



Année : 2017 – 2018

N°.....

## THESE

Présentée en vue de l'obtention du

### DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE

Par

**DJONWAN FRANCK DELORME**

### **ÉTUDE COMPARATIVE DE LA QUALITÉ DES MIELS LOCAUX ET IMPORTÉS COMMERCIALISÉS EN COTE D'IVOIRE**

*Soutenue publiquement le .....*

#### **COMPOSITION DU JURY :**

Président	: Madame AKE MICHÈLE,	Professeur titulaire
Directeur de thèse	: Monsieur GBASSI KOMENAN GILDAS,	Professeur Titulaire
Assesseurs	: Monsieur DALLY LABA ISMAEL,	Professeur Agrégé
	: Madame SANGARE TIGORI BEATRICE,	Professeur Agrégé

**ADMINISTRATION ET  
PERSONNEL ENSEIGNANT  
DE L'UFR SCIENCES  
PHARMACEUTIQUES ET  
BIOLOGIQUES**

## I. HONORARIAT

Directeurs/Doyens Honoraires :

Professeur RAMBAUD André  
 Professeur FOURASTE Isabelle  
 Professeur BAMBA Moriféré  
 Professeur YAPO Abbé †  
 Professeur MALAN Kla Anglade  
 Professeur KONE Moussa †  
 Professeur ATINDEHOU Eugène

## II. ADMINISTRATION

Directeur

Professeur KONE-BAMBA Diénéba

Sous-directeur Chargé de la Pédagogie

Professeur IRIE-N'GUESSAN Amenan

Sous-directeur Chargé de la Recherche

Professeur Ag DEMBELE Bamory

Secrétaire Principal

Madame NADO-AKPRO Marie Josette

Documentaliste

Monsieur N'GNIMMIEN Koffi Lambert

Intendant

Monsieur GAHE Alphonse

Responsable de la Scolarité

Madame DJEDJE Yolande

## III. PERSONNEL ENSEIGNANT PERMANENT

### 1. PROFESSEURS TITULAIRES

M. ABROGOUA Danho Pascal

Pharmacie Clinique

Mme AKE Michèle

Chimie analytique, Bromatologie

Mme ATTOUNGBRE HAUHOUOT M.L. Biochimie et Biologie Moléculaire

M. DANO Djédjé Sébastien

Toxicologie.

M. GBASSI Komenan Gildas

Chimie Physique Générale

M. INWOLEY Kokou André

Immunologie

Mme KONE BAMBA Diéneba

Pharmacognosie

M. KOUADIO Kouakou Luc	Hydrologie, Santé Publique
Mme KOUAKOU-SIRANSY Gisèle	Pharmacologie
M. MALAN Kla Anglade	Chimie analytique, bromatologie
M. MENAN Eby Ignace	Parasitologie - Mycologie
M. MONNET Dagui	Biochimie et Biologie Moléculaire
Mme SAWADOGO Duni	Hématologie
M. YAVO William	Parasitologie - Mycologie

## 2. MAITRES DE CONFÉRENCES AGRÉGÉS

M. AHIBOH Hugues	Biochimie et Biologie moléculaire
Mme AKE-EDJEME N'guessan Angèle	Biochimie et Biologie moléculaire
M. AMARI Antoine Serge G.	Législation
M. AMIN N'Cho Christophe	Chimie analytique, bromatologie
M. BONY François Nicaise	Chimie analytique, bromatologie
M. DALLY Laba Ismael	Pharmacie Galénique
M. DEMBELE Bamory	Immunologie
M. DJOHAN Vincent	Parasitologie, mycologie
Mme. BARRO-KIKI Pulchérie	Parasitologie, mycologie
Mme IRIE-N'GUESSAN Amenan	Pharmacologie
M. KOFFI Angely Armand	Pharmacie Galénique
Mme SACKOU-KOUAKOU Julie	Santé Publique
M.KOUASSI Dinard	Hématologie
M. LOUKOU Yao Guillaume	Bactériologie-Virologie
M. OGA Agbaya Stéphane	Santé publique et Economie de la santé

M. OUASSA Timothée	Bactériologie-Virologie
M. OUATTARA Mahama	Chimie organique et thérapeutique
Mme SANGARE TIGORI Béatrice	Toxicologie
M. YAPI Ange Désiré	Chimie organique et thérapeutique
M.ZINZENDORF Nanga Yessé	Bactériologie-Virologie

### 3. MAITRES-ASSISTANTS

M.ADJAMBRI Adia Eusebé	Hématologie
M. ADJOUNGOUA Attoli Léopold	Pharmacognosie
Mme ABOLI-AFFI Mihessé Roseline	Immunologie
Mme AKA ANY-GRAH Armelle A. S.	Pharmacie Galénique
Mme ALLA-HOUNSA Annita Emeline	Santé Publique
M. ANGORA Kpongbo Etienne	Parasitologie - Mycologie
Mme AYE-YAYO Mireille	Hématologie
Mme. BAMBA-SANGARE Mahawa	Biologie Générale
M. CABLAN Mian N'Dedey Asher	Bactériologie-Virologie
M. CLAON Jean Stéphane	Santé Publique
Mme DIAKITE Aïssata	Toxicologie
Mme DONOU-N'DRAMAN Aha E.	Hématologie
M. EFFO Kouakou Etienne	Pharmacologie
Mme FOFIE N'Guessan Bra Yvette	Pharmacognosie
M. KABRAN Tano Kouadio Mathieu	Immunologie
M. KASSI Kondo Fulgence	Parasitologie-Mycologie
Mme KONAN-ATTIA Akissi Régine	Santé publique

M. KONAN Konan Jean Louis	Biochimie et Biologie moléculaire
Mme KONATE Abibatou	Parasitologie-Mycologie
M. KOUAME Denis Rodrigue	Immunologie
Mme KOUASSI-AGBESSI Thérèse	Bactériologie-Virologie
M. KPAIBE Sawa André Philippe	Chimie Analytique
M. MANDA Pierre	Toxicologie
M. N'GUESSAN Alain	Pharmacie Galénique
Mme N'GUESSAN-BLAO A. Rebecca S.	Hématologie
Mme VANGA ABO Henriette	Parasitologie-Mycologie
M. YAYO Sagou Eric	Biochimie et Biologie moléculaire

#### 4. ASSISTANTS

M. ADIKO Aimé Cézaire	Immunologie
M. AMICHIA Attoumou Magloire	Pharmacologie
Mme AKOUBET-OUAYOGODE A.	Pharmacognosie
Mme ALLOUKOU-BOKA Paule-M.	Législation
Mme APETE Sandrine	Bactériologie-Virologie
Mme BEDIAKON-GOKPEYA M.	Santé publique
M. BROU Amani Germain	Chimie Analytique
M. BROU N'Guessan Aimé	Pharmacie clinique
M. COULIBALY Songuigama	Chimie organique et thérapeutique
M. DJADJI Ayoman Thierry Lenoir	Pharmacologie
M. DJATCHI Richmond Anderson	Bactériologie-Virologie
Mme DOTIA Tiepordan Agathe	Bactériologie-Virologie
Mme KABLAN-KASSI Hermance	Hématologie

M. KACOU Alain	Chimie organique et thérapeutique
M. KAMENAN Boua Alexis Thierry	Pharmacologie
M. KOFFI Kouamé	Santé publique
M. KONAN Jean Fréjus	Biophysique
Mme KONE Fatoumata	Biochimie et Biologie moléculaire
M. KOUAHO Avi Kadio Tanguy	Chimie organique et thérapeutique
M. KOUAKOU Sylvain Landry	Pharmacologie
M. KOUAME Jérôme	Santé publique
Mme KRIZO Gouhonon Anne-A.	Bactériologie-Virologie
M. LATHRO Joseph Serge	Bactériologie-Virologie
M. MIEZAN Jean Sébastien	Parasitologie-Mycologie
M. N'GBE Jean Verdier	Toxicologie
M. N'GUESSAN Déto Ursul Jean-Paul	Chimie organique et thérapeutique
Mme N'GUESSAN Kakwokpo C.	Pharmacie Galénique
Mme N'GUESSAN-AMONKOU A. C.	Législation
Mme ODOH Alida Edwige	Pharmacognosie
Mme SIBLI-KOFFI Akissi Joëlle	Biochimie et Biologie moléculaire
Mme SICA-DIAKITE Amelanh	Chimie organique et thérapeutique
Mme TANOH-BEDIA Valérie	Parasitologie-Mycologie
M. TRE Eric Serge	Chimie Analytique
Mme TUO Awa	Pharmacie Galénique
M. YAPO Assi Vincent De Paul	Biologie Générale
Mme YAPO-YAO Carine Mireille	Biochimie

## 5. CHARGÉES DE RECHERCHE

Mme ADIKO N'dri Marcelline	Pharmacognosie
Mme OUATTARA N'gnôh Djénéba	Santé publique

## 6. ATTACHÉ DE RECHERCHE

M. LIA Gnahoré José Arthur	Pharmacie Galénique
----------------------------	---------------------

## 7. IN MEMORIUM

Feu KONE Moussa	Professeur Titulaire
Feu YAPO Abbé Etienne	Professeur Titulaire
Feu COMOIE Léopold	Maître de Conférences Agrégé
Feu POLNEAU-VALLEE Sandrine	Maître de Conférences Agrégé
Feu GUEU Kaman	Maître Assistant
Feu ALLADOUM Nambelbaye	Assistant
Feu COULIBALY Sabali	Assistant
Feu TRAORE Moussa	Assistant
Feu YAPO Achou Pascal	Assistant

## IV. ENSEIGNANTS VACATAIRES

### 1. PROFESSEURS

M. DIAINE Charles	Biophysique
M. OYETOLA Samuel	Chimie Minérale

### 2. MAITRES DE CONFERENCES

M. KOUAKOU Tanoh Hilaire	Botanique et Cryptogamie
--------------------------	--------------------------



M. YAO N'Dri Athanase

Pathologie Médicale

### 3. MAITRE-ASSISTANT

M. KONKON N'Dri Gilles

Botanique, Cryptogamie

### 4. NON UNIVERSITAIRES

M. AHOUSSE Daniel Ferdinand

Secourisme

M. COULIBALY Gon

Activité sportive

M. DEMPAAH Anoh Joseph

Zoologie

M. GOUEPO Evariste

Techniques officinales

Mme KEI-BOGUINARD Isabelle

Gestion

M. KOFFI ALEXIS

Anglais

M. KOUA Amian

Hygiène

M. KOUASSI Ambroise

Management

M. N'GOZAN Marc

Secourisme

M. KONAN Kouacou

Diététique

Mme PAYNE Marie

Santé Publique

**COMPOSITION DES  
LABORATOIRES ET  
DEPARTEMENTS DE L'UFR  
SCIENCES  
PHARMACEUTIQUES ET  
BIOLOGIQUES**

## I. BACTÉRIOLOGIE-VIROLOGIE

Professeur LOUKOU Yao Guillaume	Maître de Conférences Agrégé Chef de département
Professeurs OUASSA Timothée	Maître de Conférences Agrégé
Professeur ZINZENDORF Nanga Yessé	Maître de Conférences Agrégé
Docteur CABLAN Mian N'Dédey Asher	Maître-assistant
Docteur KOUASSI AGBESSI Thérèse	Maitre-assistant
Docteur APETE Sandrine	Assistante
Docteur DJATCHI Richmond Anderson	Assistant
Docteur DOTIA Tiepordan Agathe	Assistante
Docteur KRIZO Gouhonon Anne-Aymonde	Assistante
Docteur LATHRO Joseph Serge	Assistant

## II. BIOCHIMIE, BIOLOGIE MOLÉCULAIRE, BIOLOGIE DE LA REPRODUCTION ET PATHOLOGIE MEDICALE

Professeur MONNET Dagui	Professeur Titulaire Chef de Département
Professeur HAUHOUOT ép. A. M.L.	Professeur Titulaire
Professeur AHIBOH Hugues	Maître de Conférences Agrégé
Professeur AKE-EDJEME N'Guessan Angèle	Maître de Conférences Agrégé
Docteur KONAN Konan Jean Louis	Maître-assistant
Docteur YAYO Sagou Eric	Maître-assistant
Docteur KONE Fatoumata	Assistante
Docteur SIBLI-KOFFI Akissi Joëlle	Assistante
Docteur YAPO-YAO Carine Mireille	Assistante

### III. BIOLOGIE GÉNÉRALE, HÉMATOLOGIE ET IMMUNOLOGIE

Professeur SAWADOGO Duni	Professeur Titulaire Chef de Département
Professeur INWOLEY Kokou André	Professeur Titulaire
Professeur DEMBELE Bamory	Maître de Conférences Agrégé
Professeur KOUASSI Dinard	Maître de Conférences Agrégé
Docteur ABOLI-AFFI Mihessé Roseline	Maître-assistant
Docteur ADJAMBRI Adia Eusebé	Maitre-assistant
Docteur AYE-YAYO Mireille	Maître-assistante
Docteur BAMBA-SANGARE Mahawa	Maître-assistant
Docteur DONOU-N'DRAMAN Aha Emma	Maître-assistante
Docteur KABRAN Tano K. Mathieu	Maître-assistant
Docteur KOUAME Denis Rodrigue	Maître-assistant
Docteur N'GUESSAN-BLAO A. Rebecca S.	Maître-assistante
Docteur ADIKO Aimé Cézaire	Assistant
Docteur KABLAN-KASSI Hermance	Assistante
Docteur YAPO Assi Vincent De Paul	Assistant

### IV. CHIMIE ANALYTIQUE, CHIMIE MINÉRALE ET GÉNÉRALE, TECHNOLOGIE ALIMENTAIRE

Professeur MALAN Kla Anglade	Professeur Titulaire Chef de Département
Professeur AKE Michèle	Professeur Titulaire
Professeur GBASSI Komenan Gildas	Professeur Titulaire
Professeur AMIN N'Cho Christophe	Maître de Conférences Agrégé
Professeur BONY Nicaise François	Maître de Conférences Agrégé

Professeur	OUATTARA Mahama	Maître de Conférences Agrégé
		Chef de Département
Professeur	YAPI Ange Désiré	Maître de Conférences Agrégé
Docteur	COULIBALY Songuigama	Assistant
Docteur	KACOU Alain	Assistant
Docteur	KOUAHO Avi Kadio Tanguy	Assistant
Docteur	N'GUESSAN Déto Ursul Jean-Paul	Assistant
Docteur	SICA-DIAKITE Amelanh	Assistante

Professeur MENAN Eby Ignace H.	Professeur Titulaire Chef de Département
Professeur YAVO William	Professeur Titulaire
Professeur DJOHAN Vincent	Maître de Conférences Agrégé
Docteur BARRO KIKI Pulchérie	Maître-assistante
Docteur ANGORA Kpongbo Etienne	Maître -assistant
Docteur KASSI Kondo Fulgence	Maître-assistant
Docteur KONATE Abibatou	Maître-assistante
Docteur VANGA ABO Henriette	Maître-assistante
Docteur MIEZAN Jean Sébastien	Assistant
Docteur TANOAH-BEDIA Valérie	Assistante

## VII. PHARMACIE GALÉNIQUE, BIOPHARMACIE, COSMÉTOLOGIE, GESTION ET LÉGISLATION PHARMACEUTIQUE

Professeur KOFFI Armand A.	Maître de Conférences Agrégé Chef de Département
Professeur AMARI Antoine Serge G.	Maître de Conférences Agrégé
Professeur DALLY Laba Ismaël	Maître de Conférences Agrégé
Docteur AKA ANY-GRAH Armelle A.S.	Maître-assistante
Docteur N'GUESSAN Alain	Maître-assistant
Docteur ALLOUKOU-BOKA P.-Mireille	Assistante
Docteur LIA Gnahoré José Arthur	Attaché de recherche
Docteur N'GUESSAN Kakwokpo Clémence	Assistante
Docteur N'GUESSAN-AMONKOU A. C.	Assistante
Docteur TUO Awa	Assistante

## VIII. PHARMACOGNOSIE, BOTANIQUE, BIOLOGIE VÉGÉTALE, CRYPTOGRAMIE

Professeur KONE BAMBA Diénéba	Professeur Titulaire Chef de Département
Docteur ADJOUGOUA Attoli Léopold	Maitre-assistant
Docteur FOFIE N'Guessan Bra Yvette	Maître-assistante
Docteur ADIKO N'dri Marcelline	Chargée de recherche
Docteur AKOUBET-OUAYOGODE Aminata	Assistante
Docteur ODOH Alida Edwige	Assistante

## IX. PHARMACOLOGIE, PHARMACIE CLINIQUE ET THÉRAPEUTIQUE ET PHYSIOLOGIE HUMAINE

Professeur ABROGOUA Danho Pascal	Professeur Titulaire Chef de Département
Professeur KOUAKOU SIRANSY N. G.	Professeur Titulaire
Professeur IRIE N'GUESSAN Amenan G.	Maître de Conférences Agrégé
Docteur EFFO Kouakou Etienne	Maitre-assistant
Docteur AMICHIA Attoumou M.	Assistant
Docteur BROU N'Guessan Aimé	Assistant
Docteur DJADJI Ayoman Thierry Lenoir	Assistant
Docteur KAMENAN Boua Alexis	Assistant
Docteur KOUAKOU Sylvain Landry	Assistant

## X. PHYSIQUE, BIOPHYSIQUE, MATHEMATIQUES, STATISTIQUES ET INFORMATIQUE

Professeur POLNEAU-VALLEE Sandrine † Chef de Département	Maître de Conférences Agrégé
Docteur KONAN Jean-Fréjus	Assistant

## XI. SANTÉ PUBLIQUE, HYDROLOGIE ET TOXICOLOGIE

Professeur KOUADIO Kouakou Luc	Professeur Titulaire Chef de département
Professeur DANO Djédjé Sébastien	Professeur Titulaire
Professeur OGA Agbaya Stéphane	Maître de Conférences Agrégé
Professeur SACKOU-KOUAKOU J.	Maître de Conférences Agrégé
Professeur SANGARE-TIGORI B.	Maître de Conférences Agrégé

Docteur CLAON Jean Stéphane	Maître-assistant
Docteur MANDA Pierre	Maître-assistant
Docteur DIAKITE Aissata	Maître-assistante
Docteur HOUNSA-ALLA Annita Emeline	Maître-assistante
Docteur KONAN-ATTIA Akissi Régine	Maître-assistante
Docteur OUATTARA N'gnôh Djénéba	Chargée de Recherche
Docteur BEDIAKON-GOKPEYA Mariette	Assistante
Docteur KOFFI Kouamé	Assistant
Docteur NGBE Jean Verdier	Assistant





## DÉDICACES

**A DIEU TOUT PUISSANT**

*BÉNI SOIT L'ÉTERNEL POUR SA GRACE QUI M'A  
ACCOMPAGNÉ PENDANT CES LONGUES ANNÉES D'ÉTUDES.*

**A mon défunt père, DJONWAN YAMOSSOU JOSEPH**

*Tu disais assez souvent que ton rêve d'enfant était de devenir pharmacien.*

*Aujourd'hui, ce rêve est devenu possible à travers ton fils.*

*Malheureusement, tu es le grand absent en ce jour de notre consécration.*

*J'ai la ferme assurance que tu es encore plus heureux que moi car tu vois l'accomplissement de l'un de tes plus grands vœux. Je t'aime et tu me manques énormément.*

**A ma défunte mère, AMOKOU AGNÈS**

*Oh! Maman, j'aurais tellement voulu que tu sois là aujourd'hui,*

*hélas la vie en a décidé autrement.*

*Tu nous as toujours encouragés à prendre à cœur nos études car tu étais*

*convaincu qu'elles nous garantiraient un avenir radieux.*

*Merci pour l'amour, la bonté et la générosité qui te caractérisais et dont tu*

*nous as fait bénéficier. Puisse le Seigneur te bénir et te recevoir dans son*

*royaume. Je t'aime et tu me manques maman.*

**A mon oncle et ma tante, Mr et Mme JOHNWAN**

*S'il existait un mot plus symbolique que merci, je l'aurais utilisé pour vous témoigner mon infinie gratitude car sans vous ce parcours n'aurait été possible.*

*Je vous dis merci pour votre affection, votre soutien et que le Seigneur notre*

*Dieu vous bénisse et vous couvre de toutes sortes de grâces.*

**A mes frères et sœurs**  
**GUSTAVE, SANDRINE, LÉTICIA, CÉDRIC, FRANCK...**

*Vous n'avez cessé de m'apporter votre soutien moral et financier. Je vous suis reconnaissant et je voudrais que vous receviez ce travail comme le gage de toute mon affection.*

*Puisse DIEU nous permettre de rester soudé.  
En témoignage de mon profond attachement.*

**A ma fiancée MANGOUAH ANNE MARIE SANDRINE**

*Merci pour ces beaux cadeaux que sont : ta présence, ton soutien moral et spirituel.*

*Trouve à travers ces lignes le reflet de mon profond amour.*

**Aux Docteurs,  
KACOU AIMÉ,  
AKA DESQUITH,  
MIEZOU EVRARD,  
KASSI DAMIEN**

*Il n'y pas d'occasion plus belle que celle-là pour vous dire merci.  
Vous m'avez accepté et permis d'apprendre la vie professionnelle auprès de vous.*

*Sachez que vous êtes pour moi un vrai exemple et que DIEU me permette de toujours mériter la confiance que vous me portez.*

*Et à travers vous, dire merci à toute l'équipe que vous dirigez pour l'esprit d'équipe et l'amour du travail bien fait.*

**QUE DIEU VOUS BENISSE AVEC TOUTE VOTRE FAMILLE ET QU'IL SE SOUVIENNE DE VOUS.**



## REMERCIEMENTS

**A mon Maître, mon Directeur de thèse,  
Le Professeur GBASSI KOMENAN GILDAS,**

*La valeur n'attend vraiment point le nombre des années.*

*Vous avez su vous imposer sur cette UFR tant par votre caractère que par votre  
dévouement au travail.*

*Travailler avec vous sur cette thèse m'a permis de connaître encore une autre  
de vos facettes.*

*Rigoureux et attentif au moindre détail, vous n'avez fait que confirmer l'estime  
que j'avais pour vous.*

*Merci d'avoir dirigé ces travaux.*

*J'espère avoir répondu à vos attentes.*

**A tous les enseignants de l'UFR Sciences  
Pharmaceutiques et Biologiques**

*Merci à vous de nous avoir transmis vos connaissances.*

**Au Docteur ABLÉ NINA CARINE**

*N'eût été votre apport tant dans la forme que dans le contenu, ce travail qui est  
aussi le vôtre n'aurait pas vu le jour, merci pour votre compréhension et votre  
disponibilité.*

*Que DIEU vous le rende au centuple*

**Aux pharmaciens,**

**Dr KACOU AIMÉ ARSENE** (pharmacie Galerie Cap Sud)

**Dr M'BAYA HONORÉ** (Pharmacie Palmeraie)

**Dr AKA BOBO** (pharmacie Mimosa)

*Merci à vous de m'avoir permis d'apprendre le métier dans vos différentes  
Officines de pharmacie. Recevez ma profonde gratitude !*

**A mes amis de l'UFR SPB**

- ADOUENI KATCHE ACKA WILFRIED
- AMOI EBA MONIQUE ESTELLE
- BLE YANNICK MORELLE
- BROU ETTIEN YVONNE EMMA
- FOUATI GOHORE
- KATOUO DOMEHAN
- KOFFI KOUASSI BASILE
- KONAN YAO ERIC
- KOUADIO ARMAND
- N'GUESSAN PASCALINE

*Je suis très fier de toujours vous avoir à mes côtés, je vous aime énormément.  
Merci d'être toujours disponible pour moi.*

**A la 33<sup>ème</sup> promotion des pharmaciens de Côte d'Ivoire  
(PHARMACIENS 7 ÉTOILES), ma promotion**

*Grand merci à tous les amis de la promotion.*

*Que DIEU trace pour nous les sillons d'un lendemain meilleur.*

**A tous les étudiants de l'UFR Sciences Pharmaceutiques et  
Biologiques,**

*Merci pour nos relations qui ont toujours été cordiales.*

**A L'ADEPHARM, notre association**

*Qui a contribué aux relations humaines avec à sa tête*

*M. KASSI N'GUESSAN DEGRE SIMON*



**Au personnel administratif et technique de l'UFR Sciences  
Pharmaceutiques et Biologiques,**

*Je vous témoigne de ma reconnaissance et de celle de tous les étudiants de cette  
UFR*

*pour votre grande contribution à notre formation.*

**A tous ceux qui, de près ou de loin, nous ont soutenus,**

*Recevez nos remerciements.*



## A NOS MAÎTRES ET JUGES

***A NOTRE MAÎTRE ET PRÉSIDENT DE JURY***

***Madame Le Professeur AKE MICHÈLE***

- *Professeur Titulaire en Chimie Analytique et Bromatologie en fonction à l'UFR Sciences Pharmaceutiques et Biologiques ;*
- *Docteur en pharmacie ;*
- *Doctorat de l'Université de Montpellier I, option Sciences des Aliments ;*
- *DESS en Nutrition, Diététique et Contrôle des Aliments, Université Paris XI ;*
- *DEA option Sciences des Aliments, Université de Montpellier I;*
- *Pharmacien chef de la pharmacie et du Laboratoire de Nutrition de l'Institut National de Santé Publique d'Abidjan ;*
- *Membre du Conseil National de l'Ordre des Pharmaciens de Côte d'Ivoire ;*
- *Membre de la Société Ouest Africaine de Chimie ;*
- *Membre de l'Association of Official Analytical Chemists (AOAC) ;*
- *Membre de la Société des Experts Chimistes de France.*

***Cher maître,***

*Malgré vos charges, vous avez accepté spontanément de présider notre jury de thèse.*

*Vous êtes d'une simplicité et d'une humilité qui étonnent mais qu'on ne peut qu'admirer.*

*Nous avons eu la chance et le plaisir de profiter de vos enseignements limpides.*

*Nous en sommes à la fois honorés et reconnaissants*

*Qu'il nous soit permis de vous exprimer ici notre vive gratitude et notre profond respect.*

***A NOTRE MAÎTRE ET DIRECTEUR DE THÈSE***

***Monsieur le Professeur GBASSI KOMENAN GILDAS***

- *Professeur titulaire de Chimie Physique Générale à l'UFR des Sciences*
- *Pharmaceutiques et Biologiques de l'université Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan ;*
- *Chef du service Contrôle des Aliments, Eaux, et Boissons au Laboratoire National de la Santé Publique (LNSP) ;*
- *Titulaire d'un Doctorat en Chimie de l'Université de Strasbourg (France)*
- *Titulaire d'un Master en Science du Médicament de l'Université de Strasbourg(France);*
- *Titulaire d'un DEA en Chimie Physique de l'Université Félix Houphouët-Boigny ;*
- *Titulaire d'un DESS en Contrôle de qualité de l'Université Félix Houphouët-Boigny ;*
- *Titulaire d'un Doctorat en Pharmacie de l'Université Félix Houphouët-Boigny ;*
- *Membre de la Société Ouest Africaine de Chimie (SOACHIM) ;*
- *Membre de la Société Pharmaceutique de Côte d'Ivoire (SOPHACI) ;*
- *Conseiller Central Section Industrie de l'Ordre National des Pharmaciens de Côte d'Ivoire ;*

***Cher maître,***

*Notre admiration pour vous est d'autant plus grande que vous savez associer vos responsabilités administratives et celles d'enseignants.*

*Vous avez initié ce travail pour lequel vous n'avez ménagé ni vos efforts, ni votre temps.*

*Auprès de vous, nous avons toujours trouvé réconfort moral, et les conseils pour supporter les coups durs que nous réserve la vie.*

*Ce travail est aussi le fruit de vos efforts. Trouvez ici l'expression de nos vifs remerciements et profond respect.*

## ***A NOTRE MAITRE ET JUGE***

***Monsieur le Professeur DALLY LABA ISMAEL***

- *Docteur en Pharmacie de l'Université de Cocody*
- *Docteur en Sciences Pharmaceutiques de l'Université Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan*
- *Maitre de Conférences Agrégé de Pharmacie galénique et Industrielle*
- *Pharmacien des Hôpitaux*
- *Enseignant- Chercheur au laboratoire de Pharmacie galénique, Biopharmacie et Législation pharmaceutique de l'UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques de l'Université Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan*
- *Titulaire d'un DEA de Conception, Réalisation et Evaluation de médicaments d'origine traditionnelle, option : Pharmacotechnie*
- *Titulaire d'un DESS de Contrôle qualité des médicaments, aliments et produits cosmétiques*
- *Responsable des expertises Pharmacotechniques du Laboratoire de Contrôle des Médicaments du Laboratoire National de la Santé Publique d'Abidjan*
- *Membre de la Société Ouest Africaine de Chimie (SOACHIM)*
- *Membre de la Société Pharmaceutique de Côte d'Ivoire (SOPHACI)*
- *Membre de la Société française des Sciences techniques et pharmaceutiques (SFSTP)*
- *Membre de la Société Ouest Africaine de Pharmacie galénique et Industrielle (SOAPGI)*

***Cher maitre,***

*Nous avons été particulièrement touchés par la spontanéité avec laquelle vous avez accepté de siéger dans le jury de cette thèse.*

*Nous vous sommes reconnaissants pour les conseils que vous nous avez toujours prodigués lors de vos brillants enseignements.*

*Permettez-nous de vous remercier et de vous exprimer notre gratitude.*

## ***A NOTRE MAITRE ET JUGE***

### ***Madame le Professeur SANGARE-TIGORI BEATRICE***

- *Professeur en Toxicologie (UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques de l'Université Félix Houphouët-Boigny) ;*
- *Docteur en pharmacie ;*
- *Titulaire d'un Doctorat (PhD) en Toxicologie ;*
- *Experte en Toxicologie et Produits Pharmaceutiques auprès des Tribunaux de Côte d'Ivoire ;*
- *Pharmacien analyste au Laboratoire National de Santé Publique (LNSP);*
- *Titulaire du Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA) de Valorisation de la Pharmacopée Africaine (UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques de l'Université Félix Houphouët-Boigny) ;*
- *Titulaire du DESS de Toxicologie (UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques de l'Université Félix Houphouët-Boigny) ;*
- *Membre de la Société Savante Pharmaceutique de Côte d'Ivoire (SOPHACI) ;*
- *Membre de la Société Ivoirienne de Toxicologie (SITOX) ;*
- *Membre de la Société Française de Toxicologie (SFT) ;*

### ***Chère maitre,***

*Nous avons été sensibles à vos qualités d'enseignante doublée de vos qualités humaines.*

*Nous admirons la simplicité, le calme et l'enthousiasme avec lesquelles vous nous avez toujours reçu et conseillé.*

*Qu'il nous soit permis de vous exprimer notre reconnaissance pour le grand honneur que vous nous faites de compter parmi nos juges.*

## SOMMAIRE

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS .....	XXXII
LISTE DES FIGURES.....	XXXIII
LISTE DES TABLEAUX.....	XXXV
INTRODUCTION.....	1
<b>PREMIÈRE PARTIE : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE</b> .....	4
CHAPITRE I : GÉNÉRALITE SUR LE MIEL.....	5
I.1 Définition du miel.....	6
I.2 Origine et classification des miels .....	6
I.3 Technologie du miel .....	8
I.4 Facteurs influençant la composition des miels .....	13
I.5 Utilisation du miel.....	16
CHAPITRE II : INDICATEURS DE QUALITÉ DES MIELS.....	19
II.1 Indicateurs sensoriels de la qualité .....	20
II.2 Indicateurs physico-chimiques de la qualité.....	21
II.3 Indicateurs microscopiques de la qualité .....	23
CHAPITRE III : RÈGLEMENTATION SUR LE MIEL .....	25
III.1 Exigences de qualité du miel.....	26
III.2 Normes Internationales relatives aux miels .....	26
III.3 Normes Ivoiriennes relatives aux miels.....	27
<b>DEUXIÈME PARTIE : ÉTUDE EXPÉRIMENTALE</b> .....	29
CHAPITRE I : MATÉRIEL ET METHODES .....	30
I.1 Cadre de l'étude .....	30
I.2 Echantillonnage.....	31
I.3 Appareillage utilisé. ....	35
I.4 Indicateur de qualité analysés .....	35
I.5. Analyse statistique .....	39
CHAPITRE II : RÉSULTATS.....	40
II.1 Indicateurs physico-chimiques de la qualité.....	41
II.2 Indicateurs microscopiques de la qualité.....	47

CHAPITRE III : DISCUSSION .....	52
III.1 Indicateurs physico-chimiques de la qualité .....	523
III.2 Indicateurs microscopiques de la qualité.....	58
CONCLUSION .....	62
RECOMMANDATIONS.....	65
BIBLIOGRAPHIE .....	67
ANNEXES .....	72



## LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

<b>C :</b>	Concentration
<b>Cal:</b>	Calorie
<b>D :</b>	Densité
<b>E :</b>	Echantillon
<b>g :</b>	Gramme
<b>G:</b>	Grossissement
<b>HMF :</b>	Hydroxymethylfurfural
<b>Kcal :</b>	Kilocalorie
<b>M :</b>	Masse
<b>min :</b>	Minute
<b>ml :</b>	Millilitre
<b>mS :</b>	Mili siemens
<b>pH :</b>	Potentiel d'hydrogène
<b>UE :</b>	Union européenne
<b>uS :</b>	Micro siemens
<b>UFR :</b>	Unité de Formation et de Recherche
<b>USA :</b>	United States of America

## LISTE DE FIGURES

Figure 1: Présentation des échantillons de miels étudiés.....	32
Figure 2: Graphique comparatif des teneurs en eau par réfractométrie et par dessiccation.....	45
Figure 3: dénombrement des grains de pollen de l'échantillon 1 (E1) au Gx40.....	47
Figure 4 : Dénombrement des grains de pollen de l'échantillon 2 (E2) au Gx40.....	47
Figure 5 : Dénombrement des grains de pollen de l'échantillon 3 (E3) au Gx40 .....	47
Figure 6 : Dénombrement des grains de pollen de l'échantillon 4 (E4) au Gx40.....	47
Figure 7 : Dénombrement des grains de pollen de l'échantillon 5 (E5) au Gx40.....	47
Figure 8 : Dénombrement des grains de pollen de l'échantillon 6 (E6) au Gx40... ..	47
Figure 9 : Dénombrement des grains de pollen de l'échantillon 7 (E7) au Gx40 .....	48
Figure 10 : Dénombrement des grains de pollen de l'échantillon 8 (E8) au Gx40 .....	48
Figure 11 : Dénombrement des grains de pollen de l'échantillon 9 (E9) au Gx40.....	48
Figure 12 : Absence de grains de pollen dans l'échantillon 10 (E10) au Gx40.....	48
Figure 13 : dénombrement des grains de pollen de l'échantillon 11 (E11) au Gx40.....	48
Figure 14 : Dénombrement des grains de pollen de l'échantillon 12 (E12) au Gx40.....	48
Figure 15 : Dénombrement des grains de pollen de l'échantillon 13 (E13) au Gx40.....	49
Figure 16 : Dénombrement des grains de pollen de l'échantillon 14 (E14) au Gx40.....	49
Figure 17 : Dénombrement des grains de pollen de l'échantillon 15 (E15) au Gx40.....	49
Figure 18 : Dénombrement des grains de pollen de l'échantillon 16 (E16) au Gx40.....	49
Figure 19 : Dénombrement des grains de pollen de l'échantillon 17 (E17) au Gx40.....	49
Figure 20 : Quelques grains de pollen de l'échantillon 17 (E17) au Gx100 .....	49
Figure 21 : Pollens de <i>Theobroma cacao</i> (grand pollen) et <i>Coffea arabica</i> (petit pollen) dans E1 au Gx100.....	50
Figure 22: Pollen de <i>Robinia pseudo acacia</i> majoritairement retrouvé dans E12 au Gx100..	50
Figure 23 : Pollen de <i>Citrus sinensis</i> majoritairement retrouvé dans E13 au Gx100.....	50
Figure 24 : Quelques grains de pollen de l'échantillon 16 (E16) au Gx100.....	50

Figure 25 : Préparation des Solutions du miel .....	75
Figure 26 : pH mètre de marque SEVEN COMPACT S220 .....	75
Figure 27: Balance de marque OHAUS PIONEER .....	76
Figure 28 : Conductimètre électrique de marque HANNA INSTRUMENTS .....	76
Figure 29 : Refractomètre d'Abbe de marque ATAGO.....	77
Figure 30 : Etuve digitale de marque JP SELECTA .....	77
Figure 31: Centrifugeuse de marque UNIVERSAL320 .....	78
Figure 32 : Quelques échantillons après centrifugation .....	78
Figure 33: Pollen de <i>Melissa officinalis</i> L (Lamiaceae).....	79
Figure 34: Pollen de <i>Coriandrum sativum</i> L. (Apiaceae).....	79
Figure 35: Pollen de <i>Rhododendron groenlandicum</i> .....	79
Figure 36: Pollen de <i>Vicia sp</i> (Fabaceae).....	79
Figure 37: Pollen d'acacia (Mimosaceae).....	79
Figure 38: Pollen d'asteraceae .....	80
Figure 39: Pollen de malvaceae.....	80
Figure 40 : Pollen de <i>Robinia pseudoacacia</i> (Fabaceae).....	80
Figure 41: Pollen de <i>Coffea arabica</i> Gx100.....	81
Figure 42: Pollen de <i>Theobroma cacao</i> Gx100.....	81

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Facteurs influençant la production mellifère. ....	14
Tableau II : Propriétés et indications thérapeutiques des principaux miels unifloraux. ....	17
Tableau III : Qualité du miel selon le Codex Alimentarius .....	28
Tableau IV: Echantillons de miel locaux étudiés .....	33
Tableau V: Echantillons de miel importés étudiés.....	34
Tableau VI : Valeurs de densité des échantillons de miels .....	41
Tableau VII : Valeurs de pH des échantillons de miels .....	42
Tableau VIII : Valeurs de CE des échantillons de miels.....	43
Tableau IX : Valeurs de TE par réfractométrie des échantillons de miels.....	44
Tableau X: Valeurs de TE par dessiccation des échantillons de miels .....	45
Tableau XI : Valeurs du taux de sucres des échantillons de miels .....	46
Tableau XII : Analyse pollinique des échantillons de miels.....	51



# INTRODUCTION

De tout temps, les abeilles ont fasciné les hommes. En effet, dans beaucoup de civilisations et de croyances, le miel a toujours eu une place privilégiée. Il est notamment indissociable des rites et coutumes qui accompagnent la naissance et la mort. Ce cadeau de la nature est le symbole à la fois de la vie, de l'abondance, de la pureté et de la sagesse [1].

Pendant l'Antiquité, Aristote a consacré une longue étude aux « mouches à miel », dénommées *Apis mellifera*. Ses contemporains grecs et égyptiens utilisaient déjà le miel dans la formulation des médicaments. Le miel était considéré comme un aliment des Dieux, ce qui lui conférait un pouvoir divin. Hippocrate (460-377 avant J.-C.) disait que l'usage du miel conduisait à la plus grande vieillesse et il le prescrivait pour traiter la fièvre, les ulcères et les plaies purulentes [2].

Au Moyen Age, le miel était utilisé pour la fabrication du pain d'épices, mais aussi pour la réalisation de pansements sans désinfection préalable des blessures. Dans la tradition chrétienne, la terre promise est un pays ruisselant de lait et de miel [3]. Il est bien plus qu'un symbole de douceur et de plaisir, il évoque aussi la connaissance, l'intelligence et la vérité. Dans la tradition musulmane, des fleuves de miel coulent au paradis... [3].

Au fil du temps, l'utilisation des produits de la ruche a perduré. C'est à partir de la deuxième moitié du XXe siècle que l'on trouve des écrits scientifiques plus précis sur cette utilisation et qu'apparaît le terme d'apithérapie [4].

Aujourd'hui encore, le miel garde toujours son importance aux yeux des hommes du fait de son utilisation multiple aussi bien dans le domaine des industries agroalimentaire, pharmaceutique, cosmétique qu'en milieu hospitalier notamment pour la prise en charge des plaies [4].

Ce regain d'intérêt pour ce produit de la ruche est à l'origine de production frauduleuse de miel non conforme aux normes.

En Afrique et particulièrement en Côte d'Ivoire, l'absence d'une législation contraignante ne favorise pas le contrôle systématique du miel, ce qui laisse planer un grand doute quant à la qualité des miels locaux ou importés commercialisés.

Notre étude est une contribution à l'analyse des miels commercialisés en Côte d'Ivoire.

L'objectif général est de réaliser une étude comparative de la qualité des miels locaux et importés en Côte d'Ivoire.

Pour atteindre cet objectif général, nous nous sommes assigné les objectifs spécifiques suivants:

- Recenser toutes les marques de miel (locales et importées) commercialisées en Côte d'Ivoire,
- Réaliser une série d'analyses sur ces miels,
- Comparer les différents indicateurs de qualité des miels.

Notre travail s'articulera en deux grandes parties. La première partie bibliographique aborde les généralités sur le miel, les indicateurs de qualité du miel et l'aspect réglementaire.

La deuxième partie expérimentale décrit l'échantillonnage et les méthodes d'analyse, présente les résultats et la discussion qui en résulte, et s'achève par une conclusion suivie de recommandations.

PREMIERE PARTIE :  
**REVUE BIBLIOGRAPHIQUE**



# **CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉS SUR LE MIEL**

## **I.1 Définition**

Le *Codex alimentarius* définit le miel comme suit [5] :

« Le miel est la substance naturelle sucrée produite par les abeilles "*Apis mellifera*" 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 ».

## **I.2 Origine et classification**

Selon [6], le miel provient de plantes par l'intermédiaire des abeilles à partir du nectar recueilli dans la fleur, ou du miellat recueilli sur la plante.

Selon leur origine, les miels peuvent être classifiés en miels de nectar et miels de miellats.

### **I.2.1 Miels de nectar de fleurs**

Le nectar, qui est en général la source principale de miel, est le liquide sucré sécrété par les glandes dites nectarifères, présentes sur de nombreuses plantes.

Les nectaires qui abritent ces glandes sont situés le plus souvent dans les fleurs, mais peuvent aussi se trouver à la base de certaines feuilles [7].

Le nectar est un mélange chimique complexe constitué d'eau (20 à 95%), de sucres (saccharose, fructose, glucose), ainsi que d'autres substances (protéines, lipides, minéraux, etc.) [8].

Les proportions de ces trois sucres varient d'une plante à une autre et influent sur la qualité du miel d'après [9].

Le nectar contient aussi des acides organiques, des enzymes, des vitamines et des substances aromatiques.

Ces substances sont présentes en faibles quantités qui ne dépassent pas 1%.

La teneur en sucre du nectar varie avec l'humidité atmosphérique et le temps. La production du nectar et sa qualité sont sous la dépendance de facteurs écologiques (nature du sol, hygrométrie, altitude) et météorologique [10].

La majorité des miels provient d'une flore bien diversifiée. Il est courant que les abeilles visitent à la fois une dizaine ou une vingtaine d'espèces végétales fleurissantes en même temps dans leur secteur de butinage. [11] indiquent que chaque abeille s'intéresse à une seule espèce végétale, mais on considère l'ensemble de la population d'une ruche qui comporte des milliers de butineuses. Le miel a une origine florale mais aussi animale. Par exemple, la présence de mélézitose est caractéristique du miellat, absent chez les miels de fleurs [12].

Selon [8], les miels de nectar de fleurs peuvent être divisés en deux groupes selon l'origine florale :

➤ **Miels monofloraux:**

Les miels monofloraux sont élaborés à partir du nectar et/ou du miellat provenant d'une seule espèce végétale et cela nécessite d'installer les ruches à proximité de la plante recherchée. C'est l'exemple du miel d'acacia, d'oranger et de lavande [13].

➤ **Miels polyfloraux**

Ces miels sont élaborés à partir du nectar et/ou du miellat provenant de plusieurs espèces végétales. Pour valoriser leur spécificité et permettre au consommateur de reconnaître leur caractère dominant, les apiculteurs indiquent leur origine géographique [13].

### **I.2.2 Miel du miellat**

Pour certains miels, la principale source sucrée est le miellat. Il s'agit d'un liquide sucré produit par plusieurs espèces d'insectes parasites vivant sur la plante, tels que des pucerons, des cochenilles ou des cicadelles. Ces insectes munis d'un appareil buccal piqueur-suceur, prélèvent la lymphe végétale dont ils se nourrissent en perforant la plante qui les abrite [14].

Il est difficile d'observer les abeilles effectuer ce type de butinage. Il a été montré qu'en présence d'une grande quantité de nectar, elles délaissent le miellat. Cependant, lorsque les conditions climatiques sont défavorables, le miellat peut représenter une source nutritive intéressante pour l'abeille [15].

D'après [16], le miellat est composé généralement de sucres et sa composition est très différente des nectars avec présence de glucose, de triholoside comme les mélézitoses et bien d'autres sucres.

Le miellat contient aussi de la dextrine, des gommes, des protéines, des acides aminés et des vitamines telles que la thiamine et la biotine et des acides organiques comme l'acide malique; la charge minérale est également très importante [17].

La production du miellat est sous la dépendance de nombreux facteurs écologiques: sol, microclimat, insectes comme les fourmis [18].

### **I.3 Technologie du miel**

Depuis quelques dizaines d'années, la commercialisation du miel a subi de profondes transformations. La production du miel est appelée à passer par des circuits commerciaux complexes qui nécessitent la mise en œuvre de moyens modernes de conditionnement pour assurer une présentation agréable et la fourniture en quantités importantes de produits d'excellente qualité.

L'obtention de très grosses quantités d'un produit homogène et irréprochable nécessite l'application d'une véritable technologie du miel, dont on peut situer la naissance vers 1929 avec les travaux de **Dyce [19]** sur la cristallisation contrôlée, qui constitue à l'heure actuelle, un objet de recherche et de mise au point continu.

Les problèmes de technologie commencent à se poser dès la récolte du miel, ensuite viennent la maturation, l'ajustement de la teneur en eau, la refonte, la pasteurisation, la cristallisation dirigée, le conditionnement et la conservation [20].

### **I.3.1 Fabrication du miel par les abeilles**

Une butineuse effectue entre 20 et 50 voyages par jour, chacun demandant environ 15 minutes [21]. Le rayon d'action moyen se situe entre 500 mètres et 2 kilomètres, d'où l'importance des conditions climatiques, de la nature du sol et de la végétation aux alentours du rucher.

Les abeilles butineuses ajoutent de la salive au nectar ou au miellat qu'elles recueillent, ce qui le rend fluide et surtout l'enrichit en enzymes et catalyseurs biochimiques à l'origine de la transformation des sucres dans le miel. Elles remplissent leur jabot puis transportent le miellat ou le nectar jusqu'à leur ruche. Là, elles distribuent aux ouvrières d'intérieur et aux mâles. Miellat et nectar passent à plusieurs reprises d'une abeille à une autre en subissant chaque fois une addition de salive qui transforme les sucres.

De retour à la ruche, déposé dans les alvéoles, le miel sera concentré, protégé et il achèvera sa transformation biochimique [21].

Les sucres se transforment, en particulier le saccharose devient un mélange de glucose et de fructose sous l'action d'une enzyme, l'invertase, incorporée au nectar par la salive des abeilles. Ceci représente 90% des sucres totaux du miel [22].

### **I.3.2 Récolte du miel par les apiculteurs**

#### **I.3.2.1 Extraction du miel**

L'apiculteur retire les cadres de miel, après avoir chassé les abeilles par enfumage. Il transporte les hausses dans la miellerie et enlève les opercules à l'aide d'un couteau (désoperculation) [23], opération à l'heure actuelle mécanisée (machines spéciales).

Après la désoperculation s'ensuit l'extraction proprement dite qui doit être exécutée avec un extracteur (récipient cylindrique en acier inoxydable) qui permet d'extraire le miel des cadres par la force centrifuge sans que ceux-ci ne soient endommagés.

#### **I.3.2.2 Filtration du miel**

Le miel est recueilli sur un filtre, qui va retenir les débris de cire entraînés lors de l'extraction et être reçu dans un bac avant d'atteindre, après une deuxième filtration, le maturateur (récipient de décantation pour lequel le terme d'épurateur serait préférable).

Selon [24], Les filtres couramment utilisés en apiculture sont de simples tamis à maille de 0,1 mm. Leur efficacité est suffisante pour éliminer du miel les déchets de cire et les grosses impuretés. L'installation des filtres ne se justifie que sur des circuits de conditionnement industriels.

#### **I.3.2.3 Maturation du miel**

L'extraction centrifuge ne fournit pas directement un miel prêt à la mise en pots. Pour obtenir un miel commercialisable, il est indispensable de l'épurer [24]. Selon [6], la maturation signifie épuration quand il s'agit du miel.

Selon le même auteur, la maturation est une simple décantation dans un récipient où le miel abandonne ses impuretés (débris de cire, amas de pollen), ainsi que les bulles d'air incorporées pendant l'extraction.

D'après [24], la meilleure façon d'épurer le miel est de le laisser se reposer pendant quelques jours dans le maturateur. [25] signale que la maturation dure 2 à 8 jours.

#### **I.3.2.4 Conditionnement du miel**

Du maturateur, le miel est coulé directement dans les récipients de vente. Le miel doit être mis à l'abri de l'air et de l'humidité, ceci afin d'éviter certaines dénaturations et surtout des fermentations, d'où la nécessité de récipients bien remplis et hermétiquement fermés [25].

D'après [23], le miel est gardé dans des locaux frais où la température ne dépasse pas 20°C. Si le miel à stocker présente un risque de fermentation, il faudra impérativement le pasteuriser ou le conserver à une température de 4 à 5°C.

#### **I.3.2.5 Pasteurisation du miel**

La pasteurisation consiste à porter le miel à l'abri de l'air, à une température de l'ordre de 78°C pendant 6 à 7 minutes, puis le refroidir rapidement. L'appareillage comporte principalement des plaques chauffantes parallèles entre lesquelles le miel va circuler en lames minces [6]. Le miel pasteurisé est à l'abri des fermentations puisque les levures ont été détruites, et il se conservera à l'état liquide pendant au moins six mois, le temps nécessaire pour qu'il ait été consommé [24].

[6] mentionne que la pasteurisation peut augmenter très sensiblement la couleur et le taux de l'hydroxyméthylfurfural qui caractérisent les miels chauffés et vieux.

### **I.3.2.6 Contrôle de la cristallisation**

Pour éviter les défauts de cristallisation et accroître la popularité d'un miel auprès des consommateurs, on contrôle la cristallisation, en particulier celle des miels de fleurs à cristallisation rapide [26].

Tous les miels n'ont pas la vocation de rester à l'état liquide. Trop riches en glucose, même après pasteurisation, ils risqueraient de recristalliser de façon irrégulière.

Pour obtenir une cristallisation fine et homogène, on procède à un ensemencement du miel après pasteurisation et refroidissement complet. On mélange intimement au moyen d'appareils spéciaux un miel à cristallisation très fine avec le miel à faire cristalliser. On utilise environ 10 % de semence. Les cristaux ajoutés au miel servent d'amorce et, en quelques jours, à la température de 14 °C, la plus favorable à la croissance des cristaux, tout le miel est cristallisé dans le système souhaité. Bien entendu, c'est le mélange encore pâteux du miel et de la semence qui est envoyé dans la machine à empoter [24].

### **I.3.2.7 Emballage et étiquetage**

Les récipients doivent être étanches à l'eau et à l'air pour éviter toute humidité dans le miel. Les récipients et cuves en fer blanc, en aluminium, en acier chromé et en plastique (qualité alimentaire) conviennent parfaitement à cet usage.

Quant aux boîtes en paraffine, elles ne sont étanches ni à l'eau ni à l'air et sont en conséquence inutilisables pour le stockage du miel.

Selon la loi sur les denrées alimentaires, elles sont même interdites (car la paraffine contient des substances toxiques qui peuvent migrer dans le miel) et ne pourront plus être utilisées une fois la période de transition écoulée [26].

D'après [6], le verre est le meilleur emballage pour le miel, mais son poids, sa fragilité et sa transparence lui font préférer le carton ou la matière plastique.



Légalement, l'étiquette doit fournir les indications suivantes:

- Le nom et l'adresse de l'apiculteur,
- L'appellation du miel ou une autre appellation légale,
- Le poids du miel contenu dans le récipient,
- Une date de garantie, à consommer de préférence avant fin mois/année (exemple, à consommer avant fin 04/2019), mais il ne s'agit pas d'une date de péremption, tout miel peut être consommé sans risque après cette date. Il est normal de s'en tenir à une durée de conservation maximale de 18 à 24 mois selon les miels, à condition de garantir au consommateur que le miel aura au moins jusqu'à cette date, conservé ses qualités et ses caractéristiques sensorielles [27];

En outre, l'apiculteur valorise d'autant mieux son produit qu'il mentionne aussi le résultat d'une analyse de laboratoire (espèces butinées, consistance...) et une région de production [18, 26].

#### **I.4 Facteurs influençant la composition des miels**

Comme nous l'avons vu, le miel est un produit très complexe dont la fabrication demande plusieurs étapes qui toutes ont une influence sur sa composition chimique finale. En effet, la composition qualitative de ce produit est soumise à de nombreux facteurs très variables qu'il est impossible de maîtriser tels que :

- la nature de la flore visitée et celle du sol sur lequel poussent ces plantes,
- les conditions météorologiques lors de la miellée,
- la race des abeilles,
- l'état physiologique de la colonie, etc.

En somme, nous retiendrons que la composition du miel dépend essentiellement des sources florales utilisées par les abeilles et certains facteurs externes comme les facteurs environnementaux et les méthodes de traitement [13]. Le tableau I décrit l'influence de quelques facteurs influençant la production mellifère.

**Tableau I : Facteurs influençant la production mellifère [28].**

Facteurs	Observations
Moment de la Journée	De nombreuses fleurs fournissent du nectar surtout le matin (exemple <i>Helianthus</i> , <i>Origanum</i> , <i>Salvia</i> ) et le soir ( <i>Tilia</i> )
Humidité de l'air	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Si l'humidité de l'air est élevée, le nectar est généralement sécrété en grande quantité mais contenant peu de sucre.</li> <li>- En air sec, le nectar diminue mais la concentration en sucre augmente. Ce phénomène est dû à l'effet hygroscopique du sucre contenu dans le nectar.</li> </ul>
Température	La sécrétion nectarifère ne commence pas en dessous de certaines températures, le seuil critique varie selon les espèces : Tilleul et sainfoin 15°C, <i>Trifolium repens</i> 23°C.
Nature du sol	Le volume du nectar varie avec la texture du sol, une même plante peut être nectarifère sur un sol calcaire et l'être beaucoup moins sur un sol siliceux ou inversement. Exemple: la moutarde blanche a donné plus de nectar sur les terrains calcaire-sableux et calcaires que sur les terrains argileux.
Humidité du Sol	La quantité de nectar augmente avec la quantité d'eau absorbée par les racines. Elle varie de 45 à 75 %.
Les fumures organiques ou minérales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les engrais phosphatés ou potassiques favorisent la floraison donc la sécrétion nectarifère alors que l'azote nuit à la floraison.</li> <li>• L'addition de calcium et magnésium a un effet positif sur <i>Trifolium pratense</i>, mais n'a pas d'effet sur <i>Brassica napus</i> var. <i>oleifera</i> et <i>Phacelia</i>.</li> </ul>
Le climat	La même plante peut être mellifère dans une contrée et ne pas l'être dans une autre. Le trèfle blanc est beaucoup plus mellifère en Angleterre qu'en France. Il l'est davantage dans le Nord que dans le Midi de la France.
Latitude et Altitude	La puissance mellifère d'une plante augmente avec la latitude. Une même plante produit beaucoup plus de nectar en altitude que dans la plaine,
Intensité du Butinage	Si une fleur est visitée par les abeilles, elle aura à produire plus de nectar que si elle n'avait pas été visitée.

## **I.5 Utilisation du miel**

Le miel posséderait des vertus considérées comme magiques dans de nombreuses civilisations. Autrefois, on utilisait le miel dans l'alimentation, mais aussi dans de nombreux rites. Pour beaucoup, le miel pouvait prolonger la vie [1]. De tous temps, le miel a été considéré comme un agent de prévention de nombreuses maladies [2]. Il est utilisé depuis l'Antiquité en médecine traditionnelle, on le retrouve également en médecine moderne dans le milieu chirurgical où il rend de très nombreux services, notamment au CHU de Limoges, mais aussi dans les pays de l'Europe de l'Est, en Afrique et même en Amérique [29]. Le miel est souvent considéré comme un « alicament », c'est-à-dire un aliment à qui on prête des vertus médicales. En effet, il est crédité de nombreuses propriétés thérapeutiques et pharmacologiques qui sont résumées dans le tableau II.

**Tableau II : Propriétés et indications des principaux miels unifloraux [25].**

<b>Origine botanique</b>	<b>Propriétés spécifiques</b>	<b>Indications particulières</b>
<b>Acacia</b>	- Régulateur intestinal	- Paresse intestinale, notamment chez le jeune enfant
<b>Bruyère</b>	- Antiseptique des voies urinaires et diurétiques -Antianémique ; - Dynamogénique des voies respiratoires et des voies urinaires.	- Affections de l'arbre urinaire dans son ensemble et dans le régime diététique de l'insuffisance rénale aigu et chronique ; - Certaines anémies ; - Etats de fatigue en général ; - convalescences ; Sénescences.
<b>Eucalyptus</b>	- Antiseptique des voies respiratoires et des voies urinaires.	- Affection touchant à la sphère respiratoire et à l'arbre urinaire dans leur ensemble.
<b>Oranger</b>	- Antispasmodique ; - Sédatif nerveux.	- Etats spasmodiques d'origines diverses - Nervosisme en général et troubles qui en découlent : insomnies, palpitations.
<b>Sapin</b>	- Antianémique ; - Antiseptique et antiinflammatoire des voies respiratoires ; - Diurétique.	- Certaines anémies ; - Affection touchant à la sphère respiratoire dans tout son ensemble ; - Affections de l'arbre urinaire dans son ensemble et dans le régime diététique de l'insuffisance rénale et chronique.
<b>Lavande</b>	- Antiseptique et antiinflammatoire des voies respiratoires ; - Antispasmodique ; - Sédatif nerveux.	- Affection touchant à la sphère respiratoire dans tout son ensemble ; - Rhumatismes chroniques (arthrose).
<b>Thym</b>	- Antiseptique général.	- Maladies infectieuses en général touchant aussi bien les sphères respiratoires, digestives et urinaires.
<b>Tilleul</b>	- Antispasmodique ; - Sédatif nerveux.	- Etats spasmodiques d'origines diverses - Nervosisme en général et troubles qui en découlent : insomnies, palpitations.

Le domaine où le miel est le plus reconnu pour ses propriétés thérapeutiques est la cicatrisation des plaies.

En France, Le professeur Bernard Descottes du CHU de Limoges a consacré une grande partie de sa carrière à mettre en évidence les bienfaits du miel dans le traitement des plaies. Il a utilisé le miel de thym dans la cicatrisation pendant 25 ans [29]. Les lésions traitées étaient des lésions diverses, des kystes sacrococcygiens, des plaies après ablation de stomies et essentiellement des désunions de cicatrices.

Malgré quelques études qui ne démontrent pas l'efficacité du miel, il s'avère que le miel soit plus efficace que les traitements de références dans 82% des cas [30].

En Côte d'Ivoire, un article paru en 2016 (Traitement des plaies par le miel à Abidjan) a confirmé le succès du traitement des plaies de diverses natures par le miel, à la suite d'une étude prospective sur une période de 12 mois qui fut réalisée au service de traumatologie orthopédie du CHU de Cocody Abidjan [31].

Trente-sept (37) patients présentant des plaies de nature diverses ont été inclus dans l'étude. Les pansements au miel étaient faits toutes les 48 heures.

Une évolution très satisfaisante des plaies sur le plan bactériologique et local a été observée, avec un raccourcissement des délais de cicatrisation [31].

# **CHAPITRE : II**

## **INDICATEURS DE QUALITÉ DES MIELS**

Les analyses sur le miel se pratiquent depuis fort longtemps et la liste des auteurs ayant travaillé sur ce sujet est impressionnante. Un certain nombre de critères se rapportant aux aspects sensoriels, physico-chimiques et microscopiques du produit sont rapportés dans la littérature.

Dans ce travail, nous nous intéresserons à certains critères de ces aspects qui sont les plus fréquemment utilisés comme indicateurs de la qualité et de la stabilité du miel, et ayant une grande influence sur les propriétés sensorielles [5].

## **II.1 Indicateurs sensoriels de la qualité**

Ces indicateurs font appel aux organes de sens pour apprécier la couleur, l'homogénéité, le défaut éventuel de cristallisation etc... On procède ensuite à un examen olfactif qui permet de déceler les odeurs et les arômes. Enfin, la dégustation permet d'apprécier les saveurs du miel, d'en percevoir les différentes composantes (goût sucré, acidité ou amertume) [22].

Selon leurs origines, les différents miels présentent des caractères visuels, olfactifs, gustatifs et tactiles particulièrement diversifiés. L'examen organoleptique d'un produit est la fiche descriptive donnée par l'ensemble des perceptions sensorielles ressenties par le consommateur. Il peut ainsi apprécier ses qualités essentielles mais aussi ses défauts. Il ne remplace cependant pas les examens physico-chimiques et botaniques mais intervient pour confirmer une appellation [29]. La réalisation de l'examen organoleptique nécessite la compétence de dégustateurs experts formés à cet effet et n'est pas obligatoire dans les tests de qualité des miels [5].

## **II.2 Indicateurs physico-chimiques de la qualité**

### **II.2.1 Densité**

La densité est aussi appelée poids spécifique. Selon [21], Le poids spécifique du miel est fonction de sa teneur en eau. La mesure du poids spécifique se réalise au moyen d'un densimètre. Les valeurs trouvées par différents auteurs [32, 33] concordent de façon très satisfaisante. Selon [35], la densité du miel à 20 °C est comprise entre 1,39 et 1,44.

Une valeur moyenne de 1,42 à 20 °C sur 490 échantillons de miel a été rapportée aux USA [33].

### **II.2.2 Conductivité électrique**

C'est la mesure de la capacité d'un échantillon de miel à transmettre un flux électrique ou conductance. La mesure s'effectue à 20°C à l'aide d'un conductimètre sur une solution à 20%.

Une cellule de conductance reliée à un potentiomètre analyse la vitesse de passage du flux électrique entre deux électrodes. Le résultat s'affiche en siemens (S). Le siemens étant l'unité de mesure de la vitesse de conductance. Conventionnellement, la conductivité est donnée en  $10^{-4}$  S/cm, mais ce n'est pas toujours le cas dans la réalité. En effet, les laboratoires donnent de plus en plus souvent la mesure de conductivité électrique en micro-siemens ( $\mu\text{S} = 10^{-6}$ ) mais on donne également des résultats en millisiemens ( $\text{mS} = 10^{-3}$ ) (en Italie) ou en Ohm ( $\Omega$ ) (Grande Bretagne).

Elle est d'autant plus élevée que le miel est riche en substances ionisables, c'est le cas des miels foncés par la présence de matières minérales (miels de miellats) [34].



La conductivité électrique est un bon critère de détermination de l'origine botanique du miel, et elle est employée aujourd'hui lors des contrôles de routine à la place de la teneur en cendre.

### **II.2.3 pH**

C'est la mesure du coefficient caractérisant l'acidité ou la basicité d'un milieu, il représente la concentration des ions  $H_3O^+$  d'une solution.

Selon [22], le pH se situe entre 3,5 et 4,5 pour les miels de nectars et entre 4,5 et 5,5 pour les miels de miellats.

Le pH d'un miel est mesuré en solution dans l'eau à 10 % à l'aide d'un pH-mètre [24].

### **II.2.4 Indice de réfraction**

L'indice de réfraction, souvent noté  $n$ , est une grandeur sans dimension caractéristique d'un milieu, décrivant le comportement de la lumière dans celui-ci ; il dépend de la longueur d'onde de mesure mais aussi des caractéristiques de l'environnement (pression et température) [35].

L'indice de réfraction du miel est en quelque sorte le résultat de l'action de la lumière sur chacun de ses constituants. La plupart des miels a un indice de réfraction compris entre 1,47 et 1,50 pour une teneur en eau de 13 à 18% [36].

### **II.2.5 Taux de sucre ou degré Brix**

Le degré Brix mesure la quantité de matière sèche d'un liquide, exprimé en g pour 100 g de liquide. A l'origine, il s'agit de solutions de saccharose (sucre), et par extension de diverses solutions sucrées (jus de fruits, miel, sirops, liquides alimentaires). Le degré Brix est lu au réfractomètre en parallèle avec l'échelle de l'indice de réfraction.

## II.2.6 Teneur en eau

La mesure de la teneur en eau se détermine indirectement au moyen d'un réfractomètre qui mesure l'indice de réfraction. Connaissant l'indice de réfraction, on déduit la teneur en eau du miel. La table de CHATAWAY donne directement la correspondance. Le réfractomètre permet une mesure avec une simple goutte de miel ; il ne peut toutefois donner un résultat que si le miel est parfaitement liquide [24].

La norme du *Codex Alimentarius* et de l'Union Européenne prescrivent actuellement une teneur en eau maximale qui est de 21%.

Le miel qui contient une teneur en eau élevée fermente plus facilement, c'est l'exemple des miels de bruyère et de trèfle qui ont une teneur en eau de 23% [5].

La teneur en eau du miel peut être aussi analysée par la méthode par dessiccation.

## II.3 Indicateurs microscopiques de la qualité

Depuis les travaux fondamentaux de [37], un grand nombre d'examens microscopiques de miels a été fait dans beaucoup de pays Européens. L'expérience ainsi acquise permet de donner une nouvelle version des "méthodes d'analyse microscopique des miels" publiées par la Commission Internationale de Botanique Apicole de l'Union Internationale des Sciences Biologiques [38].

Le principe de ces méthodes repose sur le fait que tous les miels naturels contiennent en suspension avant et après leur extraction des éléments figurés dont les plus importants sont les grains de pollen provenant des fleurs que l'abeille a visitées pour la récolte du nectar.

Outre les grains de pollen, les miels naturels peuvent contenir en très faibles quantités des spores de champignons, des algues microscopiques, des levures, des grains d'amidon, des fragments d'insectes et de la poussière atmosphérique.

Par centrifugation d'une solution de miel dans l'eau, les éléments figurés peuvent être concentrés dans un très faible volume pour en confectionner des préparations dont l'examen au microscope apporte les informations sur son origine botanique, son origine géographique, son mode d'extraction, sa souillure éventuelle par des matières insolubles dans l'eau, son état de conservation et son degré de filtration.

L'identification des pollens, des spores de champignons et autres éléments figurés d'origine végétale renseigne sur l'origine botanique et géographique du miel.

La mesure ou la simple estimation du volume de culot de centrifugation permet d'obtenir des informations sur le mode d'extraction et le degré de filtration du miel.

L'abondance relative des levures renseigne sur l'état de conservation du miel. L'abondance relative de poussière atmosphérique, de particules minérales, de fragments d'insectes ou de grains d'amidon renseignent sur la pureté du miel.



## **CHAPITRE III : RÈGLEMENTATION SUR LE MIEL**

### **III.1 Exigences de qualité du miel**

Un miel de qualité doit être un produit sain, extrait dans de bonnes conditions d'hygiène, conditionné correctement, qui a conservé toutes ses propriétés d'origine et qui les conservera le plus longtemps possible. Il ne doit pas être adultéré et doit contenir le moins possible de polluants divers, antibiotiques, pesticides, métaux lourds ou autres produits de notre civilisation industrielle [18].

Le miel vendu en tant que tel ne doit pas contenir d'additifs alimentaires, et seul du miel pourra y être ajouté. Le miel ne doit pas avoir de matière, de goût, d'arôme ou de contamination inacceptable provenant de matières étrangères absorbées durant sa transformation et son entreposage. Le miel ne doit pas avoir commencé à fermenter. Ni le pollen ni les constituants propres au miel ne pourront être éliminés sauf si cette procédure est inévitable lors de l'élimination des matières inorganiques ou organiques étrangères.

Le miel ne doit pas être chauffé ou transformé à un point tel que sa composition essentielle soit changée et/ou que sa qualité s'en trouve altérée.

Aucun traitement chimique ou biochimique ne doit être utilisé pour influencer la cristallisation du miel [5].

### **III.2 Normes internationales relatives aux miels**

Les normes internationales concernant le miel sont spécifiées dans le *Codex Alimentarius* [26].

Cette norme valable pour le commerce international du miel devra être respectée par tous les gouvernements. Les critères spécifiques relatifs à la composition du miel de qualité (tableau III) n'ont pas force de loi et les partenaires commerciaux sont libres de les appliquer [26].

### III.3 Normes ivoiriennes relatives aux miels

Selon les informations recueillies auprès de CODINORM (CÔTE D'IVOIRE NORMALISATION) qui est l'association Ivoirienne en charge des activités techniques de normalisation et de certification ; la Côte d'Ivoire ne s'est pas encore dotée d'une norme propre concernant le miel.

Les rares analyses réalisées sur le miel se font sur la base des normes internationales contenues dans le *codex alimentarius*.

Tableau III : Qualité du miel selon le Codex Alimentarius [5]

Critères de qualité	Valeurs indicatives selon les paramètres
<b>Teneur en eau</b> Général Miel de bruyère, de trèfle Miel industriel ou miel de pâtisserie	$\leq 21 \text{ g /100g}$ $\leq 23 \text{ g /100g}$ $\leq 25 \text{ g /100g}$
<b>Teneur en sucres réducteurs</b> Miels qui ne sont pas mentionnés ci-dessous Miel de miellat ou mélanges de miel de miellat et de nectar Xanthorrhoea pr.	$\geq 65 \text{ g /100 g}$ $\geq 45 \text{ g /100 g}$ $\geq 53 \text{ g /100 g}$
<b>Teneur en saccharose apparent</b> Miels qui ne sont pas mentionnés ci-dessous  <i>Robini, Lavandula, Hedysarum, Trifolium, Zitrus, Medicago, Eucalyptus cam., Eucryphia luc. Banksia menz.</i>  <i>Calothamnus san., Eucalyptus scab., Banksia gr. ,Xanthorrhoea pr.</i> Miel de miellat et mélanges de miel de nectar	$\leq 5 \text{ g/100 g}$  $\leq 10 \text{ g/100 g}$  $\leq 15 \text{ g/100 g}$
<b>Teneur en matières insolubles dans l'eau</b> Général Miel pressé	$\leq 0,1 \text{ g/100 g}$ $\leq 0,5 \text{ g/100 g}$
<b>Teneur en matières minérales (cendres)</b> Miel de miellat ou mélanges de miel de miellat et de nectar, miel de châtaignier	$\leq 0,6 \text{ g/100 g}$ $\leq 1,2 \text{ g/100 g}$
<b>Acidité</b>	$\leq 50 \text{ meq/kg}$
<b>Activité diastasique, (indice diastasique en unités de Schade)</b> Après traitement et mise en pot Tous les miels du commerce Général Miels avec une teneur enzymatique naturellement faible	$\geq 8$ $\geq 3$
<b>Teneur en hydroxyméthylfurfural</b> Après traitement et mise en pot Tous les miels du commerce	$\leq 60 \text{ mg/kg}$

## DEUXIÈME PARTIE : **ÉTUDE EXPÉRIMENTALE**



# **CHAPITRE I : MATÉRIELS ET MÉTHODES**

## **I.1 Cadre de l'étude**

Notre étude a été initiée par le Département de Chimie Analytique-Bromatologie, Chimie Générale et Minérale de l'Unité de Formation et de Recherche (UFR) Sciences Pharmaceutiques et Biologiques (SPB) de l'Université Félix Houphouët Boigny de Cocody-Abidjan.

Cette étude est une contribution à l'analyse des miels commercialisés en Côte d'Ivoire.

Les manipulations ont été réalisées au sein de plusieurs laboratoires de l'UFR SPB, notamment ceux de Biophysique et de Pharmacognosie ainsi qu'au Laboratoire National de la Santé Publique. Les manipulations se sont déroulées de Janvier à Février 2018.

## **I.2 Echantillonnage**

Nous avons travaillé sur 17 échantillons de miel, dont neuf (9) échantillons produits localement et huit (8) importés. Ces échantillons ont été recensés sur une période de trois mois dans les grandes surfaces (Supermarché et Hypermarché) de la ville d'Abidjan, auprès des associations d'apiculteurs des villes de l'intérieur de la Côte d'Ivoire (Toumodi, Bouaflé, Korhogo et Katiola) et certains particuliers.

La figure 1 présente les différents échantillons de miels qui ont été sélectionnés



**Figure 1: Présentation des échantillons de miels étudiés**

A chaque échantillon, il a été attribué un code (Ex) et les informations ci-dessous ont été mises en évidence, à savoir :

- L'origine géographique du miel ;
- L'origine florale présumée ;
- L'année de récolte ;
- Le mode d'extraction.

Toutes ces informations sont retranscrites dans les tableaux IV et V.

**Tableau IV: Echantillons de miel locaux étudiés**

	<b>Code Echantillon</b>	<b>Nom commercial</b>	<b>Année de récolte</b>	<b>Origine géographique présumée</b>	<b>Origine florale présumée</b>	<b>Type d'extraction</b>
MIELS LOCAUX	E1	Holly honey Miel de caféier	2017	Cote d'Ivoire (Bouaflé)	Caféier	Mécanique
	E2	Holly honey miel de cassia (acacia)	2017	Cote d'Ivoire (Agboville)	Acacia	Mécanique
	E3	Holly honey miel d'anacardier	2017	Cote d'Ivoire (Katiola)	Anacardier	Mécanique
	E4	Apinome	2017	Cote d'Ivoire (Korhogo)	Toutes fleurs	Mécanique
	E5	Délicieux	2017	Cote d'Ivoire (Korhogo)	Toutes fleurs	Mécanique
	E6	Gourmet	2017	Cote d'Ivoire (Korhogo)	Toutes fleurs	Mécanique
	E7	ASCAFED miel de Djekanou	2017	Cote d'Ivoire (Djekanou)	Toutes fleurs	Mécanique
	E8	Miel naturel du Nord	2017	Cote d'Ivoire (Katiola)	Toutes fleurs	Manuel
	E9	Miel du nord	2017	Cote d'Ivoire (Korhogo)	Toutes Fleurs	Manuel

**Tableau V: Echantillons de miel importés étudiés**

	<b>Code Echantillon</b>	<b>Nom commercial</b>	<b>Année de récolte</b>	<b>Origine géographique présumée</b>	<b>Origine florale présumée</b>	<b>Type d'extraction</b>
MIELS IMPORTÉS	E10	El Moustakbal	2016	Algérie	Dattier	Mécanique
	E11	Zena	2017	Sénégal	Toutes fleurs	Mécanique
	E12	Lune de miel : miel d'acacia	2017	France	Acacia	Mécanique
	E13	Casino : miel de fleur d'oranger d'Espagne	2017	Espagne	Oranger	Mécanique
	E14	Forever bee honey	2016	Espagne	Toutes fleurs	Mécanique
	E15	Miel NFM	2017	Europe /Amérique latine	Toutes fleurs	Mécanique
	E16	Elodie miel de fleur	2017	Europe/ Amérique	Toutes fleurs	Mécanique
	E17	Jardin bio miel doux	2016	Amérique cental	Toutes fleurs	Mécanique

### **I.3 Appareillage utilisé.**

- Balances analytiques (OHAUS PIONNEER, KERN ABTB320.4M)  
Précision 0,1mg
- pH-mètre (SEVEN COMPACT S220 )
- Refractomètre d'Abbe (ATAGO)
- Conductimètre (HANNA INSTRUMENTS HI 2300)
- Centrifugeuse (METTICK UNIVERSAL 320)
- Microscope optique (OPTIKA SN 455318)
- Etuve digitale (JP SELECTA)

### **I.4 Indicateurs de qualité analysés**

Pour ce travail, nous nous sommes limités à l'analyse des indicateurs physico-chimiques et microscopiques ; l'analyse sensorielle nécessitant des compétences et du matériel dont nous ne disposons pas.

#### **I.4.1 Indicateurs physico-chimiques de la qualité**

##### **I.4.1.1 Densité**

La densité est obtenue en calculant le quotient de la masse volumique d'un miel sur la masse volumique d'eau distillée.

On pèse 5 ml d'eau distillée et on note la masse, également pour l'échantillon à analyser (5ml) dont on note aussi la masse. La densité est exprimée par la relation:

$$D = M / M' \quad \text{Où:}$$

M : Masse du volume du miel;

M' : Masse du même volume d'eau distillée.

##### **I.4.1.2 pH**

Le pH est mesuré en solution dans l'eau à 10%, à l'aide d'un pH-mètre [27].

Pour le miel, c'est un indice de la « réactivité acide » du produit.

Le pH-mètre doit être étalonné avant son utilisation à l'aide de solutions tampons (pH7 et pH4 par exemple).

#### **I.4.1.3 Conductivité électrique**

La mesure de la conductivité électrique se fait au moyen d'un conductimètre dans une solution de miel à 20 % de matière sèche [24].

Cette méthode a pour objet de vérifier si la valeur de la conductivité électrique du miel analysé est compatible avec son appellation florale.

Peser 10 g de miel dans un bécher de 50 ml, compléter avec de l'eau distillée pour faciliter la dissolution du miel.

Bien mélanger jusqu'à homogénéisation, et placer la solution au bain marie réglé à 20°C.

Plonger l'électrode du conductimètre dans la solution.

Effectuer la lecture de la valeur qui s'affiche à l'écran.

La conductivité du miel est mesurée en siemens par cm :  $S \cdot cm^{-1}$ . Conventionnellement la conductivité est donnée en  $10^{-4} S \cdot cm^{-1}$ .

#### **I.4.1.4 Teneur en eau**

- **Par réfractométrie**

Selon [24], la mesure de la teneur en eau se fait très simplement au moyen d'un réfractomètre. Le miel à analyser doit être parfaitement liquide.

La goutte de miel est déposée sur la platine du prisme d'un réfractomètre de type Abbe à thermomètre incorporé et répartie en couche mince. La lecture est faite à travers l'oculaire au niveau de la ligne horizontale de partage entre une zone claire et une zone obscure. Cette ligne coupe une échelle verticale graduée directement en indice de réfraction. La température du prisme est notée.

En se rapportant à la Table de CHATAWAY (annexe 2) qui relie l'indice de réfraction à la teneur en eau, on obtient directement cette teneur en eau.

- **Par dessiccation**

Pour confirmer les valeurs de la teneur en eau du miel, nous avons réalisé en plus la méthode par dessiccation. Cette méthode est en général très peu utilisée pour déterminer la teneur en eau du miel. Toutefois, cette méthode est très intéressante car elle donne des résultats de teneur en eau au-delà de 25%, ce qui n'est pas le cas avec la table de CHATAWAY.

Les échantillons de miel sont pesés avant et après leur passage 24H au dessiccateur à 105° C.

La teneur en eau est déterminée par le rapport de la masse (M') après dessiccation sur celle avant dessiccation (M).

$$TE\% = (M'/M) \times 100.$$

#### **I.4.1.5 Taux de sucre (degré Brix)**

La lecture est faite avec un réfractomètre d'Abbe, sur l'échelle qui indique le degré Brix qui se trouve en parallèle avec l'échelle de l'indice de réfraction. Toutes les mesures sont effectuées à la température de 20 °C.

#### **I.4.2 Indicateurs microscopiques de la qualité**

L'analyse microscopique des miels donne une information précise sur les principales plantes mellifères et permet de caractériser les miels par leur origine botanique ou géographique. Elle apporte des informations importantes sur le comportement de butinage des abeilles. Par ailleurs, la teneur en pollen des miels permet de contrôler leur qualité, augmentant ainsi leur valeur économique.



La méthode de l'analyse microscopique ou analyse pollinique consiste à séparer les grains de pollen de la matière qui les entoure afin de pouvoir en observer la morphologie sur une lame porte objet selon le protocole suivant :

- Peser 10 g à 15 g de miel selon la couleur du miel,
- Dissoudre dans 20 ml d'eau légèrement acidifiée (acide sulfurique à 5%) puis centrifuger pendant 15 minutes à 3000 tours par minute,
- Retirer le surnageant avec précaution en laissant 1 cm de culot,
- Rincer à nouveau le culot avec 10 ml d'eau distillée et centrifuger 5 minutes à 3000 tours par minute, puis retirer le surnageant avec une pipette pasteur,
- Récupérer le culot restant dans 2 ml d'eau distillée,
- Etaler une goutte du culot homogénéisé sur une lame puis laissé sécher à 40°C à l'étuve,
- Après séchage, déposer une goutte d'eau distillée sur la préparation et observer entre lame et lamelle.

La détermination de l'origine géographique et de l'origine botanique repose sur l'identification des pollens et des autres constituants du sédiment du miel ainsi que leur dénombrement.

L'identification se fait à l'aide des données tirées de documents spécialisés comme l'Atlas pollinique de Côte d'Ivoire [39] et l'ouvrage de référence photographique des grains de pollen non acétolysés de Mélissa Girard [40].

## **I.5 Analyse statistique**

A travers l'analyse de la variance (ANOVA), les différents échantillons de miels locaux et importés ont été comparés.

Lors de cette analyse, le test de NEWMAN-KEULS, qui est un test de comparaison de moyennes par paires pratiqué à l'issue d'une ANOVA, a été utilisé.

Le logiciel SPSS version 18 a servi à cette analyse.



## **CHAPITRE II : RÉSULTATS**

## II.1 Indicateurs physico-chimiques de la qualité

### II.1.1 La densité

Le tableau VI montre les densités des miels de notre étude. Les valeurs de densité des 17 échantillons sont comprises entre 1,28 et 1,45 avec une moyenne de 1,40.

**Tableau VI : Valeurs de densité des échantillons de miels**

		N° ÉCHANTILLONS	DENSITÉ
<b>Locaux</b>		1	1,40
		2	1,38
		3	1,41
		4	1,40
		5	1,40
		6	1,41
		7	1,39
		8	1,44
		9	1,43
<b>Importés</b>	<b>Afrique</b>	10	1,28
		11	1,37
	<b>Europe et Amérique</b>	12	1,40
		13	1,39
		14	1,43
		15	1,43
		16	1,45
		17	1,43
<b>TOTAL</b>		<b>23,84</b>	
<b>MOYENNE</b>		<b>1,40</b>	

## II.1.2 Le pH

Les valeurs du pH sont présentées dans le tableau VII.

**Tableau VII : Valeurs de pH des échantillons de miels**

		N° ÉCHANTILLONS	Ph	
Locaux		1	3,92	Moyenne = 4,21  Ecart type= 0,27  Variance= 0,075
		2	3,95	
		3	4,70	
		4	4,36	
		5	4,33	
		6	4,04	
		7	4,18	
		8	4,49	
		9	3,95	
Importés	Afrique	10	4,33	Moyenne=4,11  Ecart type =0,18  Variance= 0,034
		11	4,07	
	Europe et Amérique	12	4,03	
		13	3,92	
		14	4,42	
		15	4,17	
		16	4,05	
		17	3,90	
	TOTAL		70,81	
MOYENNE		4,16		

Les valeurs de pH des échantillons sont comprises entre 3,90 et 4,70 avec une moyenne de 4,16.

### II.1.3 La conductivité électrique (CE)

Les résultats issus de cette analyse sont présentés dans le tableau VIII

**Tableau VIII : Valeurs de CE des échantillons de miel**

		N° ÉCHANTILLONS	CONDUCTIVITÉ ÉLÉCTRIQUE (10 <sup>-4</sup> S/cm)
<b>Locaux</b>		1	6,80
		2	6,04
		3	9,54
		4	6,11
		5	6,65
		6	4,57
		7	4,83
		8	5,91
		9	3,37
<b>Importés</b>	<b>Afrique</b>	10	39,70
		11	6,80
	<b>Europe et Amérique</b>	12	1,39
		13	1,676
		14	7,37
		15	3,57
		16	2,73
		17	3,40
<b>TOTAL</b>			<b>120,45</b>
<b>MOYENNE</b>			<b>7,08</b>

Les valeurs de conductivités électriques de nos échantillons sont comprises entre 1,39 et 39,70 x10<sup>-4</sup> S/cm avec une moyenne de 7,08 x10<sup>-4</sup> S/cm.

### II.1.4 La teneur en eau (TE)

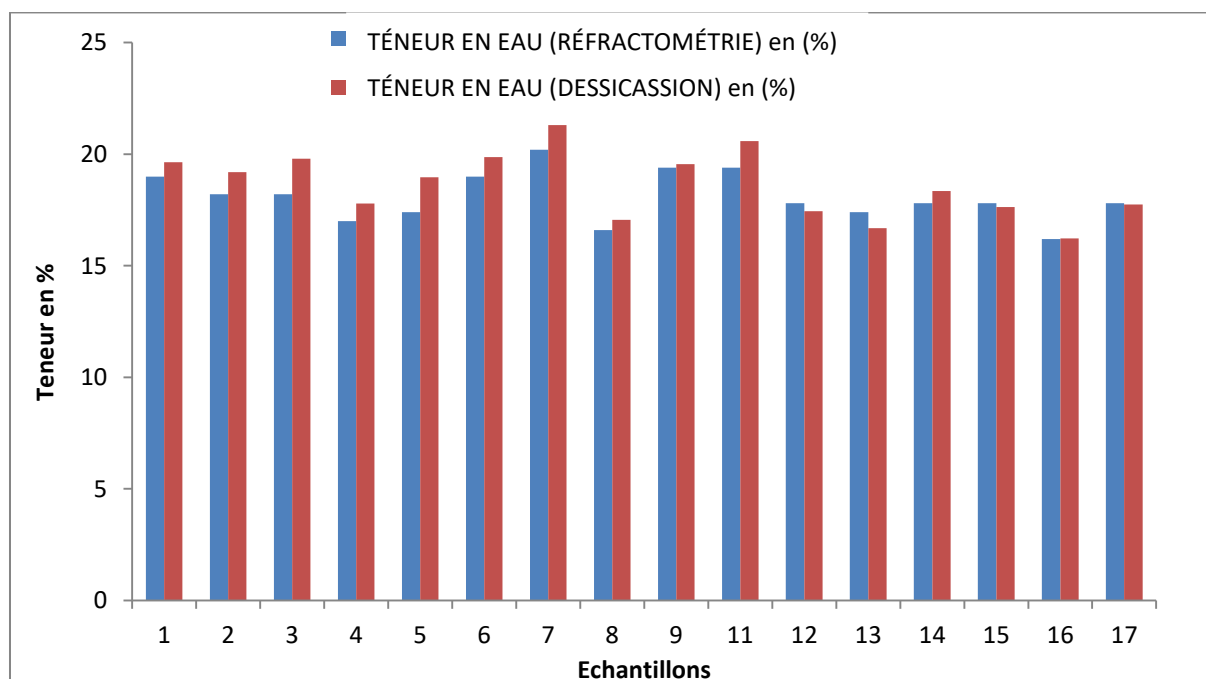
Après avoir rapporté les indices de réfraction obtenus à la table de CHATAWAY (annexe n°2) et réalisé la détermination de la teneur en eau par dessiccation, nous avons obtenu les résultats suivants illustrés par les tableaux IX, X et la figure 2.

**Tableau IX: Valeurs de TE par réfractométrie des échantillons de miel**

		N° ÉCHANTILLONS	TENEUR EN EAU (RÉFRACTOMETRIE) en (%)	
<b>Locaux</b>		1	19	Moyenne = 18,33 Ecart type= 1,18 Variance= 1,4
		2	18,2	
		3	18,2	
		4	17	
		5	17,4	
		6	19	
		7	20,2	
		8	16,6	
		9	19,4	
<b>Importés</b>	<b>Afrique</b>	10	Supérieur à la limite de la table de CHATAWAY (>25)	Moyenne=17,74 Ecart type =0,93 Variance= 0,87
		11	19,4	
	<b>Europe et Amérique</b>	12	17,8	
		13	17,4	
		14	17,8	
		15	17,8	
		16	16,2	
		17	17,8	
<b>TOTAL</b>		<b>289,2</b>		
<b>MOYENNE</b>		<b>18,07</b>		

**Tableau X: Valeurs de TE par dessiccation des échantillons de miel**

		N° ÉCHANTILLONS	TENEUR EN EAU (DESSICCATION) en (%)	
Locaux		1	19,64	Moyenne = 19,23  Ecart type= 1,23  Variance= 1,52
		2	19,19	
		3	19,79	
		4	17,79	
		5	18,96	
		6	19,87	
		7	21,3	
		8	17,05	
		9	19,55	
Importés	Afrique	10	34,2	Moyenne=19,85  Ecart type =5,94  Variance= 35,28
		11	20,59	
	Europe et Amérique	12	17,45	
		13	16,68	
		14	18,35	
		15	17,63	
		16	16,23	
		17	17,74	
	TOTAL		332,01	
MOYENNE		19,53		

**Figure 2: Graphique comparatif des teneurs en eau par réfractométrie et par dessiccation**



Les deux méthodes de détermination de la teneur en eau du miel sont superposables car elles donnent des valeurs assez proches et évoluent dans le même sens pour l'ensemble des miels étudiés. Ces valeurs sont toutes comprises entre un minimum de 16,2 et un maximum de 34,2.

### II.1.5 Le taux de sucre (degré de Brix)

Les teneurs en sucres déterminées dans les différents miels sont données en pourcentage dans le tableau XI

**Tableau XI : Valeurs du taux de sucres des échantillons de miel**

		N° ÉCHANTILLONS	DEGRÉ BRIX	
Locaux		1	79	Moyenne = 79,88  Ecart type= 1,24  Variance= 1,54
		2	80	
		3	80	
		4	81,5	
		5	81	
		6	79	
		7	78	
		8	81,5	
		9	79	
Importés	Afrique	10	70	Moyenne = 79,25  Ecart type= 3,82  Variance= 14,64
		11	79	
	Europe et Amérique	12	80,5	
		13	81	
		14	80,5	
		15	80,5	
		16	82	
		17	80,5	
TOTAL		1353		
MOYENNE		79,58		

## II.2 Indicateurs microscopiques de la qualité

Les résultats microscopiques en rapport avec l'analyse pollinique sont illustrés par les photographies des grains de pollens observés (figures 3 à 24).



Figure 3: dénombrement des grains de pollen de l'échantillon 1 (E1) au Gx40

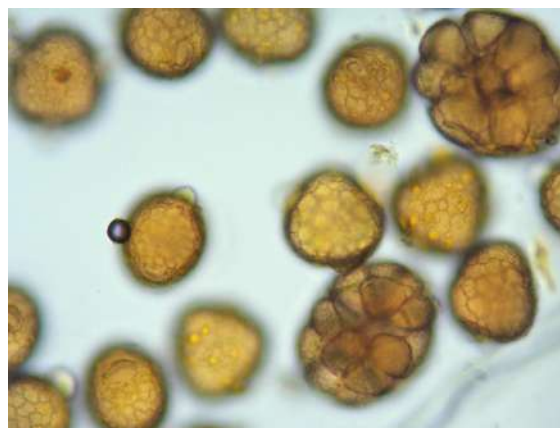


Figure 4 : dénombrement des grains de pollen de l'échantillon 2 (E2) au Gx40

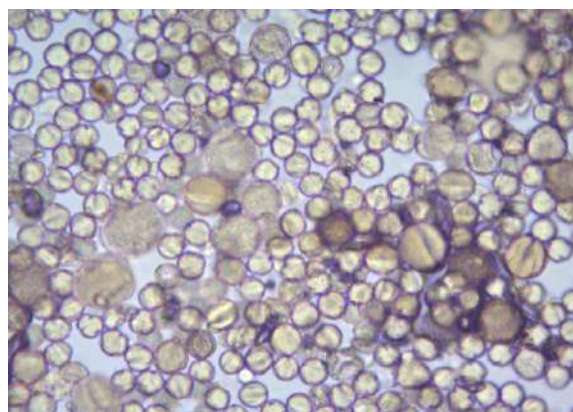


Figure 5 : dénombrement des grains de pollen de l'échantillon 3 (E3) au Gx40

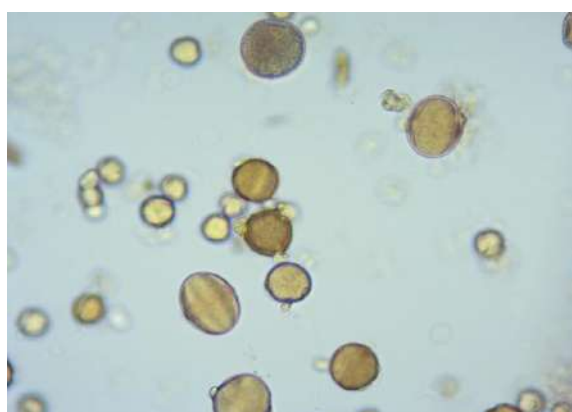


Figure 6 : dénombrement des grains de pollen de l'échantillon 4 (E4) au Gx40

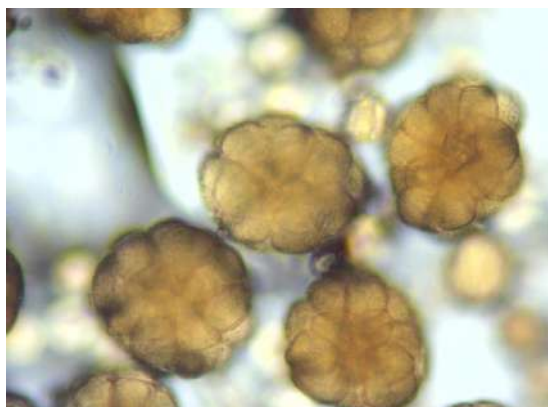


Figure 7 : dénombrement des grains de pollen de l'échantillon 5 (E5) au Gx40

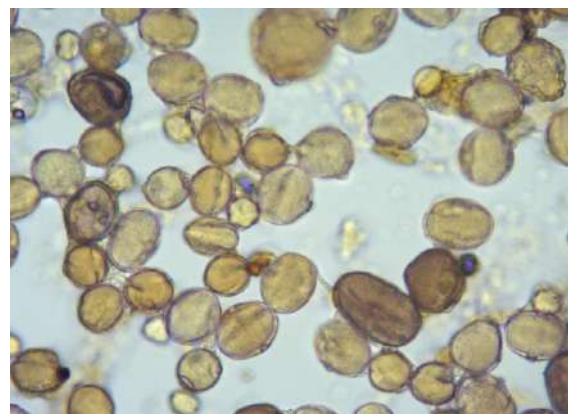
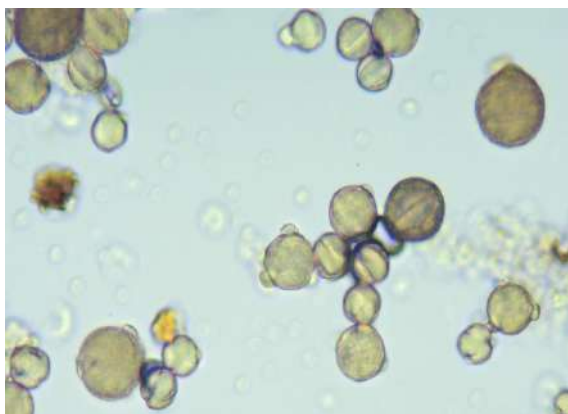
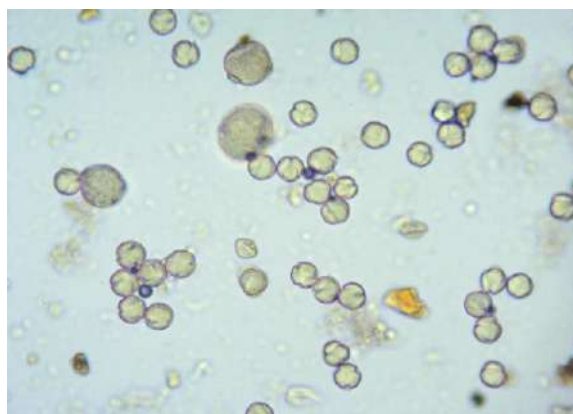


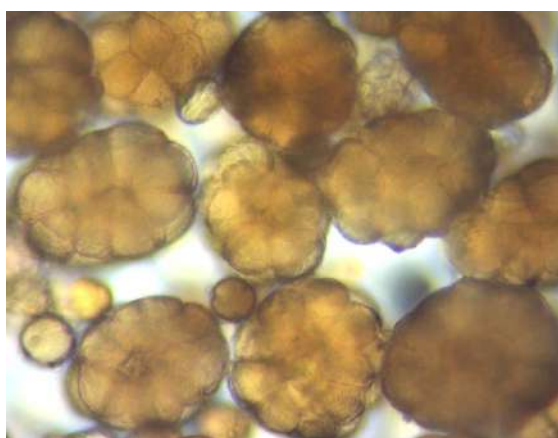
Figure 8 : dénombrement des grains de pollen de l'échantillon 6 (E6) au Gx40



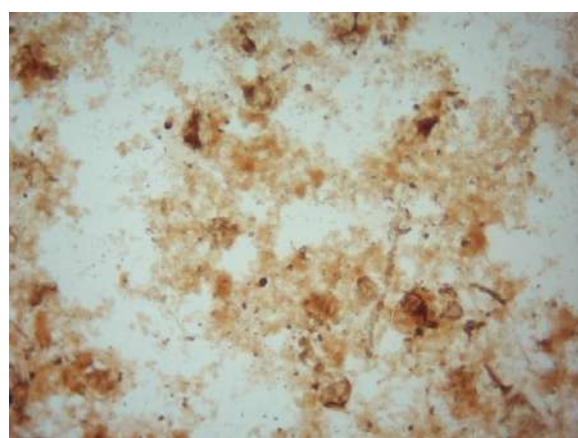
**Figure 9 : dénombrement des grains de pollen de l'échantillon 7 (E7) au Gx40**



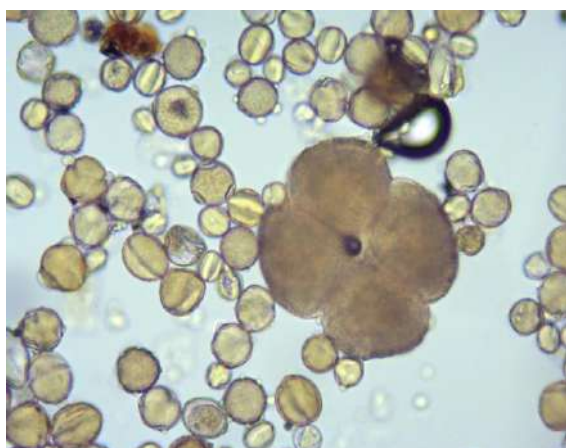
**Figure 10 : dénombrement des grains de pollen de l'échantillon 8 (E8) au Gx40**



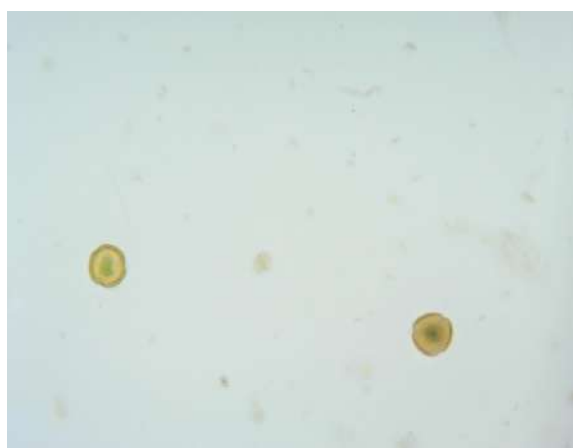
**Figure 11 : dénombrement des grains de pollen de l'échantillon 9 (E9) au Gx40**



**Figure 12 : Absence de grains de pollen dans l'échantillon 10 (E10) au grossissement 40 (Gx40)**



**Figure 13 : dénombrement des grains de pollen de l'échantillon 11 (E11) au Gx40**



**Figure 14 : dénombrement des grains de pollen de l'échantillon 12 (E12) au Gx40**

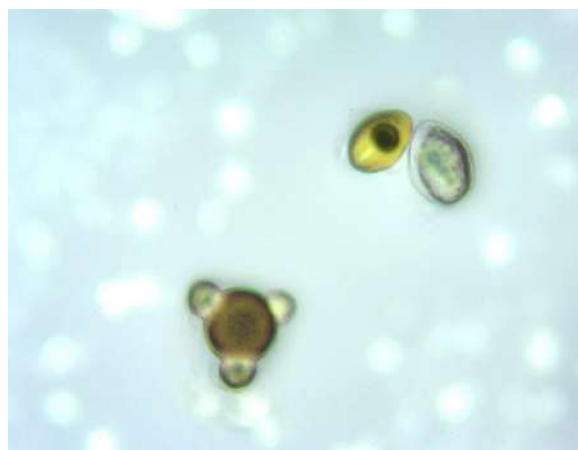




**Figure 15 : dénombrement des grains de pollen de l'échantillon 13 (E13) au Gx40**



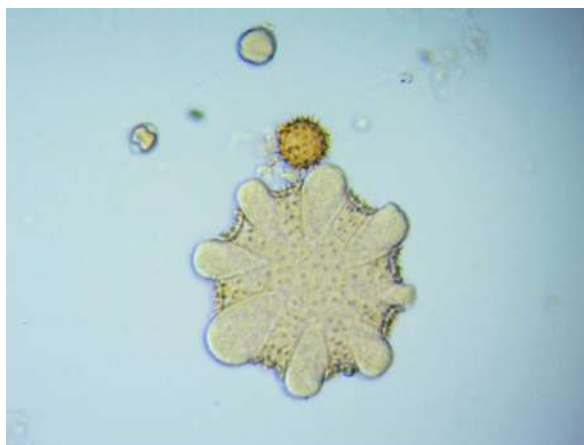
**Figure 16 : dénombrement des grains de pollen de l'échantillon 14 (E14) au Gx40**



**Figure 17 : dénombrement des grains de pollen de l'échantillon 15 (E15) au Gx40**



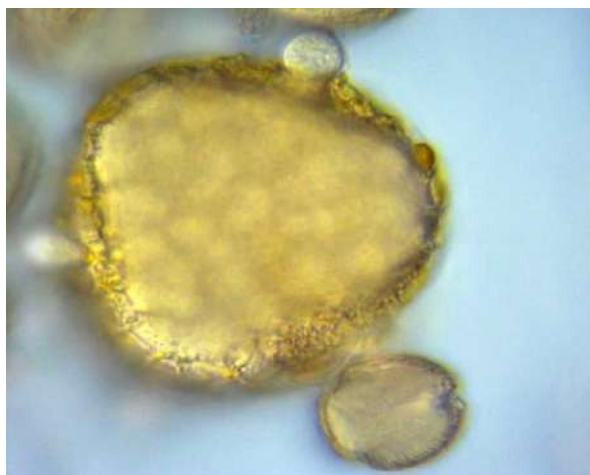
**Figure 18 : dénombrement des grains de pollen de l'échantillon 16 (E16) au Gx40**



**Figure 19 : dénombrement des grains de pollen de l'échantillon 17 (E17) au Gx40**



**Figure 20 : Quelques grains de pollen retrouvés dans l'échantillon 17 (E17) au Gx100**



**Figure 21 : Pollens de *Theobroma cacao* (grand pollen) et *Coffea arabica* (petit pollen) dans E1 au Gx100**



**Figure 22 : Pollen de *Robinia pseudo acacia* majoritairement retrouvé dans E12 Gx100)**



**Figure 23 : Pollen de *Citrus sinensis* majoritairement retrouvé dans E13 au Gx100**



**Figure 24 : Quelques grains de pollens retrouvés de E16 au Gx100**

Le tableau XII est un résumé de l'ensemble des résultats issus de l'analyse microscopique.

**Tableau XII : Analyse pollinique des échantillons de miels.**

Echantillons	Origine florale présumée par le fabricant	Densité pollinique obtenue	Familles ou espèce de Pollens déterminés
1	Caféier	++	<i>Coffee arabica</i> (Rubiaceae)
2	Acacia	++	<i>Coffee arabica</i> (Rubiaceae) ; <i>Acacia sp</i> (Mimosaceae)
3	Anacardier	+++	<i>Anacardium occidentale</i> Linn (Anarcadiaceae) ; <i>Acacia sp</i> (Mimosaceae) ; <i>Lannea acida</i> A. Rich ; <i>Vicia sp</i> (Fabaceae)
4	Toutes fleurs	++	<i>Acacia sp</i> (Mimosaceae) ; <i>Vicia sp</i> (Fabaceae), pollen d'Astéraceae
5	Toutes fleurs	+++	<i>Acacia sp</i> (Mimosaceae) ; <i>Anacardium occidentale</i> Linn ; Pollen de rubiaceae
6	Toutes fleurs	++	<i>Vicia sp</i> (Fabaceae) ; <i>Acacia sp</i> (Mimosaceae)
7	Toutes fleurs	++	<i>Coffee arabica</i> (Rubiaceae) ; <i>Vicia sp</i> (Fabaceae)
8	Toutes fleurs	++	<i>Anacardium occidentale</i> Linn (Anarcadiaceae ; Autres pollen non identifiés
9	Toutes fleurs	+++	<i>Acacia sp</i> (Mimosaceae) ; pollen d'Astéraceae ; <i>Anacardium occidentale</i> Linn (Anarcadiaceae)
10	Dattier	--	Aucun grain de pollen
11	Toutes fleurs	+++	<i>Acacia sp</i> (Mimosaceae) ; <i>Acacia sp</i> (Mimosaceae) ; autres pollens non identifiés
12	Acacia	+	robinia pseudoacacia ( Fabacées ) ; <i>Acacia longifolia</i> (Mimosaceae) ; <i>Cirsium arvense</i> (Asteraceae) ; Pollen de Malvaceae.
13	Oranger	+	<i>Citrus sinensis. L</i> (Rutaceae) ; <i>Achillea sp</i> (Asteraceae) <i>Rhododendron groenlandicum</i> (Ericaceae)
14	Toutes fleurs	+	<i>Rhododendron groenlandicum</i> ( Éricacées ) ; pollen d'Astéraceae
15	Toutes fleurs	+	<i>Citrus sinensis. L</i> (Rutaceae) ; <i>Coriandrum sativum</i> L. (Apiaceae) ; autres pollens non identifiés
16	Toutes fleurs	++	<i>Melissa officinalis L</i> (Lamiaceae) ; pollen d'Astéraceae ; Pollen de Malvaceae
17	Toutes fleurs	+	<i>Acacia sp</i> ( Mimosaceae ) ; <i>Melissa officinalis L</i> (Lamiaceae) ; pollen d'Astéraceae ; <i>Citrus sinensis. L</i> (Rutaceae)



## **CHAPITRE III : DISCUSSION**

### **III.1 Indicateurs physico-chimiques de la qualité**

#### **III.1.1 La Densité**

L'analyse de la densité des échantillons de miels permet de dire que tous les échantillons, excepté l'échantillon E10 ( $D= 1,28$ ) répondent aux normes préconisées par le Codex Alimentarius selon lesquelles les valeurs de densité du miel doivent être comprises entre 1,39 et 1,52.

LOUVEAUX [24] indique que les variations de densité des miels proviennent surtout des variations de la teneur en eau. Plus un miel est riche en eau et moins il est dense, c'est ainsi que l'échantillon E16 qui est le miel le plus dense avec une densité de 1,45 possède la teneur en eau la plus faible (16,2%).

A l'inverse, l'échantillon E10 qui est l'échantillon le moins dense ( $D= 1,28$ ) possède la teneur en eau la plus élevée (plus de 25%).

La comparaison des moyennes ne montre pas de différence significative entre les différents échantillons de miels locaux et importés.

#### **III.1.2 Le pH**

Les valeurs de pH des échantillons de miel oscillent entre 3,90 et 4,70 avec une moyenne de 4,16. Tous les miels étudiés sont acides.

DONADIEU [41] et GONNET [42], signalent que le miel est acide, son pH est en moyenne compris entre 3,5 et 6. Le pH d'un miel est en relation avec la quantité d'acides ionisables qu'il renferme, ainsi qu'avec sa composition minérale.

GONNET [43] ajoute que le pH est une mesure qui permet la détermination de l'origine florale du miel. Ainsi, les miels issus de nectar ont un pH compris entre 3,5 et 4,5. Par contre, ceux provenant des miellats sont compris entre 5 et 5,5.



L'ensemble des miels analysés serait des miels de nectar et l'échantillon E3 (pH= 4,7) pourrait être issu d'un mélange de nectar et de miellat.

Le même auteur affirme qu'un pH faible de l'ordre de 3,5 prédétermine un produit fragile pour la conservation duquel il faudra prendre beaucoup de précautions. Par contre, un miel à pH 5 ou 5,5 se conservera mieux et plus longtemps.

Une relation indirecte peut apparaître entre le pH et la conductivité électrique (CE) des miels. Nous avons trouvé que les miels qui ont une CE élevée enregistrent un pH élevé ; c'est le cas de l'échantillon E3 (pH= 4,7) qui présente également une haute valeur de conductivité électrique ( $9,54 \times 10^{-4}$  S/cm). Cette relation peut donner une idée de l'origine florale des miels.

Au regard des normes relatives au pH des miels, nous pouvons conclure que les miels étudiés, locaux comme importés, sont des miels de nectars excepté l'échantillon E3 qui pourrait être issu d'un mélange de miellat et de nectar.

L'analyse des moyennes de pH ne montre aucune différence significative ( $p > 0,05$ ) entre les miels locaux et les miels importés.

### **III.1.3 La conductivité électrique**

Les valeurs de conductivité électrique obtenues sont comprises entre 1,39 et  $39,70 \times 10^{-4}$  S/cm, avec une moyenne de  $7,08 \times 10^{-4}$  S/cm.

Ces valeurs correspondent à celles rapportées par le *Codex alimentarius*, qui ne dépassent pas  $8 \times 10^{-4}$  S/cm pour les miels de nectar, et ne descendent pas en dessous de  $8 \times 10^{-4}$  S/cm pour les miels de miellat.

GONNET [43] signale que les miels foncés sont les plus riches en matières minérales ionisables, donc bon conducteur de courant. [20] affirme que les sels minéraux sont apportés par le pollen, par le nectar des fleurs ou par les miellats. Tous les échantillons exceptés les échantillons E3 et E10 ont une valeur de conductivité électrique inférieure à  $8 \times 10^{-4}$  S/cm et sont donc des miels de nectar. Ces échantillons sont plus clairs, contiennent moins de matières minérales et donc conduisent relativement moins le courant.

Les échantillons E3 ( $CE = 9,54 \times 10^{-4}$  S/cm) et E10 ( $CE = 39,70 \times 10^{-4}$  S/cm) sont de bons conducteurs de courant car ont une conductivité électrique supérieure à  $8 \times 10^{-4}$  S/cm et cela n'est pas étonnant vu leur coloration très foncée. Ces deux derniers miels seraient donc des miels issus en partie de miellat.

Globalement, nous remarquons que la conductivité électrique est relativement plus élevée pour les miels locaux que les miels importés excepté l'échantillon E10 qui a une valeur de CE peu ordinaire.

GONNET [43] affirme que la conductivité électrique du miel apporte une indication précieuse dans la définition de son appellation.

Il poursuit en disant que cette conductivité varie selon un rapport moyen compris entre 1 et  $15 \times 10^{-4}$  S/cm. Entre 1 et  $5 \times 10^{-4}$  S/cm on trouve à peu près tous les miels de nectar ; entre  $1,3$  et  $3 \times 10^{-4}$  S/cm celui d'acacia et entre  $1,4$  et  $3 \times 10^{-4}$  S/cm celui de l'oranger.

Les miels issus de miellats ont une CE variant de  $10$  à  $15 \times 10^{-4}$  S/cm, par contre, les valeurs médianes de CE correspondent souvent à des mélanges naturels des deux origines (nectar et miellat).

Partant de cette affirmation, et des résultats qui précèdent, nous pouvons faire les remarques suivantes:

. Les échantillons E12 ( $CE = 1,39 \times 10^{-4}$  S/cm) et E13 ( $CE = 1,676 \times 10^{-4}$  S/cm) respectivement « miel d'acacia » et « miel d'oranger » confirment effectivement leur appellation florale.

. La CE de l'échantillon E10 « miel de Datte » ( $CE = 39,70 \times 10^{-4} \text{ S/cm}$ ) est largement supérieure à la valeur moyenne de CE de miels et laisse soupçonner un ajout de matières minérales, ce qui irait à l'encontre des règles du codex alimentarius [5].

. L'échantillon E14 « FOREVER BEE HONEY : miel des montagnes d'Espagne » ayant une conductivité médiane ( $CE = 7,37 \times 10^{-4} \text{ s/cm}$ ) serait issu d'un mélange de nectar et de miellat.

Nous pouvons donc conclure que tous les miels analysés sont des miels de fleurs, exceptés les échantillons E3, E10 et E14 qui seraient des mélanges de nectar et de miellat. Les conductivités électriques des miels locaux sont en général plus élevées que celles des miels importés excepté l'échantillon E10 dont les autres analyses confirmeront la nature.

Toutefois, l'analyse statistique relative à la CE montre une différence non significative ( $p > 0,05$ ) entre les miels locaux et les miels importés.

### **III.1.4 La teneur en eau**

De prime abord, nous remarquons que les teneurs en eau obtenues par réfractométrie et par dessiccation sont très proches et montrent une différence non significative.

Nous interpréterons essentiellement les valeurs de teneur en eau obtenues par réfractométrie car c'est sur cette base que les normes internationales pour ce paramètre ont été définies. Les valeurs obtenues par dessiccation serviront pour les teneurs au-dessus de 25%.

La teneur en eau des échantillons de miel varie de 16,2% à plus de 25%, avec une moyenne de 18,07%.

Ces valeurs ne se situent pas toutes dans l'intervalle préconisé par le Codex alimentarius [5], qui ne doivent pas dépasser 21% en général et excéder 25% pour les miels industriels.

L'échantillon E16 présente la plus faible teneur en eau (16,2 %) contrairement à l'échantillon E10 qui présente la plus forte teneur en eau (34,2 %).

Selon [44], les miels commercialisés ont une teneur en eau très variée, allant de 14 à 25%, l'optimum se situe entre 17 et 18%.

La teneur en eau est une donnée très importante à connaître, car elle conditionne la qualité du miel. En effet, seuls les miels dont la teneur en eau est inférieure à 18% sont bons à conserver [42].

La faible teneur en eau (16,2%) de l'échantillon E16 confirme que le risque de fermentation est très faible dans cet échantillon, ce qui ne serait pas le cas de l'échantillon E10 (34,2%), qui pourrait montrer une très grande instabilité et une mauvaise conservation.

Nous remarquons aussi que la plupart des échantillons locaux et importés de la zone Afrique présentent une teneur en eau supérieure à 18%.

Les miels importés de la zone Europe/Amérique présentent tous une teneur en eau inférieure à 18%.

Seuls trois (3) échantillons locaux (E4, E5 et E8) présentent des teneurs inférieures à 18%, soit 17% ; 17,4% et 16,6%, ce qui rassure sur leur stabilité et donc sur leur qualité.

La teneur en eau dépend de divers facteurs tels que la saison de récolte, le degré de maturité atteint dans la ruche et les facteurs climatiques.

De tous ce qui précèdent, nous pouvons conclure que les échantillons peuvent être conservés sans trop grand risque d'altération de leurs propriétés physico-chimiques excepté l'échantillon E10 dont la conservation sera très difficile.

La comparaison des moyennes de la teneur en eau montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les miels locaux et les miels importés.

### **III.1.5 Le taux de sucres (degré de Brix) :**

Les valeurs de Brix varient entre 70 % et 82 %.

L'échantillon E16 présente la plus forte teneur en sucre contrairement à l'échantillon E10 (plus faible teneur en sucre).

Le degré Brix du miel varie en sens inverse de la teneur en eau et renseigne donc sur le taux de sucre du miel [36].

## **III.2 Indicateurs microscopiques de la qualité**

L'observation au microscope des échantillons a permis, selon la quantité de grains pollens présents, de les répartir en 3 classes :

Classe I : Grand nombre de pollens (+++) : plus de 80 grains de pollens par champs au grossissement 10 (Gx10).

Classe II : peu de pollens (++) : entre 40 et 80 grains de pollens par champs au grossissement 10 (Gx10).

Classe III : Très peu de pollens (+) : moins de 40 grains de pollens par champs au grossissement 10 (Gx10).

Les variations quantitatives et qualitatives en pollens sont dues:

- A la diversité des espèces végétales butinées par l'abeille, et leur intérêt apicole: soit l'espèce butinée est pollinifère, nectarifère ou les deux à la fois,
- Au travail et aux besoins de la colonie d'abeille,
- A la technologie du miel : le mode d'extraction (mécanique ou manuel), la filtration : les miels importés qui subissent une ultrafiltration verront l'élimination des pollens [45].

### **III.2.1 Classe I : Grand nombre de pollens (+++)**

Nous avons observé un grand nombre de pollens dans les échantillons E3, E5, E9 et E11. Ce sont essentiellement des miels produits localement.

L'échantillon E3 (miel d'anacardier) révèle la présence d'un nombre important de grains de pollen, et après identification par comparaison avec des pollens de référence, nous pouvons dire qu'il confirme bien son appellation florale présumée et son origine géographique (Katiola), puisqu'il est dominé par les grains de pollen d'Anacardiaceae.

En effet, la ville de Katiola est une zone de la Côte d'Ivoire où la culture de l'anacardier est beaucoup pratiquée par les paysans [46]. L'échantillon E3 est donc un miel monofloral.

Après observation au microscope des échantillons E5 et E9, nous avons pu constater qu'ils sont des miels monofloraux d'Acacia car contiennent en grande majorité les pollens de Mimosaceae du genre Acacia.

L'échantillon E11 lui présente différentes formes de pollens. Après identification par comparaison avec des pollens de référence, nous trouvons par exemples des pollens de la famille des Mimosaceae, Anacardiaceae, Caryophyllacées, Fabacées ; et bien d'autres que nous n'avons pu identifier.

Il s'agit donc d'un miel polyfloral ce qui confirme bien son appellation « miel toutes fleurs ».

### **III.2.2 Classe II : peu de pollens (++)**

Dans cette classe nous avons regroupé les miels qui présentent une quantité peu abondante de pollens (entre 40 et 80 grains de pollens par champs au Gx10). Nous retiendrons dans cette classe les échantillons E1, E2, E4, E6, E7, E8 et E16.

Nous remarquons que les échantillons E4, E6, E7, E8 et E16 renferment plusieurs formes de pollens. Ils confirment donc leur appellation et sont tous des miels multif floraux.

Après identification des pollens des échantillons E1 (miel de caféier) et E2 (miel d'acacia), nous constatons qu'ils ne confirment pas leurs appellations florales présumées puisque :

- Pour l'échantillon E1, il est certes unifloral mais les grains de pollens observés ne correspondent pas à l'origine botanique présumée (Caféier) mais ressembleraient plutôt au pollen de Cacaoyer (*Theobroma cacao*).
- Pour l'échantillon E2 (miel d'acacia), nous observons essentiellement deux types de grains de pollens en quantité presque égale : des pollens d'Acacia et des pollens de morphologie proche de *Theobroma cacao*. Cet échantillon n'est donc pas un miel unifloral mais un mélange de deux miels unifloraux.

Nous rappelons par ailleurs que les échantillons E1 et E2 sont produits par la même structure « Holly Honey » et la culture des deux plantes (Caféier et Cacaoyer) se font dans les mêmes zones.

### III.2.3 Classe III : Très peu de pollens (+)

C'est la classe qui regroupe les échantillons de miel qui ont une très faible quantité de grains de pollen après observation au microscope (moins de 40 pollens par champs au Gx10). Les échantillons E12, E13, E14, E15 et E17 appartiennent à cette classe et sont tous des miels importés.

Dans les échantillons E14, E15 et E17, nous découvrons différentes formes de pollens en faible quantité, ils confirment l'appellation miels multif floraux.

L'observation microscopique des échantillons E12 (miel d'acacia) et E13 (miel d'oranger d'Espagne) montre qu'ils sont des miels monofloraux et confirme bien leur appellation florale.

Il est intéressant de remarquer que l'échantillon E12 (importé) appelé miel d'acacia tout comme l'échantillon E2 (local) aussi appelé miel d'acacia présentent des pollens de morphologies différentes. Cela s'explique par le fait qu'ils proviennent de deux plantes différentes qui portent le même nom courant « acacia ».

En Europe, l'on désigne par acacia, le Robinier (*Robinia pseudoacacia*) ou faux acacia qui est différent des genres *Acacia.sp* retrouvés en Afrique [47].

L'échantillon E10 est assez particulier car il ne contient aucun grain de pollen et ne serait donc pas un miel d'abeille. Nos recherches approfondies portent à croire que l'échantillon E10 est un sirop de datte. Ces sirops de datte bien connus au Moyen-Orient et dans les pays arabes, sont appelés improprement miels [48] du fait de leur aspect très proche du miel d'abeille.

En somme, nous retiendrons que l'analyse microscopique des pollens (analyse pollinique) est un paramètre très important dans l'analyse des miels car elle donne des informations précises sur les origines botanique et géographique et permet de déceler les éventuelles fraudes.





## CONCLUSION

L'objectif général du travail que nous avons mené était de réaliser une étude comparative de la qualité des miels locaux et importés en Côte d'Ivoire.

Ce travail nous a permis d'évaluer cette qualité à travers différentes analyses effectuées aux fins de comparer les miels locaux et ceux importés.

Au terme de ce travail, nous constatons les particularités suivantes :

- ✓ Les valeurs de densité des échantillons de miel étudiés excepté l'échantillon E10 ( $D= 1,28$ ) répondent à la norme préconisée par le codex alimentarius qui est de 1,39 à 1,52.
- ✓ En ce qui concerne le pH, nous pouvons dire que les miels étudiés, locaux comme importés sont des miels de nectars excepté l'échantillon E3 qui pourrait contenir une petite quantité de miellat.
- ✓ L'analyse de la conductivité électrique (CE) permet de dire que tous les miels sont des miels de fleurs, excepté les échantillons E3 et E14 qui seraient des mélanges de nectar et de miellat. Les CE des miels locaux sont plus élevées que celles des miels importés excepté l'échantillon E10 qui a une valeur anormalement élevée.
- ✓ Les teneurs en eau des miels sont plus élevées pour les échantillons locaux que ceux importés mais demeurent toutes dans les normes préconisées. Les miels importés de la zone Europe/Amérique et l'échantillon E8 (local) présentent les meilleures teneurs en eau, toutes inférieures à 18%. L'échantillon E10 en provenance d'Algérie s'écarte significativement des autres miels avec une teneur en eau de plus de 25%.
- ✓ Au niveau de l'analyse pollinique, nous avons classé les échantillons de miel en 3 classes. La plupart des miels importés se situent dans la troisième classe, qui renferme les échantillons les plus pauvres en pollens. Cette analyse a permis la détection de non-conformité au niveau de l'appellation florale ; c'est le cas des échantillons E1 et E2.

L'analyse pollinique de l'échantillon E10 montre une absence totale de grains de pollen et permet de dire que cet échantillon n'est pas du miel d'abeille.

D'autres indicateurs physico-chimiques de la qualité auraient pu être évalués, notamment le taux d'HMF (Hydroxymethylfurfural) et le taux de sucres réducteurs. Toutefois, le manque de réactifs nécessaires à la réalisation de ces deux analyses en a été le facteur limitant.

En définitive, les résultats présentés dans ce travail sont des informations utiles, et peuvent servir d'outils d'aide à la réalisation en routine d'un contrôle de la qualité de tous types de miels.

## RECOMMANDATIONS

Au terme de notre étude, nous faisons les recommandations suivantes :

➤ **AUX AUTORITÉS ADMINISTRATIVES**

- Développer des centres de réinsertion sociale des jeunes à travers l'apiculture,
- Promouvoir une formation professionnelle diplômante ou qualifiante en apiculture,
- Aider et encourager les apiculteurs Ivoiriens à travers la mise à disposition d'équipements et de moyens financiers afin de développer le secteur apicole.

➤ **AUX APICULTEURS IVOIRIENS**

- Redynamiser la filière apicole pour un meilleur développement des mielleries et des circuits de distribution,
- Œuvrer à la labellisation des miels locaux,
- Promouvoir les journées nationales de l'apiculture qui se déroulent chaque année en Côte d'Ivoire.

➤ **AUX PROFESSIONNELS DE SANTÉ**

- Orienter davantage les projets de recherche sur le miel et ses vertus,
- Sensibiliser les consommateurs sur les bienfaits de l'utilisation du miel.



## BIBLIOGRAPHIE

- [1] **Lefief-Delcourt A.** Le miel malin. Paris, Leduc.s, 2010, 176 p.
- [2] **Domerego R.** Santé, bien-être, apithérapie. *In* Le traité rustica de l'apiculture. Paris, Rustica ; 2002, p. 390-416.
- [3] **Jacques G.** 250 réponses aux questions d'un ami des abeilles ; 2008, 66p.
- [4] **Nicolaÿ J.** Perspective d'avenir en apithérapie à l'officine. Thèse de Pharmacie. Université d'Angers ; 2015, 187p.
- [5] **Codex Alimentarius.** Commission Standards, 1981, Codex Standard for honey (European Regional Standards) Vol. **III**, FAO, Rome.
- [6] **Jean-prost P.** L'apiculture, connaître l'abeille, conduire le rucher. 6ème édition Lavoisier; 1987, 597p.
- [7] **Philippe M, Laurence B.** L'homme, l'abeille et le miel. Editions De Borée ; 2007, 223p.
- [8] **Lequet L.** Du nectar à un miel de qualité : contrôles analytiques du miel et conseils pratiques à l'intention de l'apiculteur amateur. Thèse de doctorat vétérinaire, Université Claude Bernard- Lyon I ; 2010, 194p.
- [9] **Schweitzer P.** Un miel étrange... L'abeille de France n°920 ; Décembre 2005.
- [10] **Schweitzer P.** Mauvaise herbe et apiculture, Laboratoire d'analyse et d'écologie apicole, Rev. L'abeille de France ; 2004, pp : 9 -11.
- [11] **Emmanuelle H, Julie C et Laurent G.** Les constituants chimiques du miel. Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaire. APISERVICES, galerie virtuelle apicole.1996.
- [12] **Blanc M.** Propriétés et usage médical des produits de la ruche. Thèse de doctorat, Université de Limoges; 2010, 142 p.
- [13] **Rossant A.** Le miel, un composé complexe aux propriétés surprenantes. Thèse de doctorat, Université de Limoges ; 2011, 132 p.
- [14] **Bruneau E.** Les produits de la ruche, Ed: Rustica ; 2004, 354-384

- [15] **Clément H.** Le Traité Rustica de l'Apiculture. Ed : Rustica/FLER, Paris; 2006, 528p
- [16] **Bogdanov S, Bierri K et Gallman P.** Miels monofloraux suisses, Centre de recherches apicoles, Station de recherches en production animale et laitière; 2005, 55p.
- [17] **Belhaj O, Jihane O et Saadia Z.** Étude physicochimique de quelques types de Miels marocains. Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires 3, n° 3 ; 2015: 71–75.
- [18] **Schweitzer P.** Le monde des miellats. Revue de l'abeille de France N°908 .Laboratoire d'analyse et d'Ecologie Apicole ; 2004, 02p.
- [19] [http://apicultura.wikia.com/wiki/Método\\_Dyce](http://apicultura.wikia.com/wiki/Método_Dyce) (12 Janvier 2018)
- [20] **Louveaux J.** Composition propriété et technologie du miel. Les produits de la ruche, in Traité de biologie de l'abeille. Tome 03. Ed: Masson et Cie; 1968, 389p.
- [21] **Alvarez L.** Honey Proteins and their Interaction with Polyphenols. Submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science, Brock university; 2010, 93p.
- [22] **Gonnet M, Vache G.** Le gout de miel. Ed. UNAF, Paris ; 1985, 150p
- [23] **Huchet E, Coustel J et Guinot L.** Les constituants chimiques du miel. Méthode d'analyse chimique, Département de science et de l'aliment, Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaire. France; 1996, 16p.
- [24] **Louveaux J.** Les abeilles et leur élevage. Ed Opida ; 1985, p165-181.
- [25] **Donadieu Y.** Le miel thérapeutique. 2ème Ed Maloine S.A.Paris ; 1978, 28p.
- [26] **Bogdanov S.** Stockage, cristallisation et liquéfaction du miel. Centre suisse de recherche apicoles; 1999, 05p.
- [27] **Guerriat H.** Être performant en apiculture, Guerriat (Ed.), Soignies, Belgique; 1996, 416p.



- [28] **Guerzou M et Nadji N.** Etude comparative entre quelques miels locaux et autres importés. Mémoire Ingénieur d'Etat en Agropastoralisme, Alger, Université ZIANE ACHOUR – Djelfa ; 2009. 96p
- [29] **Descottes B.** Cicatrisation par le miel, l'expérience de 25 années. *Phytothérapie*. 2009; 7(2):112–116.
- [30] **Bardy J, Slevin NJ, Mais KL et Molassiotis A.** A systematic review of honey uses and its potential value within oncology care. *J Clin Nurs*. 2008;17(19):2604–2623.
- [31] **Kone S, Toure S, Bana A, Kone S et Dogba E.** Traitement des plaies par le miel à Abidjan. *Mali Med*; 2016, 31(3):31-35.
- [32] **Marvin G.** The weight per gallon of honeys from various floral sources. *Jour. Econ. Ent.* 1934; 27(3): 608-611.
- [33] **White JW, Mary L, Mary H, Irene K.** Composition of American honeys, USDA technical bulletin 1261, 1-124 (1962) 20 p
- [34] **Lobreau-Callen D et Marie-claude C.** Les miels, Techniques de l'Ingénieur, traité Agroalimentaire, 2001, 20p.
- [35] **Benson H.** Physique III : Ondes, optique et physique moderne. Vol. 3 De Boeck Supérieur ; 2016.
- [36] **Dailly H :** Le refractomètre un outils essentiel  
[http://www.cari.be/medias/abcie\\_articles/122\\_refractometre-1.pdf](http://www.cari.be/medias/abcie_articles/122_refractometre-1.pdf) (05 Janvier 2018)
- [37] **Zander E.** Conception de pollen et détermination de l'origine du miel de fleur. Berlin: Reichsfachgruppe apiculteur. (1935, 1937, 1941, 1949, 1951).
- [38] **Louveaux J, Maurizio A et Vorwohl G,** Les méthodes de la méliospalynologie, commission internationale de botanique apicole de l'U.I.S.B ;1970, 17p
- [39] **Ybert J-P.** Atlas de pollens de Côte d'Ivoire. IRD Editions; 1979.

[40] **Girard M.** Ouvrage-photo-pollen-sept-2014-1t7pr64.pdf [Internet]. [cité 15 août 2018]. Disponible sur: <https://cpb-us-e1.wpmucdn.com/blogs.cornell.edu/dist/b/5020/files/2015/06/Ouvrage-photo-pollen-sept-2014-1t7pr64.pdf>

[41] **Donadieu Y et Marchiset C.** la cire thérapeutique naturelles. Ed Maloine S.A .Paris; 1984, p 69.

[42] **Gonnet M.** Le miel: composition, propriétés, conservation. Ed. Echauffour. Argentan. Ornes; 1982, 9-12 pp.

[43] **Gonnet M.** L'analyse des miels. Description de quelques méthodes de contrôle de qualité. Bul. Tech. Apic; 1986, 54, 13(1) p 17-36.

[44] **Chauvin R.** Traité de biologie de l'abeille, Paris, Masson, 1968 (2e éd.), vol. 5, p. 1-35.

[45] **Belaïd M.** Etude physico-chimique et palynologique de quelques miels d'Algérie : Etablissement des normes d'identification. Thèse de Magister. INA El Harrach; 1999, 213p.

[46] <https://www.lepaysan.ci/katiola-les-acteurs-de-la-filiere-anacarde-prets-a-relever-le-defi-de-la-qualite/> (18 janvier 2018)

[47] <https://www.apiservices.biz/fr/articles/classes-par-popularite/254-faux-et-vrais-acacias> (20 janvier 2018)

[48] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Sirop\\_de\\_datte](https://fr.wikipedia.org/wiki/Sirop_de_datte) (02 février 2018)



## ***ANNEXES***

## Annexe 1 : Tableau d'analyse statistique

		Moyenne	Ecart-type	Médiane	Variance	Mini	Maxi	Statistique p-value
<b>INDICE DE REFRACTION</b>	Locaux	1,49	0,002	1,49	0,000	1,49	1,50	0,535 (NS)
	Importés	1,48	0,009	1,49	0,000	1,47	1,50	
<b>DEGRE BRIX</b>	Locaux	79,88	1,24	80,00	1,54	78,00	81,50	0,588(NS)
	Importés	79,25	3,82	80,00	14,64	70,00	82,00	
<b>TENEUR EN EAU (Refractomètre) en (%)</b>	Locaux	18,33	1,18	18,20	1,40	16,60	20,20	0,92(NS)
	Importés	17,74	0,93	17,00	0,87	16,20	Sup à 25	
<b>TENEUR EN EAU (Dessiccation) en (%)</b>	Locaux	19,23	1,23	19,00	1,52	17,05	21,30	0,763(NS)
	Importés	19,85	5,94	17,68	35,28	16,23	34,20	
<b>CONDUCTIVITE ELECTRIQUE (10<sup>-4</sup> S/cm)</b>	Locaux	5,98	1,73	6,04	2,99	3,37	9,54	0,669(NS)
	Importés	8,32	12,86	3,48	165,44	1,39	39,70	
<b>pH</b>	Locaux	4,21	0,27	4,18	0,075	3,92	4,70	0,361(NS)
	Importés	4,11	0,18	4,06	0,034	3,90	4,42	
<b>DENSITE</b>	Locaux	1,40	0,02	1,41	0,000	1,38	1,44	0,700(NS)
	Importés	1,39	0,05	1,41	0,003	1,28	1,45	

La comparaison des moyennes des différents paramètres ne montre pas une différence significative entre les différents échantillons de miel.

**Annexe 2 : Table de CHATAWAY (1935)**

<b>Indice de Réfraction (20°C)</b>	<b>Teneur en eau (%)</b>	<b>Indice de réfraction (20°C)</b>	<b>Teneur en eau (%)</b>	<b>Indice de réfraction (20°C)</b>	<b>Teneur en eau (%)</b>
1,5044	13,0	1,4935	17,2	1,4835	21,2
1,5038	13,2	1,4930	17,4	1,4830	21,4
1,5033	13,4	1,4925	17,6	1,4825	21,6
1,5028	13,6	1,4920	17,8	1,4820	21,8
1,5023	13,8	1,4915	18,0	1,4815	22,0
1,5018	14,0	1,4910	18,2	1,4810	22,2
1,5012	14,2	1,4905	18,4	1,4805	22,4
1,5007	14,4	1,4900	18,6	1,4800	22,6
1,5002	14,6	1,4895	18,8	1,4795	22,8
1,4997	14,8	1,4890	19,0	1,4790	23,0
1,4992	15,0	1,4885	19,2	1,4785	23,2
1,4987	15,2	1,4880	19,4	1,4780	23,4
1,4982	15,4	1,4875	19,6	1,4775	23,6
1,4976	15,6	1,4870	19,8	1,4770	23,8
1,4971	15,8	1,4865	20,0	1,4765	24,0
1,4966	16,0	1,4860	20,2	1,4760	24,2
1,4961	16,2	1,4855	20,4	1,4755	24,4
1,4956	16,4	1,4850	20,6	1,4750	24,6
1,4951	16,6	1,4845	20,8	1,4745	24,8
1,4946	16,8	1,4840	21,0	1,4740	25,0
1,4940	17,0				

### **Annexe 3 : Quelques images de nos différentes manipulations**



**Figure 25 : Préparation des Solutions de miel**



**Figure 26 : pH mètre de marque SEVEN COMPACT S220**



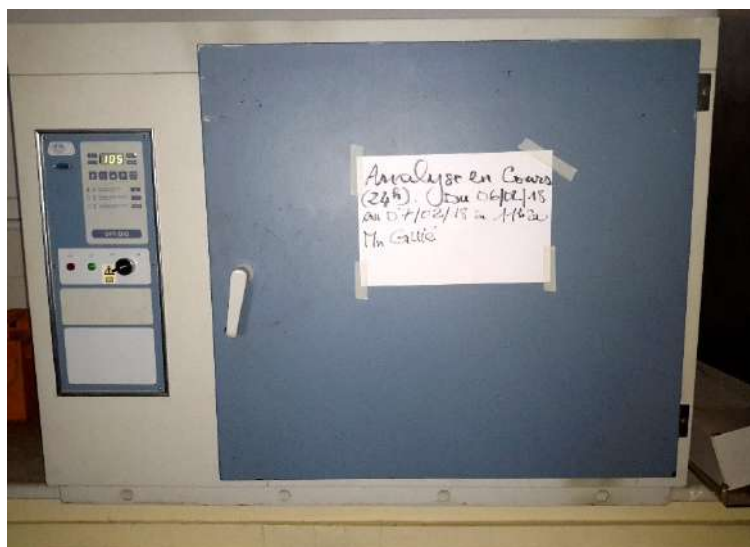
**Figure 27: Balance de marque OHAUS PIONNEER**



**Figure 28 : Conductimètre électrique de marque HANNA INSTRUMENTS**



**Figure 29 : Refractomètre d'Abbe de marque ATAGO**



**Figure 30 : Etuve digitale de marque JP SELECTA**





**Figure 31: Centrifugeuse de marque UNIVERSAL320**



**Fig 32 : Quelques échantillons après centrifugation**

#### Annexe 4 : Quelques photos de pollens de référence:



Figure 33: *Melissa officinalis* L (Lamiaceae)



Figure 34: *Coriandrum sativum* L.  
(Apiaceae)

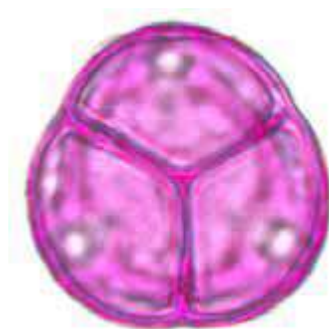


Figure 35: *Rhododendron groenlandicum*



Figure 36: *Vicia* sp (Fabaceae)

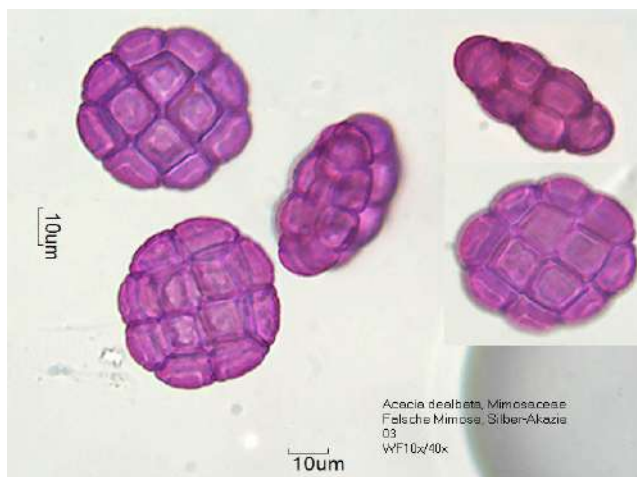


Figure 37: Pollen d'acacia (Mimosaceae)



Figure 38: Pollen d'asteraceae

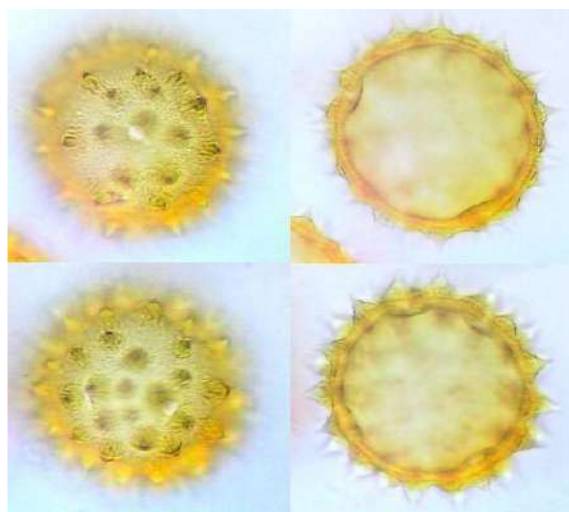


Figure 39: Pollen de malvaceae

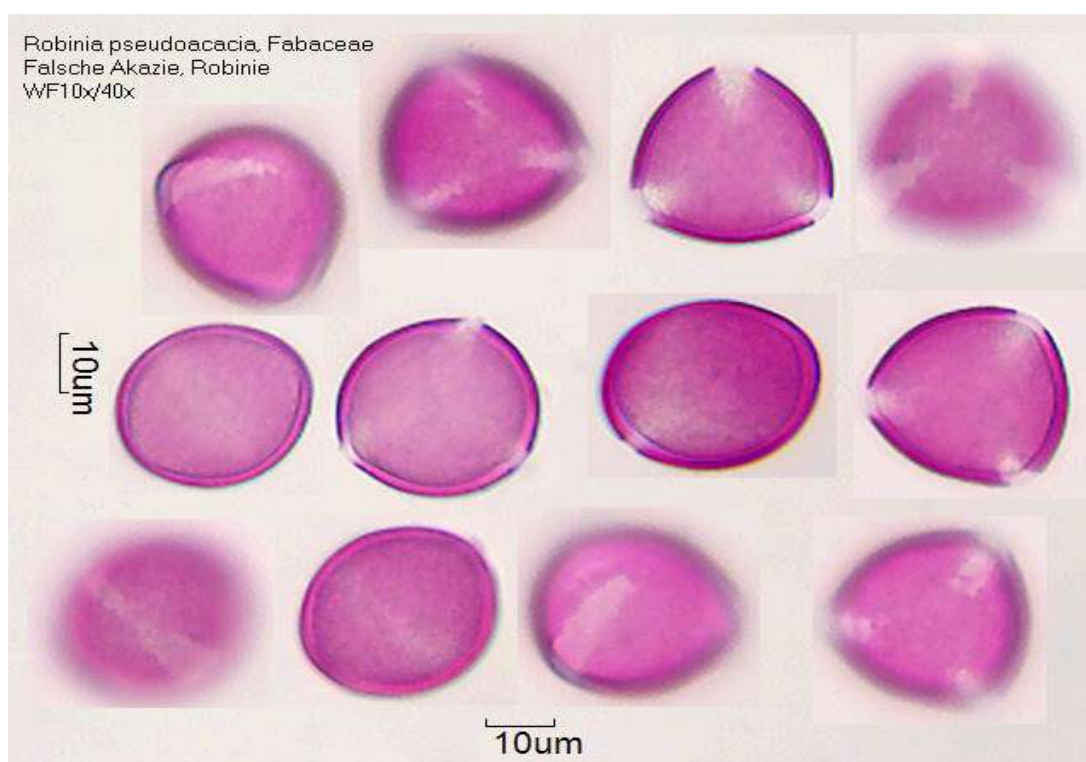
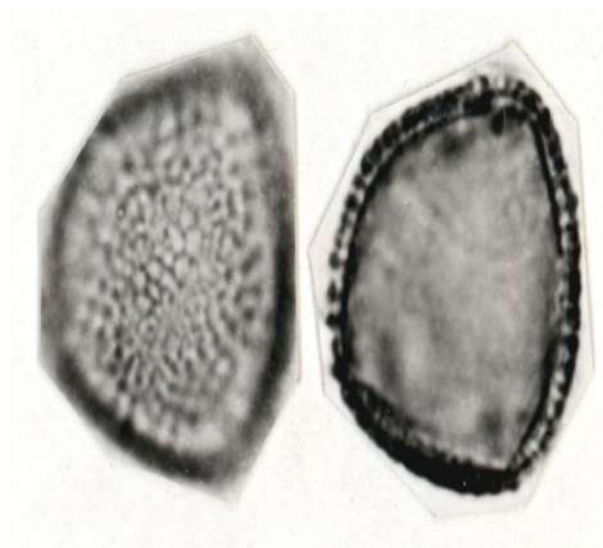


Figure 40 : Pollen de Robinia pseudoacacia (Fabaceae)



**Figure 41: Pollen de Référence C. arabica Gx100**



**Figure 42: Pollen de Référence T. cacao Gx100**