



RESEARCH ARTICLE

IDENTIFICATION DE PLANTES MELLIFERES ET PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES DE MIELS DE LA REGION DU WORODOUGOU, COTE D'IVOIRE

*¹Diomandé Massé, ²Coulibaly Siendou, ¹Koko Anauma Casimir and ³Bohoua Louis Guichard

¹Departement de Biochimie et Microbiologie, UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guédé, Côte d'Ivoire

²Departement de Botanique et Physiologie Végétale, UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guédé, Côte d'Ivoire

³UFR Sciences et Technologie des Aliments, Université Nangui Abrogoua, Côte d'Ivoire

ARTICLE INFO

Article History:

Received 07th January, 2018

Received in revised form

15th February, 2018

Accepted 28th March, 2018

Published online 30th April, 2018

Key words:

Honey plants,
Honey, pollen analysis,
physicochemical properties

ABSTRACT

The objective of this study is to evaluate the botanical origin and the physicochemical properties of honey obtained from hives installed in cashew orchards in Séguéla (Ivory Coast). The present study on honeys derived from modern beekeeping in Séguéla made it possible to know the botanical origin of these honeys and their physicochemical properties. Pollen analysis of the four samples revealed that three honeys are multifloral (MC, MF, MW), while only one (MB) is monofloral (*Lansea acida*). In addition, this pollen analysis identified 73 plant taxa belonging to 32 families pollinated by bees. Species richness ranges from 1 to 31 taxa per honey sample. The most dominant plant families are Fabaceae, Euphorbiaceae and Asteraceae. The physicochemical analysis of the honeys analyzed showed that the pH varies from 3.7 ± 0.1 to 4.77 ± 0.06 . The total acidity is between 16.67 ± 2.89 and 33.33 ± 2.89 meq / kg. Glucose contents range from 41.71 ± 6.54 to $45.5 \pm 00\%$. The density is between 1.06 ± 0.069 and 1.22 ± 0.089 g / cm³. The ESR ranges from 24 ± 0.10 to $21 \pm 0.44\%$. All its physicochemical parameters comply with the standards proposed by the Codex Alimentarius Commission. It is therefore clear that honeys from modern beekeeping in Séguéla meet the quality criteria required for the marketing and consumption of honey.

Copyright © 2018, Diomandé Massé et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: Diomandé Massé, Coulibaly Siendou, Koko Anauma Casimir and Bohoua Louis Guichard, 2018. "Identification de plantes mellifères et propriétés physicochimiques de miels de la région du worodougou, Côte d'Ivoire", *International Journal of Current Research*, 10, (04), 67583-67590.

INTRODUCTION

L'apiculture est l'élevage des abeilles en vue de la production du miel (Sfich *et al.*, 2017). La production de miel a évolué de la chasse au miel à l'apiculture traditionnelle avec des ruches traditionnelles puis à l'apiculture moderne qui emploie de nos jours des ruches modernes (Kelomey *et al.*, 2015). L'apiculture est un secteur important de l'économie agricole, tant par le rôle joué par les populations d'abeilles dans la pollinisation que dans la production de miel (François, 2012). Elle est aussi fondamentale dans le service de la pollinisation : 80% des cultures (essentiellement fruitières, légumières, oléagineuses et protéagineuses) sont dépendantes des insectes pollinisateurs, dont l'abeille domestique est le chef de file (François, 2012). Le secteur de l'apiculture est cependant peu développé en Côte d'Ivoire en dépit d'une forte demande locale et internationale du fait qu'il existe très peu de fermes apicoles avec une production apicole relativement faible.

Il existe des initiatives à petite échelle, comme un programme du PNUD (PNUD, 2017) mais la filière n'a jamais bénéficié d'un investissement suffisant pour se développer. Par conséquent la production de miel reste assez faible. Le miel est un produit naturel qui a accompagné l'homme depuis la plus haute antiquité (Gupta *et al.*, 2014). Il est la substance naturelle sucrée produite par l'abeille *Apis mellifera* (Apidae), à partir du nectar de plantes ou à partir d'excrétions d'insectes butineurs laissées 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 et laissent affiner et mûrir dans les rayons de la ruche (Codex., 2001). La production mondiale totale de miel représente environ 1,2 million de tonnes par an. Il est difficile d'obtenir des statistiques fiables car l'apiculture est surtout pratiquée à petite échelle (FAO., 2010). En Afrique, la filière apicole a connu depuis 2013 un coup d'accélérateur, tant en volumes de production et d'exportation qu'en techniques novatrices. Elle comptait, pour environ 9 % de la production mondiale, soit 155 789 tonnes, selon les données les plus récentes de la FAO, ce

*Corresponding author: Diomandé Massé,
Departement de Biochimie et Microbiologie, UFR Agroforesterie,
Université Jean Lorougnon Guédé, Côte d'Ivoire .

qui correspond à une progression de 10 % depuis 2000 (Bénédicté., 2017). Le miel possède plusieurs propriétés nutritionnelles, thérapeutiques, et est utilisé pour le traitement de nombreuses maladies (Peter., 2006). Par exemple, il est peut être mélangé à du lait chaud ou à de l'eau chaude citronnée, pour confectionner un breuvage bien connu contre la toux et les maux de gorge. Il a aussi des propriétés antibiotiques et se révèle efficace pour traiter les plaies et les brûlures (Peter, 2006). Les vertus thérapeutiques de ce produit sont principalement dues à ses activités antimicrobienne et antioxydante (Meda, 2005). Le miel est également précieux comme produit à valeur marchande tant sur les marchés nationaux qu'internationaux et joue un rôle important dans certaines traditions culturelles (Canini *et al.*, 2005). Il constitue de ce fait une source potentielle non négligeable de revenus pour la population rurale et pour les apiculteurs, en même temps qu'il peut contribuer à l'amélioration de l'alimentation humaine (Nija., 1998). Cependant, les étapes d'élaboration du miel sont complexes et susceptibles d'être altérées par les activités humaines, de manière volontaire ou non (Lequet., 2010). Dès lors, l'absence de miel de bonne qualité sur le marché national constitue un frein pour la promotion de cette filière. En effet, la plupart des apiculteurs ivoiriens sont confrontés à de multiples problèmes. Ces problèmes seraient dus à la non maîtrise des pratiques apicoles. Ceci entraîne parfois la fermeture de certaines exploitations apicoles. Face à cette situation, il s'avère nécessaire de caractériser les miels afin d'en assurer une bonne qualité. C'est dans cette optique que la présente étude est réalisée. L'objectif de ce travail est d'évaluer la qualité des miels issus des ruches installées dans les vergers d'anacardiens à Séguéla (Côte d'Ivoire) par les apiculteurs modernes. Il s'agit de manière spécifique d'identifier dans un premier temps, l'origine botanique des miels à travers leurs analyses polliniques pour déterminer les appellations et détecter des fraudes éventuelles ; puis d'évaluer dans un second temps, les propriétés physico-chimiques.

MATERIELS AND METHODES

Matériel biologique

Au cours de cette étude différents échantillons de miels ont été récoltés. Les échantillons récoltés sont au nombre de quatre (Figure 1). Parmi ces 4 échantillons, trois proviennent de différentes localités de la région de Séguéla, il s'agit de l'échantillon de miel de Bobi (MB), de l'échantillon de miel de Foronan (MF) et de l'échantillon de miel de Wongué. Quant au quatrième échantillon, il provient d'un supermarché du centre commercial de Daloa (MC). La quantité de miel récoltée avoisine les 1 litre et la période de récolte se situe entre les mois d'avril et mars de l'année 2017. Cette période de récolte concerne uniquement les miels issus de Séguéla.



Figure 1. Echantillons de miels

Analyse pollinique du miel

Echantillonnage

L'analyse pollinique du miel a porté sur 4 échantillons de miel, dont l'un provient d'un supermarché du centre commercial de la ville de Daloa et qui a servi de miel témoin (MC); les trois autres échantillons ont été obtenus auprès des coopératives de trois villages de la région de Séguéla situé au nord de la Côte d'Ivoire obtenus auprès des coopératives de trois villages de la région de Séguéla situé au nord de la Côte d'Ivoire (Tableau 1).

Tableau 1. Origine géographique des échantillons de miels

Code de l'échantillon de miel	Localité de provenance	Chef-lieu de région
MB	Bobi	Séguéla
MC	Daloa (Commerce)	Daloa
MF	Forona	Séguéla
MW	Wongué	Séguéla

Ces échantillons de miels ont été récoltés dans des vergers d'anacardiens. Ils ont été recueillis directement dans des bidons d'1 litre chacun à sertissage automatique puis acheminés au laboratoire de biochimie pour de l'Université Jean Lorougnon Guédé, Daloa pour les analyses.

Technique d'analyse pollinique

La technique utilisée pour l'analyse pollinique des 4 échantillons de miel est la Méthode d'Erdtman (1960). La méthodologie de cette technique est la suivante :

Acétolyse des échantillons de miel: Pour chaque miel échantillonné, 20 millilitres ou 20 grammes (au moins) ont été prélevés, puis mélangé avec 20 ml d'acide acétique pur qui a été laissé au repos pendant 30 min pour permettre la réaction; ce mélange est nommé M1. Dans un autre bocal, un mélange (M2) de 18 ml d'anhydride acétique + 2 ml d'acide sulfurique est réalisé. Le mélange M2 doit se faire doucement, en agitant sous une hôte aspirante, car la réaction est exothermique. Après 30 min du 1^{er} mélange (M1), le mélange M1+M2 est réalisé pour donner mélange acidulé, qu'on laisse réagir pendant 24 h. Après 24 h, le mélange acidulé est chauffé au bain-marie à une température inférieure à 40°C pendant quelques minutes, jusqu'en début d'ébullition. Le mélange légèrement refroidi est par la suite filtré à travers un tamis fin, pour minimiser les débris issus de la récolte du miel (facultatif). Il est centrifugé à 3000 tr/min pendant 10 min, puis subir des lavages multiples, d'abord 3 fois avec de l'alcool (95°) puis 3 fois avec de l'eau distillée, par centrifugations successives pour éliminer soigneusement les réactifs. Le dernier culot recueilli suite aux centrifugations est additionné de quelques gouttes de glycérine et conservé pour des examens microscopiques.

Détermination et numération des grains de pollen : Un prélèvement de 20 à 40 microlitres du culot recueilli par centrifugations pour chaque échantillon de miel est monté entre lames et lamelles pour une observation microscopique. Pour chaque échantillon de miel, trois montages de préparation ont été faits ; et chaque montage constituant un essai. Les observations ont été effectuées à l'aide d'un microscope photonique biloculaire aux grossissements 400x et 1000x surtout. L'ensemble des lames préparées pour chaque miel

échantillonné sont alors explorées une à une afin d'identifier les pollens qui s'y trouvent, puis des comptages sont effectués au fur et à mesure sur des lignes horizontales d'une périphérie à l'autre de la préparation de telle sorte que les pollens comptés soient représentatifs de l'ensemble de la population palynologique de chaque lame. Les déterminations ont été effectuées par comparaison avec les collections de lames de référence des grains de pollen et les illustrations des ouvrages disponibles dans le laboratoire. L'identification des pollens peut ne pas être souvent poussée jusqu'au genre ou à l'espèce. La teneur en pollen est déterminée par la formule suivante : $T_p = (n_p \times 10^3 \times d \times 10) / 20$ avec T_p : teneur en pollen ; n_p : nombre de pollen sur une lame et d : densité du miel.

Détermination de la densité relative pollinique des taxons :

La densité relative est exprimée par le quotient en pourcentage de la densité absolue d'un type de pollen sur la somme des densités absolues de tous les types de pollen dudit échantillon. Elle est calculée pour chaque échantillon de miel qui compte au moins 1 200 grains de pollens.

L'appréciation est faite suivant la méthode de Feller-Desmaly et Parent (1989) qui distinguent :

- Les pollens dominants (> 45 %) ;
- Les pollens d'accompagnement (16-45 %) ;
- Les pollens isolés importants (3-15 %) ;
- Et les pollens isolés rares (< 3 %).

Analyses physico-chimiques du miel

Densité: Pour la détermination de la densité de nos échantillons de miels, dix millilitres (10 ml) de chaque échantillon ont été pesés sur une balance numérique. Après avoir déterminé la masse des 10 ml, la densité du miel a été calculée selon la formule suivante : $d = m/v$.

pH

Dix grammes (10 g) de miel ont été pesés dans un petit bécher, puis dissous dans 100 ml d'eau distillée. la valeur du pH a été lue à l'aide d'un pH mètre.

Dosage de sucre réducteur (la teneur en glucose): Le dosage des sucres du miel est réalisé par la réduction de la liqueur de Fehling (méthode de Bonnans).

Acidité totale: Un volume de 20 ml de chaque échantillon de miel préalablement dilué à 10% a été dosé par une solution de NaOH 1N.

Extrait Sec réfractométrique (ESR) ou Degré Brix: Grâce à la méthode de la réfractométrie, le taux de matière sèche soluble a été évalué.

Analyse statistique: Les données recueillies à l'issue de la caractérisation physicochimique des échantillons ont été soumises à des analyses statistiques. Ainsi, une analyse de variance multidimensionnelle a été réalisée aux fins d'apprécier l'existence de différence entre les échantillons étudiés. Par ailleurs, des analyses de variance ont été également effectuées sur ces données. Des tests de comparaison multiples (Tukey HSD) ont été conduits lorsque la différence a été révélée comme significative ($p < 0,05$) aux fins de séparer les différents échantillons. Pour ces traitements statistiques, le logiciel STATISTICA 7.0 a été utilisé.

RESULTS AND DISCUSSION

Spectres polliniques des miels

L'analyse pollinique des 4 échantillons de miel a permis d'inventorier 64 taxons déterminés jusqu'au niveau espèce, 6 taxons au niveau genre et 3 taxons au niveau famille. Au total 73 taxons polliniques appartenant à 32 familles de plantes ont été déterminés sur l'ensemble des miels analysés sans compter les taxons indéterminés. Certains échantillons possèdent des taxons en communs et des taxons différents. La richesse spécifique varie de 1 à 31 taxons par échantillon. Les spectres polliniques des 4 échantillons de miels (MB, MC, MF et MW) montrent leur diversité et leur richesse pollinique. Cette richesse pollinique varie de 1 à 827. Le MW possède la valeur la plus élevée (827) et le MC possède la plus faible valeur (81) (Tableau II). Sur le spectre pollinique des 4 échantillons, seulement deux font mention d'*Anacardium occidentale* avec des densités pollinique très faible (MF : 6,26% et MW : 0,24%) alors que trois des échantillons (MF ; MW ; MB) sont supposés provenir des ruches disposées dans des champs d'anacardes (Figure 3, 4, 5 et 6).

Répartition des familles en fonction des taxons polliniques

Selon leur taux de répartition dans les 4 échantillons, on peut classer les 32 familles en trois classes :

- Classe des familles ayant un pourcentage supérieure à 10 % : les Fabaceae (15,07 %), les Euphorbiaceae 15,07 %) et les Asteraceae (12,33 %) ;
- Classe des familles ayant un pourcentage située entre 5 et 10 % : les Arecaceae (5,48 %), les Caesalpiniaceae (9,59 %), les Anacardiaceae (9,59 %), les Poaceae (6,85 %), les Combretaceae (5,48 %) et les Mimosaceae (8,22 %) ;
- Classe des familles ayant une fréquence d'apparition inférieur à 5 % : il s'agit entre autres de : Amaranthaceae (4,11 %), Ulmaceae (4,11 %), Cycadaceae (2,74 %), Moraceae (2,74 %), Annonaceae (4,11 %), Lamiaceae (1,37 %), Myrtaceae (1,37 %), Vitaceae (2,74 %) (Figure 2).

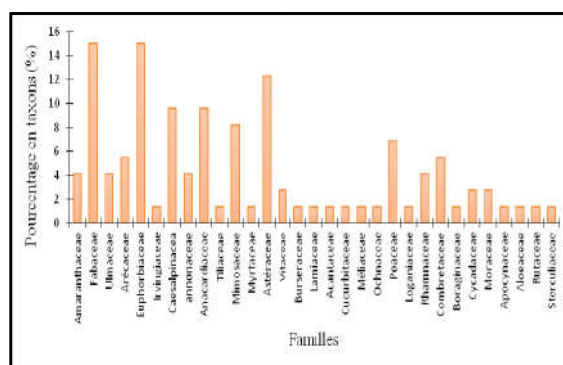


Figure 2. Répartition des familles en fonction des taxons polliniques

Catégories de pollens du miel suivant la densité

De tous les échantillons, seul le MB montre un pollen dominant (taux $\geq 45\%$). Le pollen dominant du MB est celui de *Lanea acida* avec 51,03% ; le pollen d'accompagnement est *Mangifera indica* (20%) ; les pollens isolés importants sont *Hymenocardia acida*, *Elaeis guineensis*, *Canavaria virosa* et tous les autres taxons sont des pollens isolés rares.

Le MB peut alors être qualifié de miel de *Lannea acida*. Le miel de Bobi est donc un miel monofloral, il est taxonomiquement pauvre. Le miel Commercial ne contient pas de pollen dominant mais seulement des pollens isolés importants (*Aspilia africana*; *Cassia*; *Indigofera*; *Lophira alata* etc) et des pollens isolés rares (*Ageratum conyzoides*; *Bauhinia rufescens*; *Khaya senegalensis*; *Pluchea ovalis* etc). Le taxon *Lannea acida* qui était présent et dominant dans le MB n'y figure pas. Le MC est un miel polyfloral ou toutes fleurs. Il est moyennement riche en taxons polliniques. L'échantillon de Forona (MF) ne contient pas de pollen dominant, mais un pollen d'accompagnement (*Elaeis guineensis* avec 18,59%), des pollens importants isolés (*Alchornea cordifolia*; *Anacardium occidentale*; *Encephalartos natalensis*; *Lannea acida* etc) et des pollens isolés rares (*Bidens senegalensis*; *Canavaria virosa*; *Celtis integrifolia*; *Chlorophyton tuberosum*; *Cissus rufescens* etc). Le MF est un miel polyfloral ou toutes fleurs, il est moyennement riche en taxons pollinique. L'échantillon de Wongué (MW) aussi ne présente pas de pollen dominant, mais seulement les autres types de pollens. Il présente le plus grand nombre de taxons polliniques (31 taxons). Le MW est aussi un miel polyfloral ou toutes fleurs, il est moyennement riche en taxons pollinique (Tableau 3).

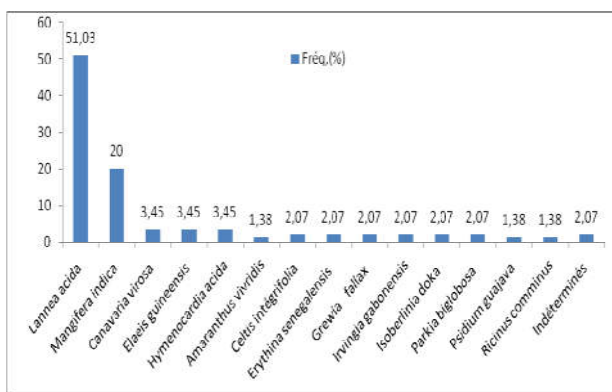


Figure 3. Spectre pollinique du miel de Bobi (MB)

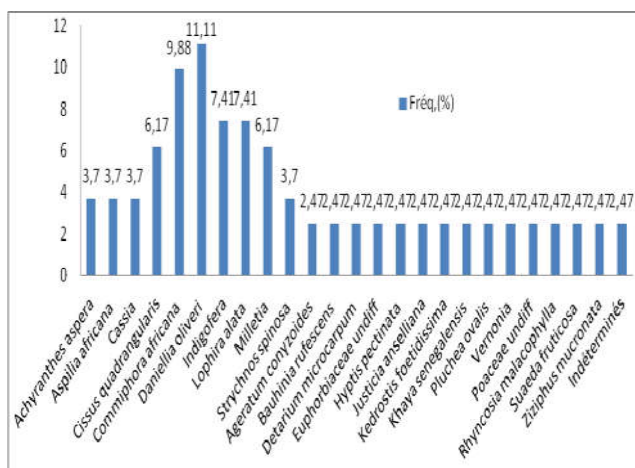


Figure 4. Spectre pollinique du miel de Commerce (MC)

Aspect de quelques grains de pollens

L'analyse pollinique des échantillons de miels ont permis d'observer quelques grains de pollens isolés. Le pollen d'*Alchonea cordifolia* (Euphorbiaceae) présente une forme plus ou moins arrondie avec trois pores (a).

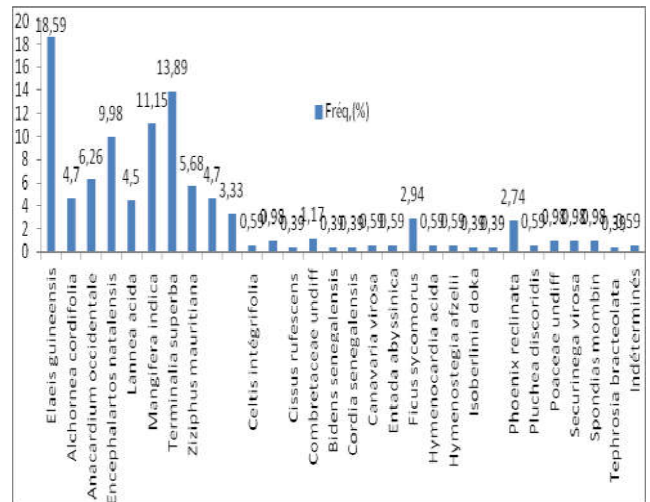


Figure 5. Spectre pollinique du miel de Forona (MF)

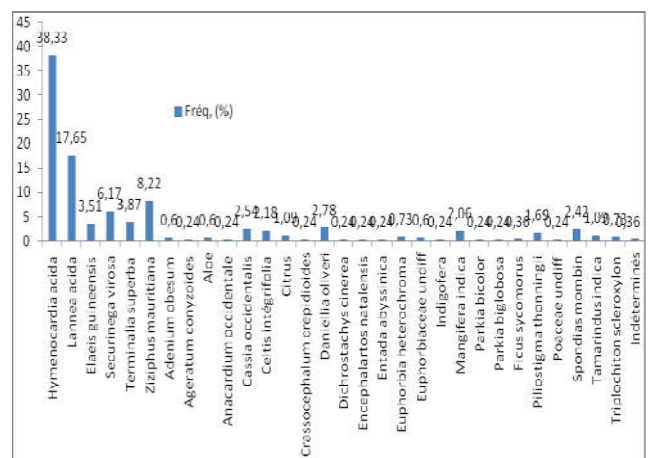
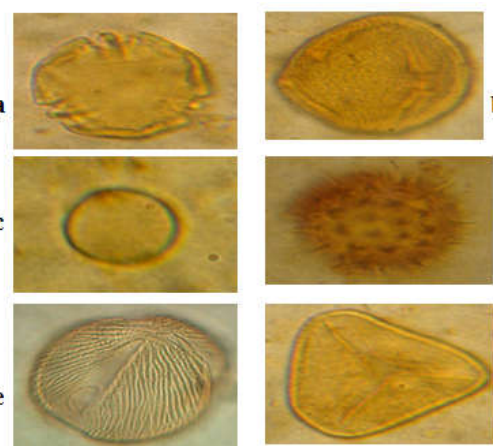


Figure 6. Spectre pollinique du miel de Wongué (MW)



a : *Alchonea cordifolia* (Euphorbiaceae); b: *Anacardium occidentale* (Anacardiaceae); c: *Ficus sycomorus* (Moraceae); d: *Aspilia africana*(Asteraceae); e: *Isobberlinia doka* (Caesalpiniaceae); f: *Elaeis guineensis* (Arecaceae)

Figure 7. Quelques grains de pollen issus des miels

Celui d'*Anacardium occidentale* (Anacardiaceae) a une forme ovale avec un seul pore (b). Le pollen de *Ficus sycomorus* (Moraceae) a une forme sphérique et ne présente ni sillons, ni pores (c); quant à celui d'*Aspilia africana* (Asteraceae), il a une forme sphérique avec de multiples sillons et des pores (d).

Tableau 2. Analyse quantitative et classes des miels

Miel	Nombre de pollen (nbre de pollen / 20 microlitres)	Densité (g/ml)	Teneur en pollen (pollen /10g de miel)	Classe	Richesse en pollen
MB	145	1,18	85.500	II	Pauvre
MC	81	1,06	42.930	I	Très pauvre
MF	511	1,11	283.605	III	Riche
MW	827	1,22	504.470	IV	Très riche

Tableau 3. Catégorie de pollens du miel suivant la densité et l'appellation du miel

Miel	Categories de pollen				Appellation du miel
	Pollen dominant (> 45%)	Pollen d'accompagnement (16-45%)	Pollen isolé important (3-15%)	Pollen isolé rare (< 3%)	
MB	01 taxon: <i>Lansea acida</i>	01 taxon	03 taxons	09 taxons et Taxons indéterminés	Miel monofloral <i>Lansea acida</i>
MC	Absence	Absence	10 taxons	14 taxons et Taxons indéterminés	Miel polyfloral
MF	Absence	01 taxon	07 taxons	20 taxons et Taxons indéterminés	Miel polyfloral
MW	Absence	02 taxons	04 taxons	24 taxon et Taxons indéterminés	Miel polyfloral

Tableau 4. Composition physico-chimiques des miels

	MB	MC	MF	MW
Densité (g/cm ³)	1,18 ± 0,024 (a)	1,06 ± 0,069 (a)	1,11 ± 0,080 (a)	1,22 ± 0,089 (a)
pH	3,7 ± 0,1 (d)	4,2 ± 00 (b)	4,4 ± 00 (f)	4,77 ± 0,06 (c)
Teneur en glucose (%)	41,71 ± 6,54 (e)	45,5 ± 00 (e)	45,5 ± 00 (e)	45,5 ± 00 (e)
Acidité total (méq/kg)	31,67 ± 7,64 (g)	16,67 ± 2,89 (i)	33,33 ± 2,89 (g)	33,33 ± 2,89 (g)
ESR (%)	24 ± 0,10(b)	21 ± 0,89(a)	21 ± 0,44(a)	22 ± 0,10(a)

Les valeurs portant des lettres différentes présentent des différences significatives ($p < 0,05$) ; MB : miel de Bobi ; MC : miel de Commerce ; MF : miel de Foronan ; MW : miel de Wongué.

Le pollen d'*Isobertinia doka* (Caesalpiniaceae) à une forme plus ou moins arrondi et présente une ornementation a sa surface avec un seul pore (e), *Elaeis guineensis* (Arecaceae) quant a lui a une forme en triangle et ne possède pas de pores (f).

Composition physico-chimiques des miels

Les paramètres physico-chimiques évalués sont la densité, le pH, la teneur en glucose, l'acidité totale et l'extrait sec réfractométrique (ESR) ou degré Brix. La densité des échantillons de miels varie de $1,06 \pm 0,069$ à $1,22 \pm 0,089$ g/cm³. Le MW présente la plus forte densité ($1,22 \pm 0,089$ g/cm³), suivi de MF ($1,11 \pm 0,080$ g/cm³) et de MB ($1,18 \pm 0,024$ g/cm³). Le MC ($1,06 \pm 0,069$ g/cm³) a la plus faible densité. L'analyse statistique ne montre aucune différence significative entre les échantillons de miels ($p < 0,05$). Les pH des échantillons varient entre $3,7 \pm 0,1$ et $4,77 \pm 0,06$. La plus faible valeur de pH 3,7 est notée pour MB et la plus forte pour MW (4,77).

L'étude statistique montre une différence significative entre les échantillons ($p < 0,05$). Le MB ($41,71 \pm 6,54$ %) a la plus faible teneur en glucose comparé aux autres échantillons (MC, MF, MW). Ces derniers ont des taux de glucose identique ($45,5 \pm 00$ %). L'analyse statistique a révélé une différence significative entre MB et les autres miels ($P < 0,05$). Les valeurs de l'acidité totale des miels analysés varient de $16,67 \pm 2,89$ à $33,33 \pm 2,89$ meq /kg. La plus forte valeur d'acidité totale est enregistrée pour MF ($33,33 \pm 2,89$ meq /kg) ; MW ($33,33 \pm 2,89$ meq /kg) tandis que la plus faible valeur est pour MC ($16,67 \pm 2,89$ meq /kg). L'analyse statistique montre une différence significative entre MC et les 3 autres échantillons (MB, MF, MW), ces étant statistiquement identiques. Les ERS ont varié de $21 \pm 0,44$ à $24 \pm 0,1$ % avec une différence

significative entre les ESR de MB et ceux des autres (MC, MF, MW). La valeur la plus forte a été enregistrée pour MB ($24 \pm 0,1$ %) tandis que les autres échantillons de miels ont présenté des ESR statistiquement identiques (Tableau 4).

DISCUSSION

Les 73 taxons obtenus suite à l'analyse pollinique des 4 échantillons de miels traduisent une forte diversité et richesse spécifique. Cette diversité spécifique est supérieure à celle trouvée par Tossou *et al.*, (2011) qui est de 43 taxons pour les miels vendus dans la ville de Cotonou (Bénin) et celle obtenue par Lobreau-Callen *et al.*, (1986) qui est seulement de 4, 7 et 16 taxons, respectivement dans les miels de Manta, Boukounbé et Kandi, des localités situées dans le Nord du Bénin. Mais elle reste inférieure aux 121 taxons identifiés par Tossou *et al.*, (2005) dans les miels récoltés dans la forêt classée de la Lama au Sud du Bénin. Cette différence de diversité taxonomique peut s'expliquer par le nombre d'échantillons analysés, leur période de récolte et la diversité floristique des types de formation ayant servi de sources d'affouragement aux abeilles. Cette idée est partagée par Comlan *et al.*, (2012) qui affirme que cette diminution du nombre de taxons mellifères dénombrés par ce présent travail par rapport aux autres serait liée à plusieurs raisons. Elle serait due au fait que ces taxons mellifères ne sont que celles uniquement déterminées lors des analyses polliniques; alors que pour les autres travaux précités, ces valeurs ont été obtenues en complétant le nombre d'espèces mellifères identifiées dans les miels analysés par celui des espèces recensées lors des observations sur terrain. Cette diminution peut également être due à la quantité d'échantillons de miels analysés lors de chaque travail et aussi à leur milieu de récolte. Enfin, elle peut aussi être due au fait qu'il y a des taxons dont la détermination s'est arrêtée au niveau genre et famille (Comlan *et al.*, 2012). La richesse

spécifique varie de 1 à 31 taxons par échantillon. La valeur maximale reste supérieure à celle de 20 taxons par échantillon de miel en zones soudanaises et sahéliennes en Afrique occidentale (Lobreau-Callen et Damblon, 1994). La faible densité pollinique d'*Anacardium occidentale* présent sur les spectres polliniques, de deux des trois échantillons provenant des plantations d'anacardes peut être due à plusieurs facteurs : la période de récolte, la période de floraison des plantes d'anacardes, la saison, la disposition des ruches dans les plantations, l'ouverture et l'orientation des nids, la biodiversité floristique et le comportement des abeilles. Cela est soutenu par Lobreau-Callen et Damblon (1994) qui affirment que dans leur milieu naturel, les abeilles exploitent différemment la végétation fleurie à leur disposition près des ruches. De plus elles apparaissent moins sélectives et exploitent une très large proportion de la flore méliophile ou amphiphile disponible. Ils ajoutent par ailleurs que dans les régions tropicales de savane arborée, le spectre pollinique des miels ne correspond qu'aux formations végétales entourant les ruches parfois représentatives des grands types de végétation de la région.

Cette faible densité pollinique d'*Anacardium occidentale* observée dans les échantillons pourrait s'expliquer aussi selon Lagacherie et Cabannes (2001) par le fait que, de nombreux facteurs, dont le potentiel mellifère (lui-même variable) d'une espèce végétale, influencent la production mellifère. Cela explique, le fait qu'une espèce tantôt attrayante, puisse devenir tantôt, non attrayante pour les abeilles du fait de la possibilité d'un meilleur choix. Sur les 4 échantillons analysés, seul le MB est un miel monofloral avec un pollen dominant qui est celui de *Lannea acida* (51,03%). Les trois autres miels sont des miels polyfloraux ou toutes fleurs. La présence de *Lannea acida* comme pollen dominant dans le MB peut se justifier par l'abondance de floraison de cette espèce à proximité des ruches pendant la période d'affouragement des abeilles et aussi du fait qu'elle soit peut être plus attractive que d'autres espèces dans la zone. Ceci est en accord avec Lobreau-Callen et Damblon (1994) qui affirment que dans les régions tropicales, les floraisons sont très abondantes et diversifiées à proximité des ruches.

De plus, les abeilles sélectionnent à proximité des ruches les espèces les plus attractives avec de petites ou de relativement grandes fleurs et dépensent alors très peu d'énergie dans leurs activités d'affouragement. Dans ce cas ces insectes n'exploitent qu'une très faible fraction de la végétation fleurie existante. Les spectres polliniques de tels miels ne donnent ainsi qu'une image très partielle de la végétation (Lobreau-Callen et Damblon, 1994). Cela donc expliquerait le faible nombre de taxons polliniques présent dans le miel de Bobi (15 taxons). Par ailleurs, la densité relative de *Lannea acida* varie dans d'autres échantillons alors qu'il est pollen dominant dans un autre échantillon. Tossou et al., (2011) affirment que la densité relative de pollens par taxon peut varier d'un échantillon à un autre au sein d'une même appellation ou bien d'une appellation à une autre. Ainsi, un pollen dominant dans un échantillon peut être un pollen d'accompagnement, un pollen isolé important ou un pollen isolé dans un autre. Sur le plan de la répartition des familles en fonction des taxons polliniques dans les miels, la présente étude a montré que les Euphorbiaceae, les Asteraceae et les Fabaceae sont les familles les plus représentées en taxons mellifères suivi de près par les Caesalpiniaceae, les Mimosaceae, les Anacardiaceae et les Poaceae. Les résultats sont conformes aux travaux de Comlan et al., (2012) qui déclare que les Euphorbiaceae, les

Asteraceae, les Rubiaceae, et les Leguminosae (Caesalpiniaceae, Fabaceae, Mimosaceae) sont les familles les plus représentées en taxons mellifères ; à l'exception près que dans ce travail les Rubiaceae sont remplacés par les Anacardiaceae et les Poaceae. Selon les résultats de l'analyse pollinique des différents échantillons de miel récoltés, on remarque dans un premier temps, une importante variation dans la richesse pollinique. Lobreau-Callen et al., (1986) ont montré que ces écarts ne semblent absolument pas liés au type de miel étudié, ni au genre d'abeille butinante. La pauvreté en pollens des échantillons de Commerce et de Bobi (respectivement 81 et 145 par rapport à 511 pour Foronan et 827 pour Wongué) traduit certainement le fait que nous sommes en présence de miels fabriqués essentiellement à base de nectar (Comlan et al., 2012).

De même, on peut concevoir que la présence des pollens de grosse taille limiterait en quelque sorte le nombre de grains de pollens par rapport à l'espace disponible sur une lame. Au-delà de l'incidence de la méthode de comptage des grains de pollens, le total des pollens comptés pour chaque échantillon de miel permet de montrer d'une manière générale que la stratégie de butinage des abeilles peut varier en fonction de multiples facteurs complémentaires, comme : la production des fleurs, la qualité de leur production en pollens et en nectars, le caractère très sélectif des plantes récoltées, la compétition entre les abeilles. La composition physicochimique montre que la densité des échantillons de miels varie de $1,06 \pm 0,069$ à $1,22 \pm 0,089$ g/cm³. La plus forte valeur est enregistrée pour l'échantillon de Wongué avec $1,22$ g/cm³. Cette valeur diffère de celle de Tchoumboue et al., (2007) qui ont trouvé une densité de $1,42$ g/cm³ pour le miel de la zone soudano-guinéenne du Cameroun occidental. Cette différence peut être due à plusieurs facteurs dont la teneur en eau, la température et à moindre degré la composition du miel (Gidamis et al., 2004). Les résultats relatifs aux pH ont donné des valeurs oscillant entre 3,7 et 4,77.

Ces pH obtenus sont similaires à ceux trouvés par Alqarni et al., (2012) (3,03-4,73) sur les miels saoudiens ; Bath et Singh, (1999) sur les miels indiens (3,67-4,48) ; Ouchemoukh, (2012) (3,62-4,10) sur les miels algériens ; ainsi que Silva et al., (2009) (3,45-4,70) sur les miels portugais. Ces résultats suggèrent que le pH ne dépend pas du milieu géographique. Selon Cavia et al., (2007) le pH du miel est compris entre 3,2 et 5,5, et le pH des échantillons analysés est dans la norme (3,7-4,77). 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). Selon Bogdanov, (1995) les miels des fleurs possèdent le plus souvent des valeurs de pH faibles (3,3-4,6) et les miels de miellats ont des pH plus élevés (4,2-5,5). On pourrait en déduire que les miels de la présente étude sont des miels des fleurs. Les valeurs de l'acidité totale des miels analysés varient de 16,67 à 33,33 meq/kg. Ces résultats se rapprochent de ceux obtenus par Belhaji et al., (2015) (19,49 à 33,42 méq/kg) sur les miels marocains. Ces valeurs sont aussi proches de celles trouvées par Doukani et al., (2014): 19,56 à 38,91 méq/kg et par Achour et al., (2014): 10 à 40 meq/kg. Les valeurs d'acidité totale des échantillons sont dans la fourchette normale fixée par le *Codex Alimentarius* (2001) qui est de 50 meq/kg. Cela indique l'absence de fermentations indésirables. La variation de l'acidité totale dans les différents types de miels peut être due selon Perez-Arquillue et al., (1995) à l'origine florale ou à des variations

en raison de la saison de récolte. D'après Schweitzer (2004), l'acidité naturelle du miel s'accroît lorsque le miel vieillit, lorsqu'il est extrait des rayons avec de la propolis et notamment lorsqu'il s'altère par fermentation. L'acidité est un critère important de qualité, elle donne des indications très importantes sur l'état du miel (Bogdanov, 1999). Les teneurs en glucose des échantillons analysés varient de 41,7 à 45,5 % et sont statistiquement identiques ($p < 0,05$). Ces valeurs sont supérieures à celles rapportées par Belhadj *et al.*, (2015) qui sont de 23,35 à 33,37% et inférieures à celles trouvées par Achour *et al.*, (2014) et Doukani *et al.*, (2014), qui ont rapporté un taux de sucres réducteurs variant successivement de 61,4 à 79,9% et de 64,5 et 65,8%. Ces différences sont liées aux types de fleurs butinées par les abeilles (Louveaux, 1968). Les valeurs d'ESR obtenues de cette étude sont proches de celles de Diomandé *et al.*, (2014) (15,6 – 25,13 %) ayant travaillé sur les miels vendus à Daloa. Le MB ayant l'ESR le plus élevé, possède le plus faible taux d'humidité. Cet échantillon serait moins exposé à la fermentation et se conserverait mieux que les autres (Dailly, 2008).

Conclusion

La présente étude sur les miels issus d'apiculture moderne à Séguéla a permis de connaître l'origine botanique de ces miels et leurs propriétés physico-chimiques. L'analyse pollinique des quatre échantillons a révélé que trois miels sont multif floraux (MC, MF, MW), tandis qu'un seul (MB) est monofloral (*Lannea acida*). De plus cette analyse pollinique a permis d'identifier 73 taxons végétaux appartenant à 32 familles butinées par les abeilles. La richesse spécifique varie de 1 à 31 taxons par échantillon de miel. Les familles végétales mellifères les plus dominantes sont les Fabaceae, les Euphorbiaceae et les Asteraceae. L'analyse physico-chimique des miels analysés a montré que, le pH varie de $3,7 \pm 0,1$ à $4,77 \pm 0,06$. L'acidité totale est comprise entre $16,67 \pm 2,89$ et $33,33 \pm 2,89$ meq/kg. Les teneurs en Glucose oscillent de $41,71 \pm 6,54$ à $45,5 \pm 0,00$ %. La densité est comprise entre $1,06 \pm 0,069$ et $1,22 \pm 0,089$ g/cm³. L'ESR varie de $24 \pm 0,10$ à $21 \pm 0,44$ %. Tous ses paramètres physico-chimiques sont conformes aux normes proposées par la commission du Codex Alimentarius. Il ressort donc que les miels issus de l'apiculture moderne à Séguéla respectent les critères de qualité exigés pour la commercialisation et pour la consommation du miel. Afin d'améliorer la présente étude, les perspectives suivantes sont proposées : Identifier et quantifier les nutriments de ces miels ; Réaliser une analyse organoleptique de ces miels ; Déterminer la qualité microbiologique de ces miels.

REFERENCES

- Achour, H. and Khali M., 2014. Composition physicochimique des miels algériens: Détermination des éléments traces et des éléments potentiellement toxiques. *Afrique Sci*, 10: 127 - 136.
- Alqarni, A.S., Owayss, A.A. and Mohamed A.A. 2012. Physicochemical characteristics, total phenols and pigments of national and international honeys in Saudi Arabia. *Arabia Journal Chemistry, In press*.
- Bath, P.K. and Singh, N., 1999. comparison between *Helianthus annuus* and *Eucalyptus*.
- Belhaji, O., Oumatoi, J. and Zrirai, S. 2015.- Étude physico-chimique de quelques types de miels marocains. *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.*, 3 (3):71-75.
- Bénédicté, C. 2017. Miel: l'apiculture africaine prend son envol. <http://Spore.Cta.int/fr/commerce/l-apiculture-afri caine-prend-son-envol.html>. Consulté le 22/03/2018.
- Bogdanov, S., Bieri, K., Figar, M., Figueiredo, V., Iff, D., Känzig, A., Stöckli, H. et Zü rche K. 1995. Miel: définition et directives pour l'analyse et l'appréciation. Centre Suisse de Recherches Apicoles.1-26.
- Bogdanov, S., Lullman, C. and Martin, P. 1999. Qualité du miel et norme internationale relative au miel. Rapport de la Commission Internationale du miel. *Bee world* 80:61-69.
- Bogdanov, S., Martin, P. and Lüllmann, C. 1997. Harmonised methods of the European Honey Commission. *Apidologie*, Extra issue, 1-59.
- Canini, A., De Santis, L., Leonardi, D., Di Giustino, P., Abbale F., Damesse E. et Cozzani R. 2005. Qualificazione dei mielie e piante nettariere del Camerun Occidentale. La Rivista di Scienza dell'Alimentazione, anno 34, 4p.
- Choong, C., Van-Den, T.T., Roger, F., Roger, Mcf. L. 2007. Antioxidant activities, phenolic and beta-carotene contents of sweet potato genotypes with varying flesh colours. *Food Chemistry*, 103(3): 829-838.
- Codex Alimentarius 2001. Codex stan 12-1981, Rev. 1 (1987), Rev. 2.
- Codex Alimentarius 2001. Codex stan 12-1981, Rev. 1 (1987), Rev. 2.
- Comlan, M. K., Thérèse, M.E., Atsu, K.G., komlan, B. and Koffi, A. 2012. Inventaire des taxons polliniques des Miels de la zone Guinéenne Du Togo : Cas ces zones ecofloristiques IV et V (Togo). *European Scientific Journal*, 8 (26) : 37-50.
- Dailly, H. 2008. Cristallisation du miel, le savoir et le faire, revue « Technique ». 3: 24-28.
- Diomandé, M., Koko, A. C., Kouamé, K.B. et Iritié B.M., 2014. Caractérisation Sensorielle et physicochimique vendus à Daloa, Côte d'Ivoire, symposium des sciences alimentaires, Université Félix Houphouët Boigny Abidjan cocody, 13 p.
- Diomandé, M., Koko, A.C., Kouamé, K.B. et Iritié B.M., 2014. Caractérisation Sensorielle et physicochimique vendus à Daloa, Côte d'Ivoire, symposium des sciences alimentaires, Université Félix Houphouët Boigny Abidjan cocody, 13 p.
- Doukani, K., Tabak, S., Derriche, A. and Hacini, Z. 2014. Étude physico-chimique et phyto-chimique de quelques types de miels Algériens. *Revue Ecologie- Environnement*, 10:37-49.
- Erdtman, G. 1969. Handbook of palynology. An introduction to the study of pollen grains and spores. Munksgaard, Copenhagen , 486 p.
- FAO., 2010. Produits Forestiers Non Ligneux, le rôle des abeilles dans le développement rural. Manuel sur la récolte, la transformation et la commercialisation des produits et services dérivés des abeilles, Rome, n° 19, 248p.
- Feller-Desmaly, M.J. and Parent, J., 1989. Analyse pollinique des miels de l'Ontario, Canada. *Apidologie* 20 : 127-138.
- Feng-Lin, S., Yuan, Z., Lei, K. and Hua-Bin, L. 2010. Total Phenolic Contents and Antioxidant Capacities of Selected Chinese Medicinal Plants. *Internatonal Journal of Molecular Sciences*, 11(6): 2362–2372.
- François, G., 2012. Plan de développement durable de l'apiculture, France. Rapport CGAAER N° 11 174 – 01, 31p.
- Gidamis, A. B., Chove, B. E., Shayo, N. B., Nnko, S. A. and Bangu, N.T. 2004. Quality Evaluation of Honey Harvested From Selected Areas in Tanzania With Special Emphasis

- on Hydroxymethyl Furfural (HMF) Levels. *Plant Foods Hum, Nutr*, 59 : 129– 132.
- Gupta, R.K., Rybroeck, W. and Johan, W. R. 2014. - Beeking for poverty alleviation and livelihood security. Ed. Springer: 1-114.
- Kelomey, E.A., Paraiso, A., Mensah, G.A. and Baba-Moussa L., 2015. Synthèse Bibliographique Sur Caractérisation Moléculaire Et Éthologique De L'abeille (*Apis Mellifera*) et son parasite *Varroa Destructor* dans l'habitat anacardier au Bénin. *Annales des sciences agronomiques* 19(2) : 367-388.
- Lagacherie, M. et Cabannes B., 2001. Plantations forestières multifonctionnelles à caractère paysager, mellifère ou cynégétique (Mise à jour). http://www.apiculture.com/rfa/articles/plantations_forestieres.htm. [consulté le 11/03/2018].
- lanceolatus* honey. *Food Chem*, 67: 389-397.
- Lequet, L. 2010. Du nectar à un miel de qualité: Contrôles analytiques du miel et conseils pratiques a l'intention de l'apiculteur amateur. Thèse de Doctorat de l'Université Claude-Bernard - Lyon I, Lyon, France, 195p.
- Lobreau-Callen D., Darchen, R., Thomas, L A. 1986. Apport de la palynologie à la connaissance des relations abeilles/plantes en savanes arborées du Togo et du Bénin. *Apidologie*, 17(4) : 279-306.
- Lobreau-Callen, D. and Damblon, F., 1994. Spectre pollinique des miels de l'abeille *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae) et zone de végétation en Afrique occidentale et méditerranéenne. *Grana* 33 : 245-53.
- Louveaux, J. 1968a. Composition, propriétés et technologie du miel. In: Chauvin R. Traité de biologie de l'abeille. Editions Masson et Cie, Paris, Tome 3, pp 277-324.
- Marinova, D., Ribarova, F. and Atanassova, M. 2005. Total phenolics in bulgarian Fruits and vegetables. *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*, 40(3):255-260.
- Meda, A. 2005. Utilisation thérapeutique des produits de la ruche. Etude phytochimique et activité biologique des miels de Burkina Faso. Thèse de doctorat en science biologique appliquée, Ouagadougou, Burkina Faso, 139p.
- Njia, N.M. 1998. Caractéristiques socio-économique et technique de l'apiculture dans les Hauts Plateaux de l'Ouest Cameroun. Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur Agronome. Université de Dschang, FASA, 75 p.
- Ouchemoukh, S. 2012. Caractérisation physicochimique, profils polliniques, glucidiques et phénoliques et activités antioxydantes de miels Algériens. Thèse de Doctorat de Biologie en Biochimie. Université Abderrahmane Mira, Faculté des Sciences de la nature et de la vie, Béjaia, pp.21-90.
- Parejo, I., Codina, C., Petrakis, C. and Kefalas, P. 2000. Evaluation of scavenging activity assessed by Co(II)/EDTA-induced luminal chemiluminescence and DPPH (2,2-diphényl- 1-pycryl-hydrazyl) free radical assay. *J Pharmacol Toxicol Method*, 44: 507-512.
- Pérez-Arquillue, C., Conchello, P., Ariño, A., Juan, T. and Herrera, A. 1995.- Physico-chemical attributes and pollen spectrum of some unifloral Spanish honeys. *Food Chem*. 54:167–172.
- Peter, D.P. 2006. Beekeeping, Macmillan Education, édition Quae, c/o Inra, RD, 78026 Versailles Cedex, France, 163p.
- PNUD, 2017. Abeilles artisanes, http://www.ci.undp.org/content/cote_divoire/fr/home/ourwork/environmentandenergy/successstories/lesabeilles-artisannes.html. Consulté le 14/11/2017
- Sfich, T. B. A., Tossou, M. G., Yédomonhan, H., Adéline, Z., Aristide, C. A., Akpovi, A. and Comlan, M. K., 2017. Importance du couplage de l'inventaire des plantes mellifères et de l'analyse pollinique des miels de la saison des pluies en zone ouest soudanienne au Nord-Bénin. *European Scientific Journal*, 13(6): 38 -62.
- Silva, L. R., Videira, R., Monteiro, A. P., Valentao, P. and Andrade, P.B., 2009. Honey from Luso region (Portugal): Physicochemical characteristics and mineral content. *Microchem. j.* 93 :73-77.
- Tchoumboue, J., Awah-Ndukum, J., Fonteh, F. A., Dongock N. D., Pinta, J. and Mvondo, Z. A. 2007. Physico-chemical and microbiological characteristics of honey from the sudano guinean zone of West Cameroon. *African Journal of Biotechnology*, 6 (7): 908-913.
- Tossou, G.M., Yedomonhan, H., Azokpota, P., Akoegninou A., Doubogan, P. and Akpagana, K, 2011. Analyse pollinique et caractérisation phytogéographique des miels vendus à Cotonou (Bénin). *Cah Agric*, 20: 500-508.
- Tossou, M.G., Akoegninou, A., Yédomonhan, H., Batawila, K., Akpagana, K. 2005. Analyse pollinique des miels de la forêt classée de la Lama (Bénin) et son apport à la connaissance de la flore apicole. *Journal Recherche Scientifique Université Lomé* (Togo), série A, 7 : 83-92.
- Wood, J. E., Senthilmohan, S. T. and Peskin, A. V. 2002. Antioxidant activity of procyanidin-containing plant extracts at different pHs. *Food Chemistry*, 77:155-161.
