que les échantillons B et C ont la même la valeur de l'angle de contact. Celle de l'échantillon A est supérieure à celle de l'échantillon D. Ces résultats montrent que la viscosité influence l'angle de contact.

3-2-10. La coloration des échantillons de miel

La couleur des échantillons de miel est l'un des paramètres de qualité du miel. Elle est décrite par l'échelle à sept catégories. Les études montrent qu'un miel coloré est riche en minéraux. Nos analyses ont montré que l'échantillon A est relativement incolore et que les échantillons B, C et D sont bruns sombres. Les couleurs de nos miels sont conformes à celles trouvés par [45, 46].

3-2-11. L'activité optique de miel

L'activité optique résulte de l'interaction de la lumière polarisée avec le miel. Comme ce pouvoir rotatoire a une valeur négative, nos échantillons sont lévogyres [48].

4. Conclusion

Cette étude basée sur certains paramètres physicochimiques de miels récoltés dans quatre localités de quatre provinces de la République Démocratique du Congo a établi que leurs variabilités sont conformes aux normes internationales. Par conséquent, ces miels sont des nectars stables, de bonne qualité hormis l'échantillon A en provenance de Lukula (province du Bas Congo) qui a une teneur en eau élevée et qui est susceptible des subir des altérations. Pour réunir d'avantage des informations sur cette ressource précieuse, des études sur d'autres aspects, notamment sur la pollinisation et les éléments minéraux sont requises. En effet, l'étude sur la pollinisation nous permettrait de connaître les plantes pourvoyeuses des pollens et des substances sucrées butinées par les abeilles et leurs repartitions géographiques. Celle sur les éléments minéraux nous renseignerait sur les métaux qui participent au métabolisme de ces plantes comme le sous-sol congolais est riche en minerais.

Références

- [1] - CODEX ALIMENTARIUS, "*Programme mixte Fao/Oms sur les normes alimentaires*". Commission du Codex Alimentarius. ALINORM, 01/25, (2001) 1 - 31
- [2] - A. AMRI, A. LADJAMA et A. TAHAR, "*Revue Synthèse*", 17 (Janvier 2007) 57 - 63
- [3] - A. NASSIMA et K. AIT MANSOUR, "*Propriétés physicochimiques et activités biologiques de quelques miels*", Mémoire de Magister, Université A. Mira, Bejaia, (2018) 74 p.

- [4] - H. HAMOUMANE, A. ACHITE, "Analyses physico-chimiques et activité antibactérienne de quelques échantillons du miel Algérien", Mémoire de Magister, Université de Djilali Bounaama de Khemis Miliana, (2018) 107 p.
- [5] - V. M. RANOELIARIVAO, "Caractérisation alimentaire des miels malgaches en vue d'une authentification : cas des miels de Niaouli", Mémoire du DEA, Université d'Antananarivo, Tananarive, (2011) 103 p.
- [6] - C. CREPEAU, Les vertus miraculeuses du miel, (2013), 144 p. <http://www.editions-homme.com/vertus-miraculeuses-miel/catherine-crepeau/livre/9782761938761>, lu 10 Octobre 2018
- [7] - F. BALAS, "Les Propriétés Thérapeutiques du miel et leurs domaines d'application en Médecine Générale. Revue de la littérature", Thèse de Doctorat, Université de Nice Sophia-Antipolis, Nice, (2015) 85 p.
- [8] - A. LE BIHAN, "les pansements au miel dans la cicatrisation des plaies aiguës et chroniques", Thèse de Doctorat, Université de Rennes 1, Rennes, (2016) 144 p.
- [9] - D. BENAZIZA-BOUCHEMA et P. SCHWEITZER, "CahAgric", 19 (2010) 432 - 438
- [10] - S. MEKIOUS, Z. HOUMANI, E. BRUNEAU, C. MASSEAU, A. GUILLET et HANCE, "Biotechnol. Agron. Soc. Environ", 19 (3) (2015) 221 - 231
- [11] - Z. P. RABEHARIFARA, "Caractérisation alimentaire des miels malgaches en vue d'une authentification : cas des miels d'eucalyptus", Mémoire de DEA, Université d'Antananarivo, Tananarive, (2011) 112 p.
- [12] - K. DOUKANI, S. TABAK, A. DERRICHE & Z. HACINI, Etude physicochimique et photochimique de quelques types de miels Algériens, "Revue Ecologie-Environnement", 10 (2014) 37 - 49
- [13] - SHERARAZAD MEKIOUS, Z. HOUMANI, E. BRUNEAU, C. MASSEAU, A. GUILLET et T. HANCE, "Biotechnol. Agron. Soc. Environ", 19 (3) (2015) 221 - 231
- [14] - Z. P. RABEHARIFARA, "Caractérisation alimentaire des miels malgaches en vue d'une authentification : cas des miels d'eucalyptus", Mémoire de DEA, Université d'Antananarivo, Tananarive, (2011)
- [15] - E. HECHT, "Physique", Ed. De Boeck, Bruxelles, (1992)
- [16] - A. CHOUIA, "Analyses polliniques et caractérisations des composés phénoliques du miel naturel de la région d'Ain zaâtout", Mémoire magistère, Université Mohamed Khider, Biskra, (2014) 102 p.
- [17] - D. BENAZIZA-BOUCHEMA et P. SCHWEITZER, "CahAgric", 19 (2010) 432 - 438
- [18] - S. YAHIA MAHAMMED et W. YAHIA MAHAMMED, "Analyses Physico-chimiques du miel de quelques miels de la wilaya : Ain Delfa, Djendel, Bathia, Bourached et Miliana", Mémoire de D.E.A, (2015) 86 p.
- [19] - H. YAICHE ACHOUR et M. KHALI, Composition physicochimique des miels algériens. Détermination des éléments traces et des éléments potentiellement toxiques, "Afrique Science", 10 (2) (2014) 127 - 136
- [20] - B. POSHO NDOLA, "Etude des lieux de la filière apicole en République Démocratique du Congo et évaluation des capacités pollinisatrices des abeilles domestiques (*Apis mellifera adansonii*, l) sur la culture du Melon Africain (*Cucumeropsis mannii*, Nandis) à Kisangan", Thèse de doctorat, Université de Liège, Gembloux, (2015)
- [21] - M. BAKENGA, M. BAHATI, et K. BALAGIZI, Inventaire des plantes mellifères de Bukavu et ses environs (Sud-Kivu, Est de la République Démocratique du Congo), "Tropiculture", (2000) 89 - 93 p.
- [22] - P. YESHAJAHU and C. E. MELOAN, "Food Analysis Theory and Practice" Ed . Van Nostrand Reinhold Company, (1987)
- [23] - H. DAILLY, Le refractometre, un outil essentiel, "Revue Technique", 1(2008) 30 - 32
- [24] - S. BOGDANOV, Harmonized methods of the international honey commission. Commission du Codex Alimentarius. Norme régionale européenne recommandée pour le miel, 1984. Berne (Suisse) : FAO/OMS, (2002)
- [25] - B. MED EL MAHDI, "Analyse des caractéristiques physico-chimiques, organoleptiques et polliniques du miel de *Ceratoniasiliqua* « Caroube » de la région de Tlemcen", Mémoire de Magister, Université Abou-BekrBelkaid, Tlemcen, (2014) 89 p.

- [26] - A. BENAMEUR, "Étude physicochimique et pollinique du miel d'*Eucalyptus globulus* de la région de Tlemcen", Mémoire de magister, Université Abou Bakr Belkaid, Tlemcen, (2014) 87 p.
- [27] - CONSEIL DE L'UNION EUROPEENNE ET PARLEMENT EUROPEEN, "J. Off. Union Eur", L164, (2014) 1 - 5
- [28] - S. BOGDANOV, "Lebensm. Wiss. u. Technol", 17 (1984) 74 - 76
- [29] - M. G. PIAZZA, M. ACCORTI et L. PERSANO ODDO, "Apicultura", 7 (1991) 51 - 63
- [30] - M. B. ASSIA, "Étude physico chimique et pollinique du miel d'*Eucalyptus globulus* de la région de Tlemcen", Mémoire de Magister, Université Abou Bakr Belkaid, Tlemcen, (2014) 87 p.
- [31] - H. HADDA, "Étude Melissopalynologique, Physicochimique et antibactérienne de quelques échantillons de miels du sud algérien", Thèse de doctorat, Université Kasdi Merbah - Ouargla, (2018) 111 p.
- [32] - CONSEIL DE L'UNION EUROPÉENNE, "J. Off. Communautés Eur", L10, (2001) 47 - 52
- [33] - CONSEIL DE L'UNION EUROPEENNE ET PARLEMENT EUROPEEN, "J. Off. Union Eur", L164, (2014) 1 - 5
- [34] - A. ASSIA, "Évaluation physico-chimique et détermination de l'origine botanique de quelques variétés de miel produites à l'Est algérien", Mémoire de Magister, Université Badji Mokhtar-Annaba, Algérie, (2006) 88 p.
- [35] - A. MESSAËDI, "Étude des modèles de corrélation de volume et de viscosité dans les systèmes binaires liquides", Mémoire de Magister, Université de Tunis el Manar, Tunis, (2011) 92 p.
- [36] - P. SCHWEITZER, Le monde des miellats. "Revue l'abeille de France", 908 (2004) 02 p.
- [37] - O. BELHAJ, J. OUMATO et S. ZRIRA, Étude physico-chimique de quelques types de miels marocains, "Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.", 3 (3) (2015) 71 - 75
- [38] - D. SOTODONOU, "Caractérisation Physico-Chimique des miels de quatre Communes du Bénin", Rapport pour l'obtention de la Licence professionnelle, Université d'Abomey-Calavi, (2014) 43 p.
- [39] - S. BOGDANOV, Harmonized methods of the international honey commission. Commission du Codex Alimentarius. Norme régionale européenne recommandée pour le miel, (1984), Berne (Suisse) : FAO/OMS, (2002)
- [40] - S. BOGDANOV, K. RUOFF and L. PERSANO. Physico-chemical methods for characterization of unifloral honeys : a review, "Apidologie", 35 (2004) 4 - 17
- [41] - H. DAILLY, Cristallisation du miel, le savoir et le faire, "Revue Technique", 3 (2010) 24 - 28
- [42] - D. KOULA, G. NACERA and B. LARBI HAYAT, Physicochemical and phytochemical characterization of some algerian honeys types, "International Journal of Applied, Physical and Bio-Chemistry Research", ISSN(P): 2277-4793; ISSN(E) : 2319-4448, Vol. 4, Issue 6, (2014) 1 - 16
- [43] - S. BOGDANOV, Bee Products Science, (2011) 51 p., www.bee-hexagon.net, consulté le 20/10/2018
- [44] - S. ROUIDJA, "Étude melissopalynologique de quelques miels du sud algérien", Mémoire du diplôme d'Ingénieur d'Etat, Université Kasdi Merbah, Ouargla, (2010) 85 p.
- [45] - L. LEQUET, "Du nectar au miel de qualité : contrôle analytique du miel et conseils pratiques à l'intention de l'apiculteur amateur", Thèse de Doctorat Vétérinaire. Université Claude-Bernard Lyon I, France, (2010) 46 - 121