

Étude comparative de la qualité des miels produits dans cinq régions de la Côte d'Ivoire : Poro, Hambol, Tchologo, Béliér et N'zi

Koffi Albert GNANGOULI BI, Kan Benjamin KOUAME, Koba Fatou TRAORÉ*,
Souné Carole ZOZOU, Non hondé Horline De grâce ZIO et Anauma Casimir KOKO

*Université Jean Lorougnon Guédé, UFR Agroforesterie, Département de Biochimie et Microbiologie,
Laboratoire d'Agrovalorisation, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire*

(Reçu le 05 Décembre 2024 ; Accepté le 13 Janvier 2025)

* Correspondance, courriel : fatyroxane@yahoo.fr

Résumé

L'objectif de cette étude est de comparer les caractéristiques physico-chimiques des miels produits en Côte d'Ivoire. Cette étude a été menée sur 20 échantillons de miel prélevés au hasard dans cinq (5) régions à savoir les régions du Poro, Hambol, Tchologo, Béliér et N'zi. Des méthodes conventionnelles ont été utilisées pour déterminer ces paramètres physico-chimiques. Les résultats montrent que les échantillons de miels ont une humidité moyenne de $19,53 \pm 0,97$ %, un pH moyen de $3,91 \pm 0,16$ et une acidité de l'ordre de $16,55 \pm 4,66$ meq/kg g de MS. Les échantillons de miels contiennent des cendres ($0,54 \pm 0,08$ %), des HMF ($215,29 \pm 64,22$ mg/kg, des matières sèches ($^{\circ}$ Brix) ($78,71 \pm 0,98$ %) et des conductivités moyennes ($707,53 \pm 54,28$ mS/cm). Les résultats des paramètres physico-chimiques montrent que parmi ces échantillons, ceux de Toumodi et de Korhogo sont de bonne qualité car ils se situent dans les normes de contrôle de qualité (conformes).

Mots-clés : miel, potentiel nutritionnel, qualité, conservation.

Abstract

Comparative study based on the quality of honey produced in five regions of Côte d'Ivoire : the Poro, the Hambol, the Tchologo, the Béliér and the N'zi

The main objective of this study is to compare the physicochemical characteristics of honeys manufactured in Ivory Coast. This research was carried on twenty (20) samples of honey selected at random from five (5) areas such as Poro, Tchologo, Hambol, Béliér and N'zi. The Conventional methods have been used to determine these physicochemical parameters. The final results are showing that these honey samples contain the following elements. An average rate of 19.53 ± 0.97 % humidity and 3.91 ± 0.16 of Ph. Around 16.55 ± 4.66 meq/kg of DM and acidity. 0.54 ± 0.08 % of HMF; 215.29 ± 64.22 mg/kg, of ($^{\circ}$ Brix) and 78.71 ± 0.98 % of dry matter. We have discovered an average of 707.53 ± 54.28 mS/cm of conductivities. In addition, the results of the physicochemical parameters have shown that among these samples these from Toumodi and Korhogo the best ones because they respect the standards of quality control.

Keywords : honey, nutritional potential, quality, conservation.

1. Introduction

Le miel est un produit naturel qui a accompagné l'homme depuis la plus haute antiquité. Cet élixir précieux est élaboré par les abeilles de l'espèce *Apis mellifera* à partir du nectar des fleurs ou des exsudats d'arbres et des plantes donnant respectivement des miels de nectar ou de miellat [1, 2]. Le miel est une solution hautement concentrée en sucres, dont les principaux sont le fructose et le glucose. Il renferme aussi une large gamme de composés tels que les minéraux, les protéines, les vitamines, les acides organiques, les enzymes, les flavonoïdes, les caroténoïdes, les acides phénoliques et d'autres composés photochimiques [3, 4]. A cet effet, il constitue l'un des aliments les plus complexes qui est produit par la nature [5]. Par ailleurs, la composition du miel dépend essentiellement des sources florales et de certains facteurs externes comme les facteurs environnementaux et les méthodes de traitement [6]. Il a des caractéristiques sensorielles et physicochimiques très variables dues aux conditions climatiques et environnementales et à la diversité des origines des plantes à partir desquelles il est récolté. Plusieurs vertus sont attribuées aux miels grâce à leurs propriétés antioxydantes, antiseptiques, antianémiques, antitussives et antimicrobiennes [7]. Ces propriétés sont utiles pour le traitement des brûlures et plaies, des troubles gastro-intestinaux, de l'asthme, des maladies cardiovasculaires, du cancer, de la cataracte, des maladies inflammatoires, des ulcères de peau et bien d'autres usages thérapeutiques [8, 9]. Ainsi, le miel a été rapporté comme une partie importante de la médecine traditionnelle. Il est également précieux comme produit à valeur marchande tant sur les marchés nationaux qu'internationaux et joue un rôle important dans certaines traditions culturelles [10]. Il constitue de ce fait une source potentielle non négligeable de revenus pour la population rurale, en même temps qu'il peut contribuer à l'amélioration de l'alimentation humaine [11]. 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, ce qui correspond à une progression de 10 % depuis 2000. Par ailleurs, la production mondiale de miel est estimée à environ 1,8 million de tonnes par an selon les données les plus récentes de la FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture). Les pays du moyen orient produisent en quantité suffisante le miel dans le monde.

Selon les statistiques de l'Organisation arabe pour le développement agricole (OADA), ils sont les plus grands consommateurs de miel, avec une production estimée à 20.590 tonnes dans la période de 1998 à 2002 à 22.310 tonnes en 2005. Malgré son caractère artisanal, la production africaine de miel est en nette progression. Elle est passée de 109.000 tonnes en 1991 à 145.000 tonnes en 2001 [12]. En Côte d'Ivoire, les données sur la production du miel sont assez rares. La production de miel ivoirien était de 1.000 tonnes, contre une production mondiale estimée à un million de tonnes pour la même période [13]. Cette production reste donc très inférieure par rapport aux potentialités mellifères existantes. En Côte d'Ivoire, le miel de plus en plus sollicité pour ses multiples utilisations, se trouve cependant être en quantité limitée pour couvrir les besoins des populations. Ce qui fait du miel un produit de luxe, souvent frelaté pour augmenter les quantités disponibles et de ce fait, les ventes. De nombreuses manipulations qui ont cours lors des frelatages contribuent probablement à la dénaturation des miels. Les tests de qualité qui garantissent l'authenticité, la propreté, la salubrité, la fraîcheur et permettent de définir les caractéristiques physico-chimiques du miel sont de règle dans les pays développés et obéissent aux différentes normes de qualité régionales et/ou nationales. L'absence de ces normes dans les pays en développement rend difficile la traçabilité du miel destiné à la consommation et à la vente. Il est donc impératif de connaître les caractéristiques physicochimiques actuelles du miel de chaque région agro-écologique. C'est dans cette optique que la présente étude qui s'intéresse à l'étude comparative de la qualité des miels produits dans cinq régions de la Côte d'Ivoire, a été initiée. Dans le but de contribuer à l'amélioration de la qualité nutritionnelle du miel et d'apporter des solutions aux problèmes que rencontrent les apiculteurs, l'étude comparative de la qualité des miels devrait fournir d'importants résultats pour une meilleure valorisation du miel en Côte d'Ivoire.

2. Matériel et méthodes

2-1. Zone d'étude

La zone d'étude est composée de cinq régions administratives de Côte d'Ivoire. Celles-ci comprennent les régions de Poro (Korhogo), du Tchologo (Ferkessédougou), du Hambol (Katiola), du Bélier (Toumodi) et du N'Zi (Dimbokro) présentées par la carte administrative de la Côte d'Ivoire (*Figure 1*).

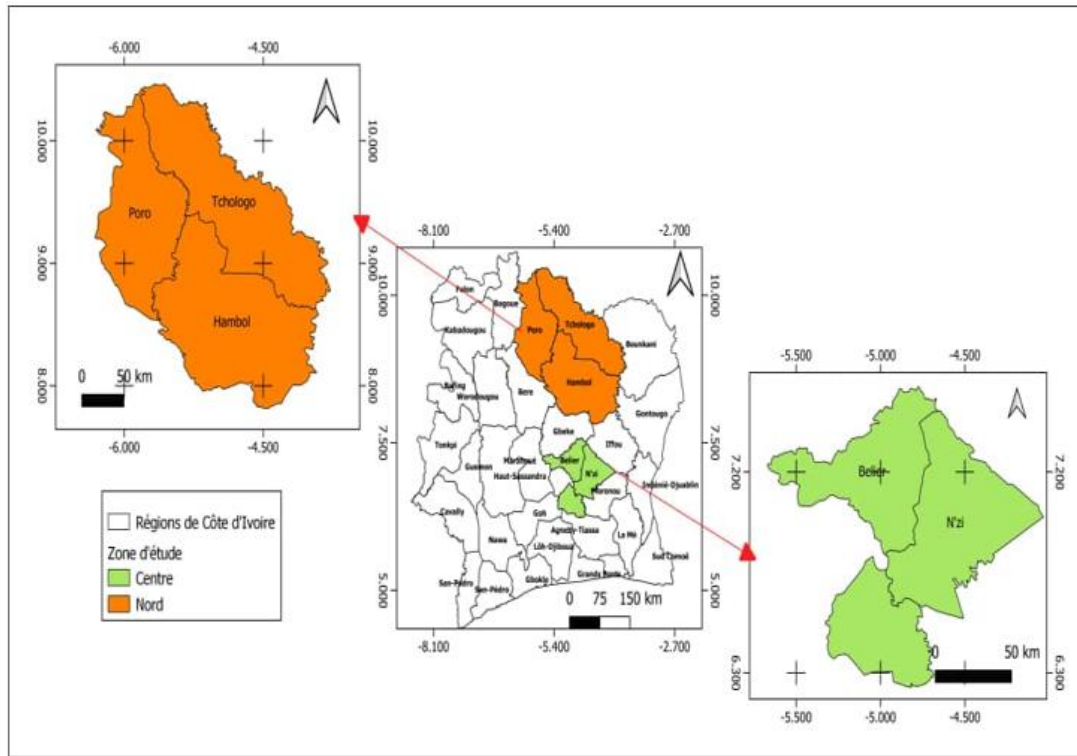


Figure 1 : Situation géographique du site d'étude

2-2. Matière première

Les échantillons de miels prélevés dans cinq régions (Poro, Tchologo, Hambol, Bélier et N'zi) de la Côte d'Ivoire ont constitué la matière première (*Figure 2*).



Figure 2 : Échantillons de miel des cinq zones de production

2-3. Échantillonnage

Pour cette étude, un nombre de douze (12) échantillons de miels a été collecté par région. Au total, soixante (60) échantillons ont été prélevés de façon aléatoire dans les marchés des dites régions et chez les grossistes. Ces différents échantillons ont été conservés dans des flacons en verre (30 mL) stériles, hermétiquement fermés, étiquetés (site, date et heure de prélèvement) et conservés à la température ambiante (25-30 °C). Les échantillons de miels ont été transférés par la suite aux laboratoires des Procédés Industriels, de Synthèse et de l'Environnement (LAPISEN) de l'Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny (INP-HB) de Yamoussoukro pour les analyses. Toutes les analyses ont été effectuées en trois répétitions.

2-4. Analyses physicochimiques

2-4-1. Détermination de l'indice de réfraction et de la teneur en eau

Les indices de réfractons des échantillons de miel ont été mesurés à une température de 20°C en utilisant un réfractomètre. Se référant à la table de Chataway, l'indice de réfraction du miel a été utilisée pour la détermination sa teneur en eau du miel [13, 14].

2-4-2. Détermination de la teneur en matière sèche (Degré brix)

Le taux de matière sèche des échantillons de miel a été déterminé à l'aide d'un réfractomètre. La lecture s'est faite sur une échelle indiquant la teneur en matière sèche ou « Degré Brix».

2-4-3. Détermination du pH et de l'acidité totale

Les pH des solutions de miel à 10 % (p/v) ont été déterminé à l'aide d'un pH-mètre (HANNA, China) [15, 16]. L'acidité des différents échantillons de miel a été déterminée par la méthode titratimétrique.

2-4-4. Détermination de la conductivité électrique

La conductivité électrique des échantillons de miels a été mesurée en utilisant un conductimètre de type (CORNING pH/conductivity meter 442). A cet effet, une quantité de 20 g d'échantillon de miel a été pesée et ajoutée à 100 mL d'eau déminéralisée (eau bidistillée) [10]. Le mélange obtenu a été agité jusqu'à l'obtention d'une solution homogène. Les valeurs de la conductivité des solutions de miels obtenues sont déterminées directement à 20 °C après l'immersion de la cellule du conductimètre dans la solution. Les expressions mathématiques sont exprimées en milliSimens/cm [17,18].

2-4-5. Détermination de la teneur en cendres

Les teneurs en cendres ont été obtenues par incinération d'une quantité de 5 g du miel dans un four à moufle à 600°C (± 25 °C) pendant 3 heures jusqu'au poids constant après un chauffage de l'ensemble (creuset + miel) dans un bain de sable à 100 °C jusqu'à ce que l'échantillon devienne noir et sec [19].

2-4-6. Détermination de l'Hydroxyméthylfurfural (HMF)

Le taux d'HMF a été mesuré à l'aide d'un spectrophotomètre à doubles rayons. Cette méthode permet de déterminer la concentration d'HMF des échantillons du miel. Son principe est basé sur la détermination de l'absorbance UV de l'HMF à deux longueurs d'onde 284 nm et 336 nm. L'HMF a été calculé après la soustraction des deux absorbances 284 nm et 336 nm [20].

2-4-7. Détermination de la teneur en protéines brutes

La détermination de la teneur en protéines brutes des échantillons de miel a été réalisée selon la méthode de KJELDAHL [21].

2-5. Analyse statistique des données

Une analyse de variance multidimensionnelle a été réalisée aux fins d'apprécier l'existence de différence entre les échantillons de miels étudiés. 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. Enfin, une analyse en composantes principales a été effectuée aux fins de visualiser les différences et d'associer aux différents groupes identifiés, leurs caractéristiques principales. Pour ces traitements statistiques, le logiciel STATISTICA 7.0 a été utilisé.

3. Résultats

3-1. Analyses physicochimiques

Les résultats de la composition chimique de miels récoltés sont consignés dans le **Tableau 1**. La teneur moyenne en eau des échantillons de miels a varié de $18,20 \pm 0,10$ % pour les miels récoltés à Dimbokro (N'zi) à $20,60 \pm 0,20$ % pour les miels de Ferkessédougou (Tchologo). Les teneurs en matières sèches des échantillons de miels sont comprises entre $77,73 \pm 0,12$ °Brix des miels de Ferkessédougou (Tchologo) et $80,07 \pm 0,06$ °Brix pour les miels de Dimbokro (N'zi). Par ailleurs, les valeurs du pH des échantillons de miels des cinq localités restent statistiquement identiques. Concernant l'acidité, elle se situe entre $9,90 \pm 0,10$ méq/kg des miels de Dimbokro (N'zi) et $22,87 \pm 0,25$ méq/kg pour les miels de Ferkessédougou (Tchologo). De même, la conductivité et le taux de cendres des échantillons de miels ont varié respectivement de $0,48 \pm 0,03$ mS/cm (miels de Dimbokro) à $1,04 \pm 0,03$ mS/cm pour les miels de Ferkessédougou et de $0,45 \pm 0,03$ % pour les miels de Dimbokro et $0,63 \pm 0,07$ % pour les miels de Ferkessédougou. La teneur en HMF est comprise entre $75,55 \pm 1,26$ mg/kg pour les miels de Korhogo (Poro) et $416,91 \pm 2,49$ mg/kg pour les miels de Katiola (Hambol). La plus forte valeur en protéine est enregistrée pour l'échantillon de Katiola ($4,38 \pm 0,03$) de la région du Hambol tandis que le miel de la région du N'zi de Dimbokro a obtenu la plus faible teneur en protéines ($2,09 \pm 0,04$). Concernant les teneurs en lipides, elles ont varié de $0,57 \pm 0,04$ à $0,70 \pm 0,05$ % mg/100 g de miel. La plus forte valeur est enregistrée pour l'échantillon de la région du Hambol avec $0,70 \pm 0,05$ % tandis que l'échantillon de miel du N'zi de Dimbokro a obtenu la valeur la plus basse ($0,57 \pm 0,04$ %). Quant à la teneur en glucides totaux des miels étudiés, elle est comprise entre $94,32 \pm 0,06$ et $96,87 \pm 0,03$ g/100 g. De tous les échantillons, celle de la région de N'zi précisément de Dimbokro a obtenu la teneur en glucide la plus élevée ($96,87 \pm 0,03$ g/100). Cependant, l'échantillon de la région du Hambol à Katiola a présenté la teneur la plus faible ($94,32 \pm 0,06$ g/100 g) (**Tableau 1**). Tous les paramètres physicochimiques des échantillons de miels étudiés (eau, matières sèches, acidité, conductivité, cendres, HMF, protéines, lipides et glucides) diffèrent significativement ($p < 0,05$) d'une localité à une autre.

Tableau 1 : Caractéristiques physicochimiques des miels de cinq zones de production de la Côte d'Ivoire

Paramètres	Cinq régions				
	Bélier (Toumodi)	Poro (Korhogo)	Tchologo (Ferkessédougou)	N'Zi (Dimbokro)	Hambol (Katiola)
Eau (%)	18,77 ± 0,55 ^c	19,80 ± 0,10 ^b	20,60 ± 0,20 ^a	18,20 ± 0,10 ^c	20,30 ± 0,10 ^a
Indice réfraction (%)	1,49 ± 0,00 ^a	1,49 ± 0,00 ^a	1,48 ± 0,00 ^a	1,49 ± 0,00 ^a	1,48 ± 0,00 ^a
Matière sèche (°Brix)	79,33 ± 0,31 ^a	78,33 ± 0,29 ^{ab}	77,73 ± 0,12 ^{ab}	80,07 ± 0,06 ^a	78,10 ± 0,36 ^{ab}
pH	3,83 ± 0,15 ^a	4,10 ± 0,20 ^a	3,87 ± 0,12 ^a	3,93 ± 0,15 ^a	3,83 ± 0,05 ^a
Acidité (méq/kg)	14,50 ± 0,20 ^c	15,50 ± 0,20 ^c	22,87 ± 0,25 ^a	9,90 ± 0,10 ^d	19,97 ± 0,25 ^b
Conductivité (mS/cm)	0,54 ± 0,01 ^c	0,52 ± 0,02 ^c	1,04 ± 0,03 ^a	0,48 ± 0,03 ^c	0,96 ± 0,01 ^b
Cendres (%)	0,50 ± 0,03 ^b	0,51 ± 0,05 ^b	0,63 ± 0,07 ^a	0,45 ± 0,03 ^c	0,60 ± 0,05 ^a
HMF (mg/kg)	81,48 ± 0,68 ^d	75,55 ± 1,26 ^e	401,54 ± 1,54 ^b	100,98 ± 0,48 ^c	416,91 ± 2,49 ^a
Protéines (%)	2,99 ± 0,02 ^c	3,85 ± 0,05 ^b	4,37 ± 0,01 ^a	2,09 ± 0,04 ^d	4,38 ± 0,03 ^a

Moyennes ± Écart-type. Les valeurs affectées des lettres alphabétiques différentes sur la même ligne sont significativement différentes (risque de 5 %, test Tukey HSD).

3-2. Différenciation entre les échantillons de miels des différentes localités de production

Une analyse en composantes principales a été réalisée. La représentation des différents échantillons de miels issus de cinq zones de production des dites localités dans un espace bidimensionnel est montrée par la **Figure 3**. Celle-ci permet de visualiser les différences entre les échantillons de miels issus des cinq zones de production étudiées dans un plan factoriel (F1-F2). Dans ce plan qui résume les différenciations à près de 83,08 %, tous les échantillons de miels issus des cinq zones de production sont distincts. Le cercle de corrélation des variables (paramètres physicochimiques) caractérisant les échantillons de miels issus des dites localités est présenté sur la **Figure 4**. Il ressort de l'analyse que la première composante (F1) est caractérisée par les paramètres tels que la teneur en eau, l'indice de réfraction, la matière sèche et les protéines dont les coefficients sont supérieurs à 0,70 (en valeur absolue) tandis que la composante 2 (F2) est définie par la variable telles que le pH, l'acidité, la conductivité, les HMF et les cendres. L'analyse comparative des **Figures 3 et 4** a révélé que les échantillons de miels issus de Ferkessédougou (Tchologo) sont caractérisés par sa teneur en eau (20,60 ± 0,20 %), son acidité (22,87 ± 0,25 méq/kg), ses cendres (0,63 ± 0,07 %) et à un moindre degré ses protéines (4,37 ± 0,01 %) qui sont les plus élevées de toutes. En outre, les échantillons de miels de Katiola (Hambol) sont caractérisés par leur teneur élevée en HMF et une conductivité élevée. Les échantillons de miels issus de Korhogo (Poro) ont un pH (4,10 ± 0,20) relativement élevé. Quant aux échantillons de miels issus de Dimbokro (N'Zi) sont riches en matières sèches (80,07 ± 0,06 °Brix) et en indice de réfraction (1,49 ± 0,00 %).

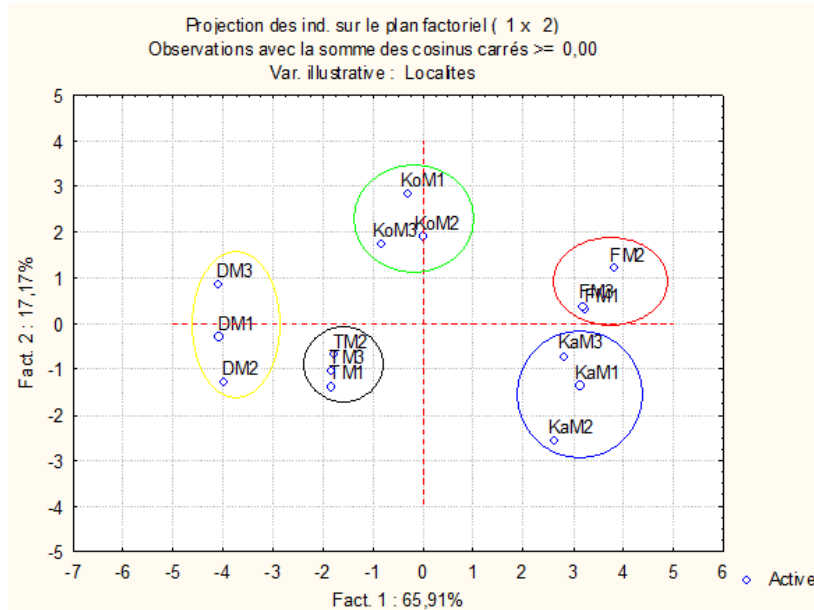


Figure 3 : Différence entre les échantillons de miels des cinq zones de production par Analyse en Composantes Principales (plan factoriel F1 - F2)

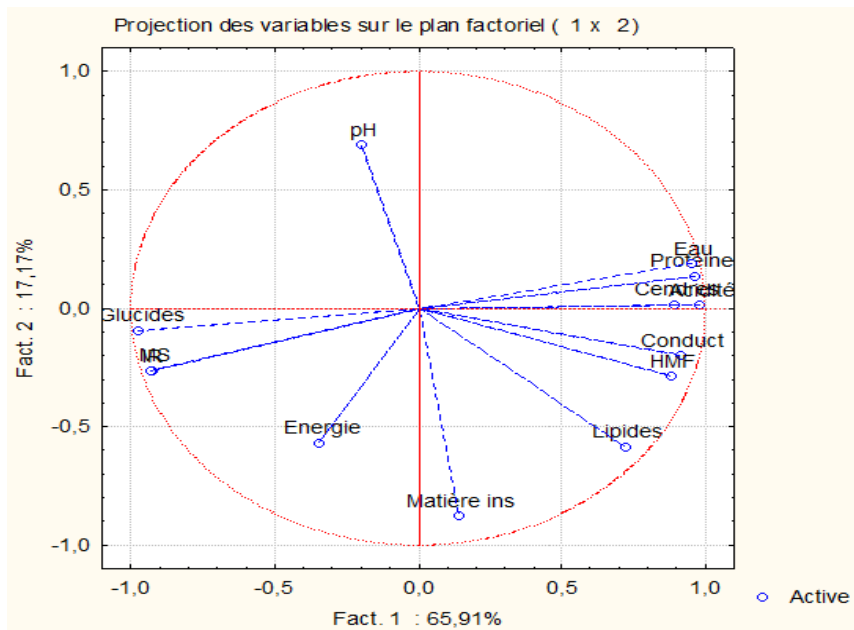


Figure 4 : Cercle de corrélation des paramètres physicochimique

4. Discussion

Cette étude a indiqué que les échantillons de miels issus des cinq localités ont une teneur en eau comprise entre 18, 20 % (miels de Dimbokro) et 20, 60 % (miels de Ferkessedougou). Ces valeurs sont sensiblement proches de la limite maximale préconisée qui est de 20 % maximum [16]. Le taux d'humidité le plus faible était 18, 20 % dans les échantillons de miels de Dimbokro ont présenté le taux d'humidité le plus faible. Les teneurs en eau de ces échantillons de miels corroborent celles du miel de algérien, de Maroc et du Venezuela (14 - 21,8 %) [15, 16, 22]. La teneur en eau est un facteur hautement important car il permet l'estimation du

degré de maturité et la durée de vie des miels. Elle peut renseigner sur la stabilité des miels contre la fermentation et la cristallisation au cours du stockage, donc elle conditionne la conservation du produit [23, 24]. Les fortes teneurs en eau des échantillons de miels de Toumodi, de Korhogo, de Ferkessédougou, de Dimbokro et de Katiola (supérieures à 18 %) obtenues proviendraient d'une récolte trop précoce ou de l'hygroscopicité du miel [25], du taux d'operculation des rayons, des conditions de stockage ainsi que les conditions climatiques pendant la saison de récolte. Les pH des échantillons de miels étudiés demeurent acides et statistiquement identiques. Cependant ce pH est compris entre 3,83 et 4,10. Ces valeurs sont similaires à celles rapportées pour d'autres échantillons de miels provenant de l'Inde, le Brésil, l'Espagne et la Turquie, qui auraient un pH entre 3,49 et 4,70 [3, 26]. Il n'y a pas de limites fixes pour des valeurs de pH mais ce paramètre peut être utilisé comme une indication de l'origine botanique [27]. Par contre, ceux provenant des miellats sont compris entre 5 et 5,5. Les différents miels analysés proviendraient donc de nectar. La variation du pH des échantillons 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 [21]. Les valeurs de l'acidité totale des échantillons de miels analysés des dites localités varient de 9,90 méq/kg (miels de Dimbokro) à 22,87 méq/kg (miels de Ferkessédougou). Toutefois, les valeurs d'acidité totale des échantillons de miels des cinq localités sont en dessous de celle fixée par la norme qui est de 50 meq/kg. Cela indique l'absence de fermentations indésirables. En analysant les résultats expérimentaux obtenus, il a été observé des différences hautement significatives entre les échantillons de miels des cinq localités ($P < 0,05$). La variation de l'acidité dans les différents miels peut être attribuée à l'origine florale ou à des variations en raison de la saison de la récolte [20, 22]. D'après [28], 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. Notons que l'acidité est un critère important de qualité. Elle donne des indications très importantes de l'état du miel [29].

4-1. Conductivité électrique

La conductivité électrique des miels est étroitement liée à la concentration des sels minéraux, des acides organiques et les protéines. Les échantillons de miels étudiés des cinq localités présentent des conductivités électriques variant entre 0,48 mS/cm (miels de Dimbokro) et 1,04 mS/cm (miels de Ferkessédougou). Ces résultats obtenus se situent dans l'intervalle des valeurs trouvées de la conductivité des miels d'Algérie (de 0,21 à 1,61 mS/cm) [30]. La conductivité des échantillons de miels de Toumodi (0,54 mS/cm), de Korhogo (0,52 mS/cm) et de Dimbokro (0,48 mS/cm) sont au-dessous de la limite maximale (0,8 mS/cm) préconisée par [31]. Par contre, les conductivités des échantillons de miels récoltés à Ferkessédougou (1,04 mS/cm) et à Katiola (0,96 mS/cm) sont les plus élevées et sont supérieures à la valeur limite préconisée par les normes. Il convient de noter que la conductivité électrique dépend étroitement de la teneur en minéraux et de l'acidité du miel. Il existe une relation linéaire entre ces deux paramètres [32]. Ainsi les miels qui présentent une conductivité inférieure à 1,20 mS/cm, ont pour origine le nectar [22]. On pourrait aussi déduire l'importance de la conductivité en se basant sur la couleur, plus elle est foncée plus la conductivité du miel est élevée [33]. Ce qui confirme que les échantillons de miels des dites localités sont des miels de fleurs.

4-2. Teneur en cendres

Quant à la teneur en cendres dans les échantillons de miels analysés des dites localités, elle varie de 0,45 % (miels de Dimbokro) à 0,63 % (miels de Ferkessédougou). La limite permise de la teneur en cendres des miels de nectar est de 0,60 % [34]. Par contre, celle du miel de miellat est de 1,20 % [35]. Les valeurs de cendres trouvées des échantillons de miels des cinq localités sont en dessous de 0,60 %, à l'exception des échantillons de miels provenant de Ferkessédougou. Ces résultats sont en accord avec la limite autorisée par les normes préconisées pour les miels de nectar. La variation de la teneur en cendres d'une localité à une

autre peut s'expliquer par les procédés de récolte, les techniques apicoles utilisées et les matériels collectés par les abeilles lors de la recherche de nourriture sur la fleur [36]. La teneur en cendres est un critère de qualité qui dépend de l'origine botanique du miel.

4-3. Hydroxymethylfurfural (HMF)

La teneur en HMF des échantillons de miels des cinq localités, montre des valeurs comprises entre 75,55 mg/kg (miels de Korhogo) et 416,91 mg/kg (miels de Katiola). Les recommandations de celle fixées par les normes est de 80 mg d'HMF/ kg de miel maximum pour les régions tropicales. Les échantillons de miels provenant de Ferkessédougou (401,54 mg /kg), de Dimbokro (100,98 mg/kg), de Katiola (416,91 mg/kg) et de Toumodi (81,48 mg/kg) présentent des teneurs les plus élevées et supérieures à celle de la norme (80 mg/kg). Les teneurs en HMF dans nos échantillons de miels seraient dues aux facteurs tels que le taux de sucre, la durée de conservation, la température et l'acidité. D'ailleurs des études ont révélé que les fortes teneurs en HMF des échantillons de miels sont dues à un traitement thermique sévère ou à des mauvaises conditions de stockage [37].

4-4. Protéines

La teneur en protéines des échantillons de miels des dites localités se situe entre 2,09 % (miels de Dimbokro) et 4,38 % (miels de Katiola). Ces valeurs élevées en protéine dans nos échantillons de miels seraient dues à l'abondance de pollens et à la nature des miels. Ces résultats sont largement supérieurs à ceux issus d'autres travaux [38]. Ces travaux ont révélé des teneurs en protéines comprises entre 0,20 et 0,60 %. Selon ces études, la richesse en protéines essentiellement les peptones, les albumines, les globulines et les nucléoprotéines proviennent de la plante, et/ou de l'abeille et qui diffère selon l'origine botanique des miels. En général, les miels sont pauvres en protéines. La présence de certaines d'entre eux dans le miel est assez constante, d'autre n'apparaît que de façon occasionnelle [38].

5. Conclusion

Les caractéristiques physicochimiques des échantillons de miels prélevés dans cinq localités différentes de la Côte d'Ivoire ont été déterminées. Il ressort de cette étude que les échantillons de miels des cinq régions ont subi une mauvaise condition de stockage et de forts traitements thermique. Néanmoins ces différents échantillons de miels sont acides, riches en cendres, en matières sèches et en protéines, susceptible d'être conseillé en alimentation. Aussi, ces échantillons de miels assurent-ils une bonne conductivité et ont une humidité inférieure à la norme ce qui pourrait faciliter leur conservation sur une période relativement longue. Parmi ces miels, les échantillons de la région du Poro ont présenté une bonne qualité chimique, répondant aux normes imposées. Malgré la bonne qualité physicochimique de certains échantillons de miels soumis à notre étude, il est intéressant de mettre l'accent sur d'autres techniques d'analyses pour arriver à des résultats pouvant être une base de données pour l'établissement de normes propres à notre pays.

Références

- [1] - P. C. LIU JR, Y. L. YE, T. Y. LIN and Y. W. WANG., "Effect of floral sources on the antioxidant, antimicrobial and anti-inflammatory activities of honeys in Taiwan," *Food Chem.*, 13 (2013) 146 - 174
- [2] - C. A. E. MBOGNING, J. TCHOUMBOUE, F. DAMESSSE et M. SANOU SOBZE, "Caractéristiques physico-chimiques des miels de la zone Soudano-guinéenne de l'Ouest et de l'Adamaoua Cameroun," *TROPICULTURA*, 28 (3) (2011) 168 - 175
- [3] - L. DA C. AZEREDO, M. A. A AZEREDO, S. R. DE SOUZA and V. M. L. DUTRA, Protein Contents and Physicochemical Properties in Honey Samples of *Apis mellifera* of Different Floral Origins, *Food Chemistry*, 80 (2003) 249 - 254. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00261-3](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00261-3)
- [4] - C. L. BOGDANOV and SP. MARTIN, "Harmonised methods of the European Honey Commission," *Apidologie*, (1997) 1 - 59
- [5] - F. MENDES, E. BROJO PROENÇA and I. M. P. L. V. O. FERREIRA, "Quality evaluation of Portuguese honey," *Rev. Carbohydr. Polym.*, 3 (1998) 219 - 223
- [6] - H. TERRAB, A. F. RECAMALES, D. HERNANZ and J. FRANCISCO, "Characterization of Spanish thyme honeys by their physicochemical characteristics and mineral contents.," *Food Chem.*, 88 (2004) 537 - 542
- [7] - C. GUARCH et G. LE COZE, *Le miel. Cuisine, santé et beauté*. Editions Cabédita, Yens sur Morges, (2008) 72 p.
- [8] - P. CHANAUD, "Les miels. Variétés, bienfaits, recettes," *Edi sud ed., Aix-en-Provence Fr.*, (2010)
- [9] - H. YAICHE ACHOUR et M. KHALI, "Composition physicochimique des miels algériens. Détermination des éléments traces et des éléments potentiellement toxiques », " *Afrique Sci.*, 10 (2) (2014) 1813 - 1848
- [10] - C. R. A. CANINI, L. DE SANTIS, D. LEONARDI, P. DI GIUSTINO and F. A. DAMASSE, "Qualificazione dei mielie e piante nectarifère del Camerun Occidentale," *La Riv. di Sci. dell'Alimentazione*, anno, 34 (2005) 4
- [11] - D. DONGOCK NGUEMO et J. TCHOUMBOUE, "Palynological and Physicochemical Characterization of Honey in the Sudano-Guinean Zone of Cameroon," *Food and Nutrition Sciences*, 6 (15) (2015)
- [12] - A. IGLESIAS, X. FEAS, S. RODRIGUES, J. A. SEIJAS, M. PILAR VAZQUEZ-TATO, L. G. DIAS and L. M. ESTEVINHO, "Comprehensive Study of Honey with Protected Denomination of Origin and Contribution to the Enhancement of Legal Specifications," *Molecules*, 17 (2012) 8561 - 8577
- [13] - FAOST, *La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture : mettre les systèmes alimentaires au service d'une meilleure nutrition*, (2013)
- [14] - G. S. GUO, L.G. DIAS, L. L. MOREIRA, P. RODRIGUES and L. ESTEVINHO, "Physico-chemical, microbiological and antimicrobial properties of commercial honeys from Portugal," *Food Chem. Toxicol.*, 48 (2010) 544 - 548
- [15] - JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE FRANÇAISE, "limites des secteurs sanitaires et indices de besoins pour la médecine, la chirurgie et la gynécologie-obstétrique (région bretagne)", (1977)
- [16] - COMMISSION DU CODEX ALIMENTARIUS, "ALINORM 01/25, (2001) 1 - 31
- [17] - AOAC, "Association of Official Analytical Chemists (16th ed.)," *Off. Methods Anal. DC*, (1999)
- [18] - S. P. D. BENAZIZA-BOUCHEMA, "Caractérisation des principaux miels des régions du Nord de l'Algérie," *Cah Agric*, 19 (6) (2010)
- [19] - AOAC (Association of Official Analytical Chemists), *Official Methods of Analysis Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists*, 15th ed., (1990)
- [20] - A. T. A. AMIR, M. YESLI and R. BENGANA SADOUDI, "Physico-chemical and microbiologica assessment of honey from Algeria Electron," *J. Environ. Agric. Food Chem.*, 9 (2010) 1485 - 1494
- [21] - BIPEA: Bureau Interprofessionnel d'Etudes Analytiques, *Recueil des méthodes d'analyses des communautés Européennes*. Gennevilliers, France, (1976)
- [22] - AOAC, *Official methods of analysis*, Washington, 15th ed., 21 (990)
- [23] - R. B. G. P. DE RODRIGUEZ and B.S. DE FERRER, "Characterization of honey produced in Venezuela," *Food Chem.*, 84 (2004) 502 - 599

- [24] - C. F. M. KÜÇÜK, S. KOLAYLI, S. KARAOLU, E. ULUSOY and C. BALTACI, "Biological activities and Chemical composition of three honeys of different types of Anatolia.," *Food Chem.*, 100 (2007) 526 - 534
- [25] - J. TCHOUMBOUE, J. AWAH-NDUKUM, F. A. FONTEH, N. D. DONGOCK, J. PINTA and Z. A. MVONDO, "Physico-chemical and microbiological characteristics of honey from the sudano guinean zone of West Cameroon," *African J. Biotechnol.*, 6 (7) (2007) 908 - 913
- [26] - S. S. SAXENA and A. GAUTAM, "Physical, biochemical and antioxidant properties of food," *food chem.*, 118 (2010) 391 - 397
- [27] - S. G. P. L.P. VANHANEN AND A. EMMERTZ, "Mineral analysis of monofloral New Zealand honey," *Food Chem.*, 128 (1) (2011) 236 - 240
- [28] - P. SCHWEITZER, "Mauvaise herbe et apiculture, Laboratoire d'analyse et d'écologie apicole, *Rev.*," *L'abeille Fr.*, (2004) 9 - 11
- [29] - S. BOGDANOV, P. VIT and V. KILCHENMANN, "Sugar profiles and conductivity of stingless bee honeys from Venezuela," *Apidologie*, 27 (1999) 445 - 450
- [30] - S. P. S OUCHEMOUKH and H. LOUAILECHE, "Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Algerian honeys," *Food Control*, 18 (2007) 52 - 58
- [31] - NORME EUROPEENNE, "Directive 2001/110/CE du Conseil du 20 décembre 2001 relative au miel.," (2001)
- [32] - M. PIAZZA, M. ACCORTI and L. ODDO, "Electrical conductivity, ash, colour and specific rotatory power in Italian unifloral honeys," *Apicoltura*, 7(5) (1991) 1 - 63
- [33] - C. I. GOMEZ, G. QUESADA and S. NANNE, "Effect of different drying systems for the conservation of olive leaves on their nutritive value for ruminants," *Ann. Zootech.*, 47 (2) (1998) 141 - 150
- [34] - B. A. S. V. NANDA, BC. SARKAR and HK. SHARMA, "Physico-chemical properties and estimation of mineral content in honey produced from different plants in Northern India.," *J. Food Compos. Anal.*, 16 (2003) 613 - 619
- [35] - W. JINALI, D. POPOVIV et A. JIRA, "Miel de jujubier d'Algérie : analyse méliissopalynologique et caractères morphologiques du pollen," *J. Agric. Res.*, 46 (3) (2008) 259 - 266
- [36] - M. S. FINOLA, M. C. LASSAGNO and J. M. MARIOLI, "Microbiological and chemical characterisation of honeys from central Argentina," *Food Chem.*, 100 (2007) 1649 - 1653
- [37] - A. A. H. S.O OKORO and A. H. KAWO, "Phytochemical screening, antibacterial and toxicological activities of Acacia nilotica extracts, Bayero," *J. pure Appl. Sci.*, 7 (1) (2014) 105 - 115
- [38] - P. ANKLAM, E. H.-D. BELITZ and W. GROSCHE, "Characteristics, aroma of monofloral honeys obtained with dynamic headspace GC-MS systems," *JA Pic Res*, 31 (1998) 96 - 109