

# Evaluation des caractéristiques physico-chimiques des miels commercialisés à Cotonou

J.A. Djossou<sup>1</sup>, F.P. Tchobo<sup>1</sup>, H. Yédomonhan<sup>2</sup>, A.G. Alitonou<sup>1</sup> & M.M. Soumanou<sup>1\*</sup>

Keywords : Honey- Physicochemical characteristics- Polyphenols- Benin

## Résumé

Le miel est la denrée produite par les abeilles mellifiques à partir du nectar ou du miellat. Au Bénin il est commercialisé et vendu dans les pharmacies, les supermarchés, dans certaines petites boutiques des grandes villes, sur les marchés des villages et même à domicile. Toutefois, les conditions de récolte, du conditionnement et de conservation peuvent influencer ses qualités. Dans cette étude, la qualité de trente-six (36) échantillons de miels vendus dans les supermarchés et les pharmacies a été évaluée. Les paramètres physico-chimiques et la teneur en composés polyphénoliques des échantillons de miel ont été déterminés. Les résultats obtenus montrent que le pH a varié de 3,57 à 5,17 avec une acidité comprise entre 21,80 et 64,32 meq de NaOH/kg. Ils ont une forte teneur en proline (169,27 à 1699,21 mg/kg) et en sucres totaux (81,96 à 90,06 g/100 g) avec une teneur en hydroxyméthylfurfural (HMF) de 22,5-41,96 mg/kg. Ils contiennent 9,84 à 19,76% d'humidité et 0,19-0,62% de substances minérales. En considérant tous les critères de qualité physico-chimiques près de la moitié (41,67%) des échantillons ont au moins un paramètre de qualité excédant la limite permise par la norme du Codex Alimentarius 2001. Une grande variabilité de la teneur en phénols totaux (27,88-248,80 mg GAE/100 g) et en flavonoïdes (0,30-55,17 mg CAT/100 g) est observée d'un échantillon à un autre. De l'étude de la relation entre les paramètres physico-chimiques, il a été observé une corrélation significative entre la couleur et la teneur en composés phénoliques totaux et en flavonoïdes totaux, et entre les composés polyphénoliques.

## Summary

### Evaluation of Physicochemical Characteristics of the Honeys Marketed in Cotonou

Honey is the foodstuff produced by honeybees from the nectar or honeydew. In Benin, it is marketed and sold in pharmacies, supermarkets, small shops in some large cities, village markets and even at home. However, the conditions of harvesting, packaging and storage can influence its qualities. To verify the quality of honeys marketed in Cotonou, 36 samples were purchased in supermarkets and pharmacies. The physico-chemical quality and polyphenolic nature of samples were determined. The results show that the pH varied from 3.57 to 5.17 with an acidity of between 21.80 and 62,32 meq NaOH/ kg. They have high content of proline (169.27-1699.21 mg / kg) and total sugar (81.96-90.06 g / 100 g) with an HMF content of 22.51 to 41.96 mg / kg. They contained 9.84 to 19.76% moisture and 0.19 to 0.62% minerals. Considering all physicochemical parameters, almost half (41.67%) of the samples presented at least one quality parameter exceeding the permitted limit of the 2001 Codex Alimentarius norm. There is a large variability between samples for total phenolic content (27.88-248.80 mg GAE/100 g) and flavonoids (0.30 to 55.17 mg CAT/100 g). A significant correlation was observed between color and total phenolic content. Color and the total flavonoids were correlated too, as were also the polyphenolic compounds.

## Introduction

Les produits de la ruche sont depuis des millénaires exploités par l'homme. Ils sont issus de substances naturelles, produits par les abeilles. Leurs

utilisations variées assurent un bon marché et représentent un revenu d'appoint pour l'apiculteur. Au nombre de ces produits, le miel est l'un des aliments les plus anciens de l'humanité (10) qui a toujours été apprécié, d'une part pour ses qualités

<sup>1</sup> Laboratoire d'Etude et de Recherche en Chimie Appliquée. 01 BP: 2009 Ecole Polytechnique d'Abomey Calavi, Université d'Abomey-Calavi, Bénin.

<sup>2</sup> Département de Biologie Végétale, Faculté des Sciences et Techniques, Université d'Abomey-Calavi, Bénin.

\* Auteur correspondant : M.M. Soumanou email: msoumanoufr@yahoo.fr

Reçu le 20.09.12 et accepté pour publication le 21.12.12.

gustatives et d'autre part, pour ses nombreuses vertus thérapeutiques. Elaboré par les abeilles à partir du nectar des fleurs ou de sécrétions issues des parties vivantes des plantes (miellat), il est largement apprécié comme la seule forme concentrée de sucres disponibles dans le monde (7, 12) et est également utilisé comme un conservateur alimentaire (8). C'est un produit à valeur marchande tant sur les marchés nationaux qu'internationaux, jouant aussi un rôle important dans l'alimentation et dans certaines traditions culturelles (7). Il constitue de ce fait une source potentielle non négligeable de revenus pour la population rurale, et contribue aussi à l'amélioration de l'alimentation humaine.

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 (7). Au Bénin, ce produit 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 (22). Il est commercialisé et vendu dans les pharmacies, les supermarchés, dans certaines petites boutiques des grandes villes, sur les marchés des villages et même à domicile (22). De ces miels, les plus prisés proviennent de la zone septentrionale du Bénin (22). Les investigations menées sur les échantillons de miel vendus à Cotonou ont permis de révéler que certains ne correspondent pas aux origines géographiques et botaniques indiquées sur les étiquettes d'identification (22). Certains producteurs ou commerçants abusent donc de l'image portée par les appellations pour faire écouler leurs produits. De plus, les conditions de stockage influencent les paramètres physico-chimiques et réduisent considérablement le délai de consommation des miels tropicaux. Ces faits soulèvent alors le problème de la qualité de ces différents miels commercialisés (17). Ainsi l'objectif général de cette étude est de contribuer à une meilleure connaissance de la qualité des miels vendus au Bénin par la détermination des caractéristiques physico-chimiques.

### Matériel et méthodes

Le matériel utilisé est constitué de 36 échantillons de miels commercialisés à Cotonou et détaillés dans le tableau 1. Ces échantillons ont été achetés dans les supermarchés et les boutiques de la ville de Cotonou. Tous les échantillons ont été conservés entre 0° et 4°C.

### Détermination des caractéristiques physico-chimiques

Le pH et l'acidité libre, le taux d'humidité et de cendre sont déterminés selon des méthodes décrites par Bogdanov *et al.* (3).

Le taux d'humidité a été déterminé au réfractomètre alors que le pH et l'acidité libre ont été déterminés par titrage à pH 8,3 sur 10 g de miel homogénéisés dans 75 ml d'eau distillée. Le taux de cendre a été déterminé par la méthode gravimétrique en incinérant 5 g de miel dans un four électrique à 600°C pendant 3 heures. La couleur des échantillons de miel a été mesurée par la méthode spectrophotométrique (635 nm) décrite par White (23) sur une solution de miel (50%). Les miels ont été classés selon l'échelle de Pfund. Le dosage des sucres réducteurs totaux a été effectué par la méthode colorimétrique au phénol-sulfurique (11). A 2 ml de la solution de miel (0,1%), on ajoute 1 ml d'une solution de phénol (5%). On ajoute ensuite rapidement 5 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sans le faire couler par la paroi. Après refroidissement, l'absorbance est mesurée à 485 nm a été utilisé référence. Le glucose a été utilisé comme référence. La détermination des (hydroxyméthylfurfural) HMF est basée sur leur absorbance à 284 nm. L'interférence des autres composés est corrigée en faisant la différence entre les absorbances de la solution du miel en présence et en absence de sodium bisulfite. Cette étude est effectuée selon la méthode White décrite par Bogdanov *et al.* (2). La teneur en proline a été déterminée selon la méthode des Ough adaptée par Bogdanov *et al.* (3) au spectrophotométrie à 510 nm.

### Détermination de la teneur en composés polyphénoliques

La méthode de Folin-Ciocalteu (21) a été utilisée pour déterminer la teneur en composés phénoliques. Cinq grammes de miel a été dilué à 50 ml d'eau distillée et filtré. Cette solution (0,5 ml) a ensuite été mélangée avec 2,5 ml de 0,2 N du réactif de Folin-Ciocalteu pendant 5 min et 2 ml de carbonate de sodium 75 g/l (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) a ensuite été ajouté. L'absorbance du mélange réactionnel a été mesurée à 760 nm contre un blanc au méthanol après 2 heures. L'acide gallique a été utilisé comme standard. La teneur en flavonoïdes totaux a été déterminée en utilisant la méthode de Dowd adaptée par Arvouet-Grand *et al.* (2). Brièvement, 5 ml de trichlorure d'aluminium (2%) ont été mélangés avec le même volume d'une solution de miel (0,01 mg/ml).

La lecture d'absorption à 415 nm a été effectuée

après 10 min contre un échantillon témoin au méthanol. La quercétine a été utilisée comme référence.

### Analyse statistique

Toutes les déterminations ont été réalisées en triple exemplaire et les données ont été traitées à l'aide des logiciels Microsoft Excel 2010 et Minitab.

## Résultats et discussion

### Caractéristiques physico-chimiques des échantillons de miel

La qualité du miel commercialisé dans la ville de Cotonou a été appréciée à travers la détermination des caractéristiques physico-chimiques de 36 échantillons de miel à savoir: l'humidité, le pH, l'acidité et les teneurs en HMF, en sucres totaux, en proline et en cendre. Les résultats obtenus sont compilés dans le tableau 2.

#### a. Couleur

La couleur du miel est la propriété physique immédiatement perçue par le consommateur (6). Celle du miel vendu à Cotonou a été évaluée par la mesure des indices de Pfund. Ces derniers ont varié de 106,96 à 3152,85 nm Pfund. Les échantillons de miel de Tobè-Bantè, de cojou ruche des collines et de cosso des collines ont des indices de Pfund compris entre 85 et 114 mm Pfund. Ils sont donc de couleur ambré foncé. Tous les autres échantillons sont de couleur foncée du fait que leurs indices de Pfund sont supérieurs à 114 mm Pfund.

#### b. Teneur en eau

La teneur en humidité des échantillons de miel a varié de 9,84 à 19,76% avec une moyenne de 14,68%. C'est la caractéristique la plus importante du miel selon Nombré *et al.*, (17) parce qu'elle est étroitement liée à la qualité du miel, sa viscosité, sa cristallisation, sa fermentation et sa saveur. Les valeurs obtenues sont inférieures à 20%, maximum autorisé par l'Union européenne et le Codex Alimentarius pour les miels tropicaux. Ces valeurs permettent aux miels de ne pas se fermenter (2). La valeur la plus élevée (19,76%) de la teneur en humidité a été obtenue pour l'échantillon de miel de

**Tableau 1**  
Echantillons de miels commercialisés à Cotonou.

Appellations des échantillons	Nombre d'échantillon
Pur miel de l'Alibori	3
Miel Lili	3
Serein pur miel	3
Miel de Donga	3
Viva miel-Parakou	3
Miel de collines	3
Miel Tobè-Bantè	3
Miel de l'étoile extra pur	3
Miel de cojou ruche des collines	3
UCAP miel de Parakou	3
Miel boisé des forêts du Nord Bénin	3
Miel de cosso des collines	3

**Tableau 2**

Résultats d'analyses physico-chimiques des échantillons de miel

Echantillons	Humidité (%)	pH	Acidité (meq.kg <sup>-1</sup> )	HMF (mg.kg <sup>-1</sup> )	Teneur en proline (mg/kg)	Sucres totaux (g/100g)	Taux de cendre (g/100g)
	[<20]*	[3,2-4,5]*	[<50]*	[<80]*	[>180]*	[>60]*	[<0,6]*
Pur miel de l'Alibori	19,76 ± 3,46	3,57 ± 0,06	46,59 ± 0,97	25,60 ± 0,54	1308,73 ± 32,24	82,67 ± 2,15	0,07 ± 0,02
Miel Lili	13,67 ± 1,16	5,07 ± 0,06	22,45 ± 2,25	23,48 ± 0,41	1699,21 ± 30,42	83,52 ± 2,10	0,62 ± 0,12
Serein pur miel	15,95 ± 1,80	3,80 ± 0,00	30,78 ± 1,15	33,00 ± 0,47	186,19 ± 26,94	85,69 ± 1,44	0,29 ± 0,06
Miel de Donga	15,92 ± 0,61	4,13 ± 0,06	46,07 ± 1,51	20,66 ± 0,37	228,66 ± 22,23	85,09 ± 1,78	0,43 ± 0,04
Viva miel-Parakou	14,07 ± 0,09	4,07 ± 0,06	49,17 ± 1,28	24,89 ± 0,42	1550,65 ± 32,89	84,94 ± 2,60	0,39 ± 0,05
Miel de collines	13,66 ± 1,03	5,30 ± 0,10	21,80 ± 1,32	41,96 ± 0,24	785,56 ± 63,58	81,96 ± 1,13	0,47 ± 0,08
Miel Tobè-Bantè	9,84 ± 1,48	4,10 ± 0,00	41,52 ± 1,51	17,06 ± 0,20	602,45 ± 23,02	90,06 ± 1,71	0,48 ± 0,03
miel de l'étoile extra pur	15,05 ± 1,00	4,47 ± 0,06	41,11 ± 2,14	22,97 ± 0,41	915,21 ± 79,42	84,94 ± 0,61	0,68 ± 0,05
Miel de cojou ruche des collines	14,16 ± 2,33	5,17 ± 0,06	60,38 ± 2,14	19,88 ± 0,42	761,76 ± 79,64	83,89 ± 0,91	0,39 ± 0,03
UCAP miel de Parakou	14,48 ± 1,13	3,80 ± 0,00	64,38 ± 0,86	31,36 ± 0,66	1558,69 ± 69,01	85,37 ± 0,85	0,22 ± 0,04
Miel boisé des forêts du Nord	15,40 ± 2,37	4,20 ± 0,00	39,04 ± 0,39	31,17 ± 0,54	169,27 ± 3,14	84,38 ± 0,89	0,55 ± 0,04
Miel de cosso des collines	14,18 ± 1,65	3,87 ± 0,06	36,92 ± 1,51	22,51 ± 0,25	172,95 ± 13,72	81,39 ± 0,89	0,19 ± 0,04
Moyenne	14,68 ± 2,16	4,29 ± 0,58	41,68 ± 13,07	26,21 ± 6,96	828,28 ± 583,49	84,37 ± 2,36	0,40 ± 0,18
% des échantillons respectant la norme Codex Alimentarius 2001	100	75	83,33	100	83,33	100	83,33

GAE = acide gallique ; CAT = catéchine ; HMF = hydroxylméthylfurfural \* Valeurs standards selon le codex alimentarius 2001

l'Alibori. Les teneurs en humidité obtenues montrent que les miels analysés n'ont pas subi une extraction prématurée des ruches. En effet, cette précaution permet de réduire les risques de fermentation pouvant conduire à leur dégradation.

#### c. pH et acidité libre

Les valeurs de pH varient de 3,57 à 5,30 avec une moyenne de 4,29. La plus forte valeur de pH (5,17) a été obtenue pour l'échantillon de miel cojou ruche des collines. Les échantillons de miel Lili, des collines et de cojou ruche des collines ont des pH en dehors de la plage (3,2 à 4,5) indiqué par les rapports publiés (4, 9). En tenant compte uniquement des valeurs de l'acidité, deux de nos échantillons (cojou ruche des collines et UCAP miel de Parakou) présentent un risque de fermentation. En effet, leur teneur en acidité, respectivement de 21,80 et de 64,38 meq.kg<sup>-1</sup>, est supérieure à la limite fixée par la norme Codex Alimentarius (9). Selon cette dernière, une bonne conservation du miel est assurée en partie par son acidité inférieur à 50 méq d'acide/kg de miel. D'après Ouchemoukh *et al.* (19), l'acidité du miel est due à la présence d'acides organiques, en particulier l'acide gluconique et les ions inorganiques tels que le phosphate et le chlorure.

#### d. Sucre totaux

En considérant les limites du Codex Alimentarius (9) pour les sucres réducteurs totaux, tous nos échantillons de miel ont des valeurs (81,39-90,06 g/100 g) respectant la norme. Ces valeurs, comparables à celles des miels de Burkina Faso

(73,9 à 85,5 g/100 g) (16) sont supérieures à celles des miels brésiliens qui varient de 67,6 à 72,4 g/100 g et à celles des miels commerciaux du Maroc, des USA, d'Italie et d'Allemagne (1). La teneur en cendres a varié de 0,07 à 0,68 g/100 g avec une moyenne de 0,40 g/100 g.

#### e. Teneur en proline

La teneur en proline des échantillons de miel est comprise entre 169,27-1699,21 mg/kg avec une moyenne de 828,28 mg.kg<sup>-1</sup>. On note une très grande variabilité des teneurs en proline d'un échantillon à un autre comme mentionné par Bogdanov *et al.*, (3). Selon White et Doner (25), la proline est l'acide aminé majoritaire dans le miel. Elle a été utilisée comme standard ( $y=0,0234x + 0,0199$ ;  $R^2=0,9996$ ) pour quantifier les acides aminés totaux. Sa proportion est un facteur de qualité et un indice d'adultération (3). L'ensemble de nos échantillons ont des valeurs en proline supérieures à 180 mg/kg indiquant que ces miels sont acceptables selon le Codex Alimentarius (9). Les plus fortes valeurs ont été obtenues avec les échantillons de miel de l'Alibori (1308,73 mg/kg), Lili (1699,21 mg/kg), Viva miel-Parakou (1550,65 mg/kg) et UCAP de Parakou (1558,69 mg/kg). Ces valeurs sont nettement supérieures à celles obtenues (20,83-300,61 mg/kg) sur les 72 échantillons de miels de différentes régions du Kenya (16). Par contre, elles sont comparables aux valeurs (437,82-2169,37 mg/kg) obtenues pour les échantillons de miels de différentes régions de Burkina-Faso (15).

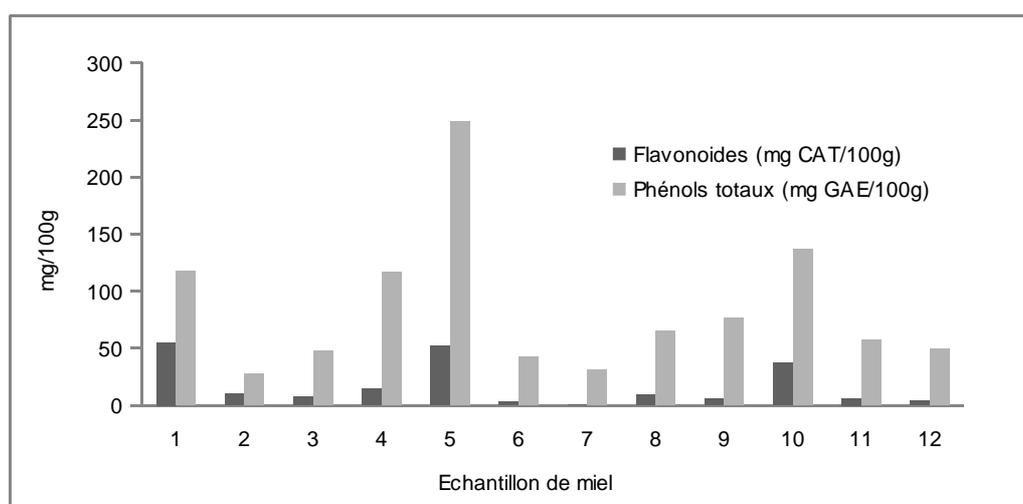


Figure 1: Teneur en composés polyphénoliques des échantillons de miels commercialisés à Cotonou.

#### f. Teneur en HMF et en cendre

Selon nos résultats, les niveaux d'HMF varient de 17,06 à 41,96 mg/ kg. Les HMF font partie des trois paramètres (HMF, activité diastase et invertase) les plus couramment utilisés pour contrôler la fraîcheur du miel (5, 18). Ils reflètent l'âge du miel et indiquent si le miel a subi des traitements thermiques ou non. Tous nos échantillons respectent la norme actuelle du Codex Alimentarius (9) pour les niveaux d'HMF. Ces valeurs confirment la fraîcheur des échantillons étudiés au regard de ce paramètre. Les plus fortes valeurs de la teneur en cendres sont obtenues pour les échantillons de miel Lili et de l'étoile extra pur. Elles sont respectivement de 0,62; 0,68 g/100 g et sont hors des limites permises par la norme.

#### g. Teneur en composés polyphénoliques des échantillons de miel

Les polyphénols font partie des groupes de composés naturels, importants, de hauts intérêts thérapeutiques. Ils ont été dosés dans les miels en utilisant l'acide gallique ( $R^2=0,9943$ ;  $y=0,029x-0,0107$ ) et la catéchine ( $R^2=0,9968$ ;  $y=0,0352x-0,0007$ ) comme standard respectivement pour les phénols et flavonoïdes totaux. La teneur en phénols totaux des échantillons de miel est comprise entre 27,88 à 248,80 mg GAE/100 g et celle des flavonoïdes totaux a varié de 0,30 à 55,17 mg CAT/100 g (Figure 1). On observe une grande variabilité de la teneur en composés polyphénoliques au sein des échantillons. Cette variabilité est en accord avec les nombreux travaux scientifiques

réalisés dans le but de retrouver d'éventuels marqueurs chimiques de l'origine florale des miels.

Les études réalisées par différents auteurs (14, 15) ont montré que les composés phénoliques varient en fonction des origines géographiques et florales du miel. En dehors de l'échantillon de miel Viva miel-Parakou (248,80 mg GAE/100 g) tous les autres échantillons présentent des teneurs moyennes en composés phénoliques totaux (27,88-137,07 mg /100 g) similaires à celles des miels du Burkina Faso (15) (42,96-248,80 mg /100 g). Par contre, les teneurs moyennes en flavonoïdes de nos échantillons (0,30-55,17 mg CAT/100 g) sont supérieures à celles des miels du Burkina Faso (0,17-8,35 mg/100 g) et à celles des miels Européens tels que les miels d'*Eucalyptus* (2-2,5 mg/100), de tournesol de colza et d'*Acacia* (0,5-2 mg/100 g) (14).

L'étude de la corrélation entre les caractéristiques physicochimiques des miels et /ou leurs teneurs en composés polyphénoliques montre une corrélation significative au seuil de 5% entre la couleur et la teneur en composés phénoliques totaux ( $r=0,85$ ) et en flavonoïdes totaux ( $R=0,97$ ), puis entre les composés polyphénoliques ( $r=91,10$ ). De plus, une faible corrélation est obtenue entre la teneur en proline et la couleur des échantillons. Une corrélation a été obtenue entre le pH et la teneur en cendre puis entre les composés polyphénoliques dans le cadre de l'analyse des caractéristiques physicochimiques des miels des différentes régions du Burkina Faso (15). Les différentes corrélations obtenues dans cette étude sont confirmées par

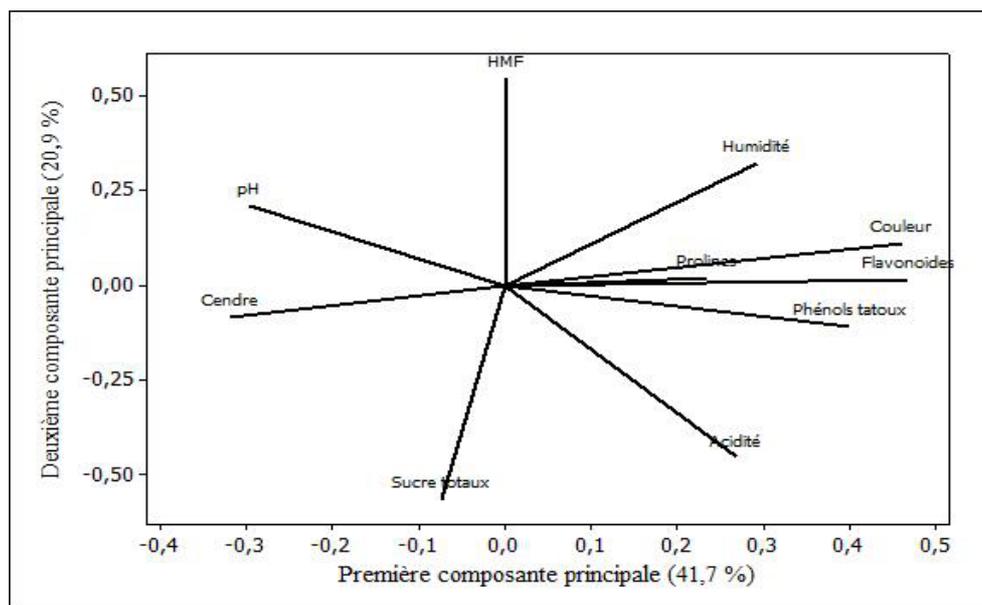
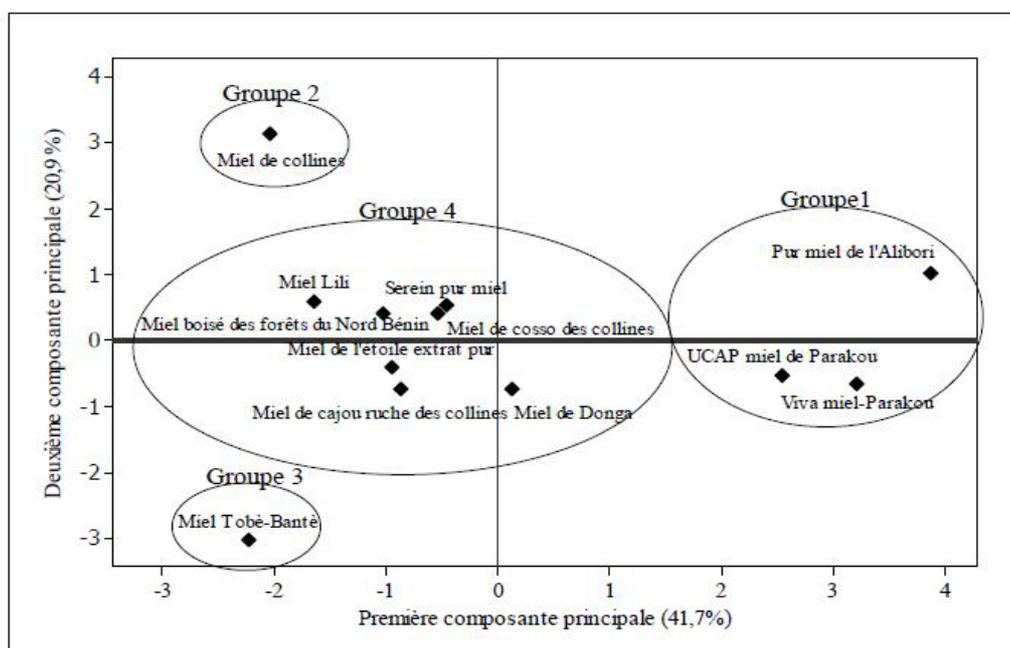


Figure 2: Représentation des caractéristiques physico-chimiques et teneur en polyphénols dans le plan factoriel.



**Figure 3:** Représentation des différents échantillons de miel dans le plan factoriel.

l'analyse en composantes principales (ACP) (Figures 2 et 3).

En effet, l'ACP permet de transformer  $p$  variables quantitatives inter-corrélées en  $p$  nouvelles variables non corrélées appelées composantes principales. Ainsi, l'ACP construit de nouvelles variables, artificielles, et des représentations graphiques permettant de visualiser les relations entre variables, ainsi que l'existence éventuelle de groupes d'individus et de groupes de variables (20). Appliquer aux caractéristiques physico-chimiques et à la teneur en composés polyphénoliques des échantillons de miel, les deux premiers axes expriment respectivement 41,7%; 20,9% des informations concentrées soit un total de 62,6% de la variance totale; ce qui est largement suffisant pour garantir une précision d'analyse.

La première composante principale prend en compte la couleur, les teneurs en phénols totaux et les flavonoides totaux qui sont positivement corrélés. Sur cet axe, les miels les plus foncés ont une plus forte teneur en composés polyphénoliques.

Les variables acidité, teneur en HMF et en sucres totaux sont bien représentés sur la seconde composante principale. La teneur en HMF est corrélée positivement alors que les deux autres variables sont négativement corrélées. Une augmentation de l'HMF du miel conduit alors à une réduction du taux d'acidité et de la teneur en sucre totaux. Cela s'explique par le fait que l'HMF est un produit de la dégradation du fructose et du glucose

par déshydratation intramoléculaire (17). C'est un processus naturel parce que les miels sont acides. De plus, cette transformation est accélérée par les conditions et la durée de stockage. Selon Jeanne (13), la valeur de l'HMF est multipliée par 1,10 en six mois et par deux en un an lorsque les miels ont été stockés entre 15 et 20°C.

En rapprochant la figure 2 et la figure 3, on peut classer les échantillons de miels commercialisés et vendus à Cotonou en 4 groupes. Le premier regroupe les échantillons de miel de l'Alibori; Viva miel-Parakou et UCAP miel de Parakou qui sont caractérisés par une couleur foncée et une forte teneur en composé polyphénoliques. Les miels des collines (troisième groupe) ont une forte teneur en HMF avec une faible teneur en sucres totaux et acidité. Par contre, avec l'échantillon avec les miels de Tobè-Bantè (quatrième groupe) on observe le phénomène inverse. Enfin, un dernier groupe constitué des échantillons de miel Lili, Serein pur miel, de Donga, de l'étoile extra pur, de cojou ruche des collines, des forêts boisés du Nord Bénin; de cosso des collines qui présentent des caractéristiques intermédiaires aux trois premiers.

## Conclusion

Cette étude a permis d'obtenir des données scientifiques sur les caractéristiques physico-chimiques, microbiologiques et la composition en polyphénoliques des miels commercialisés à Cotonou. Les paramètres physico-chimiques, tels que l'humidité, l'acidité, le pH, l'HMF, la teneur en

proline, en cendre, en sucre totaux, mesurés ont révélé la qualité des miels vendus à Cotonou. Le pH varie de 3,57 à 5,17 avec une acidité comprise entre 21,80 et 21,80 meq/kg. Ils ont une forte teneur en proline (169,27 à 1699,21 mg/kg) et en sucre totaux (81,96 à 90,06 g/100 g) avec une teneur en HMF de 22,51-41,96 mg/kg. Ils contiennent 9,84 à 19,76% d'humidité et 0,19-0,62% de substances minérales.

Tous les échantillons de miels sont conformes pour l'essentiel aux normes de qualité du Codex Alimentarius pour l'humidité, l'HMF et les sucres totaux. Par contre 83,33% des échantillons

respectent cette norme pour l'acidité la teneur en proline et en cendre et 75% pour le pH. La fraîcheur des échantillons est confirmée par leur teneur en HMF. Une corrélation significative est observée entre la couleur et la teneur en phénoliques totaux et en flavonoïdes totaux, puis entre les composés polyphénoliques; de plus une faible corrélation est obtenue entre la teneur en proline et la couleur des échantillons. En considérant tous les critères de qualité physico-chimiques près de la moitié (41,67%) des échantillons ne respectent pas la norme.

### Références bibliographiques

- Al-Jedah H.J., Martin P. & Robinson R.K., 2003, Compositional differences between brands of honey on sale in Qatar. *Appl. Biotechnol. Food Sci. Policy*, **1**, 69-73.
- Arvouet-Grand A., Vennat B., Pourrat A. & Legret P., 1994, Standardisation d'un extrait de propolis et identification des principaux constituants. *J. Pharm. Belg.*, **49**, 462-468.
- Bogdanov S., Lüllmann C., Martin P., Von Der Ohe W., Russmann H., Vorwohl G., Oddo L.P., Sabatini A.G., Marcazzan G. L., Piro R., Flamini C., Morlot M., Lheretier J., Bomeck R., Marioleas P., Tsigouri A., Kerkvliet J., Ortiz A., Ivanov T., d'Arcy B., Mossel B. & Vit P., 1999, Honey quality, methods of analysis and international regulatory standards: review of the work of the International Honey Commission, *Mitt. Lebensm. Hyg.*, **90**, 108-125.
- Bogdanov S., Bieri K., Figar M., Figueiredo V., Iff D., Kanzig A., Stockli H. & Vorwohl K., Zurcher K. 1995, *Miel: définition et directives pour l'analyse et l'appréciation*. Centre Suisse de Recherche Apicole; Station de recherches laitières, Liebefeld, CH-3003 Berne.
- Bogdanov S. & Martin P., 2002, Honey authenticity, *Mitt. Lebensm. Hyg.*, **93**, 232- 235.
- Bogdanov S., Ruoff K. & Persano Oddo L., 2004, Physico-chemical methods for the characterisation of unifloral honeys: A review. *Apidologie*, **35**, 4-17.
- Canini A., De Santis L., Leonardi D., Di Giustino P., Abbale F., Damesse E. & Cozzani R., 2005, Qualificazione dei miele e piante nettariere del Camerun Occidentale. *Rev. Sci. Aliment.*, anno 34n, 4.
- Cherbuliez T. & Domerego R., 2003, *L'apithérapie, Médecine des abeilles*. Editions Amyris, 255 p.
- Codex Alimentarius, 2001, Revised standard for honey. Codex Standard 12-1981. Rev 1 (1987), Rev 2, Rome: FAO.
- Donadieu Y., 1984, *Le miel: thérapeutique naturelle*. 1984. Paris: Maloine S.A., 1984.
- Dubois M.K.A., Gilles Y.K. & Hamilton P.A., 1956, Colorimetric method for determination of sugars and related substance. *Anal. Chem. J.*, **28**, 350-356.
- FAO, 1996, Value-added products from beekeeping. FOA Agricultural Services Bulletin. Rome, Italy: FAO.
- Jeanne F., 2005, *Le miel: éléments d'analyse*. *Bull. Tech. Apic.*, **32**, 69-76.
- Martos L., Ferreres F., Yao L., D'Acry B., Caffin N. & Thomás-Barberán F.A. 2000, Flavonoids is monospecific Eucalyptus honey from Australia. *J. Agric. Food Chem.*, **48**, 4744-4748.
- Meda A., Lamien C.E., Romito M., Millago J. & Nacoulma O.G., 2005, Determination of total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity, *Food Chem.*, **91**, 571-577.
- Muli E., Munguti A. & Raina S.K., 2007, Quality of honey harvested and processed using traditional methods in rural areas of Kenya. *Acta Vet. Brno.*, **76**, 315-320.
- Nombré I., Schweitzer P., Boussim J.I. & Rasolodimby J.M., 2010, Impacts of storage conditions on physicochemical characteristics of honey samples from Burkina Faso. *Afr. J. Food Sci.*, **4**(7), 458-463.
- Oddo L.P., Piazza M.G. & Pulcini P., 1999, Invertase activity in honey, *Apidology*, **30**, 57-65.
- Ouchemoukh S., Louaileche H. & Schweitzer P., 2007, Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Algerian honeys. *Food Control.*, **18**, 52-58.
- Saporta G., 1990, *Probabilités, analyse des données et statistique*, Paris: Editions Technip, 493 p.
- Singleton V.L., Orthofer R. & Lamuela-Raventos R.M., 1999, Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Method Enzymol.*, **299**, 152-178.
- Tossou G.M., Yedomonhan H., Azokpota P., Akoegninou A., Doubogan P. & Akpagana K., 2011, Analyse pollinique et caractérisation phytogéographique des miels vendus à Cotonou (Bénin), *Cah. Agric.*, **20**, 500-508.
- White J.W., 1984, Instrumental color classification of honey: collaborative study. *Journal of the AOAC*, **67**, 1129-1131.
- White J.W. & Doner L.W., 1980, *Honey composition and properties*. *Beekeeping in the United States Agriculture Handbook*.

J.A. Djossou, Béninois, Doctorant, Nutrition et Sciences Alimentaires.

F.P. Tchobo, Béninois, Docteur, Maître-assistant, Chimie et Sciences des Aliments.

H. Yédomonhan, Béninois, Docteur, Maître-assistant, Botanique.

A.G. Alitonou, Béninois, Docteur, Maître-assistant, Chimie des substances naturelles.

M.M. Soumanou, Béninois, Docteur, Maître de Conférences, Biochimie et Technologie.