

RÉPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE
Union-~~D~~iscipline-Travail
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



ANNÉE : 2018-2019

N° : 2053/19

THÈSE
Présentée en vue de l'obtention du
DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE

Par
ATTA ANGUI AMOIKON FRÉDÉRIC

Thème :

**DIVERSITÉ SPÉCIFIQUE DE LA FAUNE PHLÉBOTOMIENNE
DANS UN FOYER DE LEISHMANIOSE CUTANÉE À BOUAKÉ :
CAS DES VILLAGES DE GOLIKRO, KOUADIO-MIANKRO ET
BOBLÉNOU (CÔTE D'IVOIRE)**

Soutenue publiquement, le **mercredi 13 novembre 2019**, devant le jury composé de :

M. AMIN N'CHO CHRISTOPHE	Professeur Titulaire, Université FHB	Président
M. DJOHAN VINCENT	Maître de Conférences Agrégé, Université FHB	Directeur
M. KABA DRAMANE	Maître de Recherche, IPR/INSP Bouaké	Assesseur
M. KOUAMÉ DENIS RODRIGUE	Maître-Assistant, Université FHB	Assesseur

**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 KlaAnglade
Professeur KONE Moussa †
Professeur ATINDEHOU Eugène

II. ADMINISTRATION

Directeur

Professeur KONE-BAMBA Diénéba

Sous-Directeur Chargé de la Pédagogie

Professeur Ag IRIE-N'GUESSAN A.

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

MM.	ABROGOUA Danho Pascal	Pharmacie Clinique
	AMARI Antoine Serge	Législation pharmaceutique
Mme	AKE Michèle	Chimie Analytique, Bromatologie
MM.	AMIN N'Cho Christophe	Chimie Analytique, Bromatologie
	ATTOUNGBRE HAUHOUOT M.L.	Biochimie et Biologie Moléculaire
	DANO Djédjé Sébastien	Toxicologie
	GBASSI K. 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
MM.	MALAN Kla Anglade	Chimie Ana., contrôle de qualité
	MENAN Eby Ignace	Parasitologie - Mycologie
	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
Mme	BARRO-KIKI Pulchérie	Parasitologie - Mycologie
M	BONY François Nicaise	Chimie Analytique
M	DALLY Laba Ismael	Pharmacie Galénique
M	DEMBELE Bamory	Immunologie
Mmes	DIAKITE Aïssata	Toxicologie
M	DJOHAN Vincent	Parasitologie – Mycologie
Mme	FOFIE N'Guessan Bra Yvette	Pharmacognosie
Mme	IRIE-N'GUESSAN Amenan	Pharmacologie
M.	KASSI Kondo Fulgence	Parasitologie - Mycologie
M.	KOFFI Angely Armand	Pharmacie Galénique
Mme	KOUAKOU-SACKOU Julie	Santé Publique
M.	KOUASSI Dinard	Hématologie
M	LOUKOU Yao Guillaume	Bactériologie – Virologie
M.	MANDA Pierre	Toxicologie
M	OGA Agbaya Stéphane	Santé publique et Economie de la santé
M	OUASSA Timothée	Bactériologie - Virologie
M	OUATTARA Mahama	Chimie organique, Chimie thérapeutique
Mme	POLNEAU-VALLEE Sandrine	Mathématiques - Statistiques†
Mme	SANGARE TIGORI Béatrice	Toxicologie
M.	YAPI Ange Désiré	Chimie organique, chimie thérapeutique
M.	YAYO Sagou Éric	Biochimie et Biologie moléculaire
M	ZINZENDORF Nanga Yessé	Bactériologie – Virologie

3. MAITRES ASSISTANTS

M.	ADIKO Aimé Cézaire	Immunologie
	ADJAMBRI AdiaEusebé	Hématologie
	ADJOUNGOUA Attoli Léopold	Pharmacognosie
Mmes	ABOLI-AFFI Mihessé Roseline	Immunologie
	AKA ANY-GRAH Armelle Adjoua S.	Pharmacie Galénique
	ALLA-HOUNSA Annita Emeline	Santé Publique
M.	ANGORA Kpongbo Etienne	Parasitologie-Mycologie
Mmes	AYE-YAYO Mireille	Hématologie
	BAMBA-SANGARE Mahawa	Biologie Générale
M.	CABLAN Mian N'DédeyAsher	Bactériologie-Virologie
	CLAON Jean Stéphane	Santé Publique
	COULIBALY Songuigama	Chimie Organique-Thérapeutique
Mme	DONOU-N'DRAMAN Aha Emma	Hématologie
M.	EFFO Kouakou Etienne	Pharmacologie
	KABRAN Tano Kouadio Mathieu	Immunologie
Mmes	KABLAN-KASSI Hermance	Hématologie
	KONAN-ATTIA Akissi Régine	Santé Publique
M.	KONAN Konan Jean Louis	Biochimie et Biologie Moléculaire
Mmes	KONATE Abibatou	Parasitologie-Mycologie
	KOUASSI-AGBESSI Thérèse	Bactériologie-Virologie
M.	KOUAME Denis Rodrigue	Immunologie
	KPAIBE Sawa André Philippe	Chimie Analytique
	N'GUESSAN Alain	Pharmacie Galénique
	N'GUESSAN Déto Ursul Jean-Paul	Chimie Organique-Thérapeutique
Mme	VANGA ABO Henriette	Parasitologie-Mycologie

4. ASSISTANTS

M.	AMICHIA Attoumou Magloire	Pharmacologie
Mmes	AKOUBET-OUAYOGODE Aminata	Pharmacognosie
	ALLOUKOU-BOKA Paule-Mireille	Législation pharmaceutique
	APETE Sandrine	Bactériologie-Virologie
	BEDIAKON-GOKPEYA Mariette	Santé Publique
	BLAO-N'GUESSAN Amoin Rebecca	Hématologie
M.	BROU Amani Germain	Chimie Analytique, Bromatologie
	BROU N'Guessan Aimé	Pharmacie clinique
MM.	DJADJI Ayoman Thierry Lenoir	Pharmacologie
	DJATCHI Richmond Anderson	Bactériologie-Virologie
	DOTIA Tiepordan Agathe	Bactériologie-Virologie
MM.	KACOU Alain	Chimie Organique-Thérapeutique
	KAMENAN Boua Alexis Thierry	Pharmacologie
	KOFFI Kouamé	Santé Publique
	KONAN Jean Fréjus	Biophysique
Mme	KONE Fatoumata	Biochimie et Biologie Moléculaire
M.	KOUAHO AviKadio Tanguy	Chimie Organique-Thérapeutique
	KOUAKOU Sylvain Landry	Pharmacologie
	KOUAME Jérôme	Santé Publique
Mme	KRIZO Gouhonon Anne-Aymonde	Bactériologie-Virologie
M.	LATHRO Joseph Serge	Bactériologie-Virologie
	MIEZAN Jean Sébastien	Parasitologie-Mycologie
	N'GBE Jean Verdier	Toxicologie
Mmes	N'GUESSAN Kakwokpo Clémence	Pharmacie Galénique
	N'GUESSAN-AMONKOU Anne C.	Législation pharmaceutique
	ODOH Alida Edwige	Pharmacognosie
	SIBLI-KOFFI Akissi Joëlle	Biochimie et Biologie moléculaire
	SICA-DIAKITE Amelanh	Chimie Organique-Thérapeutique
	TANO-H-BEDIA Valérie	Parasitologie-Mycologie
M.	TRE Eric Serge	Chimie Analytique, Bromatologie

Mme	TUO Awa	Pharmacie Galénique
M.	YAPO Assi Vincent De Paul	Biologie Générale
Mme	YAPO-YAO Carine Mireille	Biochimie

5. CHARGES DE RECHERCHE

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

6. ATTACHÉ DE RECHERCHE

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

7. IN MÉMORIAM

Feu KONE Moussa	Professeur Titulaire
Feu YAPO Abbé Etienne	Professeur Titulaire
Feu COMOIE Léopold	Maître de Conférences Agrégé
Feu VALLEE-POLNEAU 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
	OYETOLA Samuel	Chimie Minérale

2. MAITRES DE CONFÉRENCES

M.	KOUAKOU Tanoh Hilaire	Botanique et Cryptogamie
	YAO N'Dri Athanase	Pathologie Médicale

3. MAITRE-ASSISTANT

M.	KONKON N'Dri Gilles	Botanique, Cryptogamie
----	---------------------	------------------------

4. NON UNIVERSITAIRES

MM.	AHOUSSE Daniel Ferdinand	Secourisme
	COULIBALY Gon	Activité sportive
	DEMPAH Anoh Joseph	Zoologie
	GOUEPO Evariste	Techniques officinales
Mme	KEI-BOGUINARD Isabelle	Gestion
MM	KOFFI ALEXIS	Anglais
	KOUA Amian	Hygiène
	KOUASSI Ambroise	Management
	N'GOZAN Marc	Secourisme
	KONAN Kouacou	Diététique
Mme	PAYNE Marie	Santé Publique

**COMPOSITION DES DÉPARTEMENTS 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
	ZINZENDORF Nanga Yessé	Maître de Conférences Agrégé
Docteurs	CABLAN Mian N'Dédey Asher	Maître-Assistant
	KOUASSI AGBESSI Thérèse	Maître-Assistant
	APETE Sandrine	Assistante
	DJATCHI Richmond Anderson	Assistant
	DOTIA Tiepordan Agathe	Assistante
	KRIZO Gouhonon Anne-Aymonde	Assistante
	LATHRO Joseph Serge	Assistant

II. BIOCHIMIE, BIOLOGIE MOLÉCULAIRE, BIOLOGIE DE LA REPRODUCTION ET PATHOLOGIE MÉDICALE

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

III. BIOLOGIE GÉNÉRALE, HÉMATOLOGIE ET IMMUNOLOGIE

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

IV. CHIMIE ANALYTIQUE, CHIMIE MINÉRALE ET GÉNÉRALE,

TECHNOLOGIE ALIMENTAIRE

Professeur	MALAN Kla Anglade	Professeur Titulaire Chef de Département
Professeurs	AKE Michèle AMIN N'Cho Christophe GBASSI Komenan Gildas BONY Nicaise François	Professeur Titulaire Professeur Titulaire Professeur Titulaire Maître de Conférences Agrégé
Docteurs	KPAIBE Sawa André Philippe BROU Amani Germain TRE Eric Serge	Maître-Assistant Assistant Assistant

V. CHIMIE ORGANIQUE ET CHIMIE THÉRAPEUTIQUE

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

VI. PARASITOLOGIE, MYCOLOGIE, BIOLOGIE ANIMALE ET ZOOLOGIE

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

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

Professeur	KOFFI Armand A.	Maître de Conférences Agrégé Chef de Département
Professeurs	AMARI Antoine Serge G.	Professeur Titulaire
	DALLY Laba Ismaël	Maître de Conférences Agrégé

Docteurs	AKA ANY-GRAH Armelle A.S.	Maître-Assistant
	N'GUESSAN Alain	Maître-Assistant
	ALLOUKOU-BOKA P. Mireille	Assistante
	LIA Gnahoré José Arthur	Attaché de recherche
	NGUESSAN Kakwokpo Clémence	Assistante
	N'GUESSAN-AMONKOU A. Cynthia	Assistante
	TUO Awa	Assistante

VIII. PHARMACOGNOSIE, BOTANIQUE, BIOLOGIE VÉGÉTALE, CRYPTOLOGIE,

Professeur	KONE BAMBA Diénéba	Professeur Titulaire
		Chef de Département
Professeur	FOFIE N'Guessan Bra Yvette	Maître de Conférences Agrégé
Docteurs	ADJOUGOUA Attoli Léopold	Maître-Assistant
	ADIKO N'dri Marcelline	Chargée de recherche
	AKOUBET-OUAYOGODE Aminata	Assistante
	ODOH Alida Edwige	Assistante

IX. PHARMACOLOGIE, PHARMACIE CLINIQUE ET THERAPEUTIQUE ET PHYSIOLOGIE HUMAINE

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

X. PHYSIQUE, BIOPHYSIQUE, MATHÉMATIQUES, STATISTIQUES ET INFORMATIQUE

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

XI. SANTÉ PUBLIQUE, HYDROLOGIE ET TOXICOLOGIE

Professeur	KOUADIO Kouakou Luc	Professeur Titulaire Chef de département
Professeurs	DANO Djédjé Sébastien DIAKITE Aissata OGA Agbaya Stéphane KOUAKOU-SACKOU J. MANDA Pierre SANGARE-TIGORI B.	Professeur Titulaire Maître de Conférences Agrégé Maître de Conférences Agrégé Maître de Conférences Agrégé Maître de Conférences Agrégé Maître de Conférences Agrégé
Docteurs	CLAON Jean Stéphane HOUNSA-ALLA Annita Emeline KONAN-ATTIA Akissi Régine OUATTARA N'gnôh Djénéba BEDIAKON-GOKPEYA Mariette KOFFI Kouamé NGBE Jean Verdier	Maître-Assistant Maître-Assistante Maître-Assistante Chargée de Recherche Assistante Assistant Assistant

DÉDICACES

« Mon fils, si tu reçois mes paroles et que tu gardes précieusement avec toi mes commandements, si tu rends ton oreille attentive à la sagesse et que tu inclines ton cœur à l'intelligence, oui, si tu appelles à toi le discernement et que tu adresses ta voix à l'intelligence, si tu la cherches comme de l'argent et si tu la recherches soigneusement comme des trésors, alors tu connaîtras la crainte de Yahweh et tu trouveras la connaissance de Dieu. » (Proverbes 2 : 1-5).

JE DÉDIE CE TRAVAIL

À NOTRE CRÉATEUR DIEU : *le Clément et Miséricordieux pour sa grâce. Puisse-t-il m'éclairer de sa divine lumière, amen !*

À la grande famille N'GOUANDI à Niablé

Demeurons toujours unis dans le travail bien fait et l'accomplissement des œuvres du TOUT-PUISSANT. À travers ce travail, je rends hommage à nos ancêtres qui ont tracé les sillons de notre cheminement. Et à tous ceux que je n'ai pas eu la chance de connaître, sachez que cette œuvre témoigne aussi de votre passage sur cette terre des Hommes.

À mon père YAO ATTA ALPHONSE (in memoriam)

Je ne sais par où commencer

Je ne sais que te dire

Alors, je ne dirai rien.

Le silence exprimera mieux ma pensée...

Je promets de continuer auprès de MAMAN et de mes frères, l'œuvre que tu as entamée.

Je sollicite ta bénédiction pour le chemin qui me reste à parcourir.

Que DIEU le Tout-Puissant, le miséricordieux, t'accorde le repos et la paix mérités.

À ma mère KOUADIO AMELIE AKOUA

Merci pour tant de conseils, d'affections et de sacrifices.

Daigne accepter ce travail en témoignage de mon amour, de ma reconnaissance et de ma gratitude.

QUE Dieu dans son infinie bonté te garde en vie encore longtemps pour voir enfin fleurir tous les grains que tu as semés et entretenus avec tant d'amour et de patience.

Je t'aime Maman Chérie.

À mes frères ATTA KOUAKOU ANTOINE PAUL et ATTA EPONOU VICTOR JORES

*Depuis tout petit déjà, tu as toujours été si proche de moi. **Antoine**, ces années de souffrances, mais aussi de joies passées ensemble auront été un privilège.*

***Jores**, à tes 8 mois déjà, Papa quittait ce monde, aujourd'hui tu viens d'avoir le BAC, oh comme le temps passe. Sache que tu es notre miracle, je te promets de te chérir tout au long de mon existence.*

À mon très cher oncle Feu ASSENI ASSEMIEN MOISE

Il n'y a pas de mots pour traduire les sentiments qui m'animent. Tu as été le maillon essentiel de l'accomplissement de ce travail que tu aurais dû voir. Très tôt, tu nous as quittés lorsque je faisais mes premiers pas à l'école préparatoire des sciences de la santé (EPSS). Que le DIEU TOUT-PUISSANT t'accorde sa clémence, sa miséricorde et t'accueille dans son saint paradis.

À ma très chère maman KABLAN N'GUESSAN FRANÇOISE Epouse COULIBALY

Femme au grand cœur, je ne saurai estimer la valeur d'or et d'argent pour ta récompense. Cependant, je n'ai que mon amour et ce modeste travail pour honorer ta personne. Que DIEU te récompense à la mesure de tes pensées et de tes actes. Merci maman je t'aime !

Aux très chers enfants ASSEMIEN : ASSEMIEN YAH EMMA DANIELLE Epouse MOMI, ASSEMIEN AMA MARIE DOMINIQUE, ASSEMIEN AFFLA ANDREE DORIANE, ASSEMIEN KOUABLAN BLA DIANA MARYSE

Je ne saurai vous ignorer car un seul instant de malheur vécu avec vous vaut mieux que plusieurs années de bonheur vécues seul. Vous demeurez toujours des sœurs pour moi. Merci pour tout l'amour et toute l'affection que vous m'avez communiqué. Ce travail témoigne de ma reconnaissance et ma gratitude à votre endroit. Sachez que DIEU dans ses actions ne vous oubliera jamais.

A mon très cher cousin KOUADIO BROU MARTIAL et sa femme AKA MAGNE EVELYNE épouse KOUADIO

Merci à toi et à notre femme de m'avoir largement soutenu. Sans vous ma thèse ne se serait pas déroulée ainsi. Merci à vous pour votre soutien moral et financier. Que Dieu vous bénisse et vous soutienne dans toutes vos activités.

À mes très chers oncles : KOUAME KOUASSI PAUL, ADOM NOEL, BROU KOUASSI, KOUAKOU MARC, BROU KOUASSI GERMAIN, KOUADIO ASSALE J-C, KOUADIO GEORGE, Dr ASSALE CLEMENT (Pharmacien), Dr KABRAN TANOH KOUADIO MATHIEU (Pharmacien), KABRAN AMBROISE (IDE), ADOM BERNARD, BROU TANOH KOUASSI JEAN, N'GOUANDI MATHIAS, N'GOUANDI ELIE, KOUADIO ROGER, Dr KABRAN N'GAZA ANDRE (Médecin), BROU KONIN BERNARD et à tous ceux dont le nom n'a pas été mentionné,

Ce travail est le vôtre.

À mes très chères tantes : EYEGUE YAH FRANÇOISE, KOUADIO JEANNE, Maitre KABLAN ROSALIE, la sage KABLAN ANNE MARIE, KABLAN AMON, KOUADIO AKISSI ODETTE et à toutes celles dont le nom n'a pas été mentionné,

Ce travail est le vôtre.

À mes très chers cousins et cousines : Dr DAKOI SERGE ARMEL (Médecin), Pasteur KOFFI SAPHO FRANÇOIS, KOFFI BLA PRUDENCE (Institutrice), KOFFI HERMAN (Animateur radio) et à tous ceux dont le nom n'a pas été mentionné,

Ce travail est le vôtre.

À mes six années avec la 35^{ème} promotion de pharmacie

Des rencontres fabuleuses, des souvenirs pleins d'émotions...les citations et les mots seraient réducteurs et pourraient même faire l'objet d'une thèse... que ces amitiés restent à jamais et que le meilleur soit à venir pour tous.

À ma chérie KOUAME AHI NANCY MARLENE

Au soir de ma vie estudiantine,

Je marque une pause,

Juste le temps de te dire,

Combien j'ai été heureux d'être à tes côtés

Auprès de toi, j'ai trouvé l'amour, la douceur et la consolation pendant mes moments difficiles.

Merci pour ta patience, ta compréhension et ta bonté de cœur.

Je t'aime énormément ma lionne.

REMERCIEMENTS

Au Professeur DJOHAN VINCENT

Je vous remercie pour votre disponibilité, vos remarques pertinentes, votre rigueur dans le travail et votre esprit paternel. Vous m'avez accueilli, aidé et guidé dans la réalisation de ce travail, je vous serai toujours redevable cher Maître. La patience et le soutien sans faille dont vous avez fait preuve à notre égard depuis le début de cette thèse m'ont impressionné. Vous vous êtes investi et les mots sont faibles pour montrer ma reconnaissance. Je tiens à vous exprimer, ma profonde gratitude.

Merci pour la formation rigoureuse reçue de votre part. Recevez cher Maître l'expression de notre profonde admiration.

Au Docteur KABA DRAMANE, Directeur de l'Institut Pierre Richet de Bouaké, (structure de recherche sur les maladies à transmission vectorielle de l'Institut National de Santé Publique (INSP))

Cher Directeur, nous avons été honorés de travailler dans votre Institut. Nous avons également été marqués par votre simplicité, votre disponibilité et votre humilité. Que ce travail soit le témoignage de notre infinie reconnaissance.

Au Docteur OLIVIER BLÉ, Directeur général d'UBIPHARM Côte d'Ivoire

Cher Docteur, merci pour vos encouragements.

À Monsieur AKOLIBA PATRICE

Cher Doyen, merci pour votre aide dans la capture et dans l'indentification des phlébotomes. Merci pour votre coaching qui nous a été précieux.

Au personnel de l'IPR, Tous les chercheurs, techniciens et employés de l'IPR dont M. Coulibaly, M. Kouadio Alain, M. Béné Tano, M. Berté Djakaridja, Mlle Assovié Rita

Je vous remercie pour votre aide dans la réalisation de ce travail.

À NOS MAÎTRES ET JUGES

À NOTRE MAÎTRE ET PRÉSIDENT

Monsieur le Professeur AMIN N'CHO CHRISTOPHE

- Professeur titulaire en Chimie Analytique, Bromatologie à l'UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques de l'université Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan ;
- Chef de service adjoint du laboratoire d'hygiène de l'Institut National d'Hygiène publique
- Ancien Interne des Hôpitaux d'Abidjan
- Docteur en pharmacie diplômé de l'Université de Cocody
- Docteur des sciences pharmaceutiques et biologiques de l'Université de Montpellier 1
- Titulaire du DESS option Contrôle Qualité des médicaments, aliments et produits cosmétiques, du DEA en conception, réalisation, valorisation du médicament issu de la pharmacopée africaine option Chimie Analytique, du DEA option Chimie des matériaux, du CES de biochimie clinique, du CES d'hématologie-biologie, du CES d'immunologie générale et médicale, de la Maîtrise professionnalisée option santé publique de l'Université Félix Houphouët-Boigny
- Membre de la Société Ouest Africaine de Chimie (SOACHIM) et de la Société Pharmaceutique de Côte d'Ivoire (SOPHACI)

Cher Maître,

Par votre remarquable parcours professionnel, vous forcez l'admiration et le respect de vos confrères et, doté d'une grande humilité, c'est tout naturellement que vous avez accepté de présider ce jury de thèse. Merci de nous avoir fait bénéficier de votre savoir, et de nous avoir inspiré tout au long de notre parcours universitaire. C'est un honneur pour nous de vous avoir parmi les illustres membres de ce jury, dont la contribution rehaussera sûrement la valeur de ce travail. Vous êtes un exemple pour les générations présentes et futures. Belle et longue carrière à vous.

À NOTRE MAÎTRE ET DIRECTEUR

Monsieur le Professeur DJOHAN VINCENT

- Maître de conférences Agrégé à l'UFR Sciences Pharmaceutiques et Biologiques, au département de Parasitologie-Mycologie-Zoologie-Biologie animale
- Docteur en pharmacie diplômé de l'Université Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan
- Biologiste des hôpitaux (CES de Parasitologie-Mycologie, CES d'Immunologie, CES d'Hématologie biologie)
- Entomologiste médical à l'Institut Pierre Richet de Bouaké
- Ancien Interne des hôpitaux d'Abidjan (Lauréat du concours de 2001)
- Membre de la Société Africaine de Parasitologie
- 1^{er} Vice-Président de la Société Ivoirienne de Parasitologie et de Mycologie
- Membre de la Société Pharmaceutique de Côte d'Ivoire
- Membre de la Société Ivoirienne de venimologie

Cher Maître,

Vous avez accepté si spontanément d'être notre directeur de thèse malgré vos multiples occupations, le temps passé à vos côtés nous a permis d'apprécier votre Disponibilité, votre Courage, votre Compétence et surtout votre Rigueur au travail. Nous tâcherons d'être un bon disciple afin de manifester nous aussi, ces nobles qualités. Nous vous prions, cher Maître, de recevoir nos sentiments de gratitude, de profond respect et d'admiration.

À NOTRE MAÎTRE ET JUGE

Monsieur KABA DRAMANE

- Docteur en Médecine
- Doctorat unique en Entomologie Médicale et Vétérinaire
- Maître de Recherche en Entomologie Médicale et Vétérinaire
- Directeur de l'Institut Pierre Richet de Bouaké / Institut National de Santé Publique
- Lauréat de la chaire des Docteurs Mérieux (2015-2016)
- Coordonnateur du Réseau de Recherche et de Lutte contre les Trypanosomoses et les Tsé-tsé en Côte d'Ivoire
- Membre de la Société Ivoirienne de Parasitologie et de Mycologie
- Membre du réseau francophone sur les maladies tropicales négligées
- Membre de la Société de Pathologie Exotique.

Cher Maître,

Vous représentez pour nous, par vos qualités et votre compétence un maître admirable et honorable. Vous avez accepté de juger ce travail, que vous avez codirigé, nous vous remercions pour votre disponibilité. Nous avons eu le privilège de bénéficier de vos qualités de chercheur au cours de cette étude. Nous vous prions de bien vouloir accepter l'expression de notre profond respect.

À NOTRE MAÎTRE ET JUGE

Monsieur KOUAME DENIS RODRIGUE

- Maître-Assistant au département d'Hématologie et d'Immunologie générale et médicale
- Docteur en pharmacie
- Certificat d'Etudes Spéciales en Hématologie Biologie
- Certificat d'Etudes Spéciales en Immunologie générale et médicale
- Certificat d'Etudes Spéciales en Biochimie clinique
- Maîtrise professionnalisée option Santé publique
- Diplôme inter-universitaire de cytométrie en recherche et en clinique
- Ecole Pratique des Hautes Etudes-Paris, Université Joseph Fourier-Grenoble 1
- Diplôme d'Etudes Approfondies de Biologie Humaine Tropicale Option Immunologie
- Membre de la Société Ivoirienne d'Hématologie, Immunologie, Oncologie et Transfusion Sanguine (**SIHIO-TS**)
- Membre de la Société d'Immunologie Clinique et Biologique de Côte d'Ivoire (**SIBC-CI**)
- Membre du Réseau Africain Francophone de la Transfusion Sanguine (**RAFTS**)
- Membre de l'Association Française de Cytométrie (**AFC**)

Cher Maître,

Votre abord facile et votre sympathie nous ont séduits. Nous sommes marqués par votre courtoisie singulière. En acceptant spontanément de signer au sein de ce jury, vous confirmer votre caractère d'humilité, de disponibilité et de simplicité. Nous vous prions de bien vouloir accepter, à travers ces mots l'expression de notre profonde gratitude.

SOMMAIRE

LISTE DES ABRÉVIATIONS	xxiv
LISTE DES FIGURES.....	xxv
LISTE DES TABLEAUX	xxvii
INTRODUCTION	1
PREMIÈRE PARTIE : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE.....	4
I. GÉNÉRALITES SUR LES PHLÉBOTOMES.....	5
II. MÉTHODES DE CAPTURE DES PHLÉBOTOMES.....	21
III. IMPORTANCE MÉDICALE DES PHLÉBOTOMES ET TRANSMISSION DES LEISHMANIES.....	23
IV. PHLÉBOTOMES DE CÔTE D'IVOIRE.....	26
V. LUTTE ANTI-VECTORIELLE.....	27
DEUXIÈME PARTIE : ÉTUDE EXPÉRIMENTALE	29
PREMIER CHAPITRE : MATÉRIEL ET MÉTHODES	30
I. PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE	31
II. MATÉRIEL D'ÉTUDE	36
III. MÉTHODES D'ÉTUDE	43
DEUXIÈME CHAPITRE : RÉSULTATS ET DISCUSSION.....	49
I. RÉSULTATS.....	50
II. DISCUSSION	64
CONCLUSION.....	68
RECOMMANDATIONS.....	70
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	72
TABLE DES MATIÈRES	77
ANNEXES.....	80

LISTE DES ABRÉVIATIONS

APV	: Alcool Polyvinylique
AR (%)	: Abondance Relative
BO	: Boblénou
C	: Indice d'Occurrence
CDC	: Center for Disease Control d'Atlanta
D	: Indice de Simpson
GO	: Golikro
GPS	: Global Positioning System
H'	: Indice de Shannon-Weaver
Hill	: Indice de Hill
1-Hill	: l'opposé de l'indice de Hill
IPR	: Institut Pierre Richet
J	: Indice d'équitabilité de Pielou
KO	: Kouadio-Miankro
NA	: Non Applicable
OMS	: Organisation Mondiale de la Santé
PC	: Point de Capture
Ph	: <i>Phlebotomus</i>
PH	: Piège Huileux
PL	: Piège Lumineux
S	: Richesse spécifique
Se	: <i>Sergentomyia</i>

LISTE DES FIGURES

Numéros	Titres	Pages
Figure 1 :	Systématique des phlébotomes adapté d'Akhoundi	6
Figure 2 :	Morphologie générale (a) et anatomie externe (b) d'un phlébotome adulte	7
Figure 3 :	Tête du phlébotome	8
Figure 4 :	Anatomie du thorax	9
Figure 5 :	Anatomie de l'appareil génital du phlébotome femelle (A) et mâle (B)	11
Figure 6 :	Appareil reproducteur : (A) phlébotome femelle, (B) phlébotome mâle	12
Figure 7 :	Morphologie du tube digestif chez le phlébotome	13
Figure 8 :	Cycle de développement des phlébotomes	15
Figure 9 :	Répartition des principaux genres de Phlebotominae dans le monde	20
Figure 10 :	Photo et représentation schématique du piège lumineux CDC	21
Figure 11 :	Pièges aspirateurs à bouche (A) et piège huileux (B)	22
Figure 12 :	Formes promastigotes (A) et amastigotes (B) de <i>Leishmania sp</i>	23
Figure 13 :	Cycle de vie du parasite <i>Leishmania</i>	25
Figure 14 :	Carte de la région de Bouaké et des villages prospectés	32
Figure 15 :	Diagramme ombrothermique de l'année 2018 à Bouaké (Source : Sodexam)	32
Figure 16 :	Evolution des précipitations au cours de l'année 2018 à Bouaké (source : Sodexam)	33
Figure 17 :	Localisation des sites d'étude et des points de capture des phlébotomes	35
Figure 18 :	Photo de phlébotome à la loupe binoculaire (Source : laboratoire de l'IPR, Bouaké, R.C.I.)	36
Figure 19 :	Pièges lumineux CDC installés dans des lieux de capture (Golikro, Bouaké, R.C.I.)	38
Figure 20 :	Piège huileux (C) et éléments constitutifs	38
Figure 21 :	Produits entrant dans la préparation des solutions de Marc-André (A) et de l'alcool polyvinylique (B) (IPR, Bouaké, R.C.I.)	40
Figure 22 :	Matériel de dissection des phlébotomes (IPR, Bouaké, R.C.I.)	40
Figure 23 :	Logiciel d'identification et d'enseignement : les phlébotomes d'Afrique de l'Ouest	41
Figure 24 :	Ensemble microscope optique NEO TECH et ordinateur portable HP (Photo : ATTA Frédéric)	42

Figure 25: Exemples de quelques points de capture dans les trois localités	44
Figure 26 : Appareil génital (A : phlébotome mâle ; B : phlébotome femelle)	47
Figure 27 : Répartition globale des phlébotomes identifiés selon le sexe	52
Figure 28 : Répartition des phlébotomes identifiés dans le village de Boblénou	53
Figure 29 : Répartition des phlébotomes identifiés dans le village de Golikro	53
Figure 30 : Répartition des phlébotomes identifiés dans le village de Kouadio-Miankro	54
Figure 31 : Abondance des phlébotomes capturés selon les types de pièges	55
Figure 32 : Richesse totale dans les points de capture par biotopes au niveau des trois villages	57
Figure 33 : Proportion des genres identifiés au cours de l'étude	58
Figure 34 : Indices de diversité selon les biotopes	61
Figure 35 : Indices de diversité selon les localités	62
Figure 36 : Indices de diversité selon les saisons.	63

LISTE DES TABLEAUX

Numéros	Titres	Pages
Tableau I :	Liste des espèces de phlébotomes de la Côte d'Ivoire	26
Tableau II :	Sites et points de capture selon les localités et les biotopes	34
Tableau III :	Nombre de phlébotomes capturés par village en fonction des types de piège	50
Tableau IV :	Espèces de phlébotomes identifiées.	51
Tableau V :	Répartition des phlébotomes par sexe et par village	52
Tableau VI :	Richesse spécifique en fonction des localités	58
Tableau VII :	Abondance globale et abondance relative des phlébotomes identifiés.....	59
Tableau VIII :	Classes d'occurrence des phlébotomes identifiés au cours de l'étude	60

INTRODUCTION

Par leur immense diversité, les insectes comptent 100 000 espèces décrites et il nous en reste encore à découvrir [1]. Ils représentent environ 70 % de la biodiversité spécifique connue du règne animal. Certains insectes sont hématophages [2,3]. Ils interagissent donc de manière régulière avec des vertébrés. Au fil de l'évolution, ces interactions les ont conduits à devenir des vecteurs de pathogènes dont le cycle se déroule entre ces vertébrés et ces insectes vecteurs [4]. L'ordre des diptères compte environ 80 000 espèces, dont les plus importantes sont soit des vecteurs d'organismes pathogènes, soit des hôtes intermédiaires en entomologie médicale et vétérinaire [1].

Parmi ces diptères, les phlébotomes forment un groupe très homogène qui occupe une place importante, d'une part dans la faune terrestre et d'autre part, dans la transmission de maladies dues à leur piqure, telles que les leishmanioses, la bartonellose et les arboviroses. Ces insectes, diptères, Psychodidae, appartiennent principalement aux genres *Phlebotomus* dans l'Ancien Monde et *Lutzomyia* dans le Nouveau Monde [5]. Parmi les 800 espèces répertoriées dans le monde [6], seules 94, pour le genre *Phlebotomus* et 379, pour le genre *Lutzomyia* sont des vecteurs prouvés des *Leishmania* [7]. Les leishmanioses sont des parasitoses communes à l'Homme et à certains animaux. Elles sont causées par des protozoaires flagellés appartenant au genre *Leishmania*, dont 20 espèces sont connues pour être pathogènes pour l'Homme. Les leishmanies sont transmises par la piqure du phlébotome femelle infesté [5].

Endémiques dans 88 pays de par le monde [6], les leishmanioses menaceraient 350 millions de personnes. Elles connaissent une recrudescence importante, justifiée par leur incidence annuelle estimée à plus de 1,3 million de nouveaux cas par an et entre 20 000 et 30 000 décès annuels [3,8–10].

En Côte d'Ivoire, des groupes et espèces de phlébotomes du genre *Sergentomyia* et du sous-genre *Grassomyia* ont été décrits dans différentes régions [11]. Après la confirmation par l'Instituto Santo Carlos III de Madrid (Espagne), centre de référence de l'OMS pour les leishmanioses, de 9 cas suspects de leishmaniose cutanée sur 20 prélèvements cutanés réalisés dans les villages de Golikro, Kouadio-Miankro et Boblénou à Bouaké, il devient important d'identifier les acteurs du cycle épidémiologique de la maladie dans cette région dont les vecteurs.

C'est dans cette optique que des enquêtes entomologiques ont été réalisées dans ces trois villages en vue de faire l'inventaire des espèces de phlébotomes qui les colonisent.

Plus spécifiquement, il s'est agi :

- d'évaluer l'efficacité des différentes techniques de piégeage des phlébotomes

- de déterminer l'abondance phlébotomienne dans ces villages
- de déterminer la diversité spécifique des phlébotomes et leur distribution.

Pour ce faire, ce travail sera organisé en deux parties. La première partie consistera en une synthèse bibliographique sur les phlébotomes et leur bio-écologie. La seconde présentera les sites d'étude, le matériel et les méthodes utilisés pour réaliser ce travail, les résultats obtenus et la discussion. Cette partie sera suivie d'une conclusion puis des perspectives qui en découlent.

PREMIÈRE PARTIE : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

I. GÉNÉRALITES SUR LES PHLÉBOTOMES

I-1. Taxinomie

Les phlébotomes sont des arthropodes appartenant à la classe des Insectes, à l'ordre des Diptères, au Sous-Ordre des Nématocères, à la Famille des *Psychodidae* [12]. Selon les auteurs, les phlébotomes constituent soit une famille : *Phlebotomidae* soit une Sous-famille, *Phlebotominae* [13–15]. A l'heure actuelle, c'est cette dernière classification qui est adoptée. Les *Phlebotominae* se trouvant alors inclus avec trois autres Sous-familles (*Bruchomyiinae*, *Trichomyiinae*, *Psychodinae*) dans la famille des *Psychodidae*, qui regroupent 13 genres repartis entre l'ancien et le nouveau monde (Figure 1). Quatre des six genres regroupent 90 % des espèces. Les principaux sont les genres *Phlebotomus* et *Sergentomyia* de l'ancien monde et le genre *Lutzomyia*, bien connus du nouveau monde [16]. Comme les moustiques, seul le phlébotome femelle est hématophage et donc vecteur de la maladie. Le nom phlébotome vient du grec « phlebos=veine » et « tomê= couper ». En effet, lorsqu'il pique, le phlébotome provoque des coupures au niveau des veines [17].

I-2. Morphologie des phlébotomes

Les phlébotomes sont de petits diptères qui mesurent environ 1,5 à 4 mm de long, avec de gros yeux de couleur noirâtre, un corps grêle, velu et longiforme de couleur jaune et constitué de la tête, du thorax et de l'abdomen [1]. Leurs ailes, très velues également, sont lancéolées et dressées en forme de « V » au-dessus du corps au repos. La tête forme un angle de 45° avec le corps donnant à l'insecte une allure bossue [19] (Figure 2).

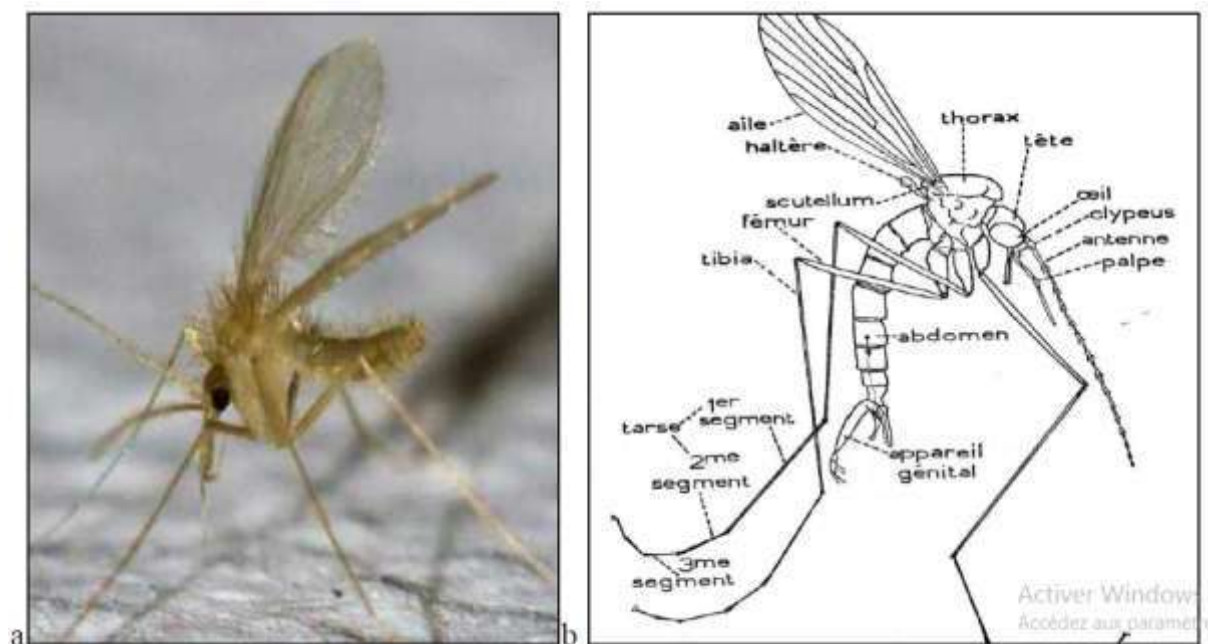


Figure 2 : Morphologie générale (a) et anatomie externe (b) d'un phlébotome adulte [1]

• La tête

Au niveau dorsal, on distingue trois parties : le vertex, l'occiput en arrière et le front en avant qui se prolonge par le clypeus portant le labre-épipharynx. Postérieurement, la capsule céphalique est percée du trou occipital à la périphérie duquel s'insère le cou membraneux qui relie la tête au thorax. La face ventrale de la tête est membraneuse à l'exception du submentum articulé à la base du labium. Dans la gouttière labiale viennent se ranger au repos :

- ✚ un labre-épipharynx creusé ventralement d'une gouttière parsemée de fossettes sensorielles,
- ✚ deux mandibules, lames larges et pointues, disposées l'une au-dessous de l'autre, dont l'extrémité distale est finement denticulée sur son bord interne,
- ✚ deux maxilles, plus aiguës que les mandibules, situées de part et d'autre de la gouttière labiale, dont l'extrémité est denticulée sur les deux bords (plus profondément mais plus courtement sur le bord externe),

- ✚ un hypopharynx qui est creusé du canal salivaire et dont l'extrémité est découpée en dents de scie. La trompe est flanquée des palpes maxillaires formées de 5 segments dont les deux premiers sont soudés, recouverts d'écailles et de courtes soies. Le troisième segment, et plus rarement le second, porte un placard de soies en général spatulées : les épines sensorielles de Newstead.

En plus des pièces buccales, la tête porte deux gros yeux latéraux et deux antennes formées de 16 articles dont les deux premiers sont courts. Les 14 autres articles, qui forment le flagellum, sont allongés. Ils peuvent également porter de minuscules organes sensoriels : les papilles sensorielles ou « hirsut glands » [20] (Figure 3).

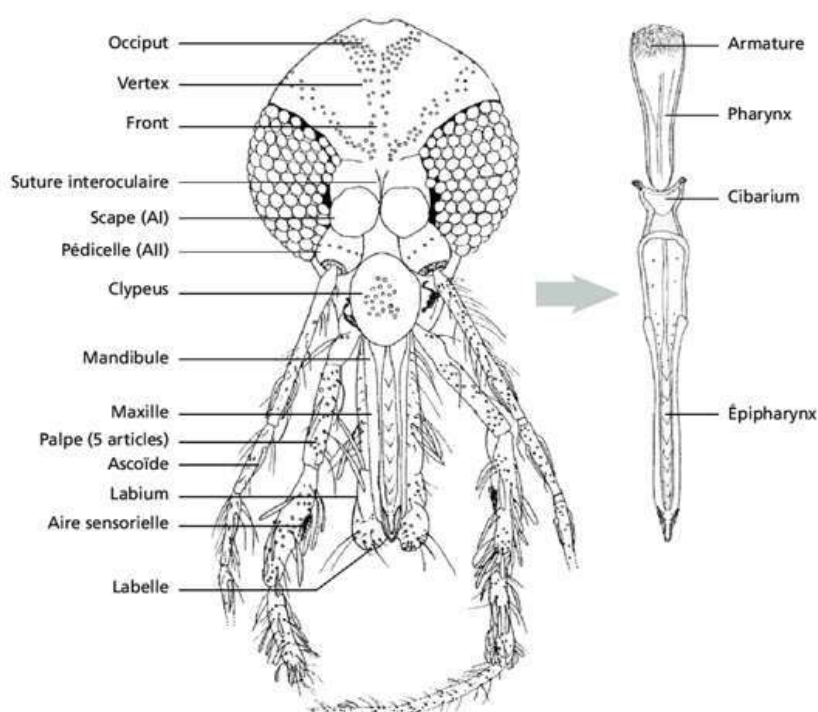


Figure 3 : Tête du phlébotome [21]

- **Le thorax**

Il est composé de 3 parties.

- ✚ **Le prothorax** est réduit.

- ✚ **Le mésothorax** est très développé. La répartition des soies à sa surface est d'un grand intérêt pour la taxonomie générique. Le sclérite mésanépisternal, qui porte un stigmate bien développé et l'insertion des ailes, est à cet égard particulièrement intéressant.

✚ **Le métathorax** est plus réduit. Il porte de petits stigmates et une paire d'halteres. Les ailes sont lancéolées et soutenues par sept nervures longitudinales et des nervures transverses. Leur disposition est très importante pour identifier les *Phlebotominae* au sein des *Psychodidae*. La position relative des points d'insertion des nervures longitudinales est utilisée pour l'identification. Chez l'insecte vivant, au repos les ailes sont dressées, formant entre elles un angle de 45°. Les pattes, qui possèdent un tarse à cinq articles, sont longues et grêles. Elles sont garnies de soies et d'écaillés. Certaines espèces présentent de courtes épines massives sur le fémur [20] (Figure 4).

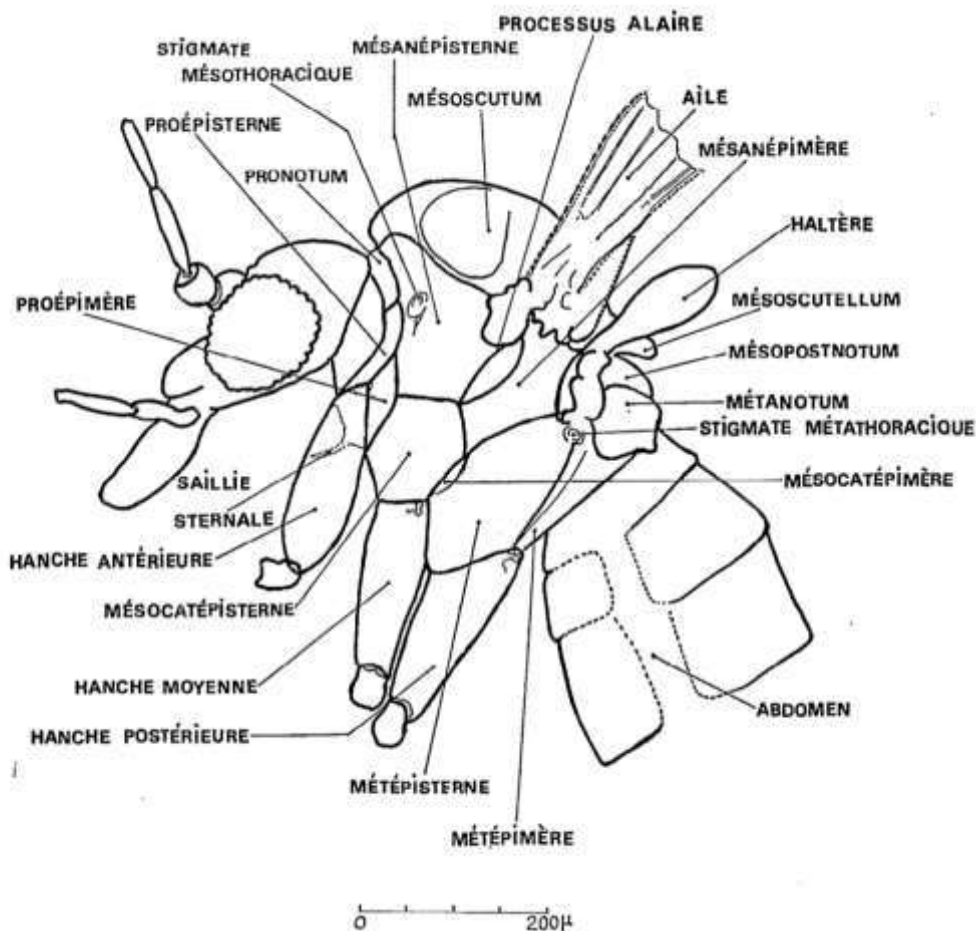


Figure 4 : Anatomie du thorax [14,22].

- ***L'abdomen***

Il comporte dix segments dont sept non modifiés (portant chacun une paire de stigmates) et trois transformés en segments génitaux. Les sternites et tergites sont séparés par des pleures membraneuses susceptibles de se dilater au moment des repas.

Chez la femelle, le huitième segment est rétracté sous le septième lui-même plus petit que les précédents, ne laissant dépasser sur la face ventrale que le sternite bilobé : valves hypogyniales ou gonapophyses ventrales. Le neuvième segment porte l'ouverture ventrale du vagin : l'atrium génital, entouré d'un épaissement chitineux ouvert vers l'arrière, la furca dont la forme évoque celle des oiseaux et portant de minuscules épines dont l'aspect et la disposition ont parfois été utilisés en systématique. Le dixième segment porte l'anus et de part et d'autre, les cerques ou gonapophyses dorsales bien développés.

L'appareil génital interne de la femelle comporte plusieurs organes dont deux ovaires, deux glandes annexes, deux spermathèques et un vagin (Figures 5A et 6A).

L'appareil génital interne du mâle comporte deux testicules, deux canaux déférents, une vésicule séminale et un canal éjaculateur (Figure 5B et 6B).

La morphologie et l'ornementation de l'armature génitale externe du mâle sont très utilisées en systématique. Il est à noter que la disposition embryologique des diverses pièces est inverse de celle observée chez l'adulte du fait qu'au moment de l'éclosion, l'hypopygium du mâle subit une torsion de 180° (d'où le nom de surstyle donné à la pièce la plus ventrale).

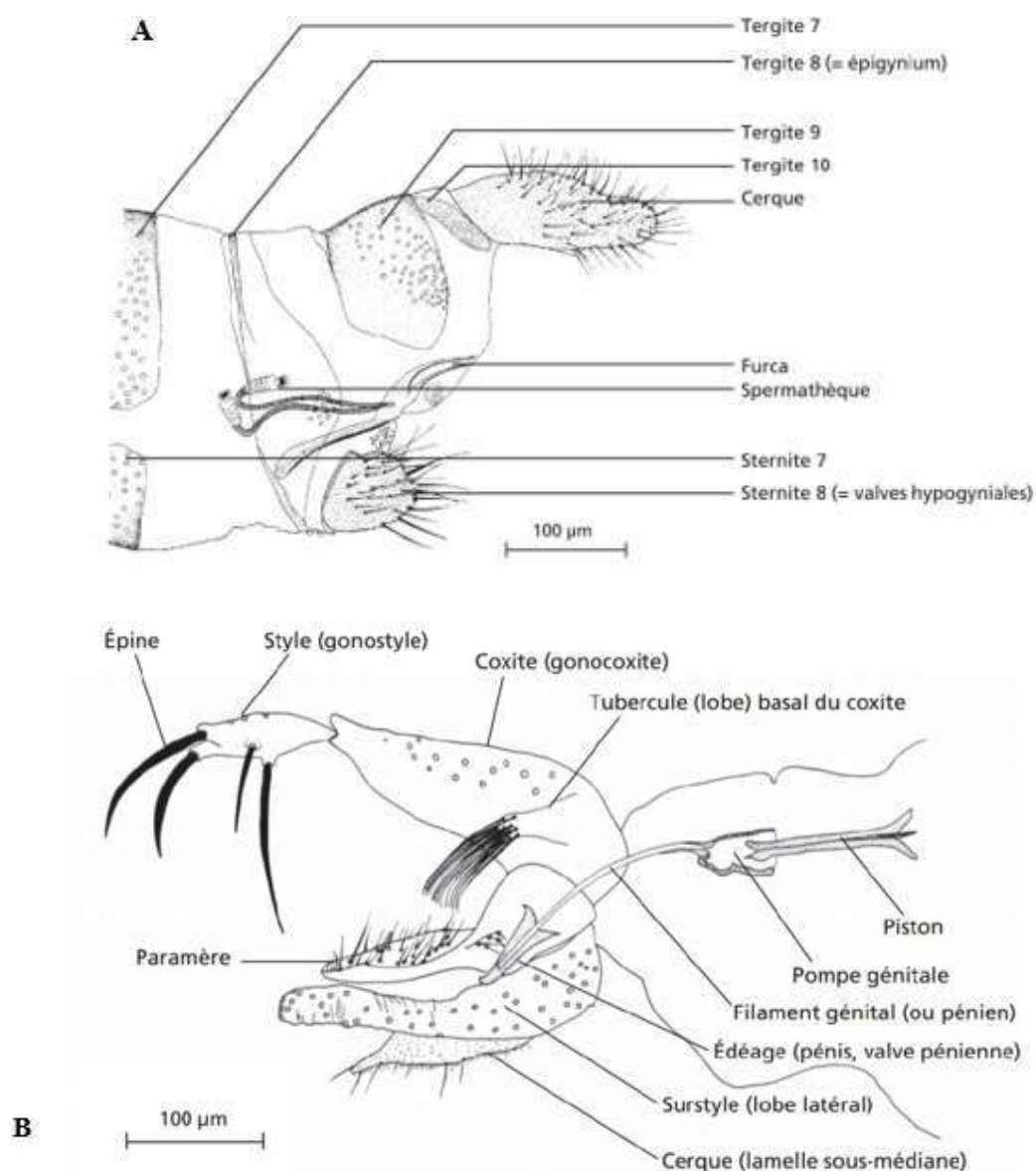


Figure 5 : Anatomie de l'appareil génital du phlébotome femelle (A) et mâle (B) [4,14,22].

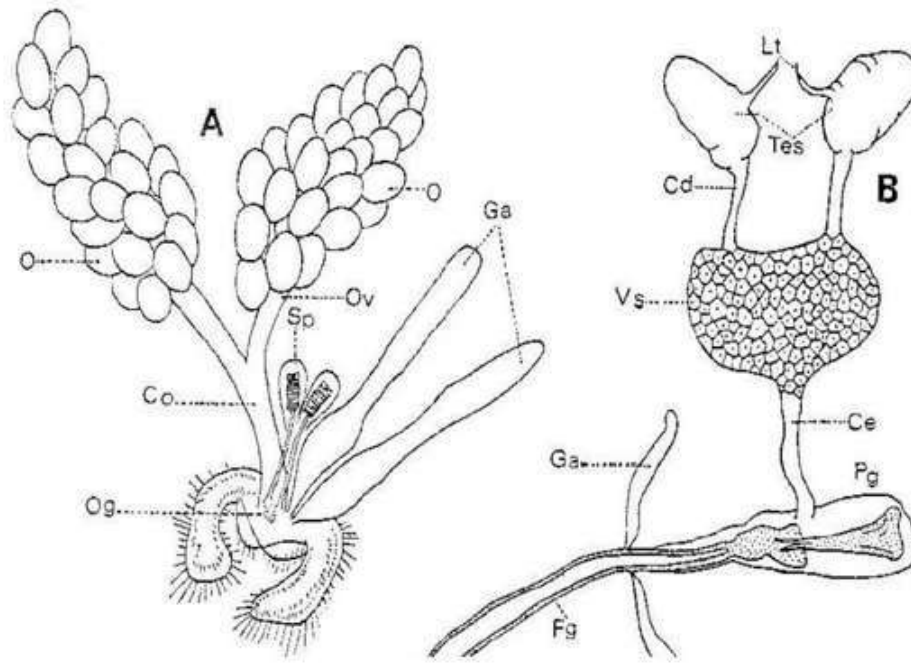


Figure 6 : Appareil reproducteur : (A) phlébotome femelle, (B) phlébotome mâle [14].

O : ovaire, Ov : oviducte, Sp : spicule, Ga : glandes annexes, Co : canal ovarien, Og : orifice génital, Lt : ligament testiculaire, Tes : testicules, Cd : canal déférent, Vs : vésicule séminale, Ce : canal éjaculateur, Ga : glandes annexes, Pg : pompe génitale, Fg : filaments génitaux.

• Appareil digestif

En arrière du pharynx et de l'œsophage on trouve le proventricule avec, en dérivation sur la face ventrale, un réservoir où s'accumulent les liquides nutritifs non sanguins : le jabot.

Le proventricule est limité postérieurement par le cardia qui sécrète la membrane péritrophique. L'intestin moyen s'étend entre le cardia et le pylore très peu marqué chez les phlébotomes. L'intestin postérieur se subdivise en deux parties séparées par un sphincter. Il comprend le duodénum étroit où s'ouvrent les tubes de Malpighi et le rectum dilaté qui se rétrécit dans sa partie terminale avant de s'ouvrir dans l'anus. Les glandes salivaires, volumineuses, sont situées dans le thorax. Elles sont développées chez la femelle que chez le mâle et leur taille varie au cours du cycle gonotrophique (taille maximale après le repas sanguin) [20] (Figure 7).

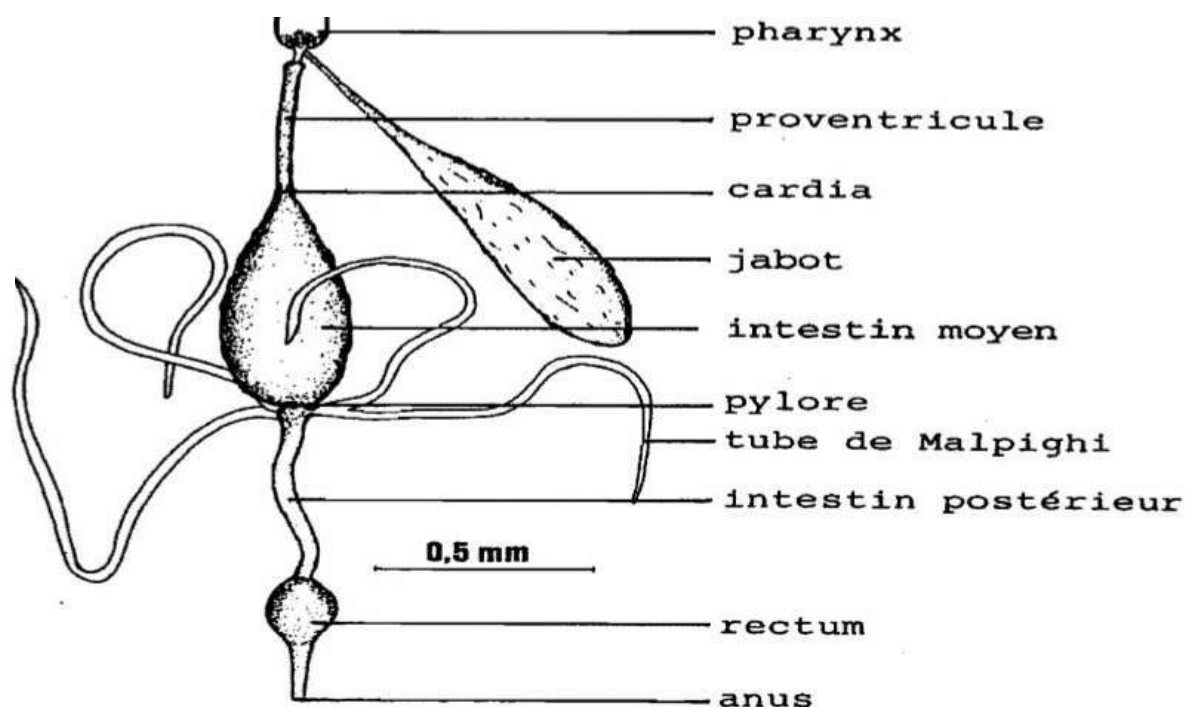


Figure 7: Morphologie du tube digestif chez le phlébotome [20].

I-3. Biologie des phlébotomes

I-3-1. Cycle de développement et durée de vie

I-3-1-1. Cycle de développement

L'accouplement des phlébotomes intervient sans vol nuptial à proximité du gîte de repos. Cet accouplement se produit trois à dix jours après le repas sanguin qui dure 30 secondes à 5 minutes [22–24]. La femelle pond de 15 à 100 œufs, dans un endroit calme, à l'abri du vent, humide et sombre, qui au bout de quelques jours donnent naissance à des larves. Les gîtes larvaires sont extrêmement variables. Il peut s'agir de terriers de micromammifères (rats, souris), de nids d'oiseaux, de creux d'arbres, d'anfractuosités du sol ou de murs etc. [23,25]. Le développement des phlébotomes se fait par une métamorphose complète (holométabole) comprenant quatre stades : œuf, larve, nymphe et imago ou adulte (Figure 8).

✚ **Œuf.** Les œufs sont pondus un à un par les femelles dans des microbiotopes riches en matières organiques et humides qui constituent les gîtes larvaires. La survie et le développement des œufs dépendent des conditions d'humidité et de température appropriées [9,26]. La durée d'incubation des œufs varie avec la température : elle est de l'ordre de quatre à dix-sept jours [23,25].

✚ **Larve.** Elle est terricole, sédentaire, saprophage et phytophage. Les gîtes larvaires varient selon les espèces. Tous ces gîtes constituent des micros habitats caractérisés par des conditions constantes : lieux calmes, abrités des courants d'air, humides et sombres. Les larves se nourrissent de débris organiques surtout végétaux [23,25,27,28]. La durée des quatre stades larvaires successifs varie selon les conditions climatiques : principalement selon la température [19]. En pays tempérés, l'hibernation se fait au stade d'œuf ou de larve qui sont des formes de résistance [10]. Les larves muent trois fois avant de se transformer en nymphes.

✚ **Nymphe.** Fixée en position verticale par son extrémité postérieure, elle se rencontre au niveau des mêmes gîtes que ceux de la larve. Elle ne se nourrit pas et la durée du seul stade nymphal serait de six à quinze jours. Elle est plus grande que la larve et adaptée à un milieu aérien sec. Tout comme les œufs, elle a besoin de protection contre l'insolation et d'autres facteurs météorologiques agissant de manière brutale [23,25].

✚ **Imago ou adulte.** Il émerge sept à dix jours après la formation de la nymphe. Les habitats des adultes sont caractérisés par le calme, la tranquillité du gîte de repos ; puis, par l'existence de gîtes de ponte propice à la vie des larves et la proximité d'hôtes vertébrés nécessaires au repas de sang de la femelle.

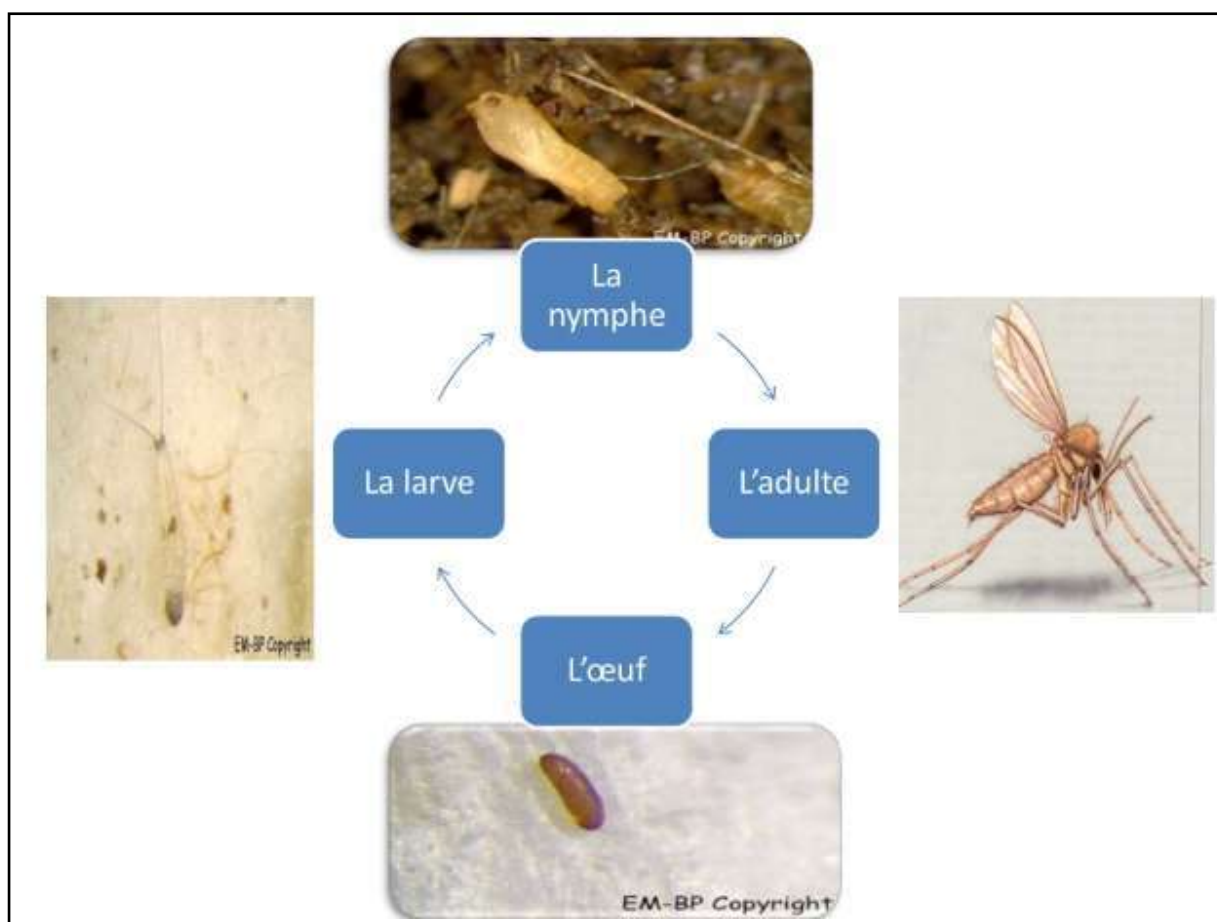


Figure 8 : Cycle de développement des phlébotomes [29]

I-3-1-2. Durée de vie

La durée totale de développement du phlébotome de l'œuf au stade adulte est de 20 à 75 jours, en l'absence de toute diapause [1]. Les mâles éclosent un à deux jours avant les femelles. Mais, leur maturité s'observe entre 12 et 24h après éclosion. Cependant, la durée de vie des phlébotomes adultes est fonction de la **température** et de l'**humidité** du milieu. Un environnement frais et humide est favorable à leur longévité. Les mâles vivent moins longtemps que les femelles qui ont une durée de vie allant de deux semaines à deux mois en moyenne [27].

Au cours de cette période, et bien que la majorité des femelles succombent lors de leur première ponte [6,26], certaines femelles peuvent accomplir plusieurs cycles gonotrophiques [6]. Donc, seules les femelles ayant déjà pondu au moins une fois, peuvent jouer un rôle dans la transmission des leishmanies [20].

I-3-2. Nutrition

Les phlébotomes, quel que soit leur sexe, se nourrissent de sucres floraux et fruitiers ainsi que de miellat de pucerons. Ils peuvent également percer le parenchyme des feuilles et aspirer la sève. Il a été prouvé que le fructose est le principal sucre recherché [6,20,23]. En plus de ces jus sucrés, les femelles sont telmatophages, elles prélèvent le sang qu'elles aspirent en dilacérant avec leur trompe les tissus superficiels de leurs hôtes, provoquant un petit hématome d'où la signification littérale « coupeurs de veines ». Cet apport protéique est souvent nécessaire à la ponte et au développement des œufs. En effet, les espèces autogènes (ovogenèse sans repas sanguin) sont rares [1].

Les mâles ne piquent pas mais certains ont été observés se nourrissant de sang sur des plaies faites par les femelles [1,23,25].

Les femelles du genre *Phlebotomus* sont essentiellement mammophiles. Des analyses de contenus stomacaux ont montré qu'elles sont capables de se nourrir sur plusieurs hôtes au cours d'un seul repas [20,23,25]. En effet, lorsqu'un phlébotome est dérangé au cours de son repas, il a la possibilité de le compléter en piquant aussitôt soit le même hôte (ce qui explique certaines lésions multiples observées au cours des leishmanioses cutanées), soit un autre hôte [20]. Bien qu'elles soient volontiers anthropophiles, le choix de l'hôte dépend surtout de la présence d'animaux à proximité des gîtes, la disponibilité de l'hôte prime sur une réelle préférence trophique : on parle de comportement opportuniste [6,23,25].

Les zones de piqure préférentielles sont, chez l'Homme, les parties découvertes du corps et chez les animaux, les zones les moins velues [20]. Il est probable que les phlébotomes détectent la présence d'un hôte grâce à leur odorat. De plus, il semblerait que les femelles non gorgées soient attirées par une phéromone synthétisée au niveau des palpes d'autres femelles en train de se gorger [23]. La recherche d'hôtes en vue du repas sanguin est stimulée par des conditions adéquates de température ambiante, d'humidité relative, d'intensité lumineuse et d'agitation de l'air. Le repas sanguin se déroule durant quelques minutes et est facilement interrompu. Selon les auteurs, la durée du repas est comprise entre 30 secondes et 5 minutes, bien qu'une durée moyenne inférieure à 5 minutes soit généralement admise [6,20,23].

Enfin, il a été observé que la majorité des imagos femelles obtenus par élevage ne commence à se gorger que 2 à 10 jours après l'éclosion, alors qu'elles prennent un repas sucré dès le premier jour de vie [6,20,23].

I-4. Ecologie des phlébotomes

I-4-1. Habitats et lieux de repos

Pendant la journée, les phlébotomes adultes se reposent dans des endroits relativement frais et humides non ventilés près de leurs hôtes (chambres à coucher, terriers de rongeurs et autres mammifères, nids d'oiseaux et termitières). Les femelles fraîchement gorgées préfèrent les zones profondes et totalement obscures (latrines, caves, étables, fissures dans les murs, les rochers ou le sol, la végétation épaisse, les trous et contreforts d'arbres) [1,26].

Les femelles de nombreuses espèces sont plutôt exophages (elles piquent à l'extérieur) et exophiles (elles se reposent à l'extérieur pendant la maturation des œufs) donc il est difficile de les combattre par des pulvérisations d'insecticides sur les murs intérieurs des habitations. D'autres espèces en revanche sont endophiles (elles se reposent à l'intérieur des habitats pendant la maturation des œufs) et peuvent donc être combattues de cette manière [1].

I-4-2. Préférences trophiques et cycles d'activités

Les préférences trophiques des phlébotomes, surtout des femelles sont variables. Elles dépendent de l'espèce et des hôtes disponibles [1]. Les repas sucrés apportent aux phlébotomes l'énergie dont ils ont besoin et participent au développement des parasites dans leurs intestins [20]. Au cours du repas sanguin, de la salive et des protéophosphoglycane parasites sont introduits dans l'organisme de l'hôte et l'on pense que ces substances jouent un rôle dans la transmission de la leishmaniose chez les vertébrés [1].

En raison de leurs exigences climatiques, en zone tempérée l'activité des phlébotomes est centrée sur la période estivale [6,30,31]. Pendant la période hivernale, leur survie est assurée par une diapause des stades larvaires. Ils ont une activité crépusculaire voire nocturne [6]. Les phlébotomes, mâles comme femelles, s'agitent à la tombée de la nuit lorsque la température est suffisamment élevée (en moyenne 19 à 20 °C) et que la limite du vent est de 1 à 1,5 mètre par seconde [1,6]. Cependant, si le temps est nuageux et orageux, il est possible de les observer en journée [6].

I-4-3. Dispersion et hauteur de vol

I-4-3-1. Dispersion

L'étude de la dispersion des phlébotomes a une importance essentielle pour la planification des mesures de lutte contre les maladies qu'ils transmettent, en particulier la leishmaniose [26]. Leur vitesse de dispersion étant de l'ordre de 1m/s, ils sont de ce fait incapables de voler lorsque la vitesse du vent dépasse cette valeur, ce qui limite leur portée de vol [9].

Leur rayon maximal de déplacement est de quelques centaines de mètres tout au plus à proximité des hôtes, des gîtes de repos et de ponte [6]. Ainsi, la distance de dispersion indique quelles sont les dimensions optimales de la zone tampon nécessaire autour d'un établissement humain ou d'un village. Les espèces sylvoles se dispersent sur une distance inférieure à 1 km ce qui semble plus court que celle des espèces péri-domestiques qui est en moyenne de 2 km [1,9].

I-4-3-2. Hauteur de vol

Le vol des phlébotomes est silencieux, avec une hauteur maximale de 1,50 à 2 m, interrompu par de brèves périodes de repos. L'altitude de vol est peu élevée. Ces insectes ont tendance à voler horizontalement près du sol en zone dégagée [6]. Enfin, il apparaît que la pluie serait un facteur défavorable au vol, de même qu'un vent d'une force supérieure de 1 à 1,5 m/s, tout vol cessant à partir de 4-5 m/s [6].

I-5. Répartition géographique et saisonnière

Les phlébotomes sont très répandus dans le monde partout où existe une température assez élevée leur permettant d'entrer en activité, au moins pendant une partie de l'année. Dans l'ancien Monde, on les trouve entre le 45^{ème} degré de latitude nord et le 40^{ème} degré de latitude sud. En Amérique, on les rencontre du sud des Etats-Unis au nord de l'Argentine. A l'intérieur de ces limites géographiques, l'abondance des espèces et des populations varie avec la latitude. Leurs milieux d'élection sont les zones tropicales et subtropicales. Les diverses

espèces ont des aires de répartition étendues et chaque région à sa faune constituée d'un certain nombre d'espèces.

A la répartition géographique globale des espèces vient se superposer une répartition écologique plus fine, chaque zone bioécologique ayant ses phlébotomes. C'est ainsi qu'il y a des phlébotomes du désert, des phlébotomes de savane, des phlébotomes de forêt, etc. [20].

Et à l'intérieur de cette stratification écologique, il existe souvent une stratification micro-écologique. Dans la forêt amazonienne, les espèces de la canopée ne sont pas les mêmes que celles que l'on trouve près du sol. Certains phlébotomes sont purement cavernicoles. La connaissance de la phénologie des phlébotomes est également très importante. Elle permet de comprendre l'évolution, au cours des saisons, des maladies transmises. Dans les pays tropicaux, on observe des adultes toute l'année : il n'y a pas de période de diapause. Dans les zones modérément chaudes, il est observé chez le phlébotome à l'instar d'autres insectes, une phase de repos qui correspond à la diapause. Cette diapause qui couvre la période hivernale est surtout notée chez la dernière génération d'automne dont le développement est stoppé au quatrième stade en attendant le printemps [20].

On note cependant qu'il existe un certain pourcentage de larves en diapause à chaque saison, ce pourcentage augmente au fur à mesure que la saison s'avance. Ce sont les larves en diapause qui donneront naissance à la première génération de printemps dont l'émergence est déclenchée par l'élévation de la température extérieure, dont le seuil se situe entre 18 et 20°C [20] (Figure 9).

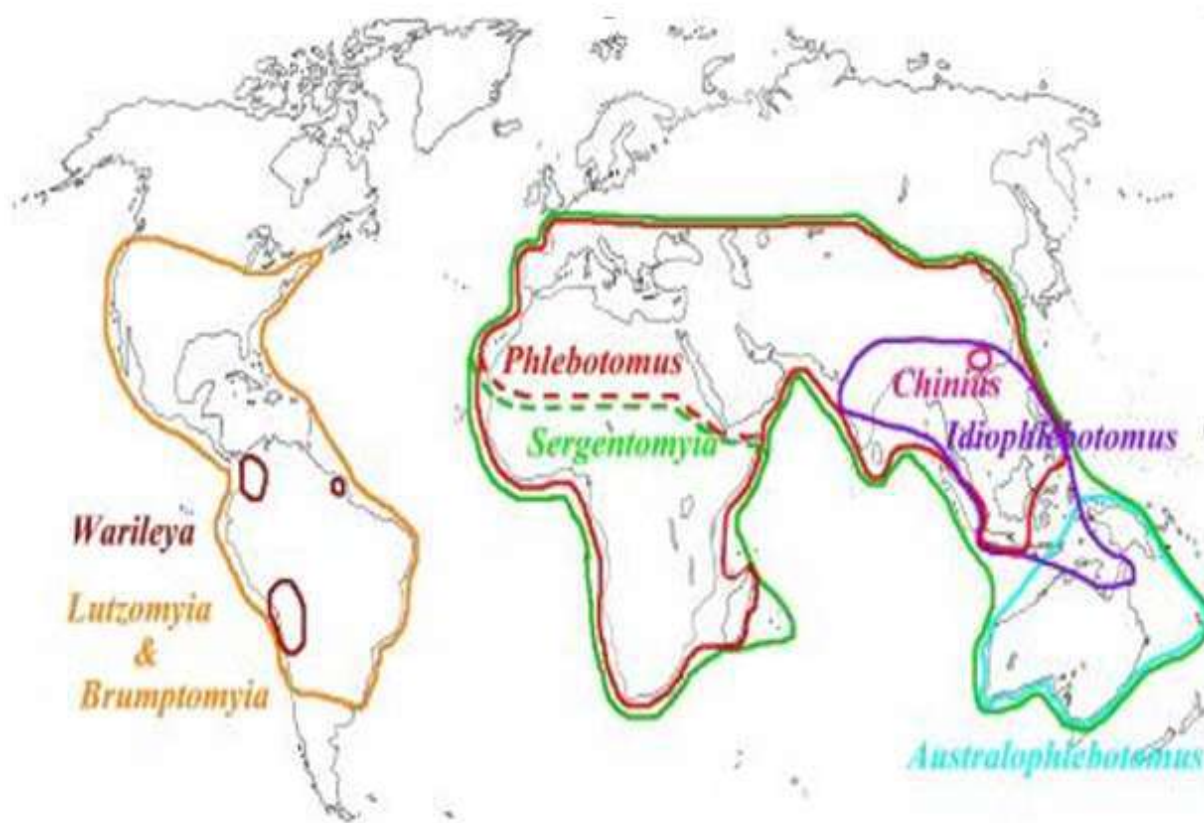


Figure 9: Répartition des principaux genres de Phlebotominae dans le monde (www.univ-reims.fr)

II. MÉTHODES DE CAPTURE DES PHLÉBOTOMES

Il existe différentes méthodes de capture des phlébotomes adultes. Ces méthodes sont plus ou moins sélectives. Elles capturent les phlébotomes vivants ou non. De plus, chacune de ces méthodes présente des avantages et inconvénients.

II-1. Piégeage par piège lumineux CDC

Le piège lumineux CDC (Center for Disease Control) (Figure 10) est constitué d'une cellule munie d'un cylindre en plastique dans lequel se trouve un moteur portant à ses extrémités une hélice et une ampoule électrique. Le moteur est alimenté par une batterie (ou des piles) fournissant un courant continu de 6 volts. L'extrémité inférieure du cylindre est reliée à un filet en tulle moustiquaire à l'intérieur duquel pend un sac plombé. L'extrémité supérieure est recouverte d'un grillage qui empêche l'entrée d'insectes de grande taille [32].

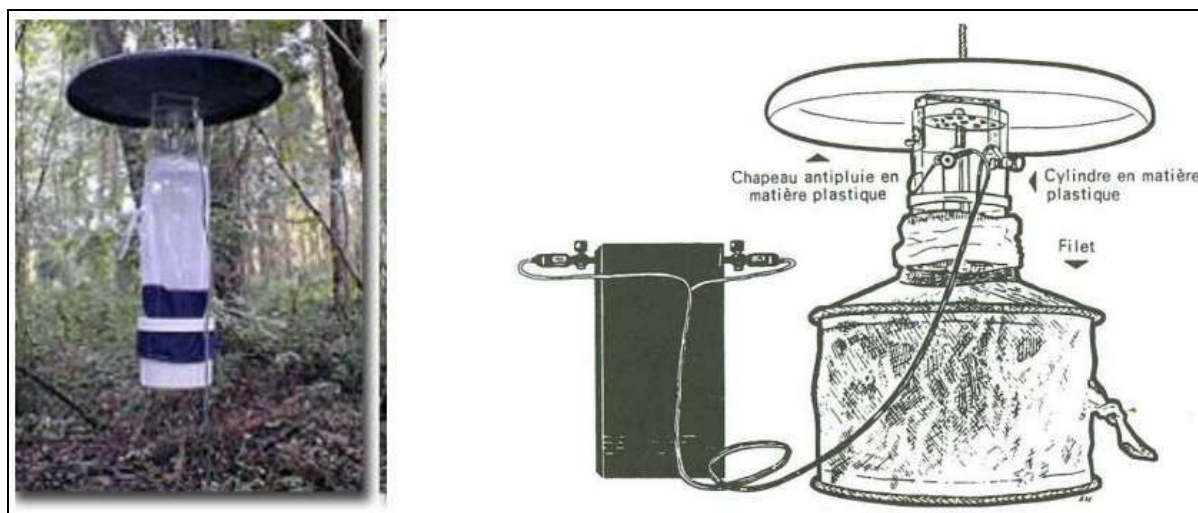


Figure 10 : Photo et représentation schématique du piège lumineux CDC [33].

II-2. Piégeage dans les gîtes de repos ou de ponte

II-2-1. A l'aide de piège adhésif ou piège huileux

La technique de piège adhésif est sans doute la mieux adaptée à l'inventaire qualitatif et quantitatif des phlébotomes. Ce piège est constitué de feuilles de papier blanc mat de dimension 25x20 cm de préférence ou de format A4 (29,7x21 cm) largement imbibées d'huile de ricin (Figure 11B). Cette huile présente l'avantage de ne pas être répulsive, d'être très visqueuse et soluble dans l'alcool. Ce qui facilite la récupération ultérieure des insectes [34].

II-2-2. A l'aide d'un aspirateur à bouche

Ce type de piégeage s'effectue durant le jour et jusqu'à la tombée de la nuit, juste avant la sortie des phlébotomes. Il permet de capturer les phlébotomes vivants. Cependant, la difficulté majeure est de répertorier d'avance les différents gîtes productifs de phlébotomes [34] (Figure 11A).

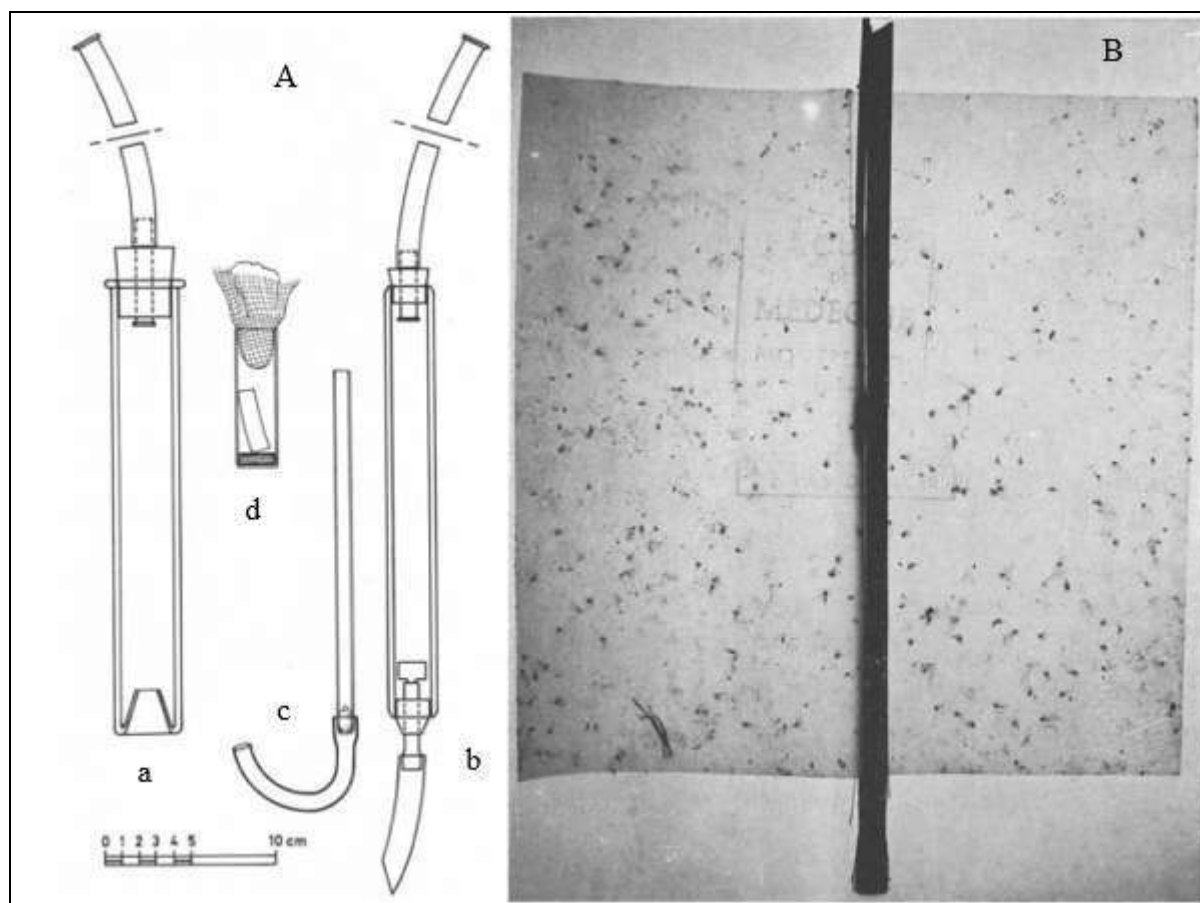


Figure 11 : Pièges aspirateurs à bouche (A) et piège huileux (B). (A) : Matériel de capture a et b : deux modèles d'aspirateur-nasse, c : tube de prélèvement (pouvant pénétrer dans le capteur a), d : tube de transport, de ponte et d'élevage [35].

II-3. Piégeage sur appâts

Le piégeage sur appâts est utilisé pour mettre en évidence les préférences trophiques des phlébotomes. Il se pratique sur l'homme à l'aide de tubes à hémolyse ou de captureurs à la « touche », à la piqure ou au gorgement complet des femelles, ou à l'aide d'appâts animaux sous une tente. Bien que permettant d'estimer la fraction agressive sur l'homme, le piégeage sur appâts est moins utilisé pour des raisons d'éthique [20].

III. IMPORTANCE MÉDICALE DES PHLÉBOTOMES ET TRANSMISSION DES LEISHMANIES

III-1. Importance médicale des phlébotomes

L'importance médicale des phlébotomes s'explique par leur reconnaissance comme vecteurs d'agents pathogènes de maladies humaines, animales et même végétales. Cependant, le mâle, depuis longtemps considéré comme ne jouant aucun rôle vecteur en raison de sa non hématophagie, peut transmettre des agents parasites à certaines plantes [36].

En effet, des auteurs évoquent le rôle de vecteur mécanique que joue le phlébotome dans la transmission de *Brevipalpus phoenicis*, acarien, agent parasite de certaines plantes [10,21,23]. En plus de cette transmission de parasite végétale, la femelle, en particulier celle du genre *Phlebotomus* joue un rôle très important dans le transport de divers arbovirus parmi lesquels *Phlebotomus papatasi* est responsables d'une affection humaine bénigne appelée fièvre de phlébotomes ou fièvre à *papatasi* ou encore fièvre de 3 jours [10,37]. D'autres, en particulier *Lutzomyia verrucarum* transmettent également des bactéries telles que *Bartonella bacilliformis* responsable de la bartonellose humaine [38]. Outre ces affections virales et bactériennes, les genres *Lutzomyia* et *Phlebotomus* sont responsables de la transmission aux vertébrés et en particulier à l'Homme, des protozoaires du genre *Leishmania* [39] (Figure 12).

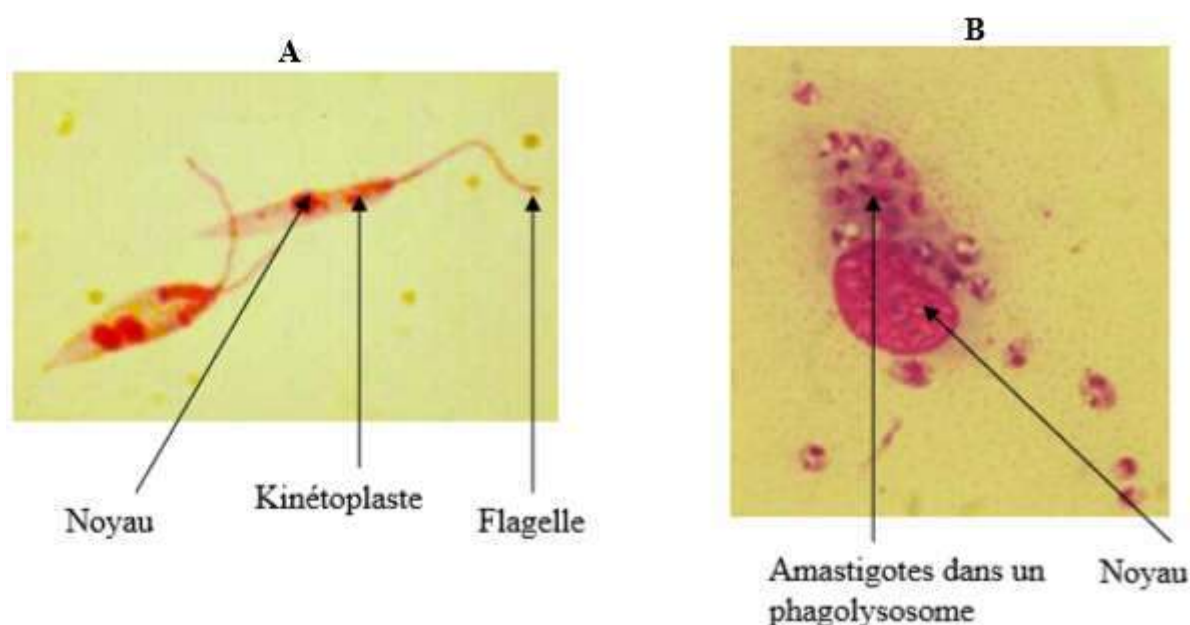


Figure 12: Formes promastigotes (A) et amastigotes (B) de *Leishmania* sp.

III-2. Transmission des leishmanies

La transmission des leishmanies, parasites dixènes, se déroule selon un cycle dimorphique qui nécessite deux hôtes, le phlébotome femelle et un mammifère. La première phase extracellulaire a lieu chez l'insecte vecteur et la seconde se déroule chez le mammifère notamment chez l'Homme.

III-2-1. Phase extracellulaire : développement chez l'insecte

Au cours du repas sanguin sur un mammifère ou l'Homme infesté, l'insecte vecteur femelle ingère des macrophages contenant des formes amastigotes qui se différencieront en promastigotes au bout de 24 heures. Ceux-ci se divisent activement sous une forme dite procyclique non infectieuse (24-48 heures après l'infection) puis ils deviennent très fuselés et sont alors connus sous le nom de nectomonades. Vers le 3^{ème} jour après l'infestation, les nectomonades vont se fixer aux microvillosités de l'intestin médian abdominal puis migrent vers l'intestin médian thoracique (4-5 jours). A ce stade, deux voies de différenciation semblent empruntées, certains nectomonades deviennent haptomonades ovalaires lesquels donnent origine aux paramastigotes dont le rôle exact n'est pas encore connu. D'autres nectomonades se transforment en promastigotes métacycliques, très infectieux, de forme allongée, flagellée et très mobiles, qui ne sont plus capables de se diviser. Ces derniers migrent vers l'œsophage, le pharynx et le proboscis. Ils vont être inoculés à l'Homme par l'insecte lors de son prochain repas sanguin [24,40] (Figure 13).

III-2-2. Phase intracellulaire : développement chez l'hôte mammifère

La transmission chez l'Homme des formes promastigotes est effectuée par l'insecte vecteur femelle lors son repas sanguin. Dans un premier temps, un signal émis par les formes promastigotes métacycliques permet aux macrophages dermiques de phagocyter les parasites. Le cytoplasme macrophagique abritant ces derniers subit des modifications jusqu'à aboutir à la formation d'organites connus comme vacuoles parasitophores ou phagolysosome. A ce stade, les promastigotes vont se différencier en amastigotes adaptés à la vie intracellulaire, l'achèvement de ce processus requiert entre 3 à 7 jours. Le changement de température de 25°C à 37°C et le changement de pH, (d'un pH physiologique à un pH aux environs de 5,0), induisent la différenciation en amastigotes [41]. Les parasites, après différenciation, se divisent par fission binaire et l'infection chez les hôtes mammifères se répand par relargage et internalisation de macrophage à macrophage [3] (Figure 13).

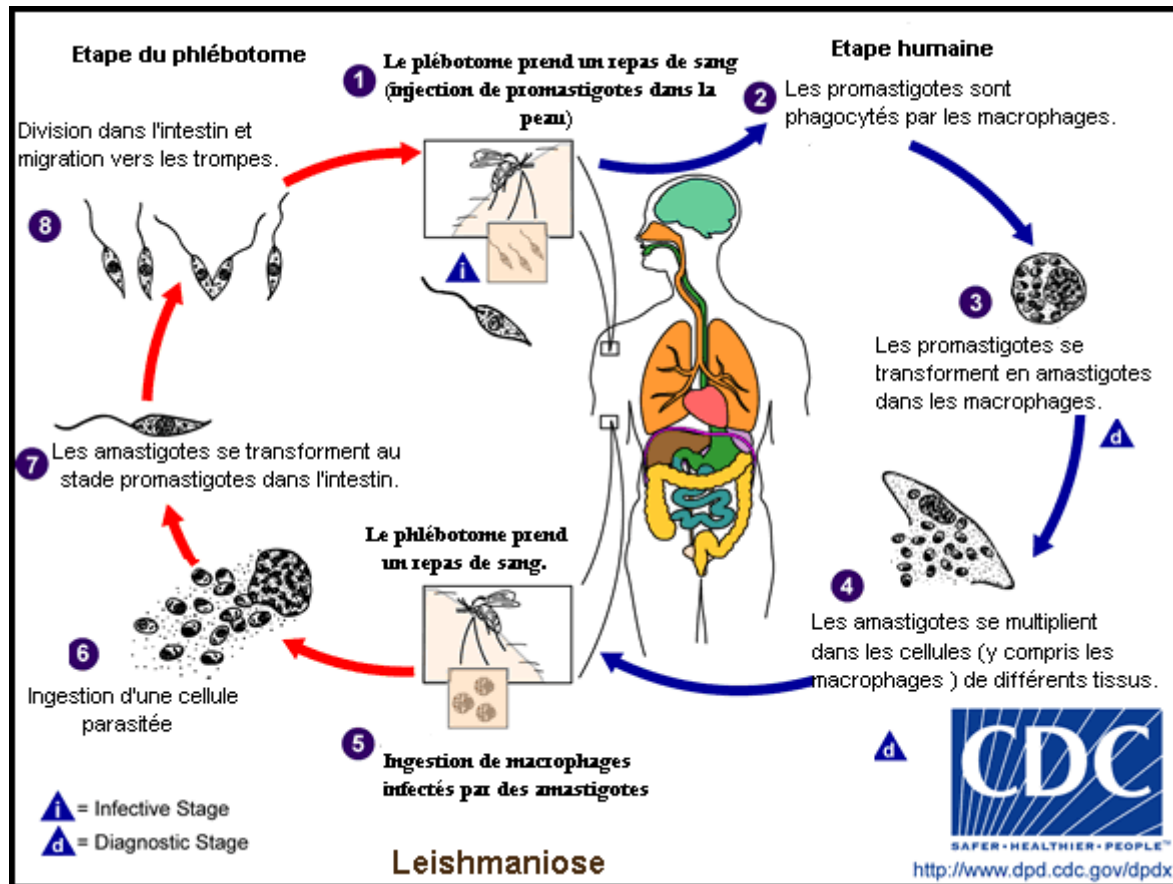


Figure 13 : Cycle de vie du parasite *Leishmania* (source : <http://www.dpd.cdc.gov/dpdx>).

IV. PHLÉBOTOMES DE CÔTE D'IVOIRE

En Côte d'Ivoire, vingt-quatre espèces de phlébotomes ont été répertoriées. Elles appartiennent toutes au genre *Sergentomyia*. Ces espèces sont présentées dans le tableau I.

Tableau I : Liste des espèces de phlébotomes de la Côte d'Ivoire [42].

Genre	Espèces
<i>Sergentomyia</i>	<i>adleri</i> (Theodor, 1933)
	<i>africana africana</i> (Newstead, 1912)
	<i>antennata</i> (Newstead, 1912)
	<i>bereiri</i> (Kirk & Lewis, 1952)
	<i>collarti</i> (Adler, Theodor et Parrot, 1929)
	<i>congolensis</i> (Abonnenc, 1968)
	<i>decipiens</i> (Theodor, 1931)
	<i>dissimillima</i> (Abonnenc, 1971)
	<i>distincta</i> (Theodor, 1933)
	<i>dubia</i> (Parrot, Mornet & Cadenat, 1945a)
	<i>dureni</i> (Parrot, 1934)
	<i>dyemkoumai</i> (Abonnenc, 1964)
	<i>freetownensis freetownensis</i> (Sinton, 1932)
	<i>ghesquierei</i> (Parrot, 1929)
	<i>hamoni</i> (Abonnenc, 1958)
	<i>ingrami</i> (Newstead, 1912)
	<i>magna</i> (Sinton, 1932)
	<i>moreli</i> (Abonnenc, 1958)
	<i>pastoriana</i> (Parrot et Martin, 1945)
	<i>schoutedeni schoutedeni</i> (Adler, Théodor et Parrot, 1929)
	<i>schwetzi</i> (Adler, Théodor et Parrot, 1929)
	<i>simillima</i> (Newstead, 1914)
	<i>squamipleuris</i> (Newstead, 1912)
	<i>tauffliebi</i> (Abonnenc et cornet, 1971)

V. LUTTE ANTI-VECTORIELLE

V-1. Considérations générales

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), le but des programmes de lutte antivectorielle est de réduire ou d'interrompre la transmission de la maladie. La stratégie la plus efficace est l'élimination de l'insecte vecteur de la maladie : le phlébotome. Différentes mesures sont utilisées pour cette lutte. Parmi elles, il y a l'utilisation de produits chimiques, l'aménagement de l'environnement ou encore la protection individuelle. Pour avoir un impact important sur les populations phlébotomiennes, la lutte anti vectorielle associe ces différentes mesures. Il faut pour cela être bien renseigné sur les différents acteurs du cycle de transmission de la leishmaniose (phlébotome, réservoir animal sauvage ou domestique, leishmanie, Homme), sur le type de transmission (anthroponosique ou zoonosique). De plus, des arrangements institutionnels sont nécessaires, notamment l'élaboration d'un cadre réglementaire, et pour une utilisation optimale des ressources, les décisions doivent être prises sur une base rationnelle. Pour mettre en œuvre une gestion intégrée des vecteurs, il faut que les décisions puissent être prises et les procédures d'assurance de la qualité appliquées à l'échelon administratif le plus bas du système de santé. Il est également capital que les mesures de lutte soient économiquement avantageuses et bien reçues par la communauté. Tous ces programmes doivent faire une large place à la mobilisation sociale et consacrer suffisamment de temps et de ressources à l'information des communautés en vue, notamment, de les encourager à participer. En matière de lutte antivectorielle, la recherche-développement est un facteur essentiel et les politiques menées dans ce domaine doivent être en phase avec les progrès technologiques [9].

V-2. Méthodes de lutte

V-2-1. Lutte chimique

Elle consiste à l'utilisation d'insecticide à effet rémanent, notamment des organochlorés tels que le Dichloro-Diphényl-Trichloéthane (DDT), des organophosphorés (malathion), des carbamates ou encore des pyréthrinoïdes de synthèse comme la deltaméthrine ou la λ -cyhalothrine [9,23,26]. La stratégie à mettre en œuvre va dépendre du comportement du vecteur visé, qui peut être essentiellement endophile, péri-domestique ou sylvestre.

Pour les espèces endophiles, il faut utiliser la pulvérisation d'insecticide en intra-domiciliaire. Pour les espèces péri-domestiques, il faut réaliser la pulvérisation d'insecticides sur les murs extérieurs et les abris pour animaux domestiques.

Pour les espèces sylvestres, les arbres qui sont leurs lieux de repos sont traités avec des insecticides. Mais cette méthode n'est sans doute pas très avantageuse sur le plan économique. Il est possible de réduire le risque d'infestation des zones de peuplement en coupant les arbres et en débroussaillant le terrain tout autour des habitations dans un rayon d'au moins un kilomètre (1 km).

Les moustiquaires imprégnées d'insecticide constituent une méthode de lutte efficace, relativement bon marché et durable pour lutter contre les phlébotomes notamment ceux qui sont endophiles. Il en existe deux modèles : la moustiquaire à réimprégner périodiquement et celle à longue durée d'action, dans laquelle l'insecticide est incorporé à la fibre ou la recouvre et qui reste efficace pendant 2 à 3 ans [9].

V-2-2. Lutte physique

Elle concerne la protection individuelle et l'aménagement du milieu.

La protection individuelle consiste à éviter les lieux et les périodes d'activité des phlébotomes. Pour cela, l'utilisation de répulsifs sur les parties exposées du corps est conseillée. Le port de vêtements couvrant les membres est aussi un moyen pour éviter les piqûres de phlébotomes [9].

L'aménagement de l'environnement consiste à intervenir dans les niches écologiques permettant de réduire les contacts entre le phlébotome et l'Homme, puis entre les populations de phlébotomes elles-mêmes. Les mesures d'aménagement de l'environnement doivent être précédées d'études minutieuses portant sur l'écologie locale et l'impact environnemental. Dans les zones urbaines en particulier, on peut, grâce à des programmes d'assainissement avec la participation de la communauté, éliminer les gîtes larvaires effectifs ou potentiels de phlébotomes, par exemple les tas de détritiques ou d'ordures [9].

DEUXIÈME PARTIE : ÉTUDE EXPÉRIMENTALE

PREMIER CHAPITRE : MATÉRIEL ET MÉTHODES

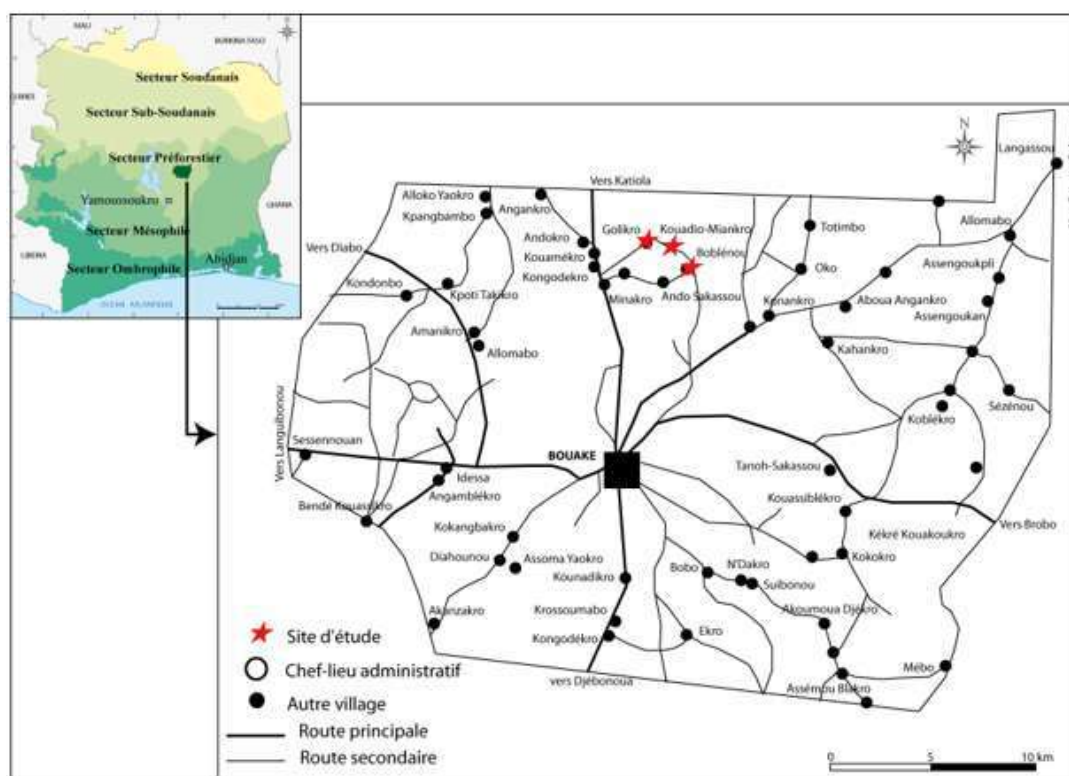
I. PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

I-1. Type, lieu et durée de l'étude

Ce travail est une enquête entomologique transversale réalisé à Golikro, Kouadio-Miankro et Boblénou, villages situés dans la commune de Bouaké (Figure 14), chef-lieu de la région du Gbêkê (Côte d'Ivoire). La durée du travail était de quatre mois, de mars à juin 2019. Les manipulations ont été réalisées au laboratoire entomologique de l'IPR (Institut Pierre Richet).

I-2. Description de la zone d'étude

La commune de Bouaké présente un relief relativement plat avec une altitude moyenne de 310 m. Bouaké est soumis à l'influence d'un climat de type équatorial de transition comprenant deux saisons chaudes. La première, sèche, avec une pluviométrie variable, couvre la période de novembre à février, alors que la seconde plus irrégulière, s'étale de mars à juin avec des précipitations pouvant atteindre 300 mm d'eau. Il y a également deux saisons fraîches qui couvrent respectivement les mois de juillet et août ainsi que ceux de septembre et octobre (Figure 15). Pour mieux apprécier la courbe ombrothermique, Bagnouls et Gaussen définissent un mois sec comme un mois où les précipitations sont inférieures ou égales à deux fois la température moyenne mensuelle. Les mois à tendance sèche se définissent comme étant ceux dont les précipitations sont comprises entre deux fois et trois fois la température moyenne mensuelle. Ainsi, les mois de mars et avril au cours de notre étude à Bouaké seraient des mois à tendance sèche, cependant, mai et juin étaient des mois à tendance humide (Figure 16).



(Source : IPR, 2019)

Infographie : COULIBALY Bamoro

Figure 14 : Carte de la région de Bouaké et des villages prospectés

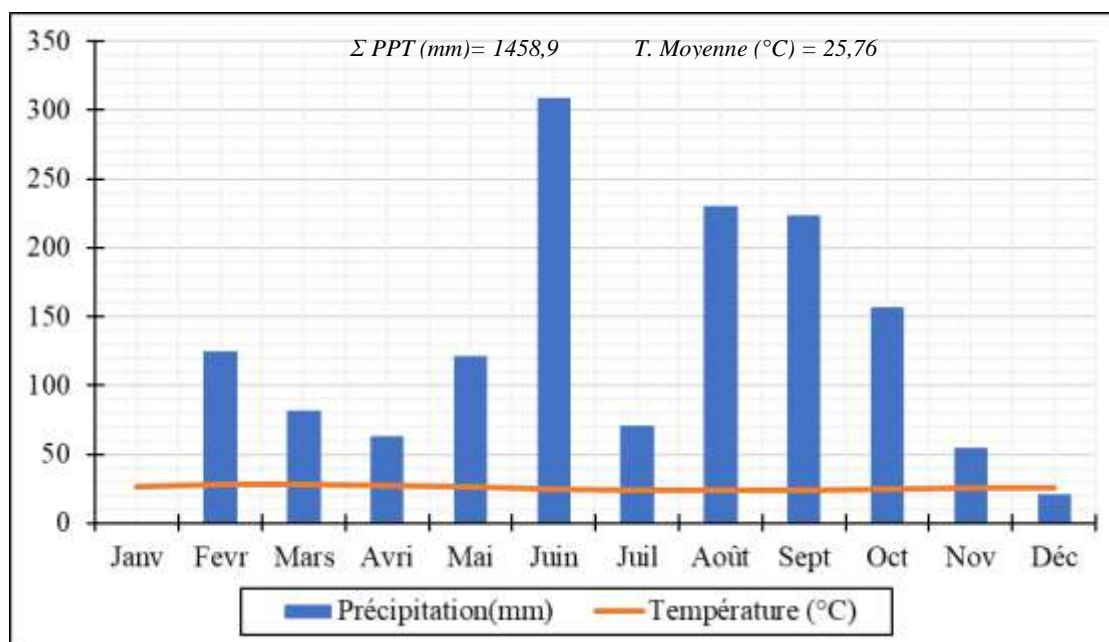


Figure 15 : Diagramme ombrothermique de l'année 2018 à Bouaké (Source : Sodexam).

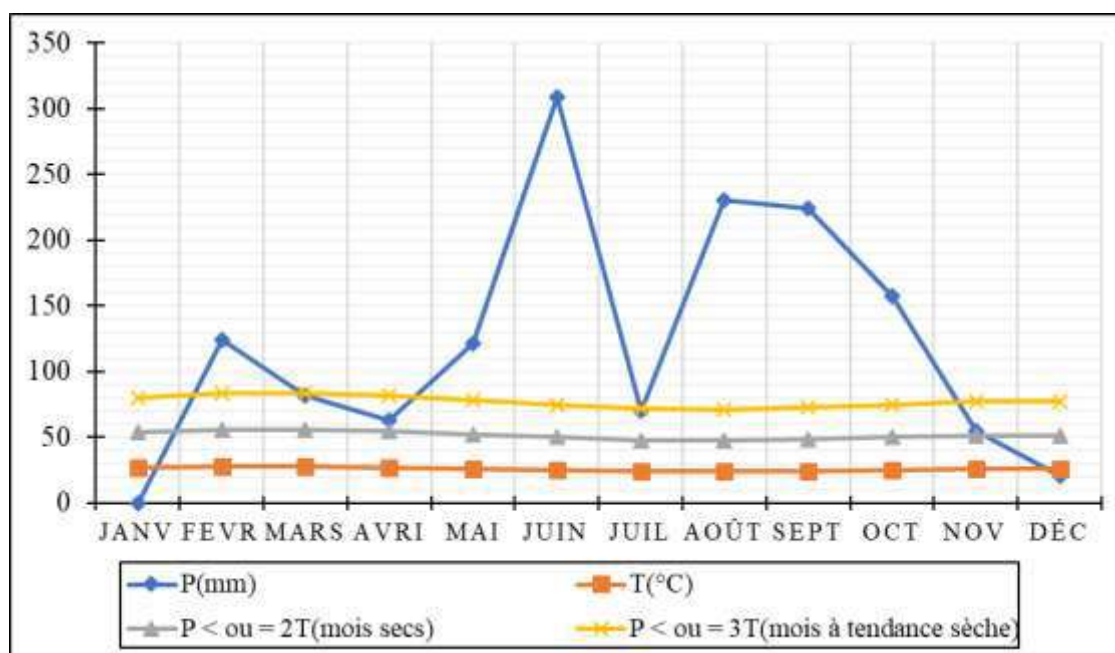


Figure 16 : Evolution des précipitations au cours de l'année 2018 à Bouaké (source : Sodexam) : courbe des précipitations (P), courbe des précipitations inférieures ou égales à deux fois la température moyenne mensuelle, courbe des précipitations inférieures ou égales à trois fois la température moyenne mensuelle.

I-3. Sites et points de capture

Dans les trois localités prospectées, il y avait 13 sites de piégeage dont 6 à Boblénou (S1, S2, S3, S4, S5, S6), 4 à Golikro (S7, S8, S9, S10) et 3 à Kouadio-Miankro (S11, S12, S13). Ces sites ont été choisis en fonction des biotopes (Anfractuosités d'arbre, Dépotoirs, intra-habitations) qui sont réputés être des lieux de reproduction et de développement des phlébotomes (lieux de ponte, de repos et de repas sanguin). De plus, chaque site enregistrait deux points de capture. (Tableau II).

Tableau II : Sites et points de capture selon les localités et les biotopes

Localités	Sites	Points de capture	Description des biotopes
Boblénou	S1	BO 1	Dépotoir
		BO 2	intra-habitation
	S2	BO 3	intra-habitation
		BO 4	intra-habitation
	S3	BO 5	Anfractuosité d'arbre
		BO 6	intra-habitation
	S4	BO 7	Anfractuosité d'arbre
		BO 8	Anfractuosité d'arbre
	S5	BO 9	Dépotoir
		BO 10	Dépotoir
	S6	BO 11	Dépotoir
		BO 12	Anfractuosité d'arbre
Golikro	S7	GO 1	Dépotoir
		GO 2	Dépotoir
	S8	GO 3	Anfractuosité d'arbre
		GO 4	Anfractuosité d'arbre
	S9	GO 5	intra-habitation
		GO 6	Anfractuosité d'arbre
	S10	GO 7	Anfractuosité d'arbre
		GO 8	Anfractuosité d'arbre
Kouadio-Miankro	S11	KO 1	intra-habitation
		KO 2	Dépotoir
	S12	KO 3	Anfractuosité d'arbre
		KO 4	Anfractuosité d'arbre
	S13	KO 5	intra-habitation
		KO 6	Dépotoir

La description des lieux de capture et la position des différents points de piégeage sont illustrées sur la figure 17.



Figure 17: Localisation des sites d'étude et des points de capture des phlébotomes, Bouaké (Source : IPR, 2019)

II. MATÉRIEL D'ÉTUDE

II-1. Matériel biologique

Le matériel biologique est composé essentiellement de phlébotomes capturés sur les différents sites et points de capture sélectionnés dans les zones d'étude (Figure 18).



Figure 18: Photo de phlébotome à la loupe binoculaire (Source : laboratoire de l'IPR, Bouaké, R.C.I.)

II-2. Matériel technique

Pour l'échantillonnage des phlébotomes, deux types de pièges ont été utilisés. Ce sont les pièges CDC et les pièges huileux qui sont des pièges standards, habituellement utilisés pour la capture des phlébotomes. La description et le mode d'application de ces pièges sont détaillés ci-dessous.

II-2-1. Matériel de capture

- **Piège lumineux CDC**

Nous avons utilisé le piège lumineux de type CDC (Center for Disease Control) « miniature Light Trap » qui est un piège de capture de moustiques et de phlébotomes et dont la technique est basée sur le pouvoir attractif de la lumière à faible intensité. Il est composé de plusieurs éléments.

- ✓ Un moteur assurant le fonctionnement d'un petit ventilateur destiné à entretenir une aspiration continue de faible intensité. Au-dessus du ventilateur se trouve une ampoule de 6 ampères. Le tout est alimenté par une batterie (12V) qui assure un fonctionnement efficace pendant la totalité de la nuit et prévient ainsi la fuite des phlébotomes capturés en maintenant la ventilation.

- ✓ L'ensemble moteur-ventilateur-lampe se trouve à l'intérieur d'un cylindre transparent en matière plastique. La partie supérieure est couverte d'un grillage métallique (pour éviter la pénétration des insectes de grande taille) et la partie inférieure est creusée d'une gorge destinée à l'ajustement de la cage de recueil.

- ✓ La partie supérieure de la cage, en tissu à mailles très serrées vient s'adapter à l'aide d'un élastique à la partie inférieure du cylindre. Un couvercle métallique (ou plastique) très aplati couvre le tout et protège l'appareil de la pluie et des projections (Figure19).

- **Piège huileux**

Il est constitué de feuilles de papier blanc mat format A4 (29,7 x 21) cm assez rigides. Elles sont largement imbibées d'huile de ricin sur les deux faces où viennent s'engluer les phlébotomes. L'imprégnation profonde, jusqu'à la transparence du papier, est obtenue à l'aide d'un pinceau de peintre (Figure 20).

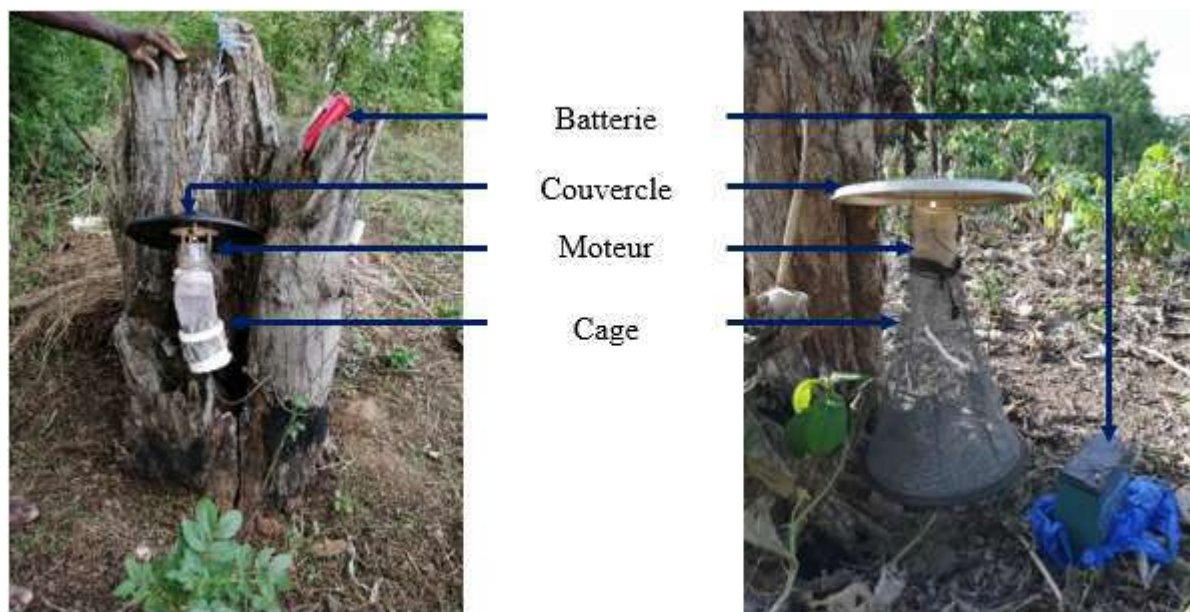


Figure 19 : Pièges lumineux CDC installés dans des lieux de capture (Golikro, Bouaké, R.C.I.)

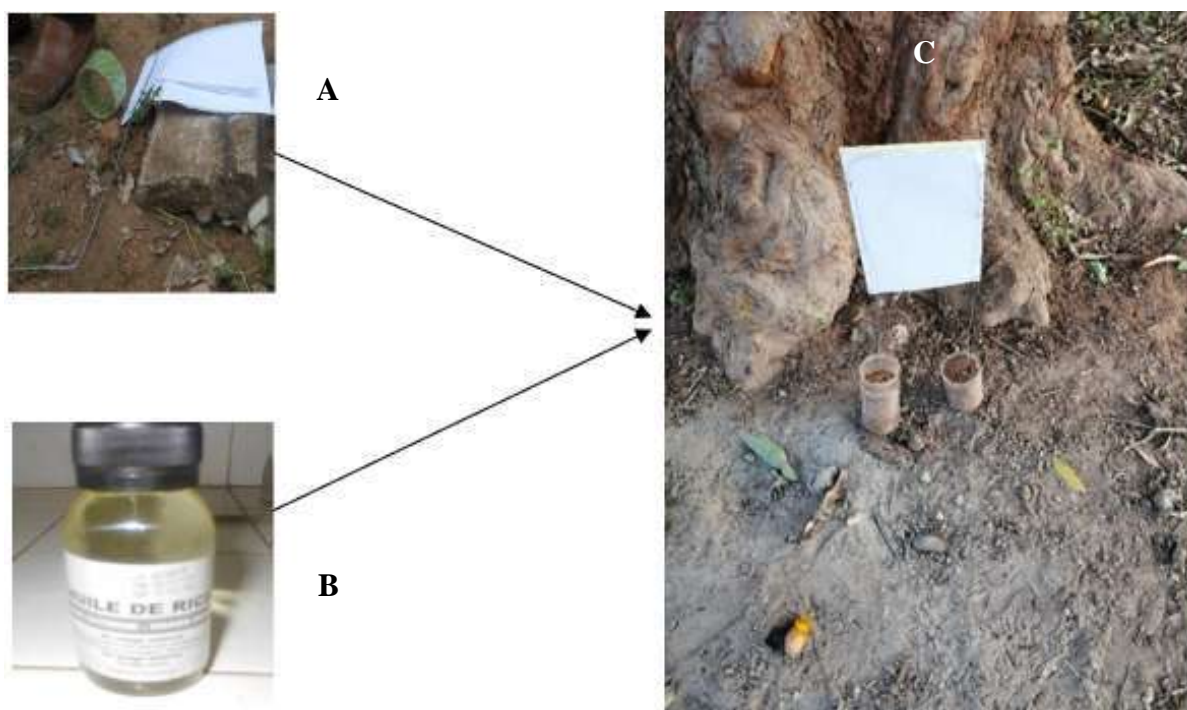


Figure 20: Piège huileux (C) et éléments constitutifs (papier format A4 et barre de fer (A) huile de ricin (B)).

II-2-2. Matériel de montage et d'identification

Le matériel utilisé successivement pour la préparation et l'identification des phlébotomes capturés est composé des éléments suivants (Figures 20, 21, 22 et 23) :

- Solutions de préparation

-Solution de Marc-André

- o 30 ml d'eau distillée
- o 40 g d'hydrate de chloral
- o 30 ml d'acide glacial.

-Solution d'alcool polyvinylique

- o 100 ml d'eau distillée
- o 30 g d'alcool polyvinylique (APV) en cristaux (30g)
- o 1ml de phénol en solution

- **Matériel de montage**

- Loupe binoculaire
- Trousse à dissection
- Lames et lamelles

- **Matériel d'identification**

- Logiciel d'identification et d'enseignement : les phlébotomes d'Afrique de l'Ouest
- Un ordinateur portable de marque HP
- Un microscope optique de marque NEO-TECH[®]



Figure 21: Produits entrant dans la préparation des solutions de Marc-André (A) et de l'alcool polyvinylique (B) (Laboratoire de parasitologie et d'Entomologie médicale IPR, Bouaké, R.C.I.)



Figure 22: Matériel de dissection des phlébotomes : loupe binoculaire (A), lames et lamelles (B) et trousse de dissection (C) (IPR, Bouaké, R.C.I.)

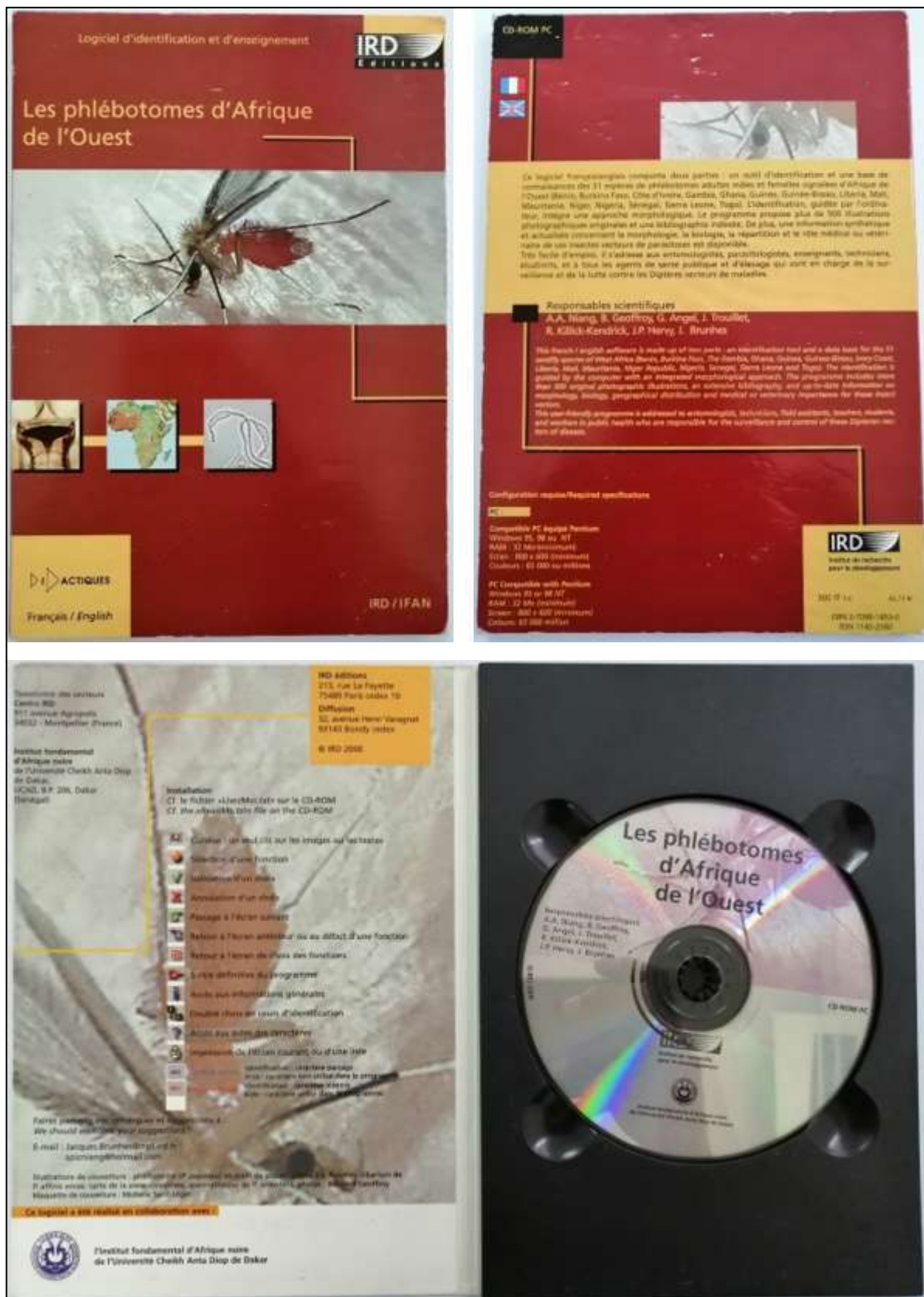


Figure 23: Logiciel d'identification et d'enseignement : les phlébotomes d'Afrique de l'Ouest [42]. (Photo : ATTA Frédéric)



Figure 24 : Ensemble microscope optique NEO TECH et ordinateur portable HP (Photo : ATTA Frédéric)

III. MÉTHODES D'ÉTUDE

III-1. Méthodes de capture

Pour la capture de phlébotomes nous avons identifié 13 sites. Les différents points de capture ont été identifiés en fonction des biotopes (intra-habitation : à l'intérieur des habitations (habitée ou non), anfractuosités d'arbre, dépotoir). Les deux types de pièges utilisés ont été placés aux différents sites et points de capture représentés par la figure 18. Les poses des différents pièges ont été déterminées à la suite d'un tirage préalable et placés au niveau des points de capture suivant un système de rotation. Les pièges ont été posés à 1,5 m au-dessus du niveau du sol, cela correspond à la hauteur de vol des phlébotomes. Ils ont été placés entre 16 et 18 heures et récupérés le lendemain entre 6 heures et 8 heures. Ces captures ont eu lieu durant 4 mois à raison de trois (3) jours de capture par semaine.



Figure 25: Exemples de quelques points de capture dans les trois localités : (A) et (B) dépotoirs Golikro, (C) intra-habitation Kouadio-Miankro, (D) anfractuosité d'arbre Boblénou (photos ATTA. Frédéric).

III-2. Techniques de tri et de conservation des phlébotomes

Les phlébotomes capturés ont été regroupés dans des cartons en fonction du type de piège utilisé pour leur capture. Une étiquette portant mention du numéro du site de collecte a été apposée sur chaque type de piège. Les phlébotomes capturés par les pièges lumineux ont été anesthésiés au froid (réfrigérateur entre 4 et 8°C) afin de les récupérer plus aisément. Ils ont été conservés dans de l'alcool éthylique à 90° en attendant leur identification. Ceux capturés par les pièges huileux ont été prélevés à l'aide d'une aiguille fine afin de ne pas les détériorer. Ils ont été ensuite dégraissés dans de l'alcool à 90° avant de procéder à leur identification. Ainsi, les phlébotomes capturés par les pièges huileux et les pièges lumineux CDC ont été identifiés au niveau du genre et de l'espèce.

Ils ont été ensuite placés dans des tubes à hémolyse contenant de l'alcool à 90° et portant une étiquette avec le numéro du site, la date, le type de piège de capture et le nombre de phlébotomes récoltés. Le point de piégeage, la date, le type de piège et le nombre de phlébotomes récoltés ont également été notés dans un carnet.

III-3. Traitement et identification des phlébotomes

III-3-1. Traitement des phlébotomes

- **Eclaircissement**

L'éclaircissement des phlébotomes a été fait dans le liquide de Marc-André obtenu en mélangeant 30 ml d'eau distillée, 40 g d'hydrate de chloral et 30 ml d'acide acétique cristallisable. Les phlébotomes ont été disposés dans une coupelle de cristal munie d'un couvercle. Toutes les manipulations y ont été effectuées. L'alcool a été soutiré à l'aide d'une pipette Pasteur munie d'une poire en caoutchouc, en prenant bien soin de ne pas aspirer les phlébotomes. Ces derniers ont été plongés successivement dans les bains suivants :

- dans l'alcool et dans l'éther (uniquement pour les phlébotomes capturés par les pièges huileux) pendant 3 minutes ;
- dans le liquide de Marc-André pendant 48 heures ;
- dans la solution aqueuse de potasse à 15% pendant 24 heures ;
- de nouveau, dans le liquide de Marc-André pendant 24 heures.

Une conservation prolongée des phlébotomes dans ce liquide ne présente pas d'inconvénient. Les phlébotomes déjà conservés dans le liquide de Marc-André ont été plongés dans l'alcool polyvinylique (APV) qui est le milieu de montage avant l'indentification.

- **Montage**

Nous avons opté pour le montage dans l'alcool polyvinylique (APV) obtenu en dissolvant petit à petit 30 g d'alcool polyvinylique (APV) en cristaux dans 100 ml d'eau distillée élevée à une température de 80°C au bain-marie.

Après dissolution de l'alcool polyvinylique, on ajoute 1 cm³ de phénol en solution lors du refroidissement. En effet, cette solution a une bonne propriété optique (indice de réfraction faible) qui permet de voir les structures les plus fines (les soies fines, ramifications des poils). Cet alcool offre de surcroît une rapidité d'emploi et une possibilité de coloration tout en évitant la déshydratation. Le démontage de la préparation se fait facilement en la laissant séjourner dans de l'eau froide pendant huit (8) jours.

Les phlébotomes récoltés avec les pièges huileux ont été au préalable plongés dans de l'éther pendant trois minutes pour enlever totalement l'huile, ceux capturés à l'aide des pièges lumineux ont été plongés directement dans une solution de Marc-André afin de les débarrasser de leurs poils. Enfin, ils ont été montés sur une lame où étaient inscrits le type de piège, le numéro du site et la date de capture.

III-3-2. Identification des phlébotomes

L'identification optimale des phlébotomes a été réalisée à l'aide du logiciel d'identification des phlébotomes de l'Afrique de l'Ouest [42].

Les phlébotomes de toutes espèces confondues ont été soumis après montage, à une séparation par sexe qui est basée essentiellement sur l'organe génital, le génitalia, qui est allongé chez les mâles (Figure 26 A) et simple chez les femelles (Figure 26 B). Le détail des caractères utilisés pour l'identification des phlébotomes est présenté dans les annexes.

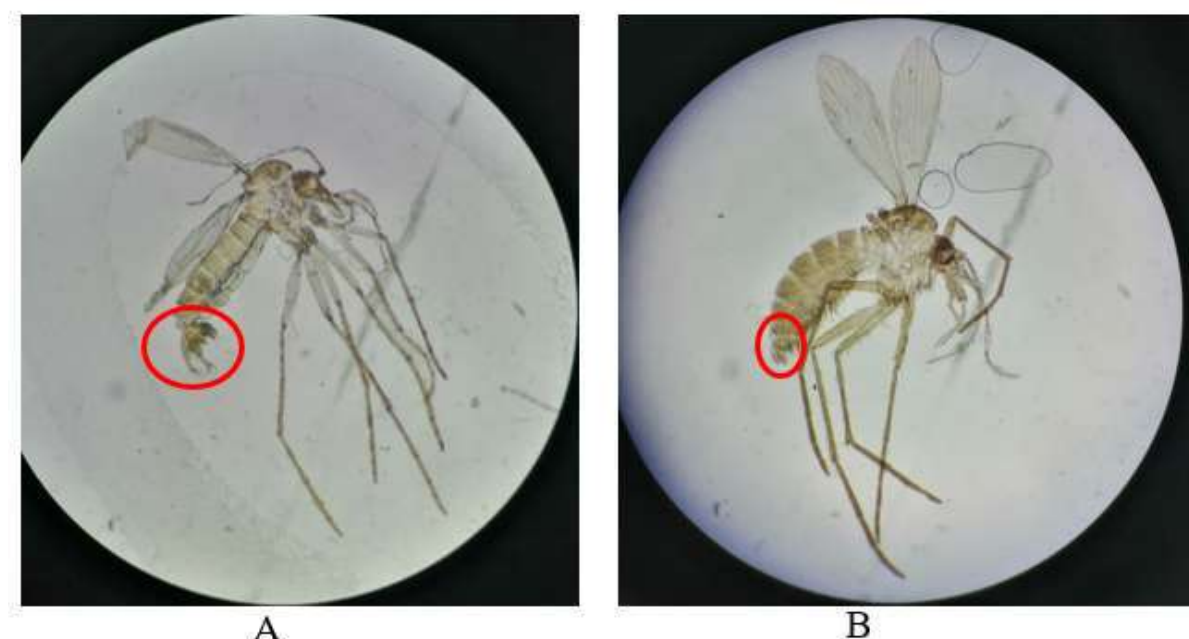


Figure 26 : Appareil génital (A : phlébotome mâle ; B : phlébotome femelle) (photos ATTA Frédéric).

III-4. Analyse statistique des données

Les données ont été saisies avec le logiciel Excel 2016 et analysées avec le logiciel R version 3.6.1 (<http://cran.r-project.org>). Les courbes et graphes ont été réalisés sur Excel 2016. Le test non paramétrique de Wilcoxon-Mann-Whitney a été utilisé pour la comparaison de l'effectif des phlébotomes capturés par les différents types de pièges au seuil de signification de 5 %

Pour l'exploitation de nos résultats, nous avons déterminé les caractéristiques de la faune phlébotomienne par le calcul des indices de biodiversité à l'aide du logiciel R version 3.6.1. Ces paramètres sont :

- ✚ **la richesse totale** : correspond au nombre total du peuplement de phlébotomes étudiés ;
- ✚ **la richesse spécifique (S)** : la richesse spécifique est le nombre d'espèces de phlébotomes que compte le peuplement [43] ;
- ✚ **la fréquence relative ou abondance relative** : c'est le pourcentage d'individus d'une espèce (n_i) par rapport au total des individus recensés (n) d'un peuplement de phlébotomes [44] ;

✚ **l'indice d'occurrence ou degré de présence (C)** : il correspond au nombre de sites contenant l'espèce (i) par rapport au nombre total de site. Cet indice est exprimé en pourcentage. On en distingue cinq classes, si $C = 0\% - 20\%$ cela signifie que le degré de distribution est sporadique, de $20,1\% \text{ à } 40\%$ la distribution des espèces est rare. Lorsque l'occurrence varie de $40,1\% \text{ à } 60\%$ la présence des espèces est modérée, les espèces sont fréquemment distribuées lorsque la valeur est de $60,1 \text{ à } 80\%$. Le degré de distribution est constant si $C = 80,1\% - 100\%$ [44].

✚ **le sex-ratio** a été calculé pour évaluer la proportion de la population de mâles par rapport à la population de femelles (M/F).

En plus de ces paramètres cités plus haut, la diversité spécifique dans les différents sites de piégeage a été obtenue par la détermination de deux indices de biodiversité, l'indice d'équitabilité de Pielou (1966) et l'indice de diversité de Hill (1973).

L'indice d'équitabilité varie de 0 à 1. Il est maximal quand les espèces ont des abondances identiques dans le peuplement et est minimal quand une seule espèce domine le peuplement. Insensible à la richesse spécifique, il est très utile pour comparer les dominances potentielles entre stations ou entre dates d'échantillonnage ($J = H'/H_{\max}$, H_{\max} : indice maximal théorique). L'indice de diversité de Hill mesure l'abondance proportionnelle en associant les indices de Shannon-Weaver (H') (1963) et de Simpson (D) (1949). En utilisant la sensibilité de l'indice de Shannon aux effectifs des espèces rares et la sensibilité de l'indice de Simpson aux effectifs des espèces abondantes, l'indice de Hill semble le plus synthétique. Plus l'indice de Hill s'approche de la valeur 1, plus la diversité est faible. Afin de faciliter l'interprétation, on utilise souvent l'indice 1-Hill, où la diversité maximale sera représentée par la valeur 1 et la minimale par la valeur 0 ($(1/D) / e^{H'}$).

DEUXIÈME CHAPITRE : RÉSULTATS ET DISCUSSION

I. RÉSULTATS

I-1. Résultats globaux

Inventaire faunistique

Les captures effectuées durant la période d'étude ont permis la collecte de 135 phlébotomes. Ces phlébotomes ont été récoltés dans les trois villages, dont 100 individus à Boblénou, 26 à Golikro et 9 à Kouadio-Miankro. Ces résultats sont rapportés dans le tableau III. Sur les 135 phlébotomes capturés, 78 ont pu être identifiés. Cela s'expliquerait par la mauvaise conservation de nos spécimens mais aussi par la fragilité de ces insectes. A partir de ces 78 individus, 16 espèces ont été identifiées. Elles appartiennent aux genres *Phlebotomus* et *Sergentomyia* (tableau IV). Les critères d'identification de chaque espèce sont présentés dans l'annexe 1.

Tableau III : Nombre de phlébotomes capturés par village en fonction des types de piège

Villages	Piège lumineux	Piège huileux	Total	%
Boblénou	74	26	100	74,07
Golikro	16	10	26	19,26
Kouadio-Miankro	7	2	9	6,67
Total	97	38	135	100

Tableau IV: Espèces de phlébotomes identifiées.

Genres	Espèces
<i>Phlebotomus</i>	<i>Phlebotomus bergeroti</i> (Parrot, 1934)
	<i>Phlebotomus rodhaini</i> (Parrot, 1930)
	<i>Phlebotomus sergenti</i> (Parrot, 1917)
<i>Sergentomyia</i>	<i>Sergentomyia adami</i> (Abonnenc, 1960)
	<i>Sergentomyia affinis vorax</i> (Parrot, 1948)
	<i>Sergentomyia africana</i> (Newstead, 1912)
	<i>Sergentomyia adleri</i> (Theodor, 1933)
	<i>Sergentomyia congolensis</i> (Abonnenc, 1968)
	<i>Sergentomyia decipiens</i> (Theodor, 1931)
	<i>Sergentomyia durenii</i> (Parrot, 1934)
	<i>Sergentomyia ghesquierei</i> (Lewis, 1973)
	<i>Sergentomyia inermis</i> (Lewis, 1973)
	<i>Sergentomyia ingrami</i> (Newstead, 1912)
	<i>Sergentomyia schwetzi</i> (Lewis, 1973)
	<i>Sergentomyia simillima</i> (Lewis, 1973)
	<i>Sergentomyia squamipleuris</i> (Lewis, 1973)

Sex-ratio

Des résultats obtenus, il ressort qu'il y a une prédominance des femelles avec 40 phlébotomes représentant 51% des captures contre 38 mâles représentant 49% de la population (figure 27).

Afin de donner un aperçu sur l'importance numérique des différents individus de phlébotomes identifiés, nous avons calculé et comparé les sex-ratios pour les divers individus selon la localité de capture. Le sexe ratio le plus important est noté au niveau du village de Kouadio-Miankro avec une valeur de 3,5 (7 mâles et 2 femelles), suivie du village de Golikro où on enregistre un sexe ratio égale à 0,82 (9 mâles et 11 femelles) et du village de Boblénou avec un sex-ratio de 0,81 (22 mâles et 27 femelles) (Tableau V).

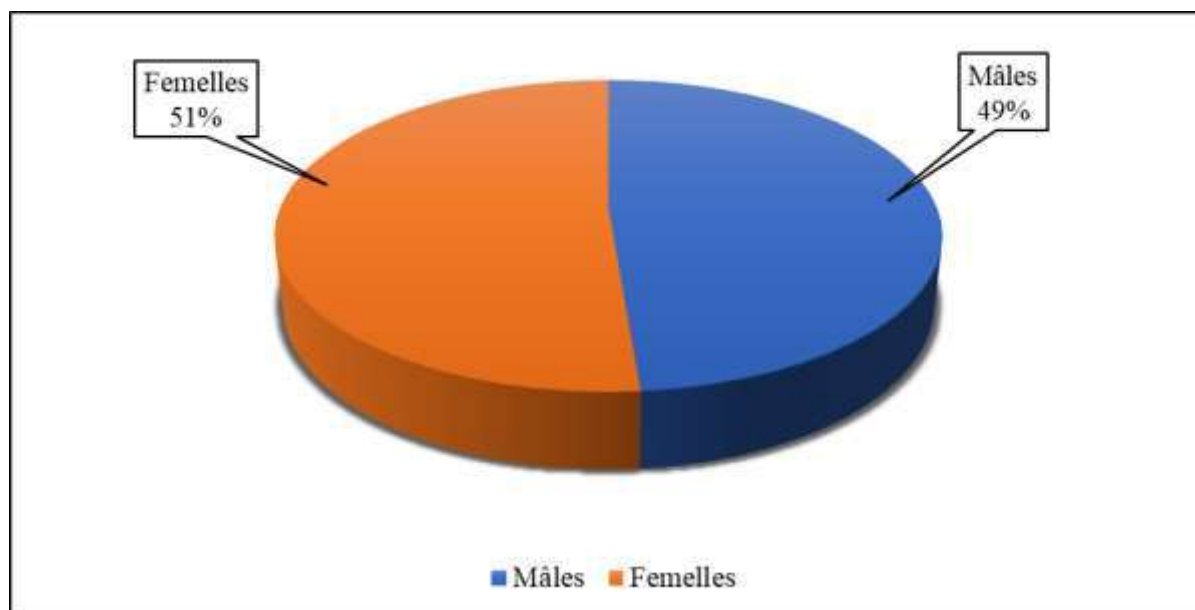


Figure 27 : Répartition globale des phlébotomes identifiés selon le sexe.

Tableau V : Répartition des phlébotomes par sexe et par village

Villages	Mâles	Femelles	Sexe ratio (M/F)
Boblénou	22	27	0,81
Golikro	9	11	0,82
Kouadio-Miankro	7	2	3,5
Total	38	40	0,95

📍 Répartition spatiale des phlébotomes

L'exploitation des données enregistrées à l'aide du GPS a permis d'élaborer une carte représentant la distribution spatiale des phlébotomes identifiés durant la période de mars à juin 2019 à Boblénou, Golikro et Kouadio-Miankro (Figures 28, 29, 30).



Figure 28 : Répartition des phlébotomes identifiés dans le village de Boblénou



Figure 29 : Répartition des phlébotomes identifiés dans le village de Golikro



Figure 30 : Répartition des phlébotomes identifiés dans le village de Kouadio-Miankro

Efficacité des pièges de capture

L'efficacité des pièges a été évaluée pour les 135 phlébotomes capturés durant la période de prospection. Les pièges lumineux ont capturé 97 phlébotomes (71,85 %) et les pièges huileux 38 phlébotomes, soit 28,15 % (figure 31). Le test de Wilcoxon a montré que l'abondance des phlébotomes capturés par les pièges lumineux était statistiquement plus importante ($p = 0,026$) que celle des pièges huileux. Les pièges lumineux étaient donc plus efficaces que les pièges huileux.

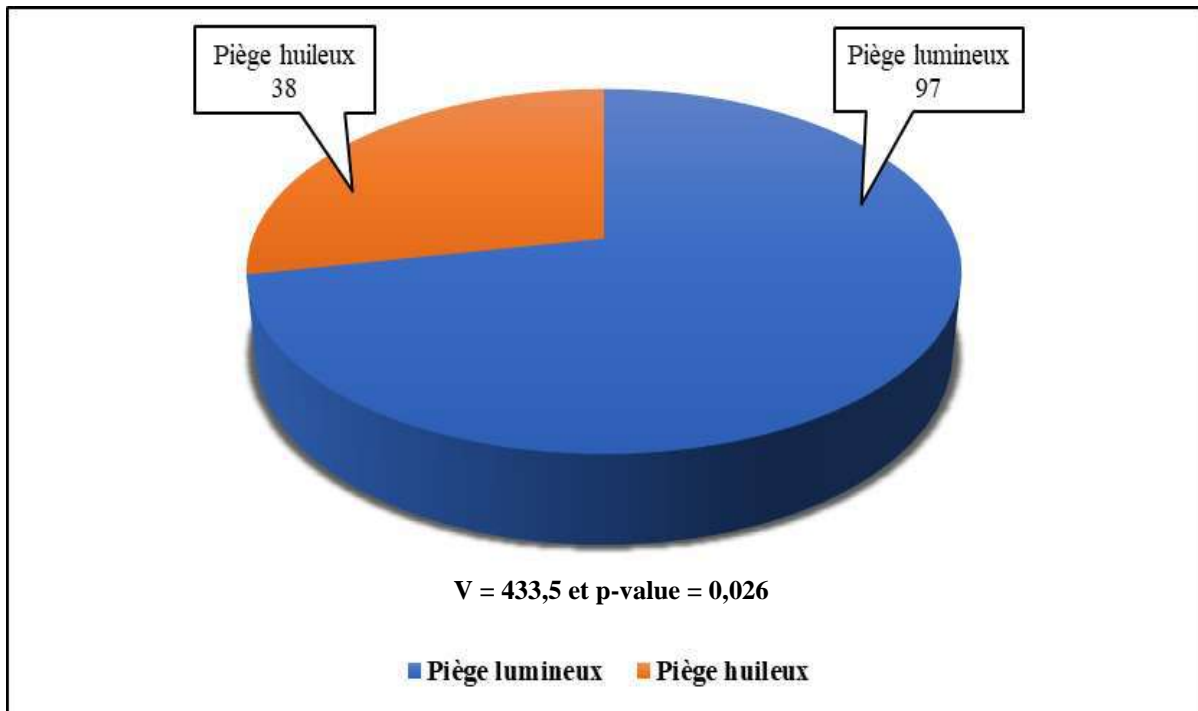


Figure 31 : Abondance des phlébotomes capturés selon les types de pièges

I-2. Etude de la biodiversité des phlébotomes

Compte tenu de la mauvaise conservation, la difficulté de traitement et de montage, ainsi que de la fragilité des spécimens récoltés, l'étude des paramètres écologiques tels que la richesse spécifique, l'abondance relative, l'occurrence ou degré de présence, ainsi que la détermination des indices de biodiversité des espèces a été effectuée sur 78 spécimens. Seule la richesse totale a été évaluée avec les 135 spécimens capturés.

Richesse totale

Les captures effectuées successivement à Boblénou, Golikro et Kouadio-Miankro lors de cette étude nous ont permis la collecte de 135 phlébotomes.

Une richesse totale de 100 phlébotomes a été enregistrée à Boblénou, dont 45 spécimens récoltés dans les anfractuosités d'arbre (BO5, BO7, BO8, BO12), 33 en intra-habitations (BO2, BO3, BO4, BO6) et 22 au niveau des dépotoirs (BO1, BO9, BO10, BO11) avec une valeur maximale de 18 phlébotomes dans le point de capture BO8 et une valeur minimale d'un phlébotome au point BO9.

A Golikro, 26 phlébotomes ont été récoltés avec 23 au niveau des anfractuosités d'arbre (GO3, GO4, GO6, GO7, GO8) et 3 au niveau des dépotoirs (GO1, GO2). Cependant en intra-habitation (GO5) aucun spécimen n'a été capturé. Cette localité marquait un pic de sa richesse totale avec 13 phlébotomes au point de capture GO3 (anfractuosités d'arbre) et une valeur minimale de 1 spécimen au point de capture GO2 (dépotoir).

Quant à la localité de Kouadio-Miankro, elle a enregistré une richesse totale de 9 phlébotomes avec la maximale de 3 individus dans le point de capture KO6 qui est un dépotoir et la minimale d'un spécimen enregistré respectivement aux points de capture KO3 (anfractuosité d'arbre) et KO5 (intra-habitation) (Figure32).

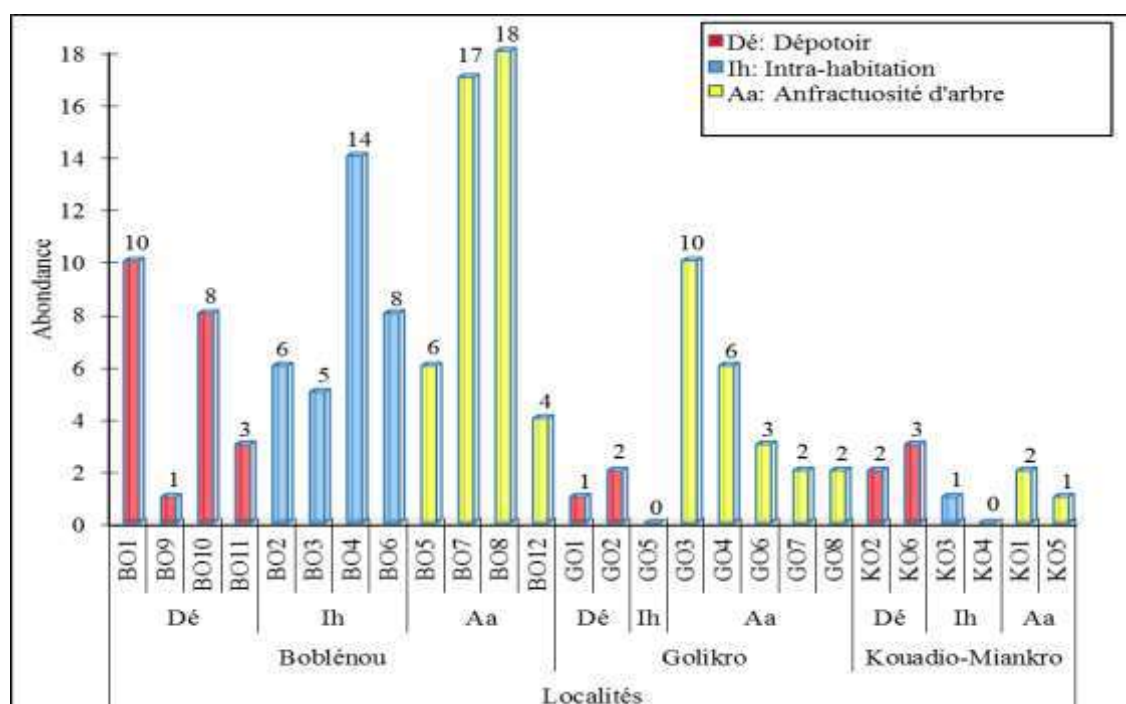


Figure 32 : Richesse totale dans les points de capture par biotopes au niveau des trois villages

✚ Richesse spécifique

Le genre *Sergentomyia* était avec 81,25%, le plus représenté de la population phlébotomienne contrairement au genre *Phlebotomus* (18,75 %) (Figure 33). Les espèces de phlébotomes appartenant à ces deux genres ont été identifiées lors de cette étude dans les trois villages (Tableau VI). Ainsi, le village de Boblénou comptait une richesse spécifique maximale (S) de 14 espèces de phlébotomes (*Ph. Bergeroti*, *Ph. rodhaini*, *Ph. sergenti*, *Se. adami*, *Se. affinis vorax*, *Se. africana*, *Se. adleri*, *Se. congolensis*, *Se. duren*, *Se. ghesquierei*, *Se. inermis*, *Se. ingrami*, *Se. schwetzi*, *Se. squamipleuris*), tandis que celle de Kouadio-Miankro était de 7 espèces de phlébotomes (*Se. africana*, *Se. adleri*, *Se. decipiens*, *Se. ghesquierei*, *Se. inermis*, *Se. schwetzi*, *Se. simillima*). Quant au village de Golikro, il enregistrait la présence de 6 espèces de phlébotomes (*Se. africana*, *Se. decipiens*, *Se. inermis*, *Se. ingrami*, *Se. schwetzi*, *Se. squamipleuris*). L'absence des 3 espèces du genre *Phlebotomus* est à signaler au niveau des localités de Golikro et Kouadio-Miankro (Tableau VI).

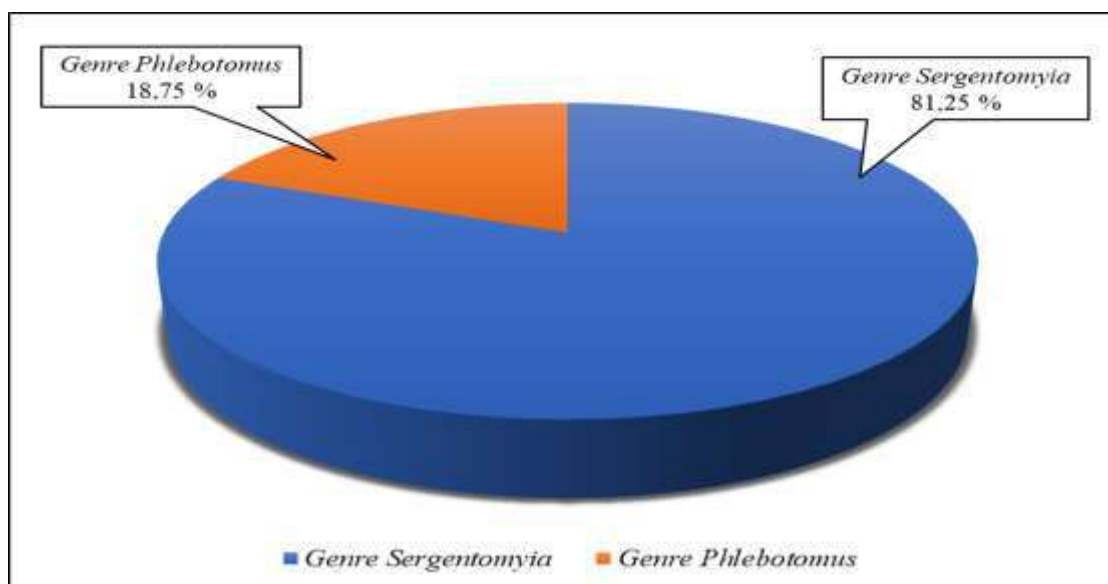


Figure 33 : Proportion des genres identifiés au cours de l'étude

Tableau VI : Richesse spécifique en fonction des localités

Espèces	Localités		
	Boblénou	Golikro	Kouadio-Miankro
<i>Ph. bergeroti</i>	+		
<i>Ph. rodhaini</i>	+		
<i>Ph. sergenti</i>	+		
<i>Se. adami</i>	+		
<i>Se. affinis vorax</i>	+		
<i>Se. africana</i>	+	+	+
<i>Se. adleri</i>	+		+
<i>Se. congolensis</i>	+		
<i>Se. decipiens</i>		+	+
<i>Se. durenii</i>	+		
<i>Se. ghesquierei</i>	+		+
<i>Se. inermis</i>	+	+	+
<i>Se. ingrami</i>	+	+	
<i>Se. schwetzi</i>	+	+	+
<i>Se. simillima</i>			+
<i>Se. squamipleuris</i>	+	+	

(+) : espèce présente

Abondance relative et présence spatiale des espèces

La répartition des espèces était inconstante dans les trois villages prospectés. L'abondance relative de chaque espèce identifiée se présentait comme suit : pour le genre *Phlebotomus*, *Ph. bergeroti* (3,85%), *Ph. rodhaini* (3,85%), *Ph. sergenti* (1,28%), pour le genre *Sergentomyia* : *Se. africana* (26,92%), *Se. schwetzi* (20,51%), *Se. squamipleuris* (19,23%), *Se. adami* (3,85%), *Se. inermis* (3,85%), *Se. adleri* (2,56%), *Se. decipiens* (2,56%), *Se. ghesquierei* (2,56%), *Se. ingrami* (2,56%), *Se. simillima* (2,56%), *Se. affinis vorax* (1,28%), *Se. congolensis* (1,28%), *Se. durenii* (1,28%) (Tableau VII).

Tableau VII : Abondance globale et abondance relative des phlébotomes identifiés

Espèces	Abondance globale	Abondance relative (%)
<i>Ph. bergeroti</i>	3	3,85
<i>Ph. rodhaini</i>	3	3,85
<i>Ph. sergenti</i>	1	1,28
<i>Se. africana</i>	21	26,92
<i>Se. schwetzi</i>	16	20,51
<i>Se. squamipleuris</i>	15	19,23
<i>Se. adami</i>	3	3,85
<i>Se. inermis</i>	3	3,85
<i>Se. adleri</i>	2	2,56
<i>Se. decipiens</i>	2	2,56
<i>Se. ghesquierei</i>	2	2,56
<i>Se. ingrami</i>	2	2,56
<i>Se. simillima</i>	2	2,56
<i>Se. affinis vorax</i>	1	1,28
<i>Se. congolensis</i>	1	1,28
<i>Se. durenii</i>	1	1,28
Total	78	100

✚ Degré de présence ou occurrence (C)

Selon les valeurs d'occurrence, les résultats montraient clairement la présence de 4 classes d'occurrence des espèces identifiées (Tableau VIII). La classe des espèces fréquemment distribuées était représentée par *Se. africana* et *Se. schwetzi* (C= 61,54%). La classe des espèces avec une présence modérée concernait uniquement *Se. squamipleuris* (C= 46,15%). Les valeurs d'occurrence de *Ph. bergeroti* (C=23,08%) et de *Se. Inermis* (C=23,08%) révélait que leur distribution était rare, alors que celles de *Se. affinis vorax* (C= 7,69%), *Se. adami* (C= 15,38%), *Se. adleri* (C= 15,38%), *Se. congolensis* (C= 7,69%), *Se. decipiens* (C= 15,38%), *Se. durenii* (C= 7,69%) *Se. ghesquierei* (C= 15,38%), *Se. ingrami* (C= 15,38%), *Se. simillima* (C= 15,38%), *Ph. rodhaini* (C= 15,38%) et de *Ph. sergenti* (7,69%) indiquaient une distribution sporadique de ces espèces dans les sites d'étude.

Tableau VIII : Classes d'occurrence des phlébotomes identifiés au cours de l'étude

Espèces	C (%)	Classe d'occurrence	Nombre d'espèce
<i>Se. africana</i>	61,54	Fréquente	2 espèces
<i>Se. schwetzi</i>	61,54	Fréquente	
<i>Se. squamipleuris</i>	46,15	Modérée	1 espèce
<i>Ph. bergeroti</i>	23,08	Rare	2 espèces
<i>Se. inermis</i>	23,08	Rare	
<i>Se. adami</i>	15,38	Sporadique	11 espèces
<i>Se. adleri</i>	15,38	Sporadique	
<i>Se. decipiens</i>	15,38	Sporadique	
<i>Se. ghesquierei</i>	15,38	Sporadique	
<i>Se. ingrami</i>	15,38	Sporadique	
<i>Se. simillima</i>	15,38	Sporadique	
<i>Ph. rodhaini</i>	15,38	Sporadique	
<i>Se. affinis vorax</i>	7,69	Sporadique	
<i>Se. congolensis</i>	7,69	Sporadique	
<i>Se. durenii</i>	7,69	Sporadique	
<i>Ph. sergenti</i>	7,69	Sporadique	

🚩 Indices de diversité de Shannon-Weaver, de Simpson, d'équitabilité et de Hill

Les valeurs des indices de Shannon-Weaver (H'), de Simpson (D), de l'équitabilité de Pielou (E), de l'indice de Hill et l'opposé de l'indice de Hill ($1-Hill$) ont été déterminé par : biotopes, localités et périodes.

❖ Selon les biotopes

Le nombre de phlébotomes identifiés respectivement au niveau de chaque biotope était de 20 individus dans les dépotoirs avec la présence de 8 espèces, 22 individus en intra-habitation et de 36 individus dans les anfractuosités d'arbre. Ces deux derniers biotopes marquaient la présence de 10 espèces de phlébotomes. De plus, les valeurs de l'indice de Shannon-Weaver calculées au niveau des biotopes (dépotoirs) (1,66), en intra-habitation (2,12) et dans les anfractuosités d'arbre (1,81) étaient strictement supérieures à 1, ce qui montrerait une grande diversité des espèces de phlébotomes présentes dans ces biotopes. Celles de l'indice de Simpson et de l'opposé de l'indice de Hill à ces biotopes tendaient vers 1, exprimant ainsi la répartition équitable de ces espèces (Figure 34) dans ces biotopes.

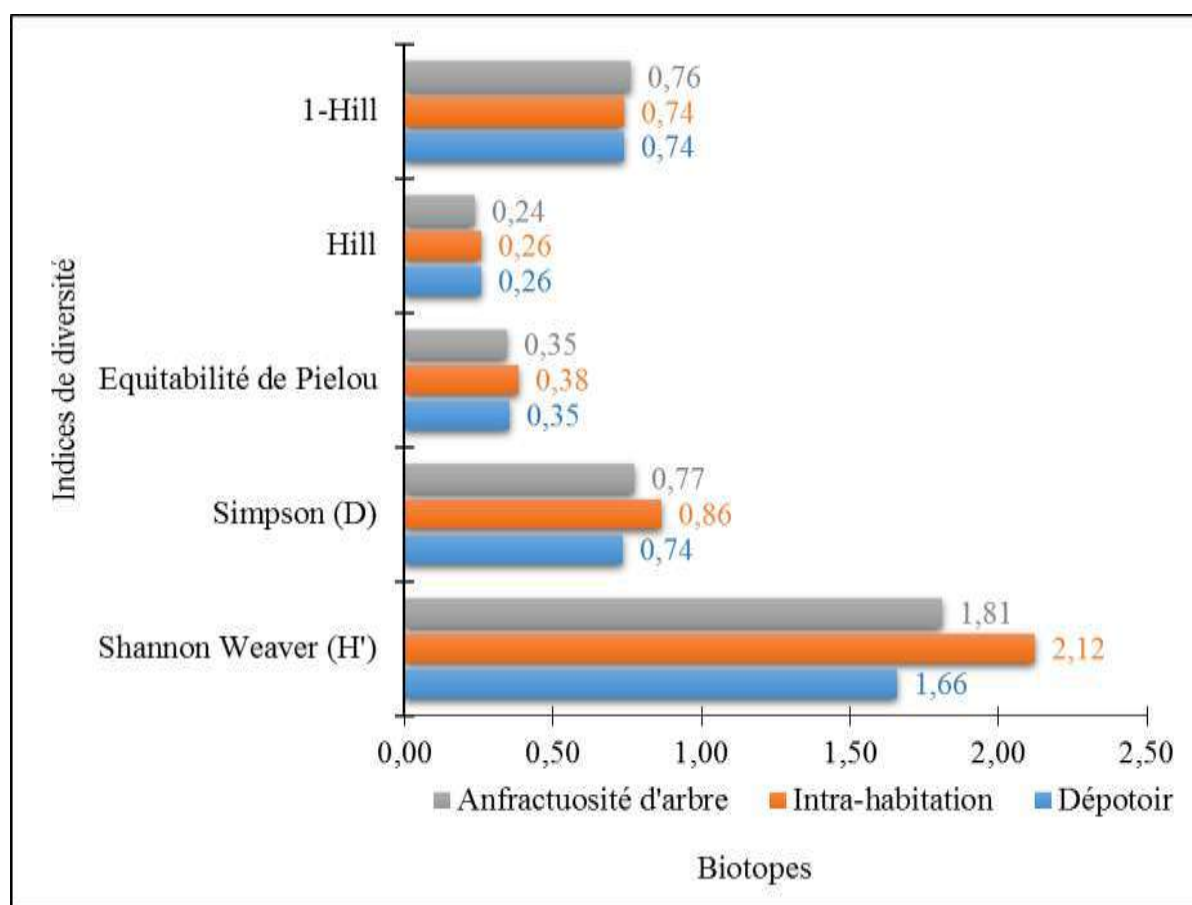


Figure 34 : Indices de diversité selon les biotopes

❖ Selon les localités

La localité de Boblénou enregistrait une abondance maximale de 49 spécimens avec une richesse spécifique de 14 espèces contre 6 espèces à Golikro (20 spécimens) et 7 espèces à Kouadio-Miankro (9 spécimens). Les valeurs des indices de diversité dans les trois localités prospectées tendaient toutes vers 1 ou étaient supérieures à 1, exprimant ainsi une diversité d'espèces de phlébotomes dans ces villages (figure 35).

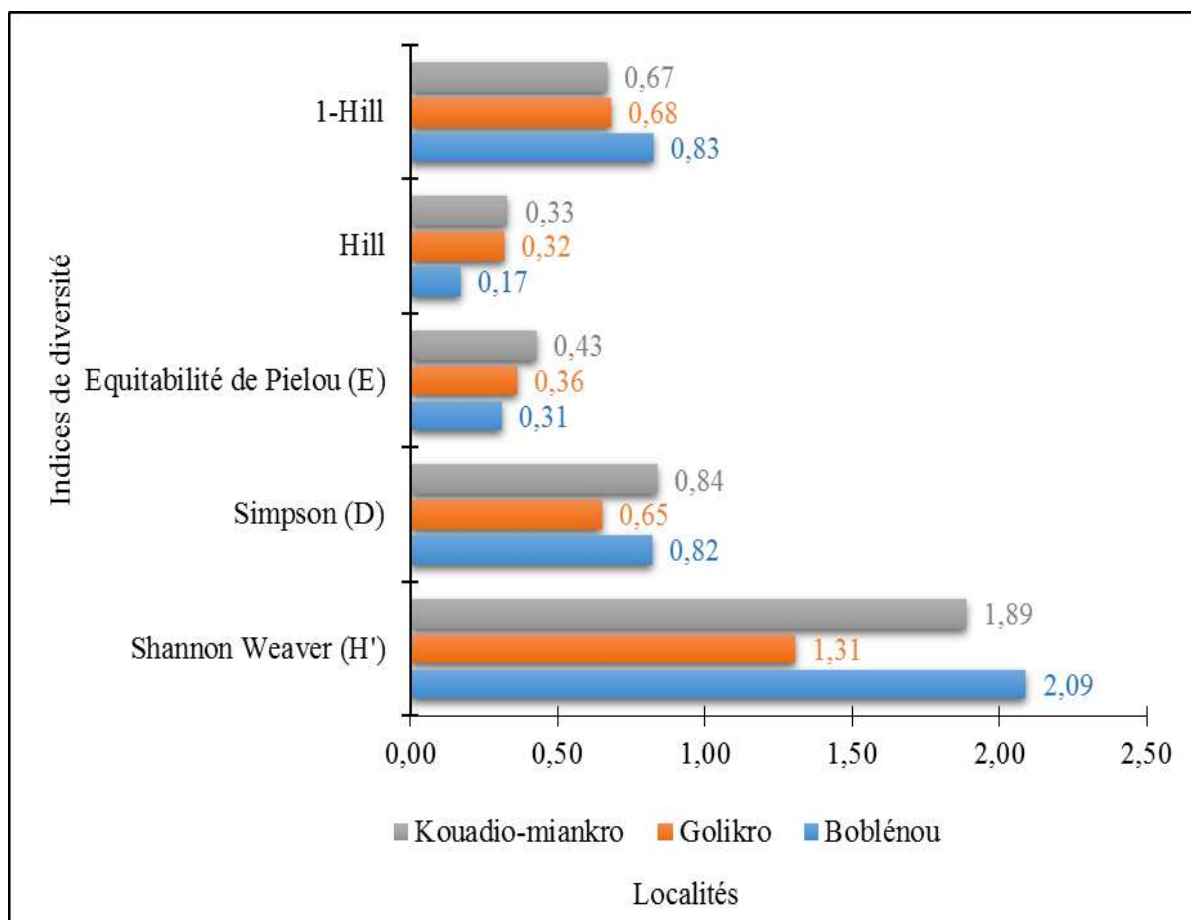


Figure 35 : Indices de diversité selon les localités

❖ Selon les saisons

La plus grande valeur des phlébotomes identifiés a été obtenue au cours de la saison sèche chaude avec une abondance globale de 55 individus et une richesse spécifique de 14 espèces. Les indices de diversités enregistrés au cours de ces mois (Mars-Avril) à tendance sèche étaient proches de 1 ou supérieure à 1 (figure 36) montrant ainsi une grande divergence des phlébotomes en période sèche. Sur 23 individus obtenus en saison pluvieuse humide seulement 8 espèces de phlébotome ont été identifiées. Les valeurs des indices de Shannon Weaver (1,64), de l'opposé de l'indice de Hill (0,74), de Simpson (0,74) étaient au voisinage de 1 ou au-delà, montrant une diversité des espèces identifiées (figure 36).

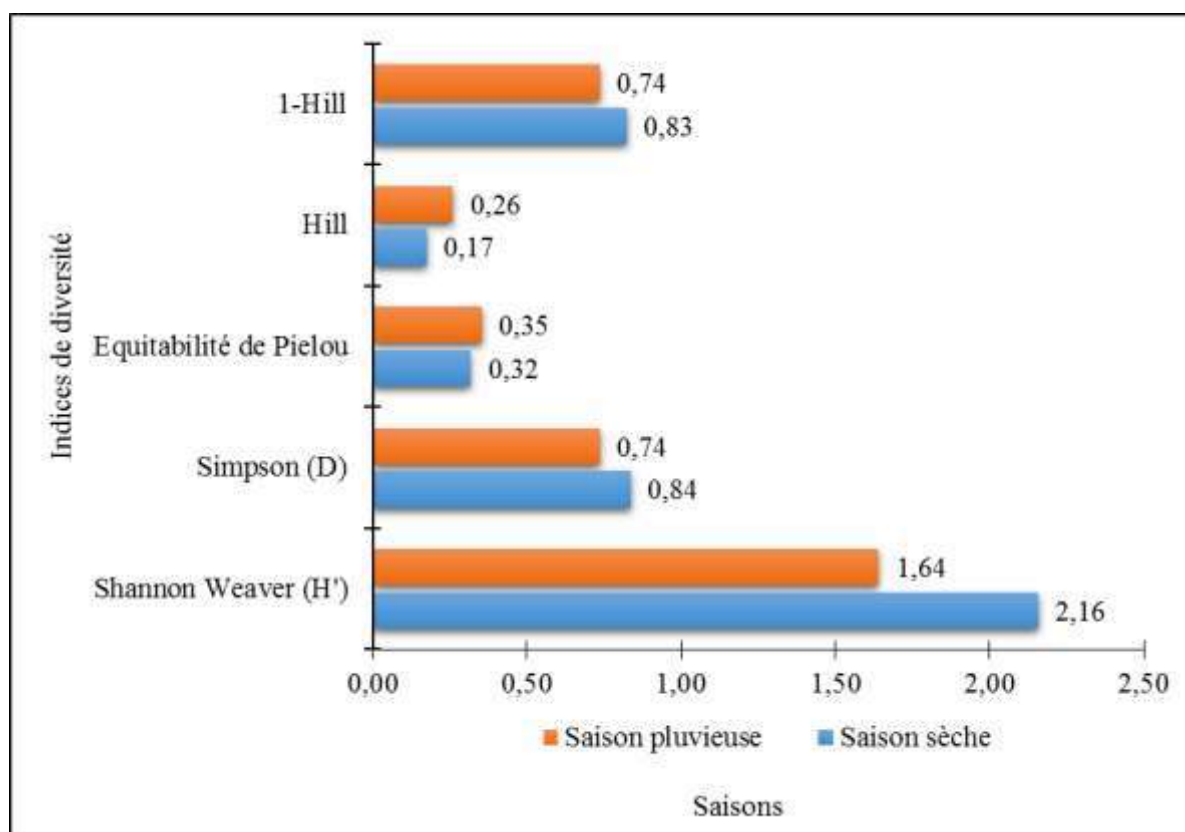


Figure 36 : Indices de diversité selon les saisons.

II. DISCUSSION

La présente étude est la première recherche détaillée en termes de diversité spécifique, d'abondance des phlébotomes dans trois villages de la commune de Bouaké. Elle pourra constituer une référence pour des études entomologiques ultérieures.

Cette étude a révélé la présence de 16 espèces de phlébotomes, montrant une importante diversité de ces insectes dans nos sites d'étude. Dix des 24 espèces de *Sergentomyia* répertoriées en Côte d'Ivoire ont été identifiées [42]. Pour la première fois en Côte d'Ivoire, notre enquête entomologique a rapporté la présence de trois espèces du genre *Phlebotomus* dans la zone d'étude. Parmi les espèces de *Sergentomyia* identifiées lors de notre étude, 3 sont des espèces nouvellement identifiées en Côte d'Ivoire (*Se. affinis vorax*, *Se. adami* et *Se. inermis*) et les 10 autres sont présentes dans la liste des phlébotomes de la Côte d'Ivoire.

La population est prédominée par le genre *Sergentomyia* qui représente 81,25% de la population contre 18,75% pour le genre *Phlebotomus*. Ce même constat a été fait lors d'un inventaire phlébotomien réalisé dans les zones péri-urbaines de Bamako au Mali où il a été noté une prédominance du genre *Sergentomyia* (97,7 %) sur le genre *Phlebotomus* (2,3 %) [45]. Aussi, Sangaré Ibrahim notait en 2009 que sur 187 phlébotomes collectés lors d'une prospection entomologique de la population phlébotomienne dans la ville de Bobo-Dioulasso, 56 % étaient constitués du genre *Sergentomyia* et 44% du genre *Phlebotomus* [20].

Il est à noter que le genre *Sergentomyia* prédominait, aussi, dans les captures réalisées en 2018 par Ramdane en Algérie représentant 52,23% de la population contre le genre *Phlebotomus* 47,45% [43]. En revanche, lors d'une contribution à l'étude de la biodiversité des phlébotomes réalisé par NASRI Bouchra et SAHRAOUI Ilhen en 2015, dans la région de Constantine (Algérie), il s'est avéré que le genre *Phlebotomus* prédominait avec 72,92% par rapport au genre *Sergentomyia* dont le pourcentage ne dépassait pas les 27,08% de la population totale [3].

Ph. sergenti est un vecteur prouvé de *Leishmania tropica*, parasite de la leishmaniose cutanée [22]. Cette espèce de phlébotome a été identifiée comme vecteur de *L. tropica*, dans la province d'Azilal au Maroc, lors des études réalisées en 2018 par Ajaoud et par Zouirech [46]. Jaouadi *et al*, dans un rapport fait en 2017 sur l'infection naturelle de *Ph. sergenti* par *L. tropica* dans un foyer classique de *L. major* en Tunisie ont trouvés 6 femelles de *Ph. sergenti* infestées par *L. tropica* [47]. Au cours de notre étude, *Ph. sergenti* n'a été capturé que dans le village de Boblénou avec une proportion de 1,28 %. Cette faible proportion s'expliquerait par

la relative courte durée de notre étude qui était de 4 mois alors qu'elle était de 50,21 % lors d'un inventaire entomologique au Maroc sur une durée de 8 mois d'avril à novembre 2018 [46]. Aussi, les latitudes et les climats de ces zones géographiques (Côte d'Ivoire et Maroc) sont différents. Ces paramètres pourraient avoir un impact sur l'abondance des espèces de phlébotomes vivant en zone de forêt, de savane, de steppes ou de désert.

Au cours d'une étude de détection moléculaire des parasites de la leishmaniose réalisée en Iran, une femelle de *Phlebotomus bergeroti* a été révélée infestée par *Leishmania major* agent de la leishmaniose cutanée [48]. Les résultats obtenus dans notre étude montrent sa présence à une proportion de 3,85%, soit 3 individus capturés dans le village de Boblénou dont 2 femelles et 1 mâle avec une occurrence de 23,08 %.

Comme la plupart des espèces de *Sergentomyia* se nourrissent préférentiellement sur les vertébrés à sang froid, elles sont vectrices avérées de *Leishmania* chez les reptiles [49]. Il est généralement admis qu'elles ne peuvent pas transmettre la leishmaniose ou tout autre pathogène à l'homme. Toutefois, d'après les analyses documentaires, l'examen de l'étude du rôle des espèces de *Sergentomyia* dans la circulation d'espèces de leishmanies d'importance médicale et vétérinaire de l'Ancien Monde a été soulevé. La détection d'ADN de *L. major* et de *L. tropica* a été réalisé chez des spécimens de *Se. ingrami* recueillis dans un foyer endémique de leishmaniose cutanée au Ghana [50]. L'ADN de *L. infantum* a été retrouvé chez *Se. schwetzi* dans un foyer endémique de leishmaniose canine au Sénégal [51]. Nous ne pouvons donc pas exclure totalement le rôle des espèces de *Sergentomyia* dans la circulation des leishmanies responsables de maladies humaines dans notre zone d'étude.

Le nombre de phlébotomes mâles était sensiblement égal à celui des femelles (sex-ratio = 0,95). La présence d'individus de sexe féminin identifiés met en évidence l'effet de nuisance et l'exposition de la population des villages prospectés aux piqûres de phlébotomes femelles infestées, ce qui entrainerait la propagation de leishmaniose.

Les captures réalisées lors de cette étude ont permis de montrer que les pièges lumineux CDC (71,85 %) étaient plus efficaces pour la capture des phlébotomes que les pièges huileux (28,15 %). Ces résultats sont similaires à ceux trouvés lors d'une étude comparative sur le terrain pour l'évaluation de la performance de trois types de pièges (pièges lumineux CDC (24%), pièges à CO₂ (66,7%) et pièges huileux (8,4%)) pour la capture de phlébotomes dans le nord-est de l'Italie [52]. Bien que l'efficacité des pièges lumineux (24%) fût intermédiaire, elle était cependant supérieure à celle des pièges huileux (8,4%).

La répartition de l'abondance et de la fréquence des espèces de phlébotomes est très inégale, avec des différences entre sites dont certaines espèces ayant été retrouvées en grand

nombre alors que d'autres ne sont représentées que par de rares spécimens (tableau VII). Toutefois, cette inégalité dans les sites étudiés, s'explique très probablement par la phénologie des espèces durant la période d'étude et aussi les conditions favorables de certains biotopes au développement de certaines espèces. Malgré cette diversité, tous les phlébotomes ont plusieurs caractères en commun. Ils sont tous nocturnes, se cachent le jour dans des micro-habitats sombres et humides et sont capables de s'introduire dans des espaces confinés pour éviter les conditions extrêmes de température et d'humidité [1].

L'étude éco-entomologique menée dans les villages de Boblénou, Golikro et Kouadio-Miankro montre la présence de 16 espèces enrichissant la liste des phlébotomes de Côte d'Ivoire de 6 espèces dont 3 appartenant au genre *Phlebotomus* et 3 au genre *Sergentomyia*. Selon Bigot et Bodo, les indices de diversité sont élevés lorsque les conditions du milieu sont favorables pour l'ensemble des espèces qui y vivent, dans le cas contraire ces indices sont moindres [53]. C'est ce qu'ont montré nos résultats. En effet, les valeurs des indices obtenues dans les trois villages (figures 35) sont élevées et tendent vers 1 ou sont supérieures à 1, avec une forte divergence des espèces de phlébotomes dans nos biotopes prospectés (figures 34). Ces gîtes (anfractuosités d'arbre, dépotoirs et intra-habitation) seraient favorables au développement des phlébotomes. En effet, dans les milieux ruraux, nous notons la construction des abris pour animaux domestiques (ovins, bovins et caprins) qui produisent aux alentours des maisons, des déchets riches en matières organiques nécessaires au développement des larves de phlébotomes. Ces abris sont parfois aménagées en partie habitable et en étables attirant le vecteur vers les animaux et les personnes qui cohabitent. De plus, les habitations en terre battues, sont souvent entourées par de la végétation et des dépotoirs d'ordures, milieux riches en matières organiques propices au repos et à la prolifération des vecteurs.

Une variation saisonnière de l'abondance des phlébotomes a été observée, montrant une abondance relativement faible au cours de la saison pluvieuse humide (23 spécimens) contrairement à la saison sèche chaude aux mois de mars et avril où l'on observe une abondance de 55 phlébotomes. Ces résultats sont semblables à ceux qui ont déjà été décrits au Mali en 2006 au cours d'une étude sur l'épidémiologie de la leishmaniose cutanée à Kémena et Sougoula avec une grande abondance en saison sèche chaude pour l'ensemble des phlébotomes capturés [54]. A cause de la chaleur, les humains se reposent en dehors de leurs habitats sans se protéger contre les piqûres de phlébotomes femelles. Ce qui donne l'opportunité à ces insectes de prélever aisément le sang nécessaire à la maturation de leurs œufs. La diminution des effectifs en saison des pluies pourrait être due à la force du vent et les

précipitations importantes qui sont néfastes à la survie de ces petits insectes. L'eau de pluie pourrait effectuer un drainage des œufs et des larves de phlébotomes situés dans le sol, en particulier au niveau des dépotoirs, lieux favorables au développement des œufs et des larves de phlébotomes. Ainsi la pluie constitue un facteur limitant au développement des œufs et larves de phlébotomes [55].

D'autres gîtes auraient pu être prospectés tels que les abris de rongeurs qui sont le réservoir de plusieurs espèces de phlébotomes. Néanmoins, nos investigations auront permis de faire un inventaire de la faune phlébotomienne dans les villages prospectés de la commune de Bouaké, mais aussi de confirmer la relation entre les cas de leishmaniose signalés dans ces villages et la présence de vecteurs responsables de cette maladie.

CONCLUSION

L'étude entomologique menée dans les villages de Boblénou, Golikro et Kouadio-Miankro avait pour but de faire l'inventaire faunistique de la population phlébotomienne par la détermination des paramètres écologiques. La méthodologie adoptée était de localiser les sites par repérage GPS, de réaliser la pose de pièges lumineux et huileux pour la capture de phlébotomes, d'identifier les espèces de phlébotomes à l'aide du logiciel d'enseignement et d'identification des phlébotomes d'Afrique de l'ouest. Ces données ont été analysées à partir de certains paramètres écologiques et de l'efficacité des pièges à l'aide du logiciel r.

Au total, 135 phlébotomes ont été capturés avec les pièges lumineux (97) et les pièges huileux (38). Les pièges lumineux étaient plus efficaces que les pièges huileux ($p=0,026$). Au cours de cette étude 16 espèces de phlébotomes ont été identifiées, elles appartenaient toutes à deux genres : *Phlebotomus* avec 3 espèces (*Ph. sergenti*, *Ph. Bergeroti* et *Ph. rodhaini*) et *Sergentomyia* avec 13 espèces (*Se. africana*, *Se. schwetzi*, *Se. squamipleuris*, *Se. inermis*, *Se. adami*, *Se. adleri*, *Se. decipiens*, *Se. ghesquierei*, *Se. ingrami*, *Se. simillima*, *Se. affinis vorax*, *Se. congolensis* et *Se. durenii*).

Le genre *Sergentomyia* (81,75%) était plus abondant que le genre *Phlebotomus* (18,25%). La présence de 6 nouvelles espèces de phlébotomes dont 3 du genre *Phlebotomus* (*Ph. sergenti*, *Ph. Bergeroti*, *Ph. Rodhaini*) et 3 du genre *Sergentomyia* (*Se. inermis*, *Se. adami*, *Se. affinis vorax*) enrichit la liste des 24 espèces de phlébotomes de la Côte d'Ivoire. Si on ne considère que le genre *Phlebotomus*, impliqué dans la transmission des leishmanies dans l'Ancien monde, la présence des espèces du genre *Phlebotomus* dans notre étude permet de les suspecter fortement comme des vecteurs potentiels de leishmanies dans la zone d'étude. Dans la littérature, le rôle de vecteur des espèces du genre *Sergentomyia* est suspecté. Les valeurs des différents indices écologiques montrent une grande diversité des espèces de phlébotomes identifiées. Une équipartition des deux sexes dans la population phlébotomienne a été observée avec un sex-ratio sensiblement égal à 1.

Cependant, ces résultats sont préliminaires et incitent à élargir cette investigation en menant des recherches de l'ADN de *Leishmania* par la biologie moléculaire en vue de confirmer le rôle de vecteur de ces insectes. Mais aussi, effectuer une étude sur les connaissances, les attitudes et les pratiques des populations rurales face à ces insectes vecteurs de leishmanioses.

RECOMMANDATIONS

A l'issue de cette étude, nous faisons les recommandations suivantes :

- Au Ministère de la santé et de l'hygiène publique

Intégrer les leishmanioses dans un programme de santé pour une meilleure prise en charge de la maladie

- + le dépistage et le traitement des personnes malades.
- + la lutte contre les phlébotomes par:
 - les aspersions intra-domiciliaires d'insecticide à effet rémanent,
 - l'élimination des gîtes larvaires (déchets et ordures, etc....),
 - les moustiquaires imprégnées d'insecticides à longue durée d'action.

- Aux équipes de recherche

Entreprendre des études plus approfondies sur :

- + la recherche des réservoirs potentiels (rongeurs, chiens) ;
- + l'identification du parasite chez les potentiels réservoirs afin de déterminer avec exactitude les espèces qui sont des réservoirs dans la transmission de la leishmaniose cutanée ;
- + l'identification du parasite chez les phlébotomes et les humains dans les villages concernés ;
- + la détermination de la capacité vectorielle des espèces potentiellement vectrices de la leishmaniose cutanée dans la commune de Bouaké.

- Aux populations

Utiliser des répulsifs.

Eviter d'entretenir des dépotoirs autour des habitations.

Eloigner les enclos des animaux domestiques des habitations.

Construire des habitations modernes qui sont moins favorables au repos des phlébotomes.

Eviter de se promener à la tombée du jour en bordure des bois.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Kabbout N, Merzoug D. Contribution à l'étude bio-écologique des insectes d'intérêt médical dans le nord-est algérien [Thèse]. [Algérie]: Université Oum El Bouaghi; 2017. 224p.
2. Randrianambinintsoa FJ. Contribution à l'inventaire des Phlébotomes (Psychodidae–Phlebotominae) de Madagascar et des îles voisines [Thèse de Doctorat]. [Madagascar]: Universités Reims Champagne-Ardenne et d'Antananarivo; 2013. 270p.
3. Ilhem S. Contribution à l'étude de la biodiversité des Phlébotomes (Diptera: Psychodidae) dans la région de Constantine. [Mémoire]. [Algérie]: Université des Frères Mentouri Constantine; 2015. 77p.
4. Sabbahi R. La mouche des sables joue-t-elle un rôle dans la leishmaniose? Bull Société Entomol Qué. 2006;13(3):5-9.
5. Dedet JP. Leishmanies, leishmanioses: biologie, clinique et thérapeutique. Editions Scientifiques et Médicales. Editions Scientifiques et Médicales. Vol. 6. France: Elsevier SAS, Paris; 2009.
6. Colange H. Contribution à l'étude du repas sanguin de *Phlebotomus perniciosus* (Diptera: Psychodidae) [Thèse d'exercice]. [France]: Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse- ENVT; 2011. 78p
7. Ready PD. Biology of phlebotomine sand flies as vectors of disease agents. Annu Rev Entomol. 2013;58(1):227-250.
8. Desjeux P. The increase in risk factors for leishmaniasis worldwide. Trans R Soc Trop Med Hyg. 2001;95(3):239-243.
9. Organisation Mondiale de la Santé. La lutte contre les leishmanioses: rapport de la réunion du comité OMS d'experts de la lutte contre les leishmanioses. Genève : World Health Organ. 2011;(949):228p.
10. Frahtia-Benotmane K, Picot S, Mihoubi I. Decreased rate of *Leishmania* infected *Phlebotomus* captured in Constantine (Algeria) from 2011 to 2013. Int J Adv Res. 2014;2(11):347-351.
11. Newstead R. Notes on *Phlebotomus*, with descriptions of new species-Part I. Bull Entomol Res. 1912;3(4):361-367.
12. Depaquit J, Léger N, Robert V. Les Phlébotomes de Madagascar (Diptera: Psychodidae). VI – Un sous-genre nouveau (*Vattieromyia*) avec trois espèces nouvelles : *Sergentomyia* (V.) *sclerosiphon*, *S.* (V.) *namo* et *S.* (V.) *anka*. Parasite. 2008;15(1):15-26.
13. Abonnenc E, Léger N. Rectificatif à la note : « Sur une classification rationnelle des diptères Phlebotomidae ». Cah ORSTOM Série Entomol Médicale Parasitol. 1976;14(4):357.

14. Abonnenc E. Les phlébotomes de la région éthiopienne (Diptera, Psychodidae). Cah ORSTOM Ser Entomol Médicale Parasitol. 1972;55:1-239.
15. Perfiliev PP. Fauna of USSR, Diptera, Phlebotomidae (sand flies) Moscow and Israel program for scientific translations, 1968. Ed Jerus. 1966;1–363.
16. Léger N, Depaquit J. Systématique et biogéographie des phlébotomes (Diptera: Psychodidae). Ann Soc Entomol Fr. 2002;38(ns):163–175.
17. Boussaa S, Boumezzough A. Identification et caractérisation des gîtes larvaires de phlébotomes (Diptera: Psychodidae) à Marrakech (Maroc). Entomol Faun - Faun Entomol. 2014;67:193-201.
18. Akhoundi M, Kuhls K, Cannet A, Votýpka J, Marty P, Delaunay P, *et al.* A historical overview of the classification, evolution, and dispersion of *Leishmania* parasites and sandflies. PLoS Negl Trop Dis. 2016;10(3):e0004349.
19. Mehlhorn H, Schmahl G, Schmidt J. Extract of the seeds of the plant *Vitex agnus castus* proven to be highly efficacious as a repellent against ticks, fleas, mosquitoes and biting flies. Parasitol Res. 2005;95(5):363-5.
20. Sangaré I. Prospection entomologique de la population phlébotomienne de la ville de Bobo Dioulasso [Mémoire de DEA]. [Burkina Faso]: Université Polytechnique de Bobodiou Lasso; 2009. 96p.
21. Abonnenc E. Les phlébotomes de la région éthiopienne (Diptera, Psychodidae). Cah ORSTOM Sér Entomol Médicale Parasitol. 1972;55:1–239.
22. Killick-Kendrick R. Phlebotomine vectors of the leishmaniasis: a review. Med Vet Entomol. 1990;4(1):1-24.
23. Sabrina DIF. Revue bibliographique sur les phlébotomes (Diptera: Psychodidae) et leur rôle dans la transmission de la leishmaniose. [Mémoire]. [Algérie]: Université des Frères Mentouri Constantine Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie; 2015. 52p.
24. Kamhawi S. The biological and immunomodulatory properties of sand fly saliva and its role in the establishment of *Leishmania* infections. Microbes Infect. 2000;2(14):1765-73.
25. Boulkenafet F. Contribution à l'étude de la biodiversité des Phlébotomes (Diptera: Psychodidae) et appréciation de la faune Culicidienne (Diptera: Culicidae) dans la région de Skikda [Mémoire de master]. [Algérie]: Université Mentouri Constantine-Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie; 2006. 191p.
26. Dolmatova AV, Demina NA, Kobylansky A, Abonnenc E, Rageau J. Les phlébotomes (Phlebotominae) et les maladies qu'ils transmettent. Paris: ORSTOM; 1971. 168p.
27. Lewis DJ, Mcmillan B. The Phlebotominae of Nigeria (Diptera: Psychodidae). Proc R Entomol Soc Lond. 1961;30(Pts. 3/4):29-37.
28. Ba Y, Trouillet J, Thonnon J, Fontenille D. Phlébotomes du Sénégal (Diptera-Psychodidae) : peuplement et dynamique des populations de la région de Mont-Rolland. Parasite. 1998;5(2):143-150.

29. killua zoldyck. Leishmaniose: présentation de cours. 2011; 61p
30. Rioux J-A, Rispail P, Lanotte G, Lepart J. Relations phlébotomes-bioclimats en écologie des leishmanioses corollaires épidémiologiques. L'exemple du Maroc. Bull Société Bot Fr Actual Bot. janv 1984;131(2-4):549-557.
31. Rioux J-A, Croset H, Léger N, Rosin G. Présence au Maroc de *Phlebotomus perfiliewi* Parrot, 1930. Ann Parasitol Hum Comparée. 1977;52(3):377–380.
32. Alexander B. Sampling methods for phlebotomine sandflies. Med Vet Entomol. juin 2000;14(2):109-22.
33. Fall AG. Techniques de capture et d'identification des moustiques (Diptera: Culicidae) vecteurs de la fièvre de la vallée du Rift. Serv Bio-Écologie Pathol Parasit BEPP. 2013;32p.
34. Abderrahmane L, Mohammed L, Souad B, Mohamed R, Haddou N, Btissam A. Lutte contre les leishmanioses guide des activités Maroc. Maroc; 2010. 145 p.
35. Rioux J-A, Golvan Y-J, Croset H, Houin R, Juminer B, Bain O, *et al.* Ecologie des leishmanioses dans le sud de la France. 1.-Les phlébotomes-échantillonnage-éthologie. Ann Parasitol Hum Comparée. 1967;42(6):561–603.
36. Bounamous A. Biosystématique et caractérisation par la biologie moléculaire des phlébotomes de l'Est Algérien [Thèse de Doctorat en Entomologie]. [Algérie]: Université Mentouri de Constantine Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie; 2010.
37. Rodhain F, Perez C. Précis d'entomologie médicale et vétérinaire; notions d'épidémiologie des maladies à vecteurs. Paris Fr Maloine. 1985;458p.
38. Cotté V, Bonnet S, Le Rhun D, Le Naour E, Chauvin A, Boulouis H-J, *et al.* Transmission of *Bartonella henselae* by *Ixodes ricinus*. Emerg Infect Dis. juill 2008;14(7):1074-80.
39. Killick-Kendrick R. The biology and control of Phlebotomine sand flies. Clin Dermatol. 1999;17(3):279-89.
40. Dedet J-P. Les leishmanioses. In: les leishmanioses. Paris: Ellipses; 1999.
41. Poché RM, Garlapati R, Elnaiem D-EA, Perry D, Poché D. The role of *Palmyra palm trees* (*Borassus flabellifer*) and sand fly distribution in northeastern India. J Vector Ecol. 2012;37(1):148-53.
42. Niang AA, Geoffroy B, Angel G, Trouillet J, Killick-Kendrick R, Hervy J-P, *et al.* Les phlébotomes d'Afrique de l'Ouest : logiciel d'identification et d'enseignement. Paris ; Dakar: IRD; 2000. (1 CD ROM (Didactiques)).
43. Ramdane E, Berchi S, Louadi K. Les phlébotomes (Diptera, Pshycodidae), vecteurs d'agents pathogènes responsables de la leishmaniose humaine dans la région de Constantine (Algérie). Entomofauna. 2018;39(2):537-555.

44. Zeroual S. Les phlébotomes vecteurs de leishmaniose dans la région de Biskra : inventaire et écologie des phlébotomes et étude épidémiologique [Thèse]. [Algérie]: Université Badji Mokhtar-Annaba; 2017. 108p.
45. Demba-Kodindo I, Cheick-Coulibaly A, Traoré B, Sissoko I, Samake S, Doumbia S. Étude de la faune phlébotomienne des zones périurbaines de Bamako (Mali), présence de *Phlebotomus* (*Phlebotomus*) *duboscqi*. Bull Société Pathol Exot. 2015;108(2):130-132.
46. Zouirech M, Rhajaoui M, Faraj C, El Guamri Y, Amahmid O, El Hachimi MY, *et al.* Entomological inventory of phlebotomine sand flies and epidemiological study of leishmaniasis in Afourer, Azilal province, High Atlas, Morocco. Médecine Santé Trop. 2018;28(4):385-389.
47. Jaouadi K, Bettaieb J, Bennour A, Salem S, Rjeibi MR, Chaabane S, *et al.* First report on natural infection of *Phlebotomus sergenti* with *Leishmania tropica* in a classical focus of *Leishmania major* in Tunisia. Am J Trop Med Hyg. 2017;97(1):291-294.
48. Azizi K, Askari MB, Kalantari M, Moemenbellah-Fard MD. Molecular detection of *Leishmania* parasites and host blood meal identification in wild sand flies from a new endemic rural region, south of Iran. Pathog Glob Health. 2016;110(7-8):303-309.
49. Depaquit J, Ferté H, Léger N. Revue générale révision du sous-genre *Paraphlebotomus* (*Phlebotomus*-*Phlebotominae*-*Psychodidae*-*Diptera*). Ann Pharm Fr. 2000;58:333–340.
50. Nzelu CO, Kato H, Puplampu N, Desewu K, Odoom S, Wilson MD, *et al.* First detection of *Leishmania tropica* DNA and *Trypanosoma* species in *Sergentomyia* sand flies (Diptera: Psychodidae) from an outbreak area of cutaneous leishmaniasis in Ghana. PLoS Negl Trop Dis. 2014;8(2):1-9.
51. Senghor MW, Niang AA, Depaquit J, Ferté H, Faye MN, Elguero E, *et al.* Transmission of *Leishmania infantum* in the canine leishmaniasis focus of Mont-Rolland, Senegal: ecological, parasitological and molecular evidence for a possible role of *Sergentomyia* sand flies. PLoS Negl Trop Dis. 2016;10(11):e0004940.
52. Signorini M, Drigo M, Marcer F, di Regalbono AF, Gasparini G, Montarsi F, *et al.* Comparative field study to evaluate the performance of three different traps for collecting sand flies in northeastern Italy. J Vector Ecol. déc 2013;38(2):374-8.
53. Bigot L, Bodot P. Contribution à l'étude biocoénotique de la garrigue à *Quercus Coccifera*. III. Dynamique de la zoocoénose d'invertébrés. Vie Milieu Ser C Biol Terr. 1973;23(2):251-67.
54. Samake S. Epidémiologie de la leishmaniose cutanée à Kaimana et Sougoula (cercle de Baroueli) [Thèse de Doctorat]. [Mali]: Université de Bamako; 2006. 120p
55. Said Omar SA, Niang AA, SERIGNE M. Faune phlébotomienne du foyer leishmanien de Keur Moussa : données actuelles sur la diversité et variations saisonnières (Thiès, Sénégal) . Bull Soc Pathol Exot. 2018;111(1):38-45.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES ABRÉVIATIONS	xxiv
LISTE DES FIGURES.....	xxv
LISTE DES TABLEAUX	xxvii
INTRODUCTION.....	1
PREMIÈRE PARTIE : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE.....	4
I. GÉNÉRALITES SUR LES PHLÉBOTOMES.....	5
I-1. Taxinomie.....	5
I-2. Morphologie des phlébotomes.....	7
I-3. Biologie des phlébotomes.....	14
I-3-1. Cycle de développement et durée de vie	14
I-3-1-1. Cycle de développement	14
I-3-1-2. Durée de vie	16
I-3-2. Nutrition	16
I-4. Ecologie des phlébotomes	17
I-4-1. Habitats et lieux de repos	17
I-4-2. Préférences trophiques et cycles d'activités	17
I-4-3. Dispersion et hauteur de vol.....	18
I-4-3-1. Dispersion	18
I-4-3-2. Hauteur de vol.....	18
I-5. Répartition géographique et saisonnière.....	18
II. MÉTHODES DE CAPTURE DES PHLÉBOTOMES.....	21
II-1. Piégeage par piège lumineux CDC	21
II-2. Piégeage dans les gîtes de repos ou de ponte	21
II-2-1. A l'aide de piège adhésif ou piège huileux	21
II-2-2. A l'aide d'un aspirateur à bouche	22
II-3. Piégeage sur appâts	22

III. IMPORTANCE MÉDICALE DES PHLÉBOTOMES ET TRANSMISSION DES LEISHMANIES.....	23
III-1. Importance médicale des phlébotomes	23
III-2. Transmission des leishmanies	24
III-2-1. Phase extracellulaire : développement chez l'insecte.....	24
III-2-2. Phase intracellulaire : développement chez l'hôte mammifère	24
IV. PHLÉBOTOMES DE CÔTE D'IVOIRE.....	26
V. LUTTE ANTI-VECTORIELLE.....	27
V-1. Considérations générales.....	27
V-2. Méthodes de lutte	27
V-2-1. Lutte chimique	27
V-2-2. Lutte physique	28
DEUXIÈME PARTIE : ÉTUDE EXPÉRIMENTALE	29
PREMIER CHAPITRE : MATÉRIEL ET MÉTHODES	30
I. PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE	31
I-1. Type, lieu et durée de l'étude	31
I-2. Description de la zone d'étude	31
I-3. Sites et points de capture	34
II. MATÉRIEL D'ÉTUDE	36
II-1. Matériel biologique	36
II-2. Matériel technique.....	37
II-2-1. Matériel de capture.....	37
II-2-2. Matériel de montage et d'identification	39
III. MÉTHODES D'ÉTUDE	43
III-1. Méthodes de capture	43
III-2. Techniques de tri et de conservation des phlébotomes	45
III-3. Traitement et identification des phlébotomes	45

III-3-1. Traitement des phlébotomes	45
III-3-2. Identification des phlébotomes	46
III-4. Analyse statistique des données	47
DEUXIÈME CHAPITRE : RÉSULTATS ET DISCUSSION	49
I. RÉSULTATS.....	50
I-1. Résultats globaux.....	50
I-2. Etude de la biodiversité des phlébotomes.....	56
II. DISCUSSION	64
CONCLUSION.....	68
RECOMMANDATIONS.....	70
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	72
TABLE DES MATIÈRES	77
ANNEXES.....	80

ANNEXES

ANNEXE 1 : COMPTE RENDU DES ESPECES DE PHLEBOTOMES IDENTIFIEES

A. Genre *Phlebotomus*

L'identification du genre *Phlebotomus* est basée essentiellement sur :

- Présence des soies au niveau des tergites abdominaux II et VI qui sont uniformément dressées.
- Style porteur de 4 à 5 épines insérées à des niveaux différents et dépourvu de soie caduque.

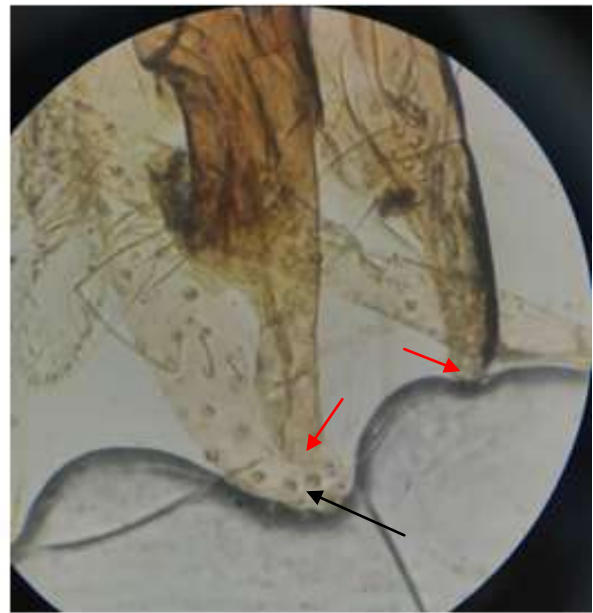
➤ *Phlebotomus sergenti*

Génitalia : le lobe latéral du coxi est bien développé, le nombre d'épines du style est de 4. La disposition des épines sur le style est 1-1-2 ou 1-1-1-1. La soie non caduque est absente. Le fourreau pénien est conique court à extrémité spatulé.



➤ *Phlebotomus rodhaini*

Génitalia : forme générale du paramère bi lobée, la disposition des épines sur le style est 1-1-2 ou 1-1-1-1, soie non caduque absente, 4 épines sur le style. Lobe basal du coxite absent, touffe de soies du coxite absent, rapport longueur coxite/ le style est supérieur à 1.5 et inférieur ou égal à 2. Extrémité du lobe latéral inerme. Fourreau pénien conique court

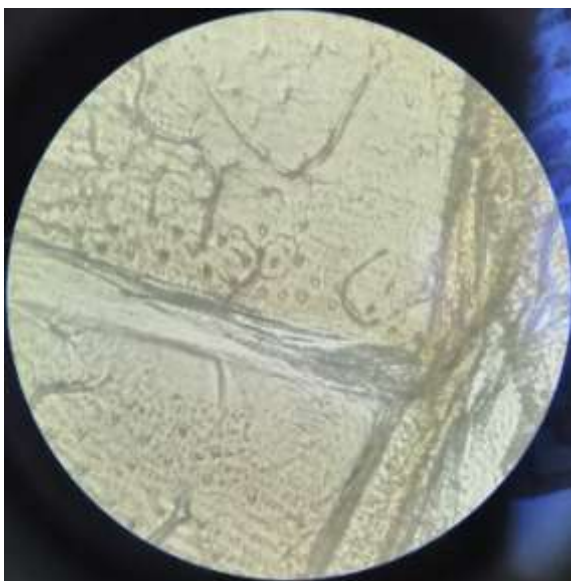


➤ *Phlebotomus bergeroti*

Abdomen : insertion des poils sur les tergites abdominaux sont circulaire uniquement

Thorax : l'ornementation du mésanépimère est absente.

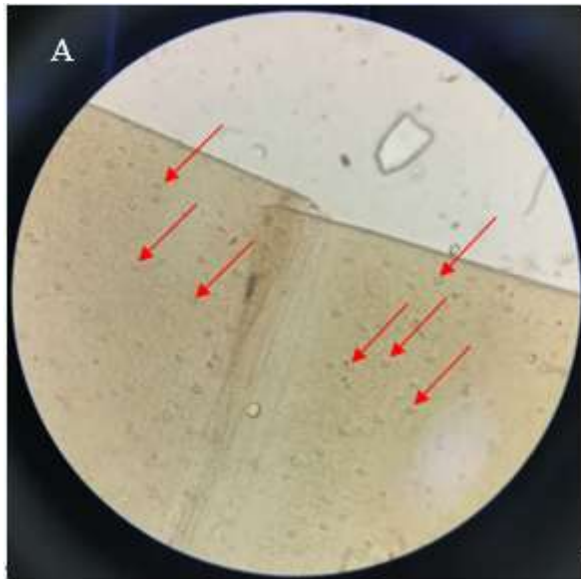
Tête : $A_{III} > A_{IV} + A_V$. Formule palpale = 1-2-4-3-5



B. Genre *Sergentomyia*

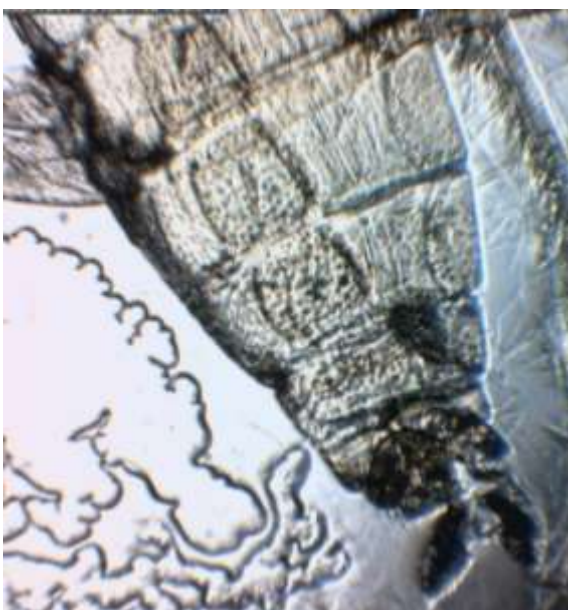
L'identification du genre *Sergentomyia* est basée sur des critères morphologiques qui sont résumés en :

- Forme d'insertion des soies sur des tergites abdominaux II et VI uniformément elliptique.
- Style à 4 épines insérées terminales fortes et une soie non caduque.



➤ *Sergentomyia ghesquierei*

Spermathèque : forme générale du corps en capsule ronde



➤ ***Sergentomyia ingrami***

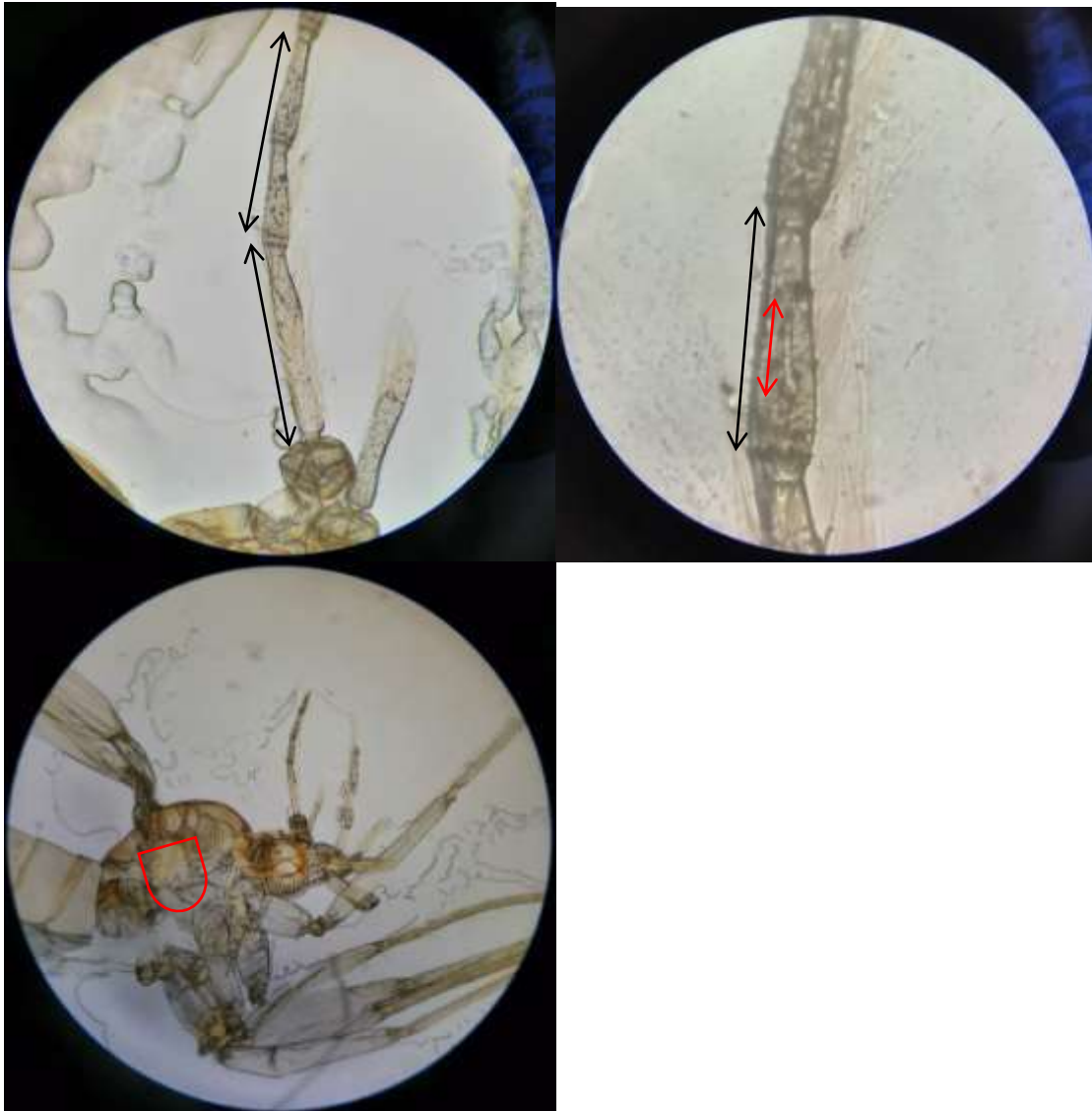
Abdomen : la forme de l'insertion des soies sur les tergites abdominaux II à VI est elliptique seulement

Thorax : l'ornementation du mésanépistérne (soies, écailles ou insertions) est absente

Tête : la formule palpale est de 1-2-3-4-5. De plus la comparaison des segments antennaires

AIII et AIV + AV donne $A_{III} > A_{IV} + A_{V}$. Le rapport du segment antennaire AIII /

Epipharynx est > 1 et $< \text{ou} = 1.25$. Le rapport segment antennaire AIV / ascoïde IV (c/b) : > 2 et ≤ 3 .



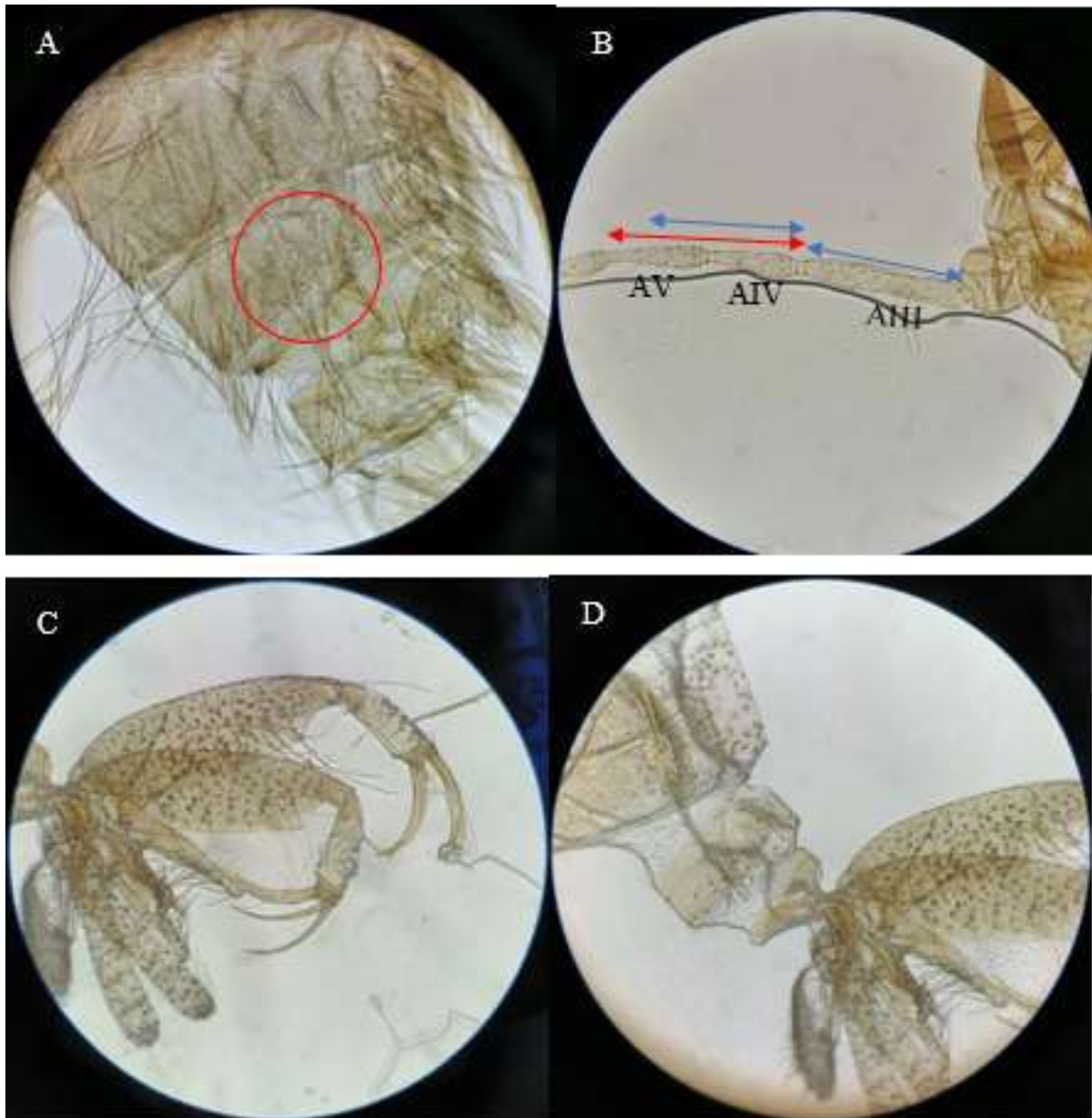
➤ *Sergentomyia africana*

Spermathèque : forme générale en capsule allongée avec un bord arrondi à la base

Tête : comparaison des segments AIII et AIV+AV : $AIII < AIV + AV$

Thorax : ornementation du mésanépistème absente

Génitalia : 4 épines sur le style, fourreau pénien conique long et pointue, forme du paramère unilobée, extrémité du paramère en forme arrondie. Extrémité du lobe latéral inerme. Position de la soie non caduque tout près des épines sub-terminales. Longueur du coxite supérieure à deux fois celle du style.



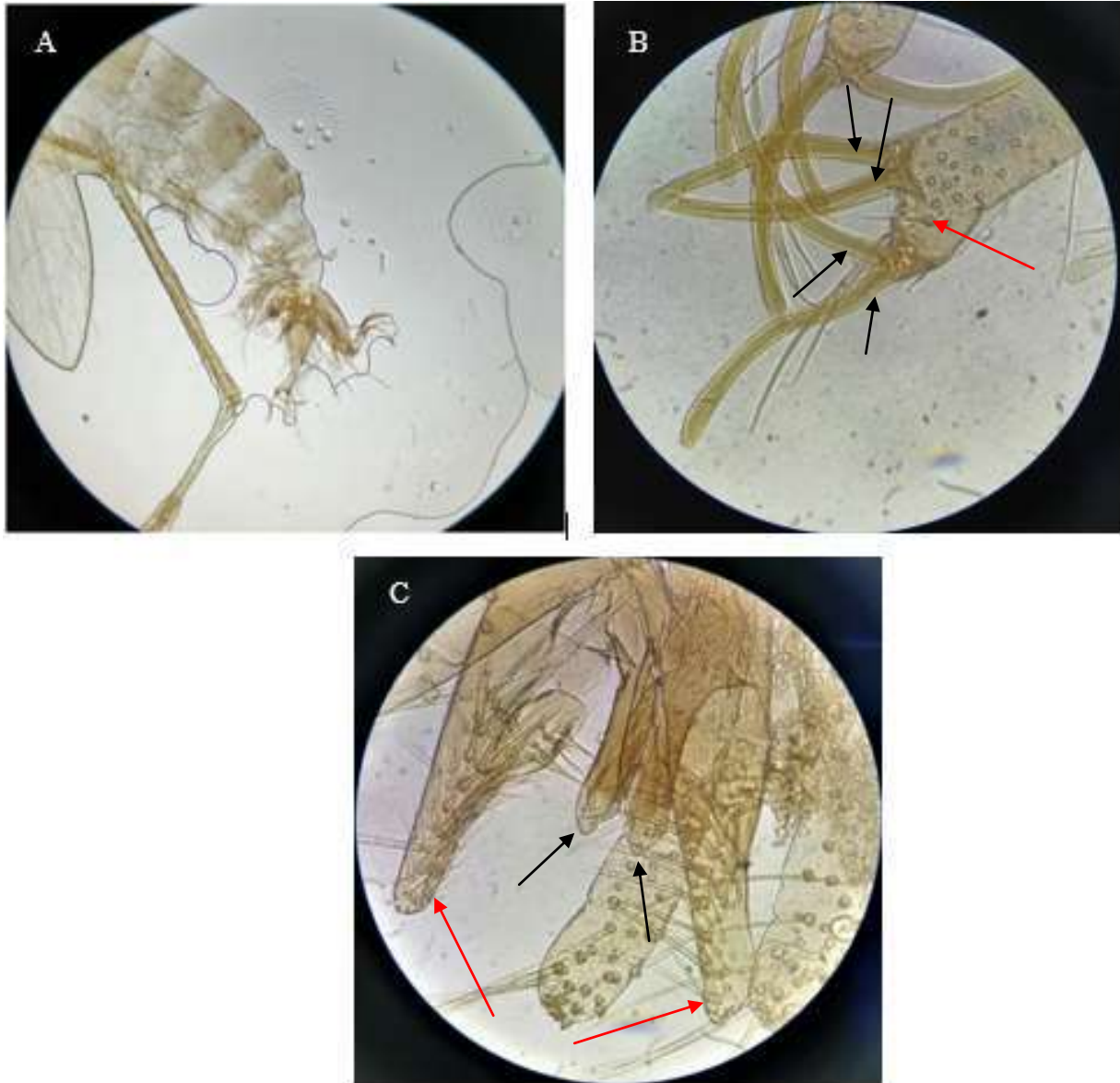
➤ ***Sergentomyia inermis***

Génitalia : 4 épines sur le style situées au même niveau, absence de touffe de soie sur le coxite, lobe basal du coxite absent. Soie non caduque située au 1/3 distal du style. Extrémité du paramère arrondie. Extrémité du lobe latéral inerme. Forme du fourreau pénien conique longue a extrémité pointue.



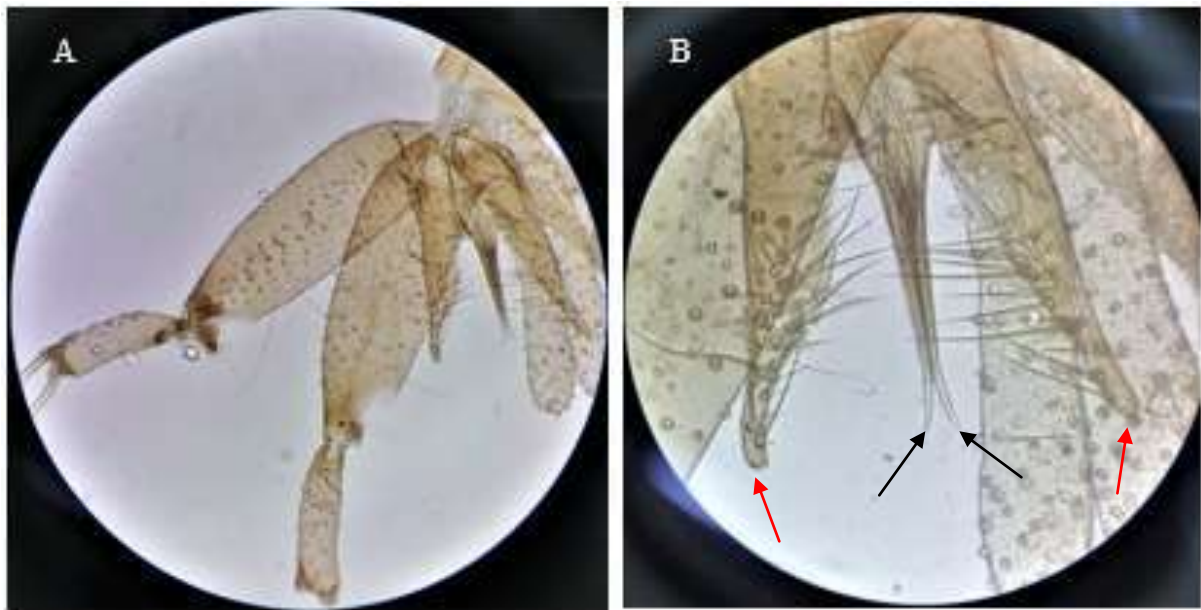
➤ *Sergentomyia schwetzi*

Génitalia : 4 épines sur le style. Disposition des épines du style 2à 2 proches. Position de la soie non caduque du style situé entre les deux groupes d'épines. Extrémité du paramère ou de son lobe le plus long est arrondie. Touffe de soie du coxite absent. Paramères unilobés à extrémité arrondie. Forme du fourreau pénien épais et digitiforme



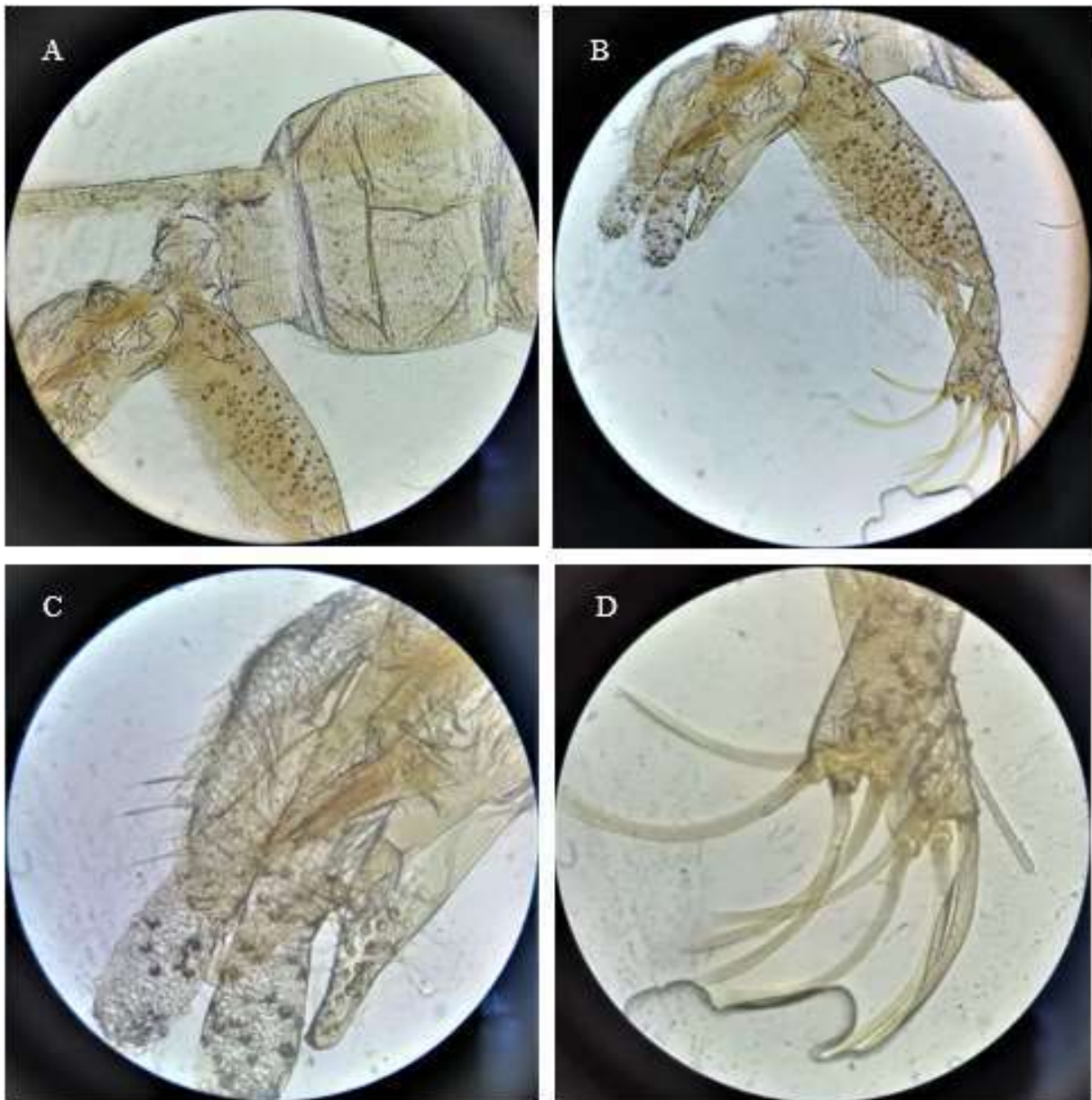
➤ *Sergentomyia decipiens*

Génitalia : rapport du filament génital par rapport à la pompe génitale est supérieur à 2 et inférieure ou égale à 3. 4 épines sur le style 2 à 2 proches. Soie non caduque tout près des épines subterminales. Paramères unilobés à extrémité crochue. Fourreau pénien conique long à extrémité émoussée



➤ *Sergentomyia adleri*

Génitalia : rapport longueur du filament génital par rapport à la pompe génitale > 4 et ≤ 5 .
4 épines du style sont situées au même niveau. La soie non caduque est située au $1/3$ distale du style. Fourreau pénien court à



➤ *Sergentomyia adami*

Génitalia : Extrémité du paramère ou de son lobe le plus long est crochue. La soie non caduque est située à 1/3 distal du style. Formule palpale est 1-2-3-4-5

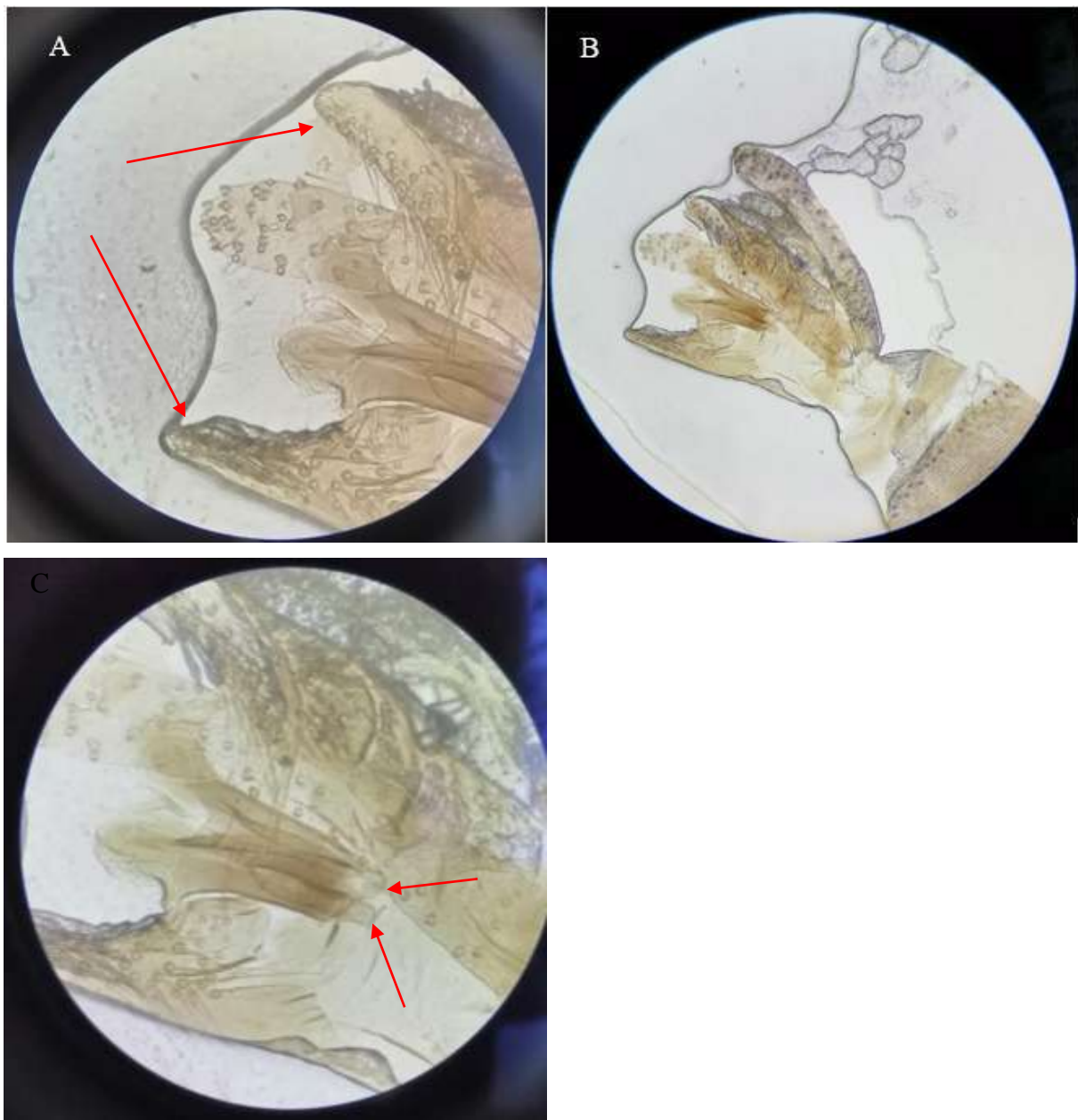
Rapport longueur du coxite / longueur du style > 1.5 et ≤ 2



➤ ***Sergentomyia congolensis***

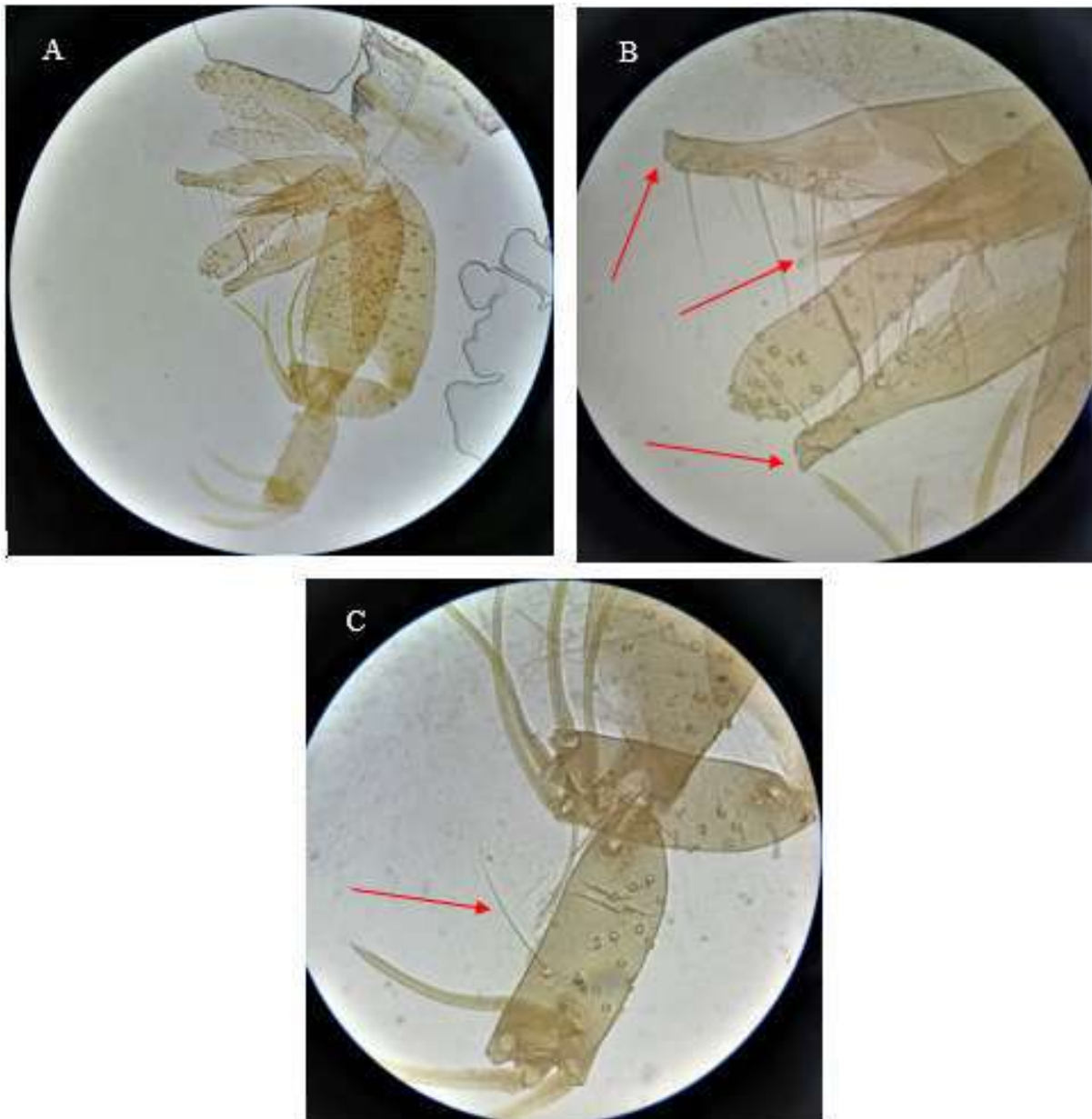
Génitalia : 4 épines sur le style 2 à 2 proches. La soie non caduque est située tout près des épines subterminales. Rapport de la longueur du lobe latéral/longueur du coxite ≤ 1 . Rapport longueur du coxite/longueur du style > 1.5 et ≤ 2 . Extrémité du paramère ou de son lobe le plus long est arrondie

Abdomen : taille du tergite abdominal VI pas plus développé que le V



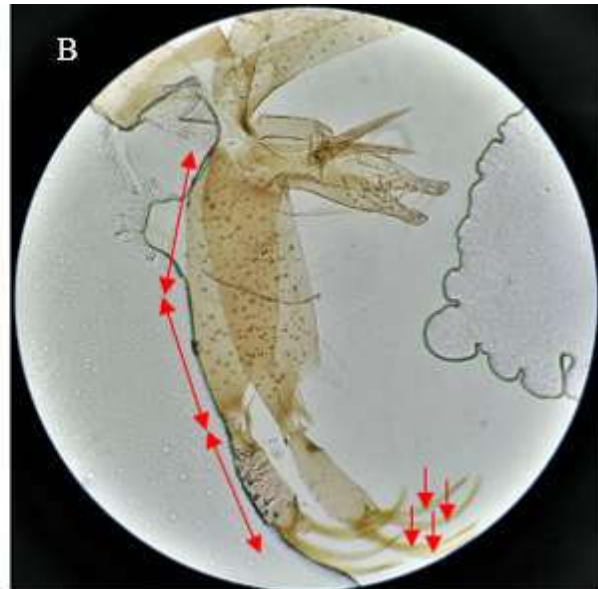
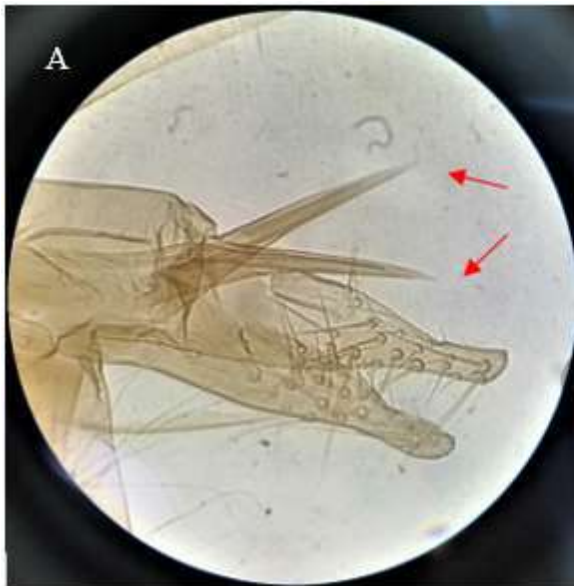
➤ ***Sergentomyia duren***

Génitalia : forme générale du paramère est uni lobée. L'extrémité du paramère et de son lobe le plus long est crochue. Le niveau de disposition des épines du style est 3-1. La soie non caduque est située au 1/3 distal du style. Forme du fourreau pénien conique, longue à extrémité émoussée. Rapport longueur coxite/longueur du style > 2



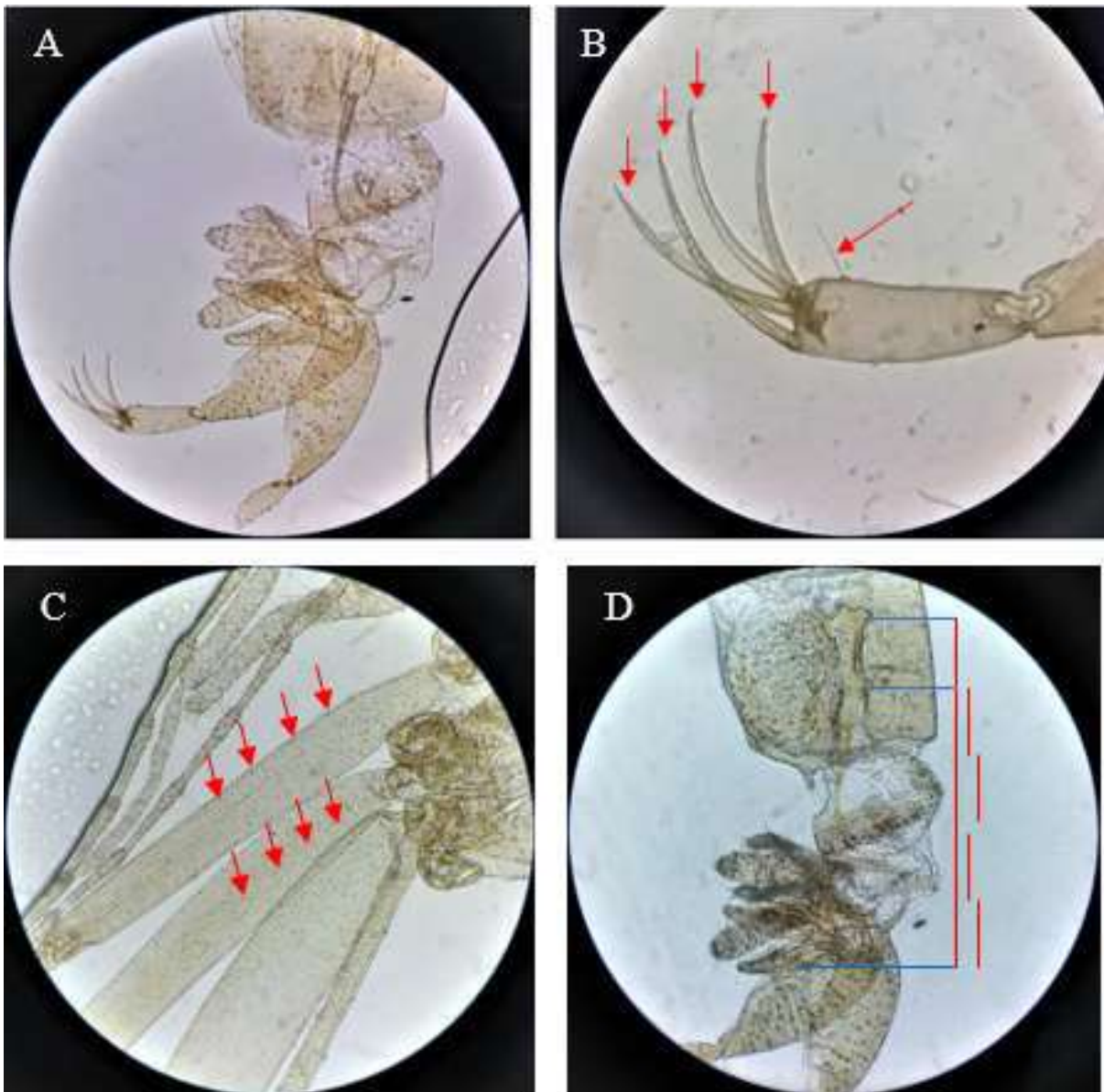
➤ *Sergentomyia squamipleuris*

Genitalia : la disposition des épines du style est de 4. L'extrémité du paramère ou de son lobe le plus long est arrondie. La forme du fourreau pénien est conique longue à extrémité pointue. Le rapport longueur du coxite / longueur du style est > 1.5 et $<$ ou $= 2$



➤ *Sergentomyia affinis vorax*

Genitalia : le lobe basal du coxite est absent, le nombre d'épines du style est de 4 avec une disposition 2 à 2 proches. La soie non caduque est située au 1/3 distal du style. L'extrémité du paramère ou de son lobe le plus long est crochue. Le fourreau pénien est conique et court, le rapport longueur du coxite / longueur du style est > 1.5 & $< \text{ou} = 2$ et celui de la longueur du lobe latéral / longueur du coxite est $< \text{ou} = 1$. La longueur du filament génital / pompe génitale est > 4 et $< \text{ou} = 5$



➤ ***Sergentomyia simillima***

Génitalia : 4 épines sur le style 2 à 2 proches, lobe latérale du coxite absent. Absence de touffe de soie sur le coxite. Soie non caduque située tout près des épines forme générale des paramère unilobée à extrémité crochue. Fourreau pénien a extrémité conique et émoussée



RESUME

Durant de nombreuses décennies la faune phlébotomienne (Diptera : Psychodidae, Phlebotominae) ivoirienne est demeurée très peu explorée. Des espèces de phlébotomes du genre *Sergentomyia* ont été décrites dans différentes régions. De cette description une liste de 24 espèces de phlébotomes fut dressée. Les phlébotomes sont des vecteurs prouvés des leishmanioses, parasitoses communes à l'Homme et à certains animaux, causées par des protozoaires flagellés appartenant au genre *Leishmania*. Les leishmanioses, maladies tropicales négligées menaceraient environ 350 millions de personnes dans le monde avec 1,3 million de nouveaux cas par an et entre 20 000 et 30 000 décès annuels. En Côte d'Ivoire 9 cas suspects de leishmaniose cutanée sur 20 prélèvements cutanés ont été confirmés dans les villages de Golikro, Kouadio-Miankro et Boblénou à Bouaké.

Un inventaire faunistique de la population phlébotomienne, a permis d'échantillonner 135 phlébotomes dans trois localités de la commune de Bouaké de mars à juin 2019 à l'aide de pièges lumineux CDC et de pièges adhésifs (pièges huileux).

Sur 135 spécimens collectés, 78 phlébotomes ont pu être identifiés et appartiennent à 2 genres, *Phlebotomus* avec 3 espèces : *Ph. bergeroti* (3,85%), *Ph. rodhaini* (3,85%), *Ph. sergenti* (1,28%) et *Sergentomyia* avec 13 espèces : : *Se. africana* (26,92%), *Se. schwetzi* (20,51%), *Se. squamipleuris* (19,23%), *Se. adami* (3,85%), *Se. inermis* (3,85%), *Se. adleri* (2,56%), *Se. decipiens* (2,56%), *Se. simillima* (2,56%), *Se. ghesquierei* (2,56%), *Se. ingrami* (2,56%), *Se. affinis vorax* (1,28%), *Se. durenii* (1,28%), *Se. congolensis* (1,28%). Pour la première fois, la présence de trois espèces du genre *Phlebotomus* a été notée en Côte d'Ivoire. Ces espèces de *Phlebotomus* sont fortement soupçonnées comme vecteurs potentiels dans la transmission des leishmanies dans ces localités de la commune de Bouaké en Côte d'Ivoire.

Un programme de lutte antivectorielle s'impose pour garantir la santé de la population exposée aux piqûres de ces insectes.

Mots clés : Phlébotomes, Diversité, Leishmaniose cutanée, Bouaké, Côte d'Ivoire.

