

# Diversité pollinique des miels commercialisés dans la zone Guinéenne du Togo

Comlan Mawussi KOUDEGNAN<sup>1</sup>, Essotolom Gabriel BELEI<sup>1</sup>, Siendou COULIBALY<sup>2</sup>, Kouami KOKOU<sup>1</sup>

(Reçu le 31/01/2025; Accepté le 09/03/2025)

## Résumé

En vue de déterminer la diversité pollinique des différents échantillons de miel produits et commercialisés dans la zone guinéenne du Togo, des analyses polliniques ont été effectuées sur 44 échantillons de miel achetés au hasard auprès des apiculteurs eux-mêmes (EMA) et chez des commerçants (EMC) à différents points de vente de cette zone d'étude dont les pharmacies, les boutiques, les supermarchés et les marchés. Les analyses polliniques réalisées ont permis de dénombrer 357 145 grains de pollen regroupés en 262 taxons polliniques dont 225 ont pu être déterminés jusqu'au niveau espèce, soit environ 85,9 % du total. Ces taxons se regroupent en 198 genres appartenant à 76 familles. Les familles les plus représentées en termes de taxa sont les Euphorbiaceae et les Leguminosae. Selon les spectres polliniques établis, la richesse pollinique varie de 260 à 50 609 grains de pollen par échantillon avec une moyenne de 8 117 alors que la richesse taxonomique varie de 20 à 80 taxa. Dans l'ensemble, les plus faibles valeurs sont trouvées dans la catégorie des échantillons de miel récoltés chez les apiculteurs (EMA) tandis que les plus élevées sont dans celles des échantillons de miel achetés chez les commerçants (EMC).

**Mots clés:** Miel, Pollen, Analyses, Diversité, Flore, Togo

## Pollen diversity of honeys marketed in the Guinean zone of Togo

### Abstract

In order to determine pollen diversity of different honey samples produced and marketed in the Guinean zone of Togo, pollen analyses were carried out on 44 honey samples purchased randomly from beekeepers themselves (EMA) and from traders (EMC) at different points of sale in the study area such as pharmacies, shops, supermarkets and markets. The pollen analyses carried out made it possible to count 357,145 pollen grains grouped into 262 pollen taxa, of which 225 could be determined down to the species level, or approximately 85.9% of the total. These taxa are grouped into 198 genera belonging to 76 families. The most represented families in terms of taxa are Euphorbiaceae and Leguminosae. According to established pollen spectra, pollen richness varies from 260 to 50,609 pollen grains per sample with an average of 8,117 while taxonomic richness varies from 20 to 80 taxa. Overall, the lowest values are found in the category of honey samples collected from beekeepers (EMA) while the highest are in that of honey samples purchased from traders (EMC).

**Keywords:** Honey, Pollen, Analysis, Diversity, Flora, Togo

## INTRODUCTION

Le miel est la substance naturelle sucrée produite par les abeilles (*Apis mellifera* L.) à partir du nectar des plantes ou à partir des sécrétions provenant de parties vivantes 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). Le miel a pour principale source le nectar qui est «le liquide sucré et parfumé que les abeilles butinent au sein des fleurs et dont la concentration permettra la transformation en miel (Darrigol, 1996). Le nectar contient une certaine quantité de pollen que l'on retrouve dans le miel. Cette présence de pollen dans le miel explique pourquoi l'analyse pollinique ou la melisso-palynologie permet d'indiquer l'origine florale de celui-ci. Lorsqu'une plante est visitée par une abeille, l'absorption du nectar s'accompagne de celle des pollens retrouvés dans le miel (Louveaux, 1968; Randriarivelo, 2010).

Au Togo, comme partout ailleurs, les échantillons de miel vendus portent diverses appellations qui ont souvent trait aux lieux de production ou d'implantation des sièges des organisations de financement. Ces appellations, auxquelles sont attachés les consommateurs, sont souvent relatives

aux origines géographique et botanique de récolte du miel. Certains vendeurs de miel peuvent, pour des raisons lucratives, tenter d'abuser les consommateurs en mettant sur le marché du miel dont l'origine identitaire reste très douteuse. Il se pose alors dans ce cas le problème d'authentification des appellations du miel vendu pour une sécurité alimentaire.

L'objectif général de ce travail est de contribuer à la caractérisation des miels produits et vendus dans la zone guinéenne du Togo. Spécifiquement, elle vise à analyser la composition pollinique des différents miels achetés dans la zone d'études pour vérifier la véracité des origines géographique et botanique figurant sur leur étiquette.

## ZONE D'ÉTUDE

La présente étude a été effectuée dans la zone guinéenne du Togo composée de trois zones écologiques: la zone 3 ou zone des plaines du Centre, la zone 4 ou zone des montagnes du Sud-Ouest et la zone 5 ou zone de la plaine côtière (Ern, 1979 in Brunel *et al.*, 1984). Cette zone d'étude s'étend entre les latitudes 6°05' et 9°10' et les longitudes 0°30' et 1°60' (Figure 1). Sur le plan phyto-géographique, les trois zones écologiques délimitant la zone d'étude présentent de façon distincte des espèces végétales caractéristiques (Brunel *et al.*, 1984) dont certaines sont déjà recensées comme plantes mellifères par Koudégnan *et al.* (2012).

<sup>1</sup> Laboratoire de Recherche Forestière, Faculté des Sciences, Université de Lomé, Togo

<sup>2</sup> UFR Agrofloresterie, Université Jean Lorougnon Guédé, Daloa, Côte d'Ivoire

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### Collecte du matériel à étudier

Au total, 44 miels sont échantillonnés au hasard dans toute la zone d'étude en fonction des lieux identifiés et de leur disponibilité en quantité désirée. Chacun de ces échantillons de miel ont été codifiés (TG1, TG2, TG3, ... TG44 avec TG indiquant le Togo) et répartis en deux lots suivant leurs points d'achat désignés par EMA «Échantillons de miel achetés aux ruchers chez les apiculteurs» et EMC «Échantillons de miel achetés à d'autres points chez les commerçants» (Tableau 1).

### Matériel de laboratoire et de terrain

Il est constitué entre autres d'un microscope «Nikon Eclipse Ci», d'une centrifugeuse «Jouan C 3 12», de tubes à centrifugation à fond conique de capacité moyenne de 40 ml, un bain-marie, des balances, des produits chimiques, une série de verrerie, un Global Positioning System GPS «Etrex Garmin» et un appareil photographique et un bloc-notes.

### Analyses polliniques des échantillons de miel

Une quantité prélevée de chaque miel échantillonné a été soumise à des traitements chimiques suivant la méthode d'acétolyse d'Erdtman (1960) revue par Koudegnan (2012). Cette technique a pour avantage d'éliminer de la membrane pollinique les sucres, les cires, les protéines pour une meilleure visibilité de l'exine et détermination des grains de pollen des espèces contenus dans chacun de ces échantillons de miel analysés. Un prélèvement sur le culot obtenu après centrifugations de chaque échantillon de miel est monté entre lame et lamelle (32 x 22) pour la détermination et la numération au microscope de leurs populations polliniques.

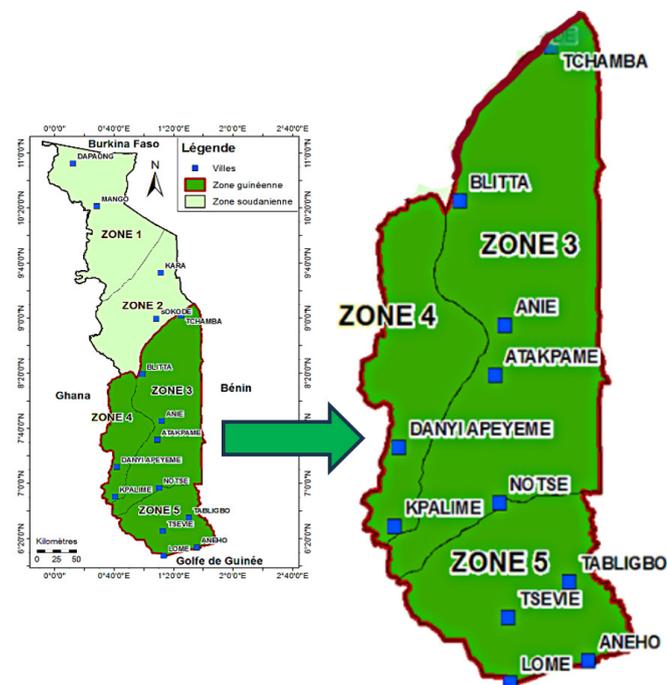


Figure 1: Situation de la zone d'étude

Tableau 1: Codification et Répartition des miels collectés en fonction de leurs sites d'échantillonnage

EMA (Échantillons de miel achetés aux apiculteurs)	EMC (Échantillons de miel achetés aux commerçants)
TG25, TG27, TG29, TG30, TG31, TG32, TG33, TG34, TG35, TG36, TG38, TG41, TG44, TG45, TG49, TG50, TG60, TG61, TG62, TG63, TG80.	TG26, TG28, TG37, TG39, TG40, TG42, TG43, TG64, TG65, TG66, TG67, TG68, TG69, TG70, TG71, TG72, TG73, TG74, TG75, TG76, TG77, TG78, TG79

L'identification des pollens peut ne pas être souvent poussée jusqu'à l'espèce ou au genre. Quant aux déterminations faites au niveau de la famille, la base de données polliniques APD (African Pollen Database) prévoit que le suffixe anglais «undiff.» de l'adjectif undifferentiated (en Anglais) ou indifférencié (en Français) soit associé à la famille pour désigner ce type pollinique (Meliaceae undiff, Euphorbiaceae undiff, ...). Les déterminations ont été effectuées par comparaison avec les collections de lames de référence des grains de pollen et les illustrations polliniques publiées dans des ouvrages disponibles à l'Unité de Recherche de Palynologie logée au Laboratoire de Recherche Forestière.

### Traitement des données

Les résultats obtenus des analyses polliniques permettent de déterminer certaines variables polliniques pour un meilleur développement et une bonne compréhension scientifique des objectifs visés par cette étude.

**La richesse pollinique (Rp)** qui est le nombre total des grains de pollen comptés (Lobreau-Callen *et al.*, 1986). Elle exprime également la **densité pollinique (dp)**.

**La richesse taxonomique (Rt)** d'un miel est le nombre total des taxons polliniques déterminés dans cet échantillon de miel.

**La richesse spécifique (Rs)** est le nombre total des taxons identifiés jusqu'au niveau espèce. Dans l'ensemble, la richesse spécifique est relativement proche de la richesse taxonomique.

Ces deux richesses varient chacune d'un miel à un autre.

**Le spectre pollinique (Sp)** est l'ensemble constitué de la liste des taxons polliniques identifiés accompagnés de leurs effectifs et de leurs taux représentatifs ou densité relative.

**L'indice d'abondance pollinique (Iap)** d'une famille est le quotient entre la densité pollinique (dp) de cette famille et la somme (de  $i=1$  à  $n$ ) des densités de toutes les familles  $i$  données (dpi) fois 100. De cette définition, l'on pourra aussi évaluer les indices des abondances spécifique et taxonomique d'une famille donnée.

Au sein de notre unité de Recherche de Palynologie de LRF, il a été défini qu'à chaque intervalle de pourcentage de l'indice (Iap) donné, il est associé un chiffre entre 0 et 5. Ceci dans le but de montrer le niveau d'abondance en pollens de chacune des familles des espèces identifiées (Tableau 2).

Tableau 2: Valeurs de l'indice d'abondance et leur signification

Indice d'abondance (%)	Niveau d'abondance	Signification
$Iap \leq 1$	0	Famille très pauvre en pollens ou à pollens rares
$1 < Iap \leq 5$	1	Famille pauvre en pollens
$5 < Iap \leq 10$	2	Famille faiblement riche en pollens
$10 < Iap \leq 25$	3	Famille moyennement riche en pollens
$25 < Iap \leq 50$	4	Famille riche en pollens
$Iap > 50$	5	Famille très riche en pollen

### Densité relative

Selon Tossou *et al.* (2011), la densité relative est le quotient en pourcentage de la densité absolue d'un taxon par la somme des densités absolues de tous les taxons dudit échantillon. En d'autres termes, la densité relative d'un pollen ou d'un taxon est le rapport en pourcentage entre son effectif et le nombre total de tous les pollens des taxons comptés. Elle est calculée pour chaque échantillon de miel qui compte au moins 1200 grains de pollens.

En fonction de la densité relative des taxons polliniques composant chaque échantillon de miel analysé, quatre catégories de pollen ont été établies suivant la méthode de Feller-Desmaly et Parent (1989). On distingue :

- Les pollens dominants (plus de 45 %);
- Les pollens d'accompagnement (entre 16 et 45 %);
- Les pollens isolés importants (entre 3 et 16 %) et
- Les pollens isolés (moins de 3 %).

### Fréquence de distribution

Reformulant la définition de Feller-Desmaly et Parent (1989), Tossou *et al.* (2011) signalent que la fréquence relative ou la fréquence de distribution des pollens représente le quotient en pourcentage du nombre d'échantillons de miel contenant le taxon et le nombre total d'échantillons de miel analysés. S'appuyant sur les recommandations de Louveaux *et al.* (1978) reprises par Feller-Desmaly et Parent (1989), on peut distinguer :

- Les pollens très fréquents (plus de 50 %);
- Les pollens fréquents (entre 20 et 50 %);
- Les pollens peu fréquents (entre 10 et 20 %) et
- Les pollens rares (moins de 10 %).

Louveaux *et al.* (1970) précisent que lorsqu'on a dénombré au moins 1200 grains de pollen, on peut exprimer la fréquence en pourcentage. La marge d'erreur pour un dénombrement portant sur 1200 grains de pollen est de l'ordre de  $\pm 1$  %. L'utilisation de décimales n'est donc pas justifiée. Les formes dont la fréquence est égale ou inférieure à 1 % doivent seulement être signalées comme étant présentes.

### Analyse Statistique

L'analyse statistique, basée sur l'analyse de la variance (ANOVA), a été réalisée grâce au logiciel de XLSTAT 2008.6. A travers cette analyse, une comparaison a été faite, d'une part entre les différents échantillons du miel, et, d'autre part entre les échantillons de miel achetés auprès des apiculteurs (EMA) et ceux achetés chez les commerçants (EMC). Lors de cette analyse, le test établi a été celui de Newman-Keuls, qui est un test de comparaison de moyennes par paires, pratiqué à l'issue d'une ANOVA.

## RÉSULTATS

### Richesse pollinique (Rp) et Spectre pollinique (Sp)

L'analyse pollinique des 44 échantillons de miel a permis d'inventorier 262 taxons polliniques qui sont répartis en 198 genres et appartenant à 76 familles selon la nomenclature de Brunel *et al.* (1984). Sur le total de ces taxons polliniques :

- 225 sont identifiés jusqu'au niveau espèce, soit un taux de 85,9 %;
- 22 sont identifiés jusqu'au niveau genre, soit un taux de 8,40 %;
- 16 sont identifiés jusqu'au niveau famille, soit un taux de 6,11 %;
- 01 est identifié jusqu'au niveau classe, soit un taux de 0,38 %.

Pour chaque échantillon de miel analysé, le spectre pollinique a été établi. Dans l'ensemble des échantillons de miel analysés, la somme pollinique ou la richesse pollinique totale de l'ensemble des échantillons analysés est de 357145 pollens. Elle varie de 260 à 50609 grains de pollen par échantillon avec une moyenne de  $8117 \pm 1992$  à un intervalle de confiance de 95 %. La valeur la plus basse (Vb) est obtenue avec le miel TG30 (miel de Danyi-Tsinipé) et la valeur la plus élevée (Ve) avec le miel TG71 (miel de Dapaong) (Figure 2).

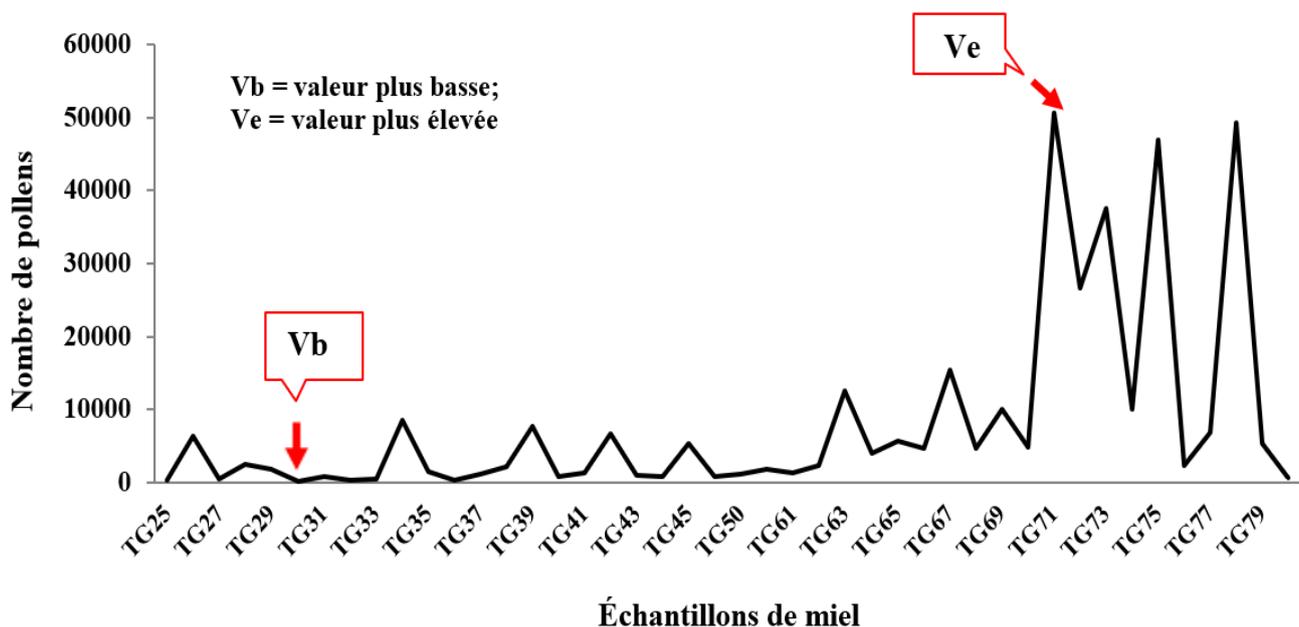


Figure 2: Variation de la richesse pollinique en fonction des échantillons de miel analysés

### Richesse taxonomique (Rt) et Richesse spécifique (Rs)

Les résultats obtenus des analyses polliniques montrent en général qu'au moment où la richesse taxonomique varie de 20 à 80 taxons, la richesse spécifique varie de 14 à 71 espèces. Les plus basses valeurs sont issues du miel TG80 (miel de Bena) et les plus élevées sont liées au miel TG39 (miel d'Iwa) (Figure 3).

Suivant la variation de la richesse taxonomique, les miels analysés peuvent être répartis en trois classes (Figure 4):

- La classe C<sub>1</sub> qui représente celle des échantillons de miel moyennement riches (nombre de taxons compris entre 20 et 30), soit 48% du total;
- La classe C<sub>2</sub> qui regroupe les échantillons de miel riches (nombre de taxons compris entre 30 et 50), soit 43% du total;
- La classe C<sub>3</sub> qui rassemble les échantillons de miel très riches (nombre de taxons supérieur à 50), soit 9% du total.

La classe C<sub>1</sub> se compose des échantillons de miel TG80, TG25, TG36, TG31, TG29, TG40, TG30, TG44, TG27, TG33, TG32, TG26, TG62, TG63, TG65, TG67, TG76, TG78, TG79, TG45 et TG50. La classe C<sub>2</sub> comprend les échantillons TG35, TG43, TG37, TG41, TG42, TG60, TG61, TG64, TG66, TG68, TG69, TG70, TG71, TG72, TG73, TG74, TG75, TG77 et TG49. La classe C<sub>3</sub> regroupe les échantillons TG38, TG28, TG34 et TG39.

En outre, il est important de remarquer qu'on observe également des variations de la richesse taxonomique et spécifique des échantillons de miel à l'intérieur d'une même appellation.

Quant au degré de détermination spécifique (dds), il varie de 70% (cas du miel TG80 récolté à Béna dans Wawa) à 100% (cas des miels TG33 et TG71 respectivement récolté à Danyi-Kpévé et originaire probablement des Savanes).

### Représentativité des familles polliniques

Au total, 76 familles polliniques renfermant 262 taxons ont été dénombrées dans l'ensemble des échantillons de miel analysés. La répartition de ces familles est liée à leur composition et à leur abondance soit en pollens dénombrés, en taxons polliniques ou en espèces inventoriés (Figure 5). Elle varie d'un échantillon de miel à un autre et aussi au sein d'une même appellation.

- C<sub>1</sub> : classe des miels moyennement riches
- C<sub>2</sub> : classe des miels riches
- C<sub>3</sub> : classe des miels très riches

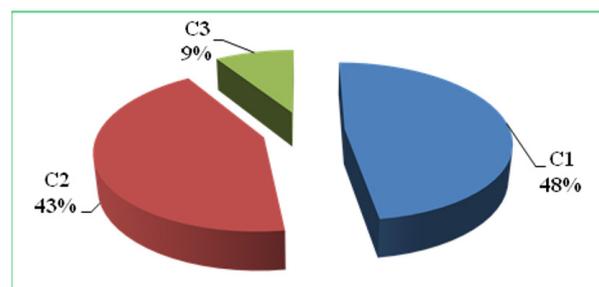


Figure 4: Répartition des échantillons de miel en fonction de la richesse taxonomique

### Représentativité des familles en fonction de l'abondance pollinique

La numération des pollens des 44 échantillons de miel analysés a donné au total 357145 grains de pollens. Suivant leur abondance en pollens, les différentes familles inventoriées peuvent être réparties à quatre niveaux d'abondance pollinique:

- **Niveau 0** regroupant les familles très pauvres ou à pollens rares dont l'indice d'abondance pollinique (Iap) est inférieur à 1%; il se compose de 62 familles qui sont entre autres les Boraginaceae (0,52%), Moraceae (0,41%), Bombacaceae (0,34%), Liliaceae (0,34%), Lamiaceae (0,30%), Rutaceae (0,29%), Poaceae (0,24%), etc.
- **Niveau 1** regroupant les familles pauvres en pollens avec  $1% < Iap \leq 5%$ ; il est constitué de 08 familles qui sont Arcaaceae (3,88%), Myrtaceae (3,04%), Caesalpinaceae (2,84%), Euphorbiaceae (2,60%), Ulmaceae (2,49%), Chrysobalanaceae (2,26%), Sapindaceae (1,96%) et Fabaceae (1,84%).
- **Niveau 2** regroupant les familles faiblement riches en pollens avec  $5% < Iap \leq 10%$ ; il est occupé par les Asteraaceae (5,22%).
- **Niveau 3** regroupant les familles moyennement riches en pollens avec  $10% < Iap \leq 25%$ ; il est formé par 05 familles qui sont les Combretaceae (17,9%), Rubiaceae (17,3%), Anacardiaceae (12,5%), Mimosaceae (11,5%) et Meliaceae (10,6%).

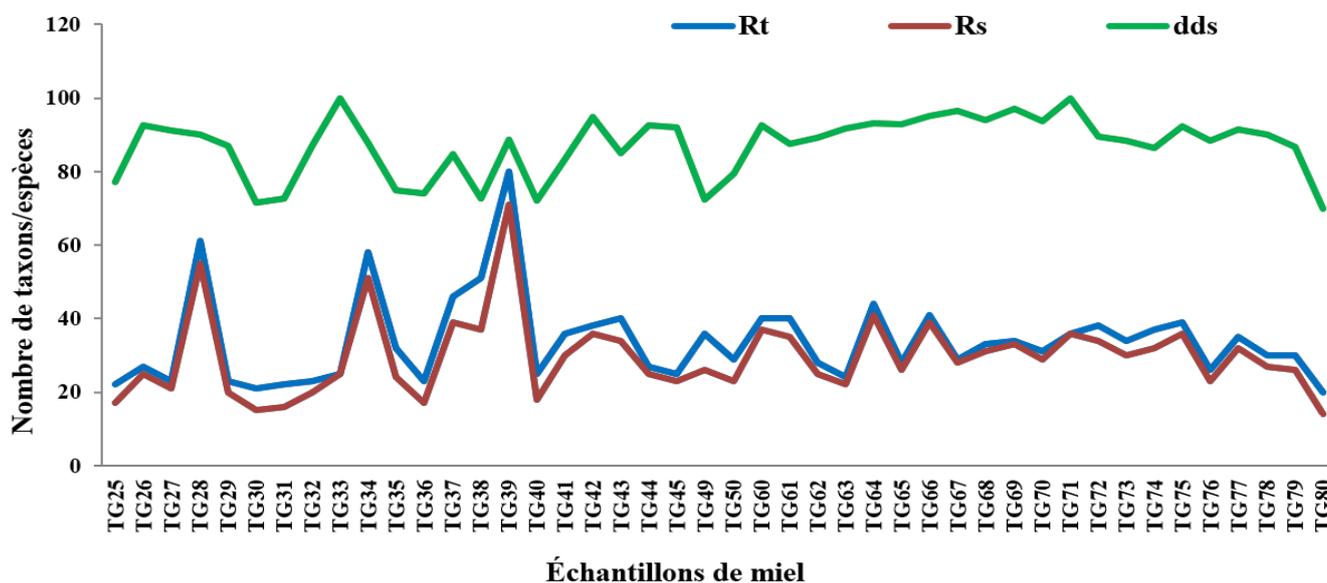


Figure 3: Variation des richesses taxonomique et spécifique avec le degré de détermination spécifique dans les échantillons de miel analysés

### Représentativité des familles en fonction de l'abondance taxonomique

Suivant la variation du taux de la richesse taxonomique des différentes familles déterminées, on peut distinguer trois classes de familles.

- **La classe A<sub>1</sub>**, qui regroupe les «familles présentes» (43 familles sur les 76 déterminées) dont l'indice d'abondance taxonomique (Iat) est inférieur à 1%: Chrysobalanaceae (0,77%), Boraginaceae (0,77%), Ochnaceae (0,38%), Agavaceae (0,38%), etc.
- **La classe A<sub>2</sub>**, qui rassemble les «familles faiblement représentées» (30 familles sur le total) dont l'indice se situe entre 1 et 5%: Mimosaceae (4,98 %), Rubiaceae (3,83%), Anacardiaceae (2,68%), Meliaceae (1,92%), Liliaceae (1,15%), etc.
- **La classe A<sub>3</sub>**, qui se constitue des «familles moyennement représentées» (03 familles sur le total) dont l'indice varie entre 5 et 10%: Euphorbiaceae (7,66%), Caesalpinaceae (6,51%) et Fabaceae (5,75%).

### Représentativité des familles en fonction de l'abondance spécifique

Tout comme dans le cas de l'abondance taxonomique, on peut également répartir les familles en trois classes suivant le taux de leur richesse spécifique.

- **La classe B<sub>1</sub>**, qui prend en compte les «familles présentes» (48 familles du total) dont l'indice d'abondance spécifique est inférieur à 1%: Cyperaceae (0,90%), Rutaceae (0,90%), Boraginaceae (0,45%), Commelinaceae (0,45%), etc.
- **La classe B<sub>2</sub>**, qui se compose des «familles faiblement représentées» (23 familles du total) dont l'indice se situe entre 1 et 5 %: Fabaceae (4,93%), Rubiaceae (3,59%), Combretaceae (2,69%), Meliaceae (1,79%), etc.
- **La classe B<sub>3</sub>**, qui comprend les «familles moyennement représentées» (03 familles du total) dont le taux varie entre 5 et 10 %: Euphorbiaceae (7,17%), Caesalpinaceae (6,73%) et Mimosaceae (5,83%).

### Comparaison de la représentativité des familles les plus abondantes en pollens, taxons et espèces

Les différents résultats obtenus ont montré qu'une famille peut être riche en pollens mais cependant être pauvre en taxons polliniques ou en espèces; et vice versa. Ce qui peut mieux se faire remarquer en considérant simplement le cas des familles des classes et niveaux d'abondance en pollens, taxons et espèces les plus élevés. C'est le cas par exemple de:

- **Les Combretaceae**, moyennement riche en pollens (Iap = 17,9%), elles sont faiblement représentées en nombre de taxons (Iat = 3,45%) et en espèces (Ias = 2,69%);
- **Les Mimosaceae**, moyennement riche en pollens (Iap = 11,5%), elles sont faiblement représentées en nombre de taxons (Iat = 4,98%) et en moyennement représentées en espèces (Ias = 5,83%);
- **Les Euphorbiaceae et les Caesalpinaceae**, pauvres en pollens (respectivement Iap = 2,60% et 2,84%), elles sont moyennement représentées en taxons (respectivement Iat = 7,66% et 6,51%) et en espèces (respectivement Ias = 7,17% et 6,73%);
- **Les Fabaceae**, pauvre en pollens (Iap = 1,84%), elles sont moyennement représentées en taxons (Iat = 5,75%) et faiblement représentées en espèces (Ias = 4,93%).

### Densité et Fréquence relatives

Par rapport au critère défini dans la méthodologie pour le calcul des densités et fréquences relatives, seuls 31 échantillons de miel ont été considérés. Ils comptent 238 taxons appartenant à 72 familles.

### Densité relative

La densité relative (Dr) en pollens par taxons identifiés varie en général d'un échantillon à un autre au sein d'une même appellation, et, d'une appellation à une autre. Ce qui signifie qu'un pollen dominant dans un échantillon peut ne plus l'être dans un autre; il peut donc devenir soit un pollen d'accompagnement, soit isolé important ou encore isolé.

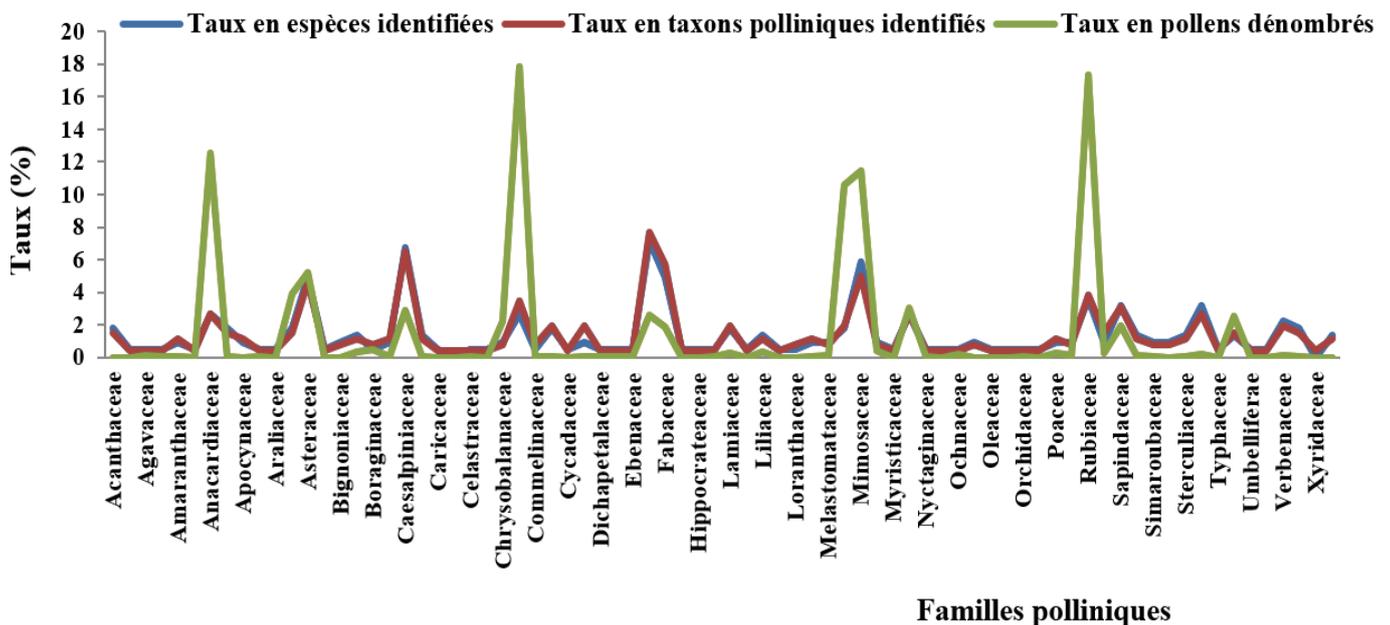


Figure 5: Répartition des familles en fonction de leur abondance spécifique, taxonomique et pollinique

Au total, 04 classes de pollen ont été distinguées suivant les valeurs de la densité obtenues:

- **Les pollens dominants ( $Dr \geq 45\%$ )** sont représentés par 06 espèces à savoir *Elaeis guineensis* (Arecaceae), *Lannea acida* (Anacardiaceae), *Cordia guineensis* (Boraginaceae), *Parinari curatellifolia* (Chrysobalanaceae), *Terminalia glaucescens* (Combretaceae) et *Trichilia emetica* (Meliaceae). A cause de la triple dominance de *Lannea acida*, ces types de pollen caractérisent 08 échantillons de miel (TG29, TG45, TG76, TG26, TG62, TG63, TG65 et TG69), soit 25,81% du total des échantillons.

- **Les pollens d'accompagnement ou importants ( $16\% \leq Dr < 45\%$ )** sont retrouvés dans 26 échantillons de miel, soit 83,9% du total, dont 69,2% constituent des pollens importants (se dit dans le cas des échantillons de miel où il y a absence de pollens dominants). Le nombre de pollens d'accompagnement ou pollens importants varie de 1 à 4 à l'intérieur des échantillons de miel. On distingue entre autres: *Ageratum conyzoides* (Asteraceae), *Anogeissus leiocarpus* (Combretaceae), *Antiaris africana* (Moraceae), *Bidens bipinnata* (Asteraceae), *Elaeis guineensis* (Arecaceae), *Entada abyssinica* (Mimosaceae), etc. Notons que certains de ces types de pollen sont représentés dans plusieurs échantillons de miel.

- **Les pollens isolés importants ( $3\% \leq Dr < 16\%$ )** sont retrouvés dans l'ensemble des échantillons de miel et prennent en compte plusieurs taxons dans chaque échantillon de miel. Ils sont au nombre de 54, soit 20,6% de l'ensemble. Ils sont entre autres: *Ageratum conyzoides* (Asteraceae), *Alchornea cordifolia* (Euphorbiaceae), *Allophylus cobbe* (Sapindaceae), *Aloe buettneri* (Liliaceae), *Anogeissus leiocarpus* (Combretaceae), *Antidesma membranaceum* (Euphorbiaceae), *Blighia sapida* (Sapindaceae), *Bridelia ferruginea* (Euphorbiaceae), *Cassia obtusifolia* (Caesalpiniaceae), etc.

- **Les pollens isolés ( $Dr \leq 3\%$ ):** tout comme pour les pollens isolés importants, ils sont présents dans tous les échantillons de miel et regroupent plusieurs pollens dans chaque échantillon de miel. Ils rassemblent 70,6 % de l'ensemble des taxons polliniques inventoriés et se compose entre autres de : *Ficus*-type (Moraceae), *Blighia sapida* (Sapindaceae), *Eclipta prostrata* (Asteraceae), *Poaceae undiff* (Poaceae), *Mitragyna inermis* (Rubiaceae), *Eugenia*-type (Myrtaceae), etc.

### Fréquence relative

Encore appelée «fréquence d'apparition ou de distribution», la fréquence relative permet d'évaluer le rythme d'observation ou d'apparition des taxons dans l'ensemble des échantillons de miel analysés. En fonction de ce rythme de présence, on a pu regrouper les 238 taxons polliniques pris en compte dans quatre classes de fréquence.

- **Les pollens, «très fréquents»** (plus de 50%) au nombre de 16, comprennent: *Elaeis guineensis* (93,5), *Entada abyssinica* (90,3), *Terminalia superba* (90,3), *Lannea acida* (80,6), *Syzygium guineense* (77,4), *Securinega virosa* (74,2), *Mitragyna inermis* (74,2), *Ageratum conyzoides* (71,0), etc.

- **Les pollens fréquents**, (entre 20 et 50 %) au nombre de 43, regroupent entre autres: *Antiaris africana* (48,4), *Anogeissus leiocarpus* (45,2), *Celtis zenkeri* (45,2), *Mangifera indica* (45,2), *Nauclea latifolia* (45,2), *Tamarindus indica* (45,2), etc.

- **Les pollens peu fréquents**, (entre 10 et 20%) au nombre de 33, comptent: *Aloe buettneri* (19,3), *Bombax costatum* (19,3), *Cyperus schweinfurthianus* (19,3), *Dracaena arborea* (19,3), *Fabaceae undiff* (19,3), *Hyphaene thebaica* (19,3), *Lecaniodiscus cupanioides* (19,3), etc.

- **Les pollens rares**, (moins de 10%) au nombre de 146, se composent entre autres de: *Albizia adianthifolia* (09,7), *Albizia gygia* (09,7), *Cardiospermum halicacabum* (09,7), *Cassia nigricans* (09,7), *Celosia argentea* (09,7), *Commiphora Africana* (09,7), etc.

### Étude comparative des richesses pollinique (Rp), taxonomique (Rt) et spécifique (Rs) des échantillons des miels

Les figures 6, 7 et 8 présentent les variations des différentes richesses dans chacune des deux catégories de miel analysé. Elles montrent que:

- **La richesse pollinique** varie de 260 à 12630 pollens dans le cas des EMA et de 911 à 50609 pollens dans le cas des EMC (Figure 6);

- **La richesse taxonomique** oscille entre 20 et 58 taxons pour les EMA, et entre 25 et 80 taxons pour les EMC (Figure 7);

- **La richesse spécifique** fluctue entre 14 et 51 espèces dans le cas des EMA et entre 18 et 71 espèces dans le cas des EMC (Figure 8).

Dans l'ensemble, les résultats prouvent que ces richesses sont plus élevées dans la catégorie des miels achetés chez les commerçants que dans celle des miels achetés auprès des apiculteurs eux-mêmes.

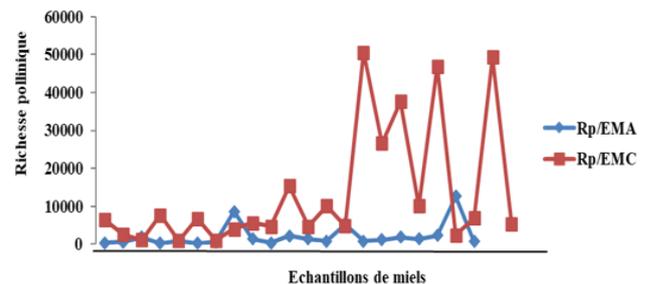


Figure 6: Variations comparées des richesses polliniques (Rp) d'EMA et d'EMC

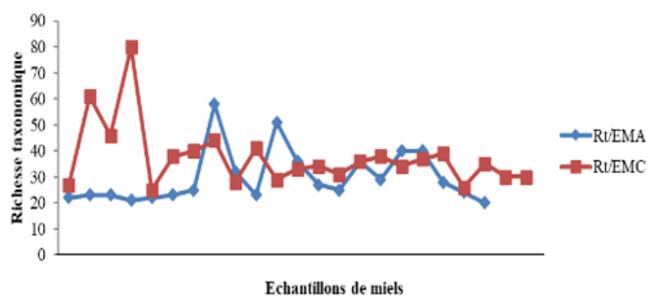


Figure 7: Variations comparées des richesses taxonomiques (Rt) d'EMA et d'EMC

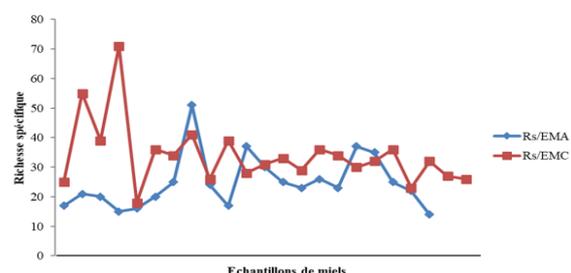


Figure 8: Variations comparées des richesses spécifiques (Rs) d'EMA et d'EMC

## DISCUSSION

Les résultats issus des analyses polliniques ont montré une richesse taxonomique considérable avec environ 86 % des taxa identifiés jusqu'au niveau espèces. Soit une valeur moyenne du degré de détermination spécifique (dds) supérieure à 75 %. Ceci souligne que le niveau d'identification a été très bon et que la majorité des taxons inventoriés a été identifiée jusqu'à l'espèce. La différence de diversité taxonomique obtenue peut être liée au nombre d'échantillons de miel analysés, à leur période de récolte et à la diversité floristique des types de formation ayant servi de source d'affouragement aux abeilles (Sowunmi, 1976; Agwu *et al.*, 1989). Elle peut également être liée à la superficie de la zone d'étude ainsi qu'aux différences existant entre les zones écologiques. Cette diversité spécifique est largement supérieure à celle obtenue lors de certains travaux antérieurs: 64 espèces identifiées par Aloma (2000) dans les miels d'Aképé et d'Agotimé-Nyitoé dans la zone guinéenne du Togo; 32 espèces trouvées par Fohounfo (2002) pour les miels d'Ewé-Kétou dans la zone guinéenne du Bénin; 96 et 97 espèces identifiées par Nombé (2003) respectivement dans les miels de Garango au Nord-soudanien et Nazinga au Sud-soudanien du Burkina-Faso; 78 espèces trouvées par Dongock *et al.* (2004) dans les miels de la zone soudano-guinéenne à l'Ouest du Cameroun; 121 taxons déterminés par Tossou *et al.* (2005) dans les miels de la forêt classée de la Lama au Sud du Bénin; 45 taxons déterminés par Tossou *et al.* (2011) dans les miels de l'arrondissement de Manigri en zone soudano-guinéenne au Bénin; 43 taxons identifiés par Tossou *et al.* (2011) dans des miels échantillonnés sur des points de vente à Cotonou dans la zone guinéo-congolaise au Bénin; 43 taxons inventoriés par Koudégnan *et al.* (2012) dans les miels d'Azianfokopé-Takpla, Danyi et Igbélékutsè situés dans la zone guinéenne du Togo.

Le spectre pollinique établi présente une somme pollinique qui varie d'un échantillon de miel à un autre. Dans l'ensemble, la richesse pollinique des 44 échantillons de miel collectés, oscille entre 260 et 50609 grains de pollen. La plus basse valeur (Vb) représente la somme pollinique du miel TG30, indicatif du miel récolté à Danyi-Tsinipé et la valeur la plus élevée (Ve) correspond à la somme pollinique du miel TG71, indicatif du miel acheté sur les marchés de Lomé au Togo et qui serait originaire de Dapaong dans la région des Savanes. Cette importante variation remarquée dans la richesse pollinique des différents échantillons étudiés serait due à plusieurs facteurs. D'après Lobreau-Callen *et al.* (1986), apparemment, ces écarts ne semblent absolument pas être liés au type de miel étudié (extraction directe sur ruches naturelles), ni au genre d'abeille butinant. Cette valeur optimale obtenue dépasse largement celles obtenues par Tossou *et al.* (2011) avec les miels achetés également sur des marchés de Cotonou au Bénin et qui varient entre 1200 et 2500 grains de pollen par échantillon. Cette différence serait liée à certains des critères ci-haut énumérés.

La richesse pollinique dénombrée 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, etc. (Lobreau-Callen *et al.*, 1986). Quant à la pauvreté pollinique constatée chez les échantillons comme TG80 (Rp = 710), TG25 (Rp = 380), TG36 (Rp = 370), TG31 (Rp = 828), TG40 (Rp = 911), TG30 (Rp = 260), TG43 (Rp = 1026), TG44 (Rp = 842), TG27 (Rp = 534), TG33 (Rp = 370), TG32 (Rp = 296), TG49 (Rp = 870) et TG50 (Rp = 1105), elle peut s'expliquer par le fait que ces miels seraient surtout des miels de nectar. Selon ces mêmes auteurs, une autre cause de cette pauvreté des échantillons en pollens serait liée à la présence des pollens de grosse taille qui limiteraient en quelque sorte le nombre de grains de pollens par rapport à l'espace disponible sur une lame préparée pour l'observation microscopique. Concernant les variations de la richesse pollinique à l'intérieur des échantillons signalés de même appellation, Lobreau-Callen *et al.* (1986) ont pensé que cela dépendrait des abeilles qui disposeraient d'une quantité variable de plantes fleuries aux alentours de leurs ruchers assez éloignés les uns des autres, ou encore que de la qualité des productions offertes par ces fleurs plus ou moins nectarifères qui les a incités à récolter plus ou moins de nectars contaminés de pollens.

La richesse taxonomique et la richesse spécifique varient quant à elles respectivement de 20 à 80 taxons et de 14 à 71 espèces par échantillon. Les plus basses valeurs sont issues du miel TG80 (Bena) et les plus élevées sont liées au miel TG39 (Iwa). Ces fortes valeurs de richesses obtenues seraient essentiellement dues au fait que ces miels proviendraient des milieux apicoles diversement riches en espèces mellifères. Les ressources mellifères étant disponibles et abondantes, cela aurait alors permis aux abeilles de produire non seulement du miel en grande quantité mais aussi riche en taxa polliniques. C'est également ce qui expliquerait les variations constatées au sein des miels d'une même appellation. Ces résultats obtenus sur la diversité taxonomique ou spécifique restent largement supérieurs à ceux obtenus par d'autres travaux antérieurs réalisés dans la sous région. La richesse varie de 0 à 37 taxons selon Tossou *et al.* (2005) pour les miels de la forêt classée de la Lama au Sud du Bénin; de 0 à 17 espèces pour les miels de l'arrondissement de Manigri en zone soudano-guinéenne au Bénin et de 1 à 26 taxons pour les miels achetés à des points de vente à Cotonou au Bénin selon Tossou *et al.* (2011). Elle est de 25 à 38 taxons et de 11 à 23 espèces selon Koudégnan (2010) et Koudégnan *et al.* (2012) pour les miels d'Azianfokopé-Takpla, Danyi et Igbélékutsè situés dans les zones écologiques IV et V du Togo. En général, la valeur maximale des richesses obtenue par ce travail reste largement supérieure à celle des 20 taxons par échantillon de miel en zones soudaniennes et sahéliennes en Afrique occidentale préconisée par Lobreau-Callen *et al.* (1994). Tout comme l'ont remarqué Tossou *et al.* (2011) lors de l'analyse pollinique des miels vendus à Cotonou au Bénin, on note également ici une différence au sein des échantillons d'une même appellation.

L'abondance en pollens de certaines des familles identifiées (cf. Figure 5) serait due à plusieurs raisons. Elle peut être liée au fait que ce soient des familles dont la plupart des espèces mellifères qui les composent sont soit pollinifères (plantes mellifères qui approvisionnent les abeilles en grains de pollen) ou soit des nectaro-pollinifères

(plantes mellifères sur lesquelles les abeilles butinent à la fois le nectar pour la production du miel et les pollens). Des travaux effectués sur la connaissance ou l'inventaire des plantes mellifères l'ont prouvé: Lobreau-Callen *et al.* (1986) sur les relations abeilles/plantes en savanes arborées au centre du Togo et du Bénin, Yédomonhan (2004) sur les plantes mellifères et miels du Bénin et Yédomonhan *et al.* (2009) sur la diversité des plantes mellifères de Manigri au centre-Ouest du Bénin. Cette raison est complémentaire à une autre qui est la disponibilité permanente des pollens des taxons ou espèces mellifères de ces familles polliniques qui sont pour la plupart fréquents voire très fréquents.

Les causes liées à la pauvreté pollinique d'autres familles (cf. Figure 5) peuvent être de divers ordres. Elles pourraient être due au fait que la majorité de leurs composantes taxonomiques ou spécifiques soit plus nectarifères que pollinifères. Cette pauvreté est aussi liée au fait que ce soit des taxons dont la contribution serait très faible dans l'affouragement de pollens par les abeilles (Yédomonhan, 2004). Elle peut également être due au fait que les pollens de certaines des espèces de ces familles, étant mal vidés ou n'existant pas dans les collections de références et d'ouvrages utilisées, sont très difficiles à identifier et seraient classés dans le groupe des indéterminables ou indéterminés (Koudégnan, 2010; Koudégnan *et al.*, 2012). Ceci est confirmé par les travaux de Nombé (2003) et Nombé *et al.* (2009) sur l'évaluation des potentialités des plantes mellifères au Burkina Faso, de Yédomonhan *et al.* (2009) sur la diversité des plantes mellifères de Manigri au centre-Ouest du Bénin.

En somme, dans l'ensemble des échantillons de miel analysés, il ressort que les familles les mieux représentées en taxons polliniques ou en espèces sont les Euphorbiaceae, les Caesalpiniaceae suivies des Fabaceae et des Mimosaceae. Ces résultats confirment largement ceux obtenus par les travaux de Tossou *et al.* (2005 et 2011) respectivement sur les miels de la forêt classées de la Lama et ceux de l'arrondissement de Manigri en zone soudano-guinéenne au Bénin. Ceux-ci ont trouvé au sens large, en 2005 que les familles les mieux représentées sont les Fabaceae, les Caesalpiniaceae, les Poaceae et les Euphorbiaceae, et en 2011 que ce sont les Euphorbiaceae, les Rubiaceae, les Leguminosae-Caesalpiniaceae, les Leguminosae-Mimosaceae et les Arecaceae. Aussi sont-ils globalement conformes à ceux trouvés dans les miels, de certaines localités de la zone écologie IV du Togo par Koudégnan *et al.* (2012) comme étant les familles fortement représentées (les Euphorbiaceae, les Mimosaceae, les Asteraceae, les Caesalpiniaceae, et les Rubiaceae), et, de deux provinces du Burkina-Faso par Nombé (2003) comme étant les familles les plus visitées (les Légumineuses, les Combretaceae, les Rubiaceae, les Malvaceae et les Anacardiaceae).

Par ailleurs, la prédominance des Leguminosae n'est pas une particularité de la végétation environnante du rucher d'études; mais elle est une caractéristique générale des formations végétales naturelles des zones guinéenne et soudanienne (Sawadogo, 1993; Aloma, 2000; Nombé, 2003). Justifiant cette abondance, Yédomonhan *et al.* (2009) ont souligné que la forte diversité de la famille des Leguminosae - Mimosaceae constitue un atout floristique intéressant pour la production du miel au niveau du rucher d'études en particulier et dans toute la zone soudano-guinéenne en

général. Guinko *et al.* (1992 b) de leur côté renchérissent en ajoutant que cette famille des Leguminosae - Mimosaceae constitue l'une des familles à haute valeur mellifère.

Quantitativement, la contribution relative en pollen des différents taxons polliniques est liée à la densité et la fréquence relatives. Les six (06) taxons dominants obtenus, à l'exception de *Lannea acida*, sont largement différents de ceux trouvés par Tossou *et al.* (2011) dans les miels vendus à Cotonou au Bénin. Dans l'ensemble, les résultats obtenus sur la densité des échantillons de miel sont largement supérieurs à ceux obtenus par Horn et Aira (1997) au Nigeria en ce qui concerne les pollens dominants, d'accompagnement et isolés qui sont respectivement de 1, 0 et 2 types. A l'exception des pollens isolés importants et isolés où ils sont supérieurs à ceux obtenus par Tossou *et al.* (2011) au Bénin qui sont respectivement de 9,3 % et 51,2 %, par rapport aux résultats relatifs aux pollens dominants et d'accompagnement, ils restent inférieurs à ceux obtenus par ces auteurs qui sont dans l'ordre 20,9 % et 18,6 %. Ces différences observées entre ces différentes études seraient liées soit l'aspect floristique des lieux de récolte des miels étudiés, ou soit au nombre et au volume de miel analysé.

Une étude comparée de la densité relative et de la fréquence relative laisse affirmer que tous les taxons dominants ne sont plus forcément très fréquents. A part *Elaeis guineensis* (Fr = 93,5 %) et *Lannea acida* (Fr = 80,6 %) qui sont aussi très fréquents, les autres ne sont simplement que fréquents: *Trichilia emetica* (35,5 %), *Terminalia glaucescens* (22,6 %), *Parinari curatellifolia* (35,5 %) et *Cordia guineensis* (22,6 %). Ce taux de fréquence élevé d'*Elaeis guineensis* est dû au fait que ce type de pollen soit présent dans presque tous les échantillons de miel analysés et considérés dans le cas du calcul de la densité et de la fréquence. Cette même remarque sur la fréquence de ce type de taxon a été faite par Aloma (2000), Yédomonhan (2004), Dongock *et al.* (2004), Yédomonhan *et al.* (2009), Koudégnan (2010), Koudégnan *et al.* (2012). Ces auteurs soulignent qu'*Elaeis guineensis* est une espèce qui constitue une source abondante et permanente de pollens fréquemment butinée par les colonies. Car, ajoutent-ils, étant une des principales ressources pour les besoins quotidiens des populations, elle fait l'objet de culture; ce qui la rend largement disponible.

Les différents miels analysés étant échantillonnés à deux sources différentes, une comparaison des différents résultats obtenus s'avère importante pour ressortir leurs points de rapprochement et/ou de divergence, et si possible signaler les causes qui les sous-tendent. En effet, une analyse des figures 6, 7 et 8 montrent clairement que par rapport à la richesse pollinique, taxonomique ou spécifique, les miels de la catégorie des échantillons de miel achetés chez les commerçants (EMC) dépassent sans critique ceux de la catégorie des miels achetés chez les apiculteurs (EMA). Cette différence est plus prononcée au niveau des valeurs élevées de leur abondance pollinique : 50609 contre 12630. Le miel des EMC ayant la plus haute valeur est 4 fois plus abondant en pollens que celui de valeur élevée des EMA. A part les raisons évoquées plus haut pour justifier les variations de la richesse pollinique constatée entre, soit les échantillons, ou soit au sein des échantillons d'une appellation, dans ce cas précis, une autre cause peut sous-tendre ce grand écart existant entre la somme pollinique des deux catégories de miel. En effet, cette différence est

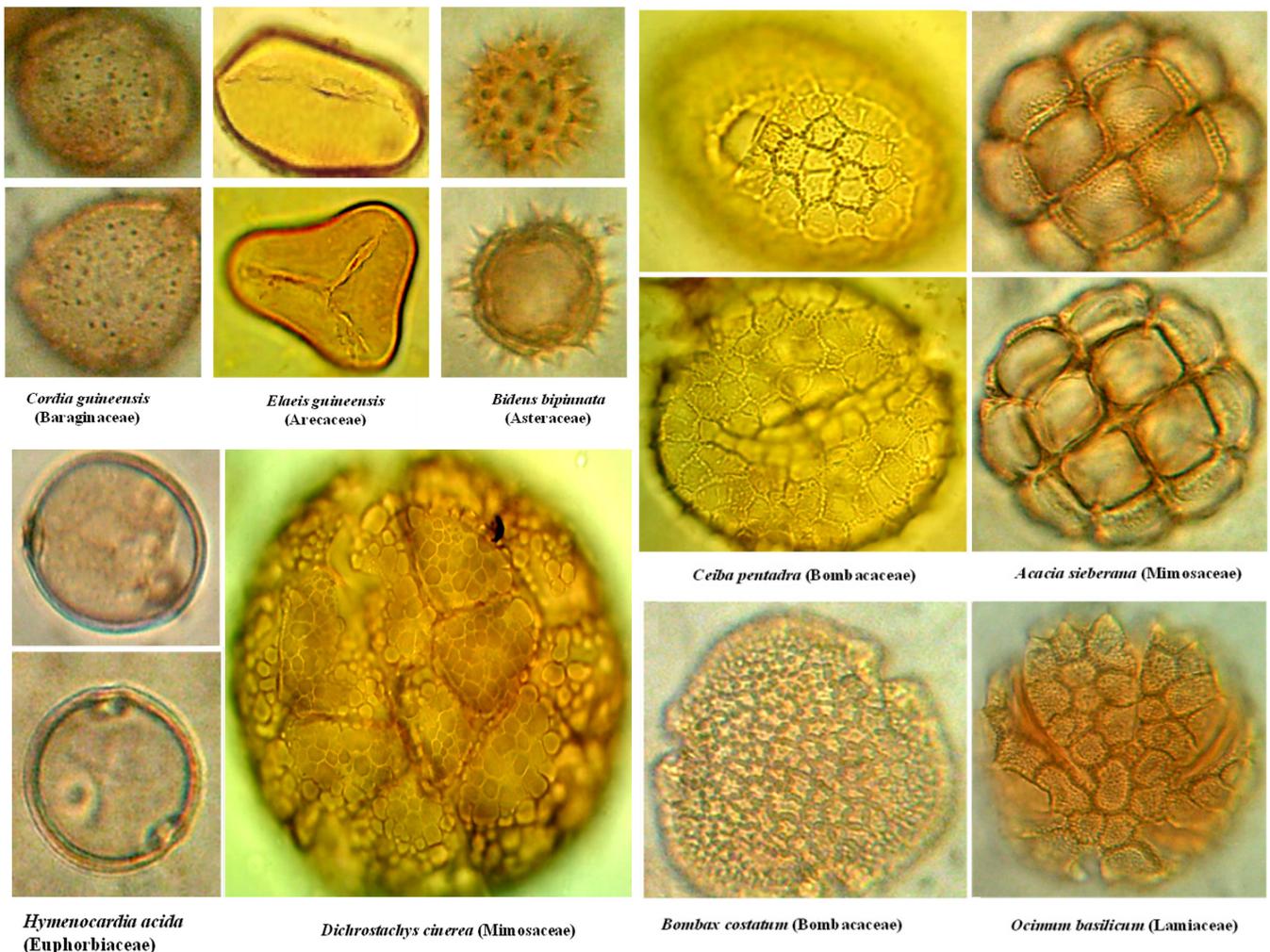
due au fait que les échantillons de miels achetés chez les commerçants pourraient être des mélanges de miels d'origines diverses. C'est ce qui justifierait aussi, d'une part leur diversité taxonomique, et d'autre part, leurs faibles densités relatives par rapport à celles des miels des EMA. Cette dernière remarque peut facilement s'observer en comparant les valeurs des pollens dominants des deux catégories. La forte présence des taxons polliniques des EMC dans les différentes classes de densité serait une des conséquences de leur abondance taxonomique. Malgré la diversité taxonomique ou spécifique des EMC, ces taxons restent pour la plupart moins fréquents. Cependant, la totalité de ceux qui sont très fréquents conserve cette classe de fréquence tant uniquement au sein des EMC que dans l'ensemble des échantillons analysés EMC+EMA. Du côté des EMA, lorsque la fréquence est uniquement étudiée en son sein, sauf les taxons suivants: *Parkia clappertoniana*, *Crossopteryx fubrifuga* et *Trichilia prieureana* qui sont devenus simplement fréquents, les autres demeurent dans la classe des Taxons très fréquents mais avec un changement de valeur de fréquence tout comme chez tous les autres taxons des EMC.

## CONCLUSION

La présente étude a permis d'établir, à partir des analyses polliniques de 44 échantillons de miel, un spectre pollinique qui montre une large diversité des grains de pollen recensés. Au total, 357145 grains de pollen représentant 262 taxons polliniques ont pu être identifiés, et dont 86% jusqu'au niveau espèce. Les familles les mieux représentées en termes de taxons sont les Euphorbiaceae et les Leguminosae. Selon le spectre pollinique établi, la richesse pollinique varie de 260 à 50609 grains de pollen par échantillon, avec une moyenne de  $8117 \pm 1992$  à un intervalle de confiance de 95 %; alors que la richesse taxonomique varie de 20 à 80 taxons. Les valeurs les plus élevées sont surtout retrouvées dans les échantillons de miel acheté chez les commerçants. Les variations observées, soit entre les échantillons d'une même appellation ou d'un échantillon à un autre, seraient en majorité dues à plusieurs raisons dont certaines liées à la composition florale des zones d'activités apicoles et à la disponibilité des essences mellifères dans ces zones.

La contribution exclusive de cette étude est de 181 espèces nouvellement identifiées comme mellifères sur la liste des taxons mellifères déjà connues. Ce qui fait passer la richesse spécifique de la flore mellifère togolaise à 330 espèces; soit un taux de 9,43 % de la flore du Togo.

### Annexe: Quelques photos de grains de pollen identifiés



## RÉFÉRENCES

- Agwu O.C., Obuwekwe A.I., Iwu M.M. (1989). Pollen analytical and layer chromatographic examination of Nsukka (Nigeria) honey. *Pollen et Spores*, 33 :29-43.
- Aloma S. (2000). Étude des facteurs de production de miel dans deux zones écologiques différentes au sud du Togo: les sites d'Aké-pé et d'Agotimé-Nyitoé. Mém. DEA, Univ. Bénin (Togo), 36 p.
- Brunel, J.F., Hiepko, P., Scholz, H. (1984). Flore analytique du Togo: Phanérogames, Berlin: *Englera* 4. GTZ-Eschborn, 751 p.
- Codex (2001). Norme pour le miel (Codex Stan 1981 révisé), *FAO*, Rome.
- Darrigol J-L. (1996). Le miel pour votre santé. Propriétés thérapeutiques du miel, du pollen, de la gelée royale et de la propolis. Edition Dangles. 144 p.
- Dongock N. D., Foko J., Pinta J. Y., Ngouo L. V., Tchoumboue J., Zango P. (2004). Inventaire et identification des plantes mellifères de la zone soudano-guinéenne d'altitude de l'ouest Cameroun. *Tropicultura*, 22: 139-145.
- Erdtman G. (1960). The acetolysis method. A revised description. *Svensk. Botanisk. Tidskrift.*, 54: 561-564.
- Ern H. (1979). Die Vegetation Togos. Gliederung, Gefährdung, Erhaltung. *Willdenowia*, 9: 295-312.
- Feller-Demasly M.J., Parent J. (1989). Analyse pollinique des miels de l'Ontario, Canada. *Apidologie*, 20: 127-38.
- Fohounfo H.T. (2002). Plantes mellifères et composition pollinique des miels de la petite saison des pluies et de la grande saison sèche au sud Bénin. Mémoire du Diplôme d'Ingénieur des Travaux. CPU/UAC/ Cotonou, Bénin, 56 p.
- Guinko S., Sawadogo M., Guenda W. (1992). Étude des plantes mellifères de la Région Ouest du Burkina Faso. Rapport, Projet PF1, Ouagadougou, pp: 47 – 56.
- Horn H., Aira M.J. (1997). Pollen analysis of honeys from the Lagos region of Southern Chile. *Grana* 36: 160-168.
- Koudégan C. M., (2010). Plantes mellifères de la zone guinéenne du Togo: cas des zones éco-floristiques IV et V. Mémoire DEA, FDS, Univ. de Lomé, 78p.
- Koudégan C.M., Edorh M.T., Guelly K.A., Batawilla K., Akpagana K. (2012). Inventaire des taxons polliniques des miels de la Zone Guinéenne du Togo: cas des zones écofloristiques IV et V. *European Scientific Journal*, 8: 37 – 50.
- Lobreau-Callen D., Darchen R., Le Thomas A. (1986). Apport de la Palynologie à la connaissance des relations abeilles/plantes en savanes arborées du Togo et du Bénin. *Apidologie* 17: 279-306.
- Lobreau-Callen D., Damblon F. (1994). Spectre pollinique des miels de l'abeille *Apis mellifera* L. (Hyménoptère, Apidae) et Zones de Végétation en Afrique Occidentale Tropicale et Méditerranéenne. *Grana*, 33: 245 – 253.
- Louveaux J. (1968). Composition, propriétés et technologie du miel. In Chauvin R. Traité de biologie de l'abeille. Tome 3, les produits de la ruche. Paris: éditions Masson de Cie.
- Louveaux J., Maurizio A., Vorwohl G. (1970). Les méthodes de la mélikso-palynologie, Commission Internationale de Botanique Apicole de l'UISB. 17p.
- Louveaux J., Maurizio A., Vorwohl G., (1978). Internationale Kommission für Bienenbotanik der IUBS: Methods of Melisso-palynology. *Bee World* 59: 139-157.
- Nombre I. (2003). Étude des potentialités mellifères de deux zones du Burkina Faso: Garango (province du Boulgou) et Nazinga (province du Nahouri). Thèse de Doctorat Unique, Univ. de Ouagadougou (Burkina Faso), 156 p.
- Nombre I., Schweitzer P., Sawadogo M., Millogo-Rasolodimby J., Boussim J. (2009). Assessment of melliferous plant potentialities in Burkina Faso. *Afr. J. Ecol.*, 47: 622–629.
- Randrianarivelo Rivo Herisoa Maminiaina (2010). Application de l'analyse pollinique aux miels de différentes régions de Madagascar. *Mémoire de D.E.A. Biologie et Écologie Végétales*, Option Palynologie Appliquée, Université d'Antananarivo (Madagascar). p. 112.
- Sawadogo M. (1993). Contribution à l'étude du cycle des miellées et du cycle biologique annuel des colonies d'abeilles *Apis mellifera adansonii* Lat. à l'ouest du Burkina Faso. Thèse de Doctorat, Univ. de Ouagadougou, 152 p.
- Sowunmi M.A. (1976). The potential value of honey in palynology and archeology. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 21: 171-86.
- Tossou M.G., Akoègninou 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.
- Tossou G.M., Yedomonhan H., Azokpota P., Akoegninou A., Doubogan P., Akpagana K. (2011). Analyse pollinique et caractérisation phyto-géographique des miels vendus à Cotonou (Bénin). *Cah. Agric.*, 20: 500-508.
- Yedomonhan H. (2004). Plantes mellifères et miel du Bénin: cas de la forêt classée de la Lama. Mémoire DEA, Univ. Lomé (Togo), 65p.
- Yédomonhan H., Tossou M.G., Akoègninou A., Demènou B.B., Traoré D. (2009). Diversité des plantes mellifères de la zone soudano-guinéenne: cas de l'arrondissement de Manigri (Centre-ouest du Bénin). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 3: 355-366.