

Laboratoire des Milieux  
Naturels et Conservation de  
la Biodiversité

REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE

*Union-Discipline-Travail*

Ministère de l'Enseignement supérieur  
Et de la Recherche Scientifique

Année Universitaire  
2020-2021.

## MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du Diplôme de Master de  
Biodiversité et Valorisation des Ecosystèmes de  
l'Université Félix Houphouët- Boigny

**Spécialité : Entomologie et Gestion des Écosystèmes**

Par : KAMARA Siaka

# CARACTÉRISATION DE L'ENTOMOFAUNE ASSOCIÉE À LA MALADIE DU *COCOA SWOLLEN SHOOT* VIRUS (CSSV) DANS LE DEPARTEMENT DE SOUBRÉ (SUD-OUEST DE LA CÔTE D'IVOIRE)

Soutenu publiquement  
le 02 / 10 / 2021

### Composition du jury

KOUA Kouakou Hervé	Professeur Titulaire	Président	UFHB
OUALI N'GORAN S.-W. Mauricette	Maître de conférences	Directeur	UFHB
BABIN Régis	Directeur de recherche	Co-Directeur	CIRAD
BOMISSO Lézin	Maître de conférences	Examinateur	UFHB



*Dédicace*

*Je dédie ce mémoire*

*A mon père **KAMARA Issouf** et ma mère **CAMARA Mariame**, pour la vie qu'ils m'ont  
donné, pour leurs prières, leurs conseils et protections*

*Enfin, je remercie DIEU de m'avoir accordé sa grâce*

## REMERCIEMENTS

Cette étude se situe dans le cadre de mon stage de master II au CIRAD (Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement) en 2021 sur la Caractérisation de l'entomofaune associée à la maladie du *cocoa swollen shoot virus* (CSSV) dans le département de Soubré (sud-ouest de la Côte d'Ivoire). Elle s'inscrit dans le cadre du projet Cocoa4Future. Pour cela, je tiens, d'abord à remercier le CIRAD, l'Union Européenne, l'AFD et le projet Cocoa4Future pour avoir financé les travaux de ce Mémoire.

La réalisation de ce travail a été possible grâce au soutien et à la collaboration de plusieurs personnes à qui je voudrais exprimer ma profonde gratitude. Ainsi mes remerciements vont à l'endroit de :

- Professeur KOUAMELAN E. Paul, Doyen de l'UFR Biosciences pour tout ce que vous faites pour les étudiants, veuillez trouver l'expression de mon respect et de ma reconnaissance ;
- Professeur N'GUESSAN Kouakou Edouard, Directeur du Laboratoire des Milieux Naturels et Conservation de la Biodiversité pour m'avoir fait l'honneur de m'accepter dans votre laboratoire, veuillez recevoir l'expression de ma gratitude ;
- Professeur KOUA K. Hervé, Responsable du Master d'Entomologie et Gestion des Ecosystèmes, au Laboratoire des Milieux Naturels et Conservation de la Biodiversité pour sa contribution à ma formation, ses encouragements, ses précieux conseils et d'avoir présidé le jury de ce mémoire ;
- Docteur OUALI-N'GORAN S-W. Mauricette, Maître de Conférences au Laboratoire des Milieux Naturels et Conservation de la Biodiversité pour m'avoir fait l'honneur d'être mon encadreur, pour votre disponibilité, votre patience et vos précieux conseils ;
- Docteur BOMISSO Lézin, Maître de Conférences à UFR BIOSCIENCES, qui malgré son occupation a bien voulu examiner ce travail et contribué à la correction de ce mémoire. Qu'il trouve ici l'expression de ma profonde considération ;
- Docteur BABIN Régis, chercheur du Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), pour votre disponibilité, votre patience, vos encouragements et vos précieux conseils ;

- Tous les enseignants de l'UFR Biosciences et de l'Ex-Fast pour avoir participé à ma formation ;
- Nous remercions également Dr AKESSE E. Narcisse, Monsieur KOFFI Brou Alain D, KEI Téhé Aimé, pour leur soutien.

## TABLE DES MATIERES

LISTES DE FIGURES .....	VII
LISTE DE TABLEAUX .....	VIII
INTRODUCTION.....	9
CHAPITRE 1: GÉNÉRALITES .....	3
1 Cacaoyer .....	3
1.1 Origine et Historique .....	3
1.2 Description du cacaoyer .....	3
1.3 Ecologie et physiologie du cacaoyer .....	3
1.4 Importance socio-économique de la cacaoculture.....	5
1.5 Maladies et ravageurs du cacaoyer.....	6
1.5.1 Maladies du cacaoyer .....	6
1.5.2 Ravageurs .....	8
1.6 Maladie du swollen shoot du cacaoyer.....	8
1.6.1 Historique de la maladie.....	8
1.6.2 Symptômes de la maladie du Swollen shoot.....	8
1.6.3 Transmission de la maladie du Swollen shoot .....	10
1.6.4 Cycle de la maladie au champ.....	10
1.7 Vecteurs du swollen shoot.....	10
1.7.1 Espèces vectrices.....	10
1.7.2 Biologie et comportement des espèces vectrices .....	12
1.7.3 Fourmis associées aux vecteurs.....	12
1.8 Lutte contre la maladie du Swollen shoot .....	14
□ Arrachage des arbres malades .....	14
1.9 Zone d'étude .....	15
CHAPITRE 2:MATÉRIELS ET MÉTHODES .....	17

2	Matériel et Méthodes .....	18
2.1	Matériel.....	18
2.1.1	Matériel biologique .....	18
2.1.2	Matériel technique.....	18
2.2	Méthodes .....	18
2.2.1	Dispositif expérimental .....	18
2.2.2	Méthodes d'échantillonnage .....	21
2.2.3	Méthode d'identification .....	23
2.2.4	Traitement des données .....	25
	CHAPITRE 3: RÉSULTATS ET DISCUSSION .....	27
3.1	Résultats.....	26
3.1.1	Inventaire des insectes collectés.....	26
3.1.2	Diversité et abondances des individus collectés.....	26
3.1.3	Groupes biologiques des insectes collectés.....	32
3.1.4	Groupes fonctionnels des insectes collectés dans les systèmes .....	36
3.2	Discussion.....	40
	CONCLUSION ET PERSPECTIVES .....	42
	Références bibliographiques .....	43

## LISTE DES ABREVIATIONS

<b>°C</b>	:	degré Celsius
<b>B</b>	:	<b>B</b> arrière
<b>BPA</b>	:	<b>B</b> onnes <b>P</b> ratiques <b>A</b> gricoles
<b>CSSV</b>	:	<b>C</b> ocoa <i><b>S</b>wollen <b>S</b>hoot <b>V</b>irus</i>
<b>NC</b>	:	<b>N</b> orbert <b>C</b> arrefour
<b>NI</b>	:	<b>N</b> on <b>I</b> dentifié
<b>PB</b>	:	<b>P</b> etit <b>B</b> ondoukou
<b>PIB</b>	:	<b>P</b> roduit <b>I</b> ntérieur <b>B</b> rut

## LISTES DE FIGURES

Figure 1: plante de cacaoyer avec les cabosses (Kébé, 2005).....	4
Figure 2: Quelques dégâts causés par les maladies .....	7
Figure 3: Mirides du cacaoyer ( <i>Distantiella theobroma</i> ) (Babin.R, Cirad).....	9
Figure 4: Symptômes de la maladie du Swollen shoot sur différentes parties du cacaoyer.....	9
Figure 5 : Cycle de la maladie du Swollen shoot .....	11
Figure 6: Fourmis associées aux cochenilles farineuses .....	13
Figure 7: Carte de localisation des sites d'étude .....	16
Figure 8: Matériel végétal .....	19
Figure 9: Matériel technique. ....	20
Figure 10: Dispositif expérimental utilisé (Barco).....	22
Figure 11: méthodes d'échantillonnages .....	24
Figure 12: Répartition du nombre d'individus capturés par ordre en fonction des sites .....	29
Figure 13: Abondance des insectes en fonction des méthodes de capture utilisées.....	33
Figure 14: Abondance des insectes par ordres en fonction des méthodes de capture utilisées sur le site de Petit Bondoukou.....	33
Figure 15 : Abondance des insectes par ordres en fonction des méthodes de capture Utilisées sur le site de Norbert Carrefour.....	34
Figure 16: Proportion des différents groupes biologiques identifiés sur le site de Petit Bondoukou .....	35
Figure 17: Proportion des différents groupes biologiques identifiés sur le site de Norbert Carrefour .....	35
Figure 18: Répartition des différents groupes biologiques identifiés en fonction des systèmes de barrière. (A) Petit Bondoukou, (B) Norbert Carrefour .....	37
Figure 19: Répartition du nombre d'individus des différents groupes fonctionnels des sites de Petit Bondoukou et de Norbert Carrefour en fonction des types de parcelle. (A) Petit Bondoukou, (B) Norbert Carrefour.....	39



## LISTE DE TABLEAUX

<b>Tableau I:</b> Liste des insectes capturés pendant l'étude, classés par ordres, familles et morpho-espèces, pour les deux sites Petit Bondoukou et Norbert Carrefour. ....	27
<b>Tableau II:</b> Abondances absolue et relative des familles d'insectes en fonction des sites d'étude .....	30
<b>Tableau III:</b> Indices de diversité de Shannon des sites de petit Bondoukou et Norbert Carrefour .....	34
<b>Tableau IV:</b> Indices de diversité de Shannon des différentes méthodes de capture utilisées.	34
<b>Tableau V:</b> Répartition des différentes familles identifiées en groupe fonctionnels .....	38

# **INTRODUCTION**

Le cacaoyer (*Theobroma cacao* L.) est une plante pérenne tropicale de la famille des Malvaceae (Motamayor *et al.*, 2002). Il a été introduit en Côte d'Ivoire en 1888, dans la région Est du pays (Kouakou *et al.*, 2013). Après des débuts difficiles, la cacaoculture a connu une expansion très rapide. La Côte d'Ivoire est le premier producteur mondial de cacao depuis 1978. En 2018, sa production a été de 1 964 000 tonnes, soit près de 42 % de l'offre mondiale (ICCO, 2019). Le cacao représente un produit agricole stratégique pour la Côte d'Ivoire. En effet, il est estimé qu'environ trois millions de personnes vivent des revenus du cacao. Au plan économique, le cacao procure environ 40 % des recettes d'exportations et contribue à plus de 15 % au Produit Intérieur Brut (PIB) (Dufumier, 2016). Cependant, la cacaoculture ivoirienne est soumise à de nombreuses contraintes (Freud *et al.*, 2000 ; Konaté, 2008) qui menacent la durabilité de sa production (Assiri, 2007). Parmi ces contraintes figure la maladie du Cocoa Swollen Shoot Virus (CSSV). Cette maladie est considérée comme un redoutable fléau pour la culture du cacaoyer en Afrique de l'Ouest où elle contribue fortement à la baisse de la production (Oro, 2011). Le Swollen Shoot du cacaoyer est une maladie virale transmise naturellement, selon le mode semi-persistant, par au moins 14 espèces de cochenilles farineuses de la famille des Pseudococcidae (Cotterell, 1943). La souche de virus la plus virulente provoque des colorations rouges intenses sur les nervures des jeunes feuilles, des mosaïques sur les feuilles adultes, des gonflements de tiges ainsi que de rameaux et des rabougrissements des cabosses. Cette maladie est apparue pour la première fois au Ghana en 1922 où elle s'est développée de manière importante en 1976 causant ainsi l'arrachage de plusieurs millions d'arbres et détruisant ainsi la majeure partie des vergers (Thresh, 1986). Aujourd'hui le CSSV est la maladie la plus dévastatrice du cacao en Côte d'Ivoire. Elle provoque de graves dégâts sur les cacaoyers, entraînant une chute drastique de la production (Kouakou *et al.*, 2011; Dzahini-Obiatey *et al.*, 2010). Toutefois des mesures de lutte contre cette maladie consistent à arracher les arbres infectés puis à les replanter avec du matériel résistant. Il y a aussi l'utilisation des barrières de protection impliquant des plantes pérennes non-hôtes du virus pour entourer la zone replantée et les bonnes pratiques agricoles (BPA) (Ollennu, *et al.*, 2005, Dzahini-Obiatey *et al.*, 2006). Malgré ces mesures de lutte, la maladie persiste et continue de faire des ravages causants ainsi des pertes économiques importantes avec 30 à 40 % des pertes de récoltes (Dzahini-Obiatey *et al.*, 2010 ; ICCO, 2015). En Côte d'Ivoire, la plupart des travaux sur le CSSV ont concerné l'inventaire des cochenilles, la caractérisation des isolats de virus et de l'impact de la maladie sur la production. Les données sur l'entomofaune associée à la maladie du CSSV sont presque insuffisantes. Par ailleurs, pour un bon suivi et une gestion efficace de la maladie du CSSV, la connaissance de l'entomofaune associée au CSSV s'avère nécessaire.

Ainsi l'objectif général de cette étude est de connaître le peuplement d'insectes associés à la maladie du *cacao swollen shoot* virus dans les plantations de cacao. De manière spécifique, il s'agit de :

- ✓ inventorer les insectes associés à des jeunes parcelles de cacaoyers installées dans des foyers de *Swollen shoot* virus.
- ✓ déterminer les différents groupes fonctionnels des espèces d'insectes au sein du complexe entomologique associé à ces parcelles.

Ce présent mémoire comporte trois chapitres. Le premier chapitre présente les généralités sur la culture du cacao et les méthodes de lutte contre ses ravageurs. Le deuxième chapitre est consacré au matériel et aux méthodes utilisées pour réaliser ce travail. Le troisième chapitre porte sur les résultats et la discussion qui en découle. Enfin, une conclusion est tirée et des perspectives sont envisagées.

# **CHAPITRE 1: GÉNÉRALITES**

# 1 Cacaoyer

## 1.1 Origine et Historique

D'après **Motamayor et al (2002)**, le cacaoyer est originaire du bassin amazonien. Mais sa culture a vu le jour en Amérique centrale et au Mexique. L'importance de cette culture date de l'époque précolombienne où les fèves de cacao jouaient le rôle de monnaie d'échange dans les commerces entre les populations autochtones Mayas et Aztèques (**Thompson, 1956**). Cependant, c'est l'utilisation des fèves comme matière première dans la fabrication des produits alimentaires, pharmaceutiques et cosmétiques qui a marqué le point de départ de l'extension de la culture du cacao dans le monde. La cacaoculture fut introduite en Afrique à travers le Ghana, vers la fin du 19e siècle. En Côte d'Ivoire, les premières cacaoyères furent établies entre 1895 et 1905 mais l'intensification de la culture a débuté en 1912 à l'Est du pays, à la frontière avec le Ghana (**Burle, 1962**).

## 1.2 Description du cacaoyer

Le cacaoyer est une plante allogame et cauliflore dont la taille varie entre 12 à 15 m de hauteur à l'état sauvage et en moyenne 5 à 7 m dans les plantations (**Braudeau, 1970**).

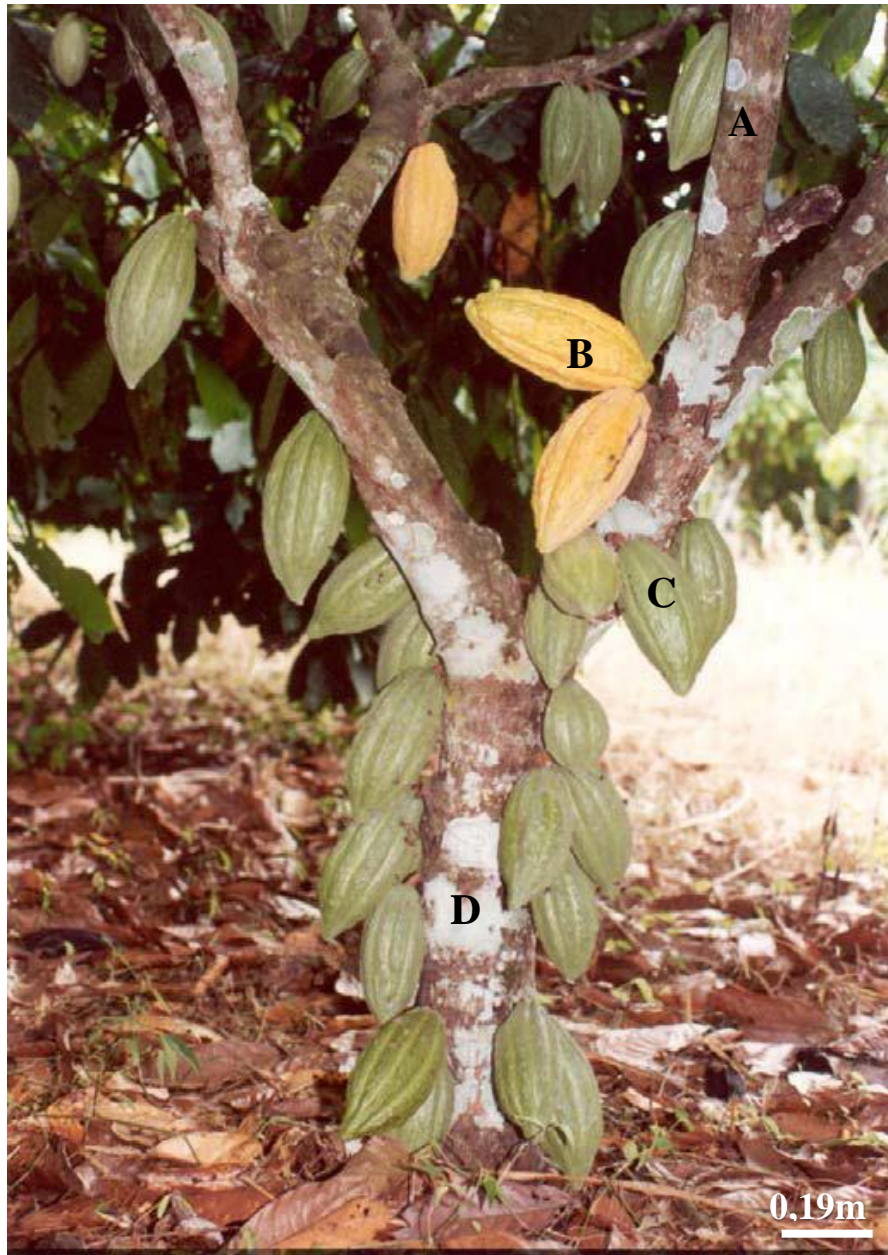
Il possède des feuilles simples de grande taille et persistantes avec une forme lancéolée ou oblongue. La croissance et le développement de la tige du cacaoyer commence d'abord par un axe vertical puis les ramifications apparaissent suite à la dégénérescence du bourgeon terminal et enfin les rameaux se développent pour donner les branches qui forment une sorte de couronne (**Oro, 2011; Mossu, 1990**).

Le système racinaire du cacaoyer est constitué d'une racine principale, le pivot, qui donne naissance à des racines latérales ou secondaires et ces dernières cheminent dans la couche superficielle du sol.

Les insectes sont les principaux pollinisateurs du cacaoyer. Après la fécondation, le développement du fruit commence par une chérelle et devient une cabosse lorsque sa taille est définitive (**Mossu, 1990**) (**Figure 1**)

## 1.3 Ecologie et physiologie du cacaoyer

Les conditions qui favorisent et qui garantissent le bon développement des cacaoyers peuvent être regroupées en deux grands facteurs : les facteurs climatiques et les facteurs pédologiques.



**Figure 1:** plante de cacaoyer avec les cabosses (Kébé, 2005)

(A) Branche de cacaoyer, (B) Cabosse mûre, (C) Cabosse immature, (D) Tronc du cacaoyer

- **Les facteurs climatiques**

Les principaux facteurs climatiques agissant directement sur la croissance et le développement du cacaoyer sont la température, la pluviométrie, l'humidité atmosphérique et la lumière (Mossu, 1990). Le cacaoyer exige une température relativement élevée avec une moyenne annuelle comprise entre 24 et 28 °C, un ombrage de 50 %, une atmosphère humide et une hygrométrie constante et élevée (Soupi, 2013). La pluviométrie influence significativement le rendement annuel des cacaoyers, car ceux-ci sont très sensibles à une déficience hydrique. Les pluies doivent être abondantes mais surtout bien réparties tout au long de l'année. La pluviométrie favorable est généralement comprise entre 1200 et 3000 mm de pluie par an (Kébé *et al.*, 2005).

- **Les facteurs pédologiques**

Les sols favorables au cacaoyer doivent être aérés, bien drainés avec une profondeur minimale de 1,5 m, et une texture sablo-argileuse ayant une grande capacité de rétention d'eau, avec environ un pH neutre (6 à 7) (Wood, 1985).

Mais aussi, ils doivent avoir une bonne teneur en matière organique dans la couche superficielle et répondre à un équilibre ionique des principaux éléments nutritifs notamment N, P, K, Ca et Mg.

#### **1.4 Importance socio-économique de la cacao-culture**

L'importance de la cacao-culture réside dans l'utilisation de ses fruits, à savoir les cabosses. En effet les fèves de cacao constituent la matière première dans la fabrication et la commercialisation des produits alimentaires tels que le chocolat. Aujourd'hui le chocolat occupe la première place dans le commerce mondial de la confiserie car il génère environ 80 milliards de dollars américains par année (Vos *et al.*, 2003).

Par ailleurs la culture du cacaoyer est une source de devises pour les pays producteurs. La production de cacao en Afrique est évaluée à 2,8 millions de tonnes soit 70 % pour une production mondiale d'environ quatre millions de tonnes (FAO, 2013). La Côte d'Ivoire, avec une production annuelle de 1 400 000 tonnes, est le premier pays producteur mondial et un tiers de cette production est traité sur place, le reste exporté (Kébé *et al.*, 2005).

Sur le plan environnemental, la culture du cacaoyer permet de lutter contre l'érosion des sols et contribue au maintien de la biodiversité et la reconstitution du sol (Braudeau, 1969).



## 1.5 Maladies et ravageurs du cacaoyer

### 1.5.1 Maladies du cacaoyer

- **Pourriture brune des cabosses**

La pourriture brune des cabosses est une maladie provoquée par des pseudo-champignons (oomycètes) du genre *Phytophthora* (Dick, 2001 ; Baldauf, 2008). Cette maladie est caractérisée par l'apparition d'une petite tache marron-chocolat sur les cabosses. En fin d'évolution, les cabosses touchées par la maladie restent momifiées sur les cacaoyers. (Blaha et Lotodé, 1976 ; Lass et Wood, 1985). En zone de culture, les dégâts occasionnés par cette maladie peuvent atteindre 90 à 100 % des pertes de production (Iwaro *et al.*, 1997). En Côte d'Ivoire, les pertes de récolte dues à la pourriture brune dépassent 20 % dans la zone Sud humide où les pluies annuelles sont supérieures à 1500 mm (Kébé, 1996) (Figure 2A).

- **Balai de sorcière**

Le balai de sorcière est provoqué par *Crinipelis pernicioso* un champignon qui s'attaque à tous les tissus méristématiques de la plante (jeunes pousses, bourgeons floraux, chérelle). Les cabosses attaquées par la maladie n'atteignent jamais la maturité car elles sèchent aussitôt et pourrissent sur le cacaoyer (Kouakou, 2014). Cette maladie est essentiellement présente en Amérique du Sud où elle provoque d'importantes pertes de production allant de 30 à 100 % (Vos, 2003) (Figure 2B).

- **Moniliose**

La moniliose fait partie des maladies cryptogamiques. Elle est présente dans les zones d'Amérique centrale et du Sud où les pertes causées varient entre 60 et 90 %. Cette maladie est provoquée par *Crinipelis roreri* qui s'attaque aux jeunes cabosses du cacaoyer. Les fruits attaqués se développent normalement, mais à l'intérieur des cabosses, les fèves pourrissent et sont transformées en une masse brune plus ou moins liquéfiée. Toutes les fèves d'une cabosse peuvent être entièrement détruites sans que des symptômes extérieurs puissent le laisser supposer (Kouakou, 2014) (Figure 2C).

- **Pourridiés**

Les pourridiés sont des champignons qui s'attaquent aux racines du cacaoyer dans les sols humides et inondés. Les attaques de cette maladie provoquent un éclatement du collet et une inclinaison des cacaoyers (Kouakou, 2014).



**Figure 2:** Quelques dégâts causés par les maladies

(A) Cabosses de cacao au champ avec symptômes de pourriture brune, (B) Balai de sorcière sur une branche de cacaoyer (Cilas.C, Cirad), (C) Moniliose sur cabosse de cacaoyer (Avelino.J, Cirad), (D)

## 1.5.2 Ravageurs

Le cacaoyer est une espèce très sensible aux insectes. Selon Vos (2001), environ 500 espèces d'insectes ont été recensées mais seule une petite fraction d'entre elles est capable de causer d'importantes pertes économiques en cacaoculture. En Côte d'Ivoire, l'espèce qui domine de loin l'ensemble des insectes nuisibles du cacaoyer est celle des mirides (Figure 3), insectes piqueurs, souvent appelés capsides, dont les pertes sont estimées à 30 % de la récolte totale du pays (N'Guessan et Coulibaly, 2001).

À côté des Mirides, il existe d'autres insectes dévastateurs des pépinières et des cacaoyers adultes. Ce sont notamment les Psylles (*Tyora tessmanni*), les chenilles défoliatrices (exemple : *Anomis leona*), les scolytes des rameaux (*Xyleborus* sp.), la punaise bigarrée (*Atelocera serrata*), la punaise verte (*Bathycoelia thalassina*) et les foreurs de tiges (*Eulophonotus myrmeleon*).

## 1.6 Maladie du *swollen shoot* du cacaoyer

### 1.6.1 Historique de la maladie

Le CSSV a été suspecté pour la première fois au Ghana sur de jeunes cacaoyers de 15 ans en 1922 (Steven, 1936 ; Posnette *et al.*, 1939 ; Posnette, 1952). Par la suite, la maladie s'est propagée dans les pays producteurs d'Afrique de l'Ouest, notamment au Ghana, au Nigeria, au Togo et en Côte d'Ivoire (Posnette, 1952) et ensuite en Sierra Leone et au Libéria (Alibert, 1946). Aujourd'hui, le *swollen shoot* reste beaucoup plus confiné dans les pays producteurs de l'Afrique de l'Ouest. En Côte d'Ivoire, la maladie a été reconnue pour la première fois en 1942, à Sankadiokro et à Kongodia dans le Sud-Est à la frontière avec le Ghana. Depuis cette date, le virus était resté confiné dans ces zones sans influence majeure sur la production. Mais depuis 2005, la maladie se propage rapidement dans les nouvelles boucles cacaoyères (Issia, Bouaflé, Sinfra) qui sont géographiquement situés à plus de 500 kilomètres des anciens foyers d'infection (Kébé *et al.*, 2005).

### 1.6.2 Symptômes de la maladie du *Swollen shoot*

Généralement les symptômes du *Swollen shoot* peuvent s'observer sur les différents organes de la plante (Kébé *et al.*, 2011). Ils sont caractérisés, par des bandes rouges le long des nervures principales et secondaires des jeunes feuilles (Figure 4A, 4B), par des formes de mosaïques sur les feuilles adultes, par des déformations et la réduction de la taille des cabosses (Figure 4D) et par des gonflements au niveau des rameaux (Figure 4C) et des racines.



**Figure 3:** Mirides du cacaoier (*Distantiella theobroma*) (Babin.R, Cirad)



**Figure 4:** Symptômes de la maladie du *Swollen shoot* sur différentes parties du cacaoier.

(A) Rougeurs le long des nervures sur jeunes feuilles, (B) décoloration sur feuilles, (C) gonflement apical sur rameaux orthotropes, (D) rabougrissement de la cabosse (Oro, 2017)

### 1.6.3 Transmission de la maladie du *Swollen shoot*

La transmission du *Swollen shoot* se fait par les cochenilles farineuses, insectes piqueurs-suceurs appartenant à l'ordre des Hémiptères et à la famille des Pseudococcidae. Le virus du CSSV est transmis par le vecteur d'une plante malade à une plante saine, selon le mode semi persistant. Lorsque la maladie apparaît en un point donné dans une parcelle de cacaoyers, elle s'étend d'abord de façon radiale par le déplacement des cochenilles. Ensuite plusieurs foyers satellites se développent autour de la tache initiale soit par l'action du vent, de certaines fourmis qui déplacent facilement les cochenilles, soit par l'action de l'Homme (**Thresh 1958**). Les autres moyens de transmission sont le greffage (**Posnette, 1940**) et très rarement l'inoculation mécanique (**Kenten & Legg, 1967**). Des études récentes de **Quainooa (2008)** ont montré la possibilité d'une transmission de la maladie par la graine, mais les résultats n'ont finalement pas été confirmés.

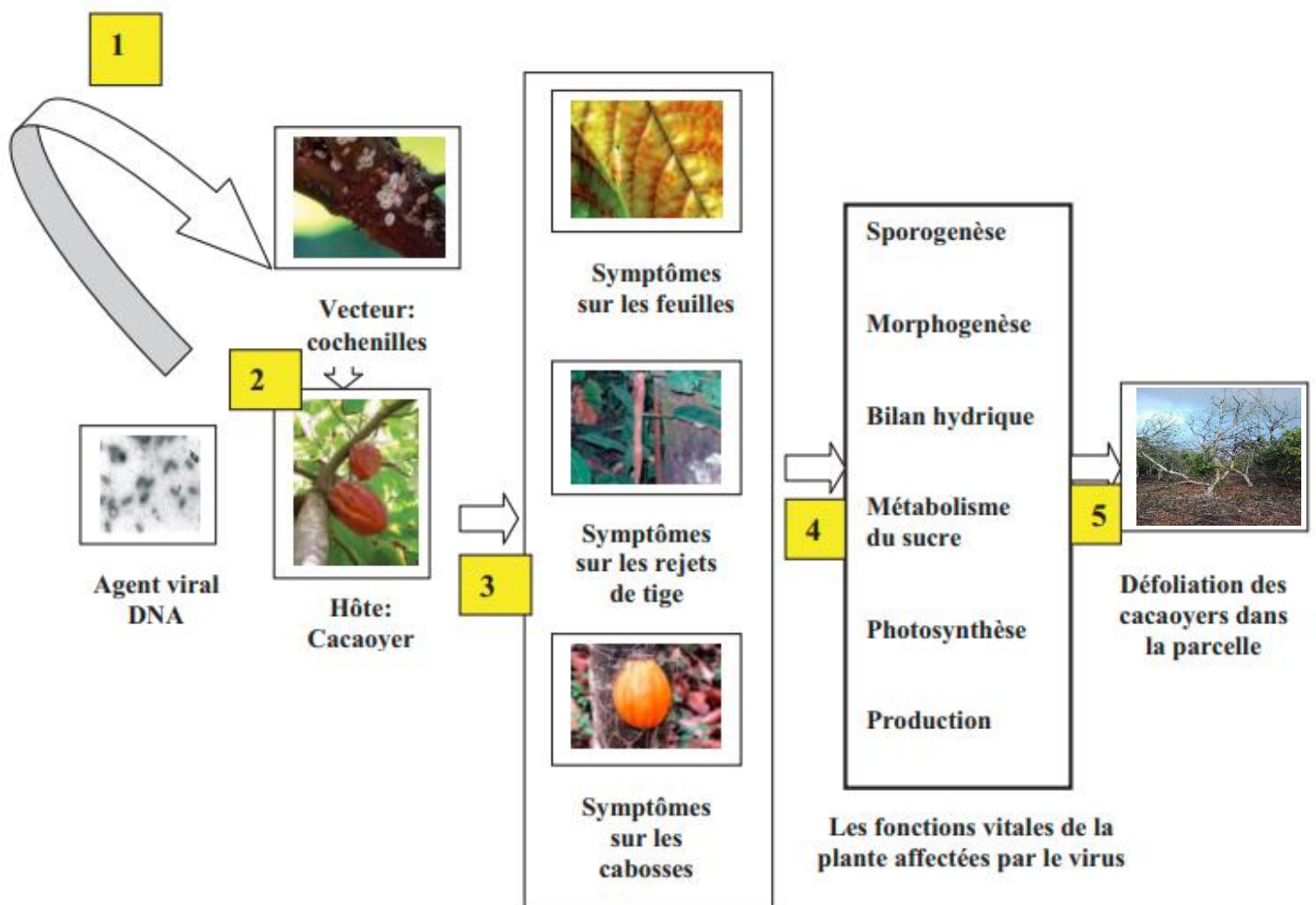
### 1.6.4 Cycle de la maladie au champ

Le cycle de la maladie au champ commence par un ou deux arbres qui hébergent le virus. Par la suite cette maladie est transmise aux autres plantes saines par l'intermédiaire des cochenilles vectrices. La propagation se généralise alors à toute la parcelle. Les différents foyers s'installent et finissent par fusionner pour détruire toute la plantation. Les contaminations au champ sont plus importantes au cours de la période de reproduction des cochenilles vectrices. Une fois les premières plantes contaminées, l'épidémie progresse de manière exponentielle (**Partiot, 1979**). L'évolution de la maladie est rapide pendant les six premières années. Les premiers symptômes sur les feuilles apparaissent six à neuf mois plus tard avec des manifestations visibles sur les jeunes feuilles (**Cilas et al, 1988**). Ces symptômes sur feuilles sont suivis de gonflements de tiges, de rejets de tiges et de rameaux. Dans ce cas, la production diminue progressivement et dans les cas extrêmes, la mort des arbres survient au moins 3 ans après l'infection (**Crowdy et Posnette, 1947**).

## 1.7 Vecteurs du *swollen shoot*

### 1.7.1 Espèces vectrices

Les cochenilles farineuses sont les vecteurs naturels du *Swollen shoot* (**Cotterell, 1943**). Ce sont des insectes appartenant à l'ordre des Hémiptères et à la famille des Pseudococcidae. Au moins 14 espèces de Pseudococcidae sont capables de transmettre une ou plusieurs formes du virus du *swollen shoot* selon un mode semi-persistant (**Dufour, 1987 ; Dufour et al., 1993**).



**Figure 5 :** Cycle de la maladie du *Swollen shoot*

1. Infestation du vecteur par l'agent pathogène.
2. Infestation du cacaoyer par les cochenilles.
3. Apparition des symptômes six mois après l'infection.
4. Affectation des fonctions vitales du cacaoyer.
5. Généralisation de l'infection au bout de trois ans

Parmi toutes les cochenilles susceptibles de transmettre le virus, *Formicococcus njalensis* est le principal vecteur du *swollen shoot* et plusieurs travaux ont été consacrés à son sujet notamment sur sa biologie et son écologie (Dufour *et al.*, 1993 ; Adu-Ampomah *et al.*, 2003).

### 1.7.2 Biologie et comportement des espèces vectrices

Les cochenilles farineuses, comme la majeure partie des insectes se reproduisent à la fois sexuellement et par parthénogenèse. Certaines espèces comme *Planococcus citri* sont ovipares et pondent des œufs qui éclosent 3 à 5 jours après la ponte. D'autres espèces telles que *Formicococcus njalensis* sont ovovivipares, car elles donnent naissance directement à des larves. Les colonies de cochenilles deviennent importantes à la fin des saisons des pluies. Pendant cette période le climat est favorable à la reproduction des cochenilles.

Cependant il existe des différences au niveau de la reproduction entre les espèces de cochenilles (Entwistle, 1972). Les larves de cochenilles s'alimentent immédiatement après leur éclosion. La durée de l'état larvaire est d'une trentaine de jours. La maturation sexuelle des femelles intervient au bout d'un mois et demi après avoir atteint l'état adulte (Magnin, 1953). Les mâles et les femelles ont des destinées différentes. Au cours de sa transformation, la femelle subit une métamorphose incomplète et devient adulte après trois stades larvaires sans passer par le stade nymphal. Elle est dépourvue d'ailes ce qui limite sa mobilité et sa dispersion. Le mâle subit une métamorphose complète avec deux stades larvaires et une nymphose. L'adulte est ailé et dépourvu de pièces buccales.

Après fécondation des femelles, les mâles quittent la colonie et meurent par la suite (Cardon, 2003). Les cochenilles ont une durée de vie de 66 à 105 jours et produisent 5 à 6 génération par an (Entwistle, 1972 ; Alibert, 1951).

### 1.7.3 Fourmis associées aux vecteurs

Les cochenilles sont recouvertes d'un exsudat blanchâtre et secrètent un miellat sucré qui attire les fourmis. Ces fourmis vivent en association avec les cochenilles (Figure 6) et leur servent de protection contre les agents physiques (pluies, rayonnement solaire) et contre les ennemis naturels en les élevant dans leur nid en terre (Dufour, 1991 ; Bacacaut, 1981). Les espèces de fourmis les plus fréquemment associées aux colonies de cochenilles appartiennent aux genres : *Oecophylla*, *Crematogaster*, *Pheidole* et *Camponotus*.



**Figure 6:** Fourmis associées aux cochenilles farineuses



## 1.8 Lutte contre la maladie du *Swollen shoot*

- **Arrachage des arbres malades**

L'arrachage consiste à identifier les cacaoyers malades dans les plantations atteintes du *swollen shoot* et à les déraciner avec leurs voisins immédiats ne présentant pas de symptômes de la maladie. Ce traitement est suivi d'une inspection régulière chaque six mois en vue de détecter et de déraciner les arbres en infection latente lors de la première phase. Cependant, plusieurs contraintes sont liées à l'application pratique de cette méthode: la difficulté de détecter les arbres en infection latente qui constitue une source potentielle de propagation du virus ; la non coopération des paysans lorsqu'il s'agit d'arracher les cacaoyers de leur plantation ; l'arrachage est très onéreux pour les gouvernements car il faut financer la formation d'agents spécialisés pour l'inspection des plantations et aussi payer les primes d'arrachage aux paysans ; l'arrachage concerne les arbres situés dans un rayon de 30 m autour des foyers.

Cet espace peut regrouper entre 200 et 1 000 arbres et dans certains cas plusieurs hectares de cacaoyers. L'abattage d'une telle superficie est contraignant et nécessite beaucoup d'effort.

L'arrachage des cacaoyers malades avait été proposé comme une méthode temporaire en attendant la sélection de matériel végétal résistant ou tolérant au *swollen shoot*. La méthode d'arrachage a été pratiquée pendant plus de 40 ans au Ghana (**Dzahini-Obiatey, 2010**) sans résultat satisfaisant. L'expérience du Ghana démontre que les mesures singulières à elles seules ne peuvent résoudre le problème du *swollen shoot*.

- **Contrôle chimique**

Le contrôle chimique est constitué des produits insecticides usuellement utilisés par les planteurs. Ces insecticides sont systémiques et ont une action spécifique sur les cochenilles vectrices. Ce sont en général les Elocron 75 WP, Undeen 20 EC et Dursban 48 EC (**Idowu, 1989**). Mais ces produits sont de plus en plus onéreux pour les petits exploitants agricoles. De plus leur mauvaise utilisation expose l'agriculteur à de graves dangers d'intoxication, et peut aussi favoriser le développement des résistances au niveau des insectes avec des conséquences incontrôlables. C'est la raison pour laquelle il est plutôt conseillé d'utiliser des formicidés (dieldrine) en accompagnement de l'action d'arrachage des cacaoyers infectés (**Oro, 2011**).

- **Contrôle biologique**

Le contrôle biologique consiste à transmettre des souches atténuées de CSSV aux cacaoyers sains de manière à les protéger contre des souches plus virulentes (**Adegbola et Omolé, 1973**).

Cependant, cette méthode est limitée en tant que moyen de contrôle car la souche atténuée peut présenter des risques. Cette souche atténuée peut en effet muter ou recombiner avec d'autres souches au fur et à mesure du temps pour devenir plus virulente surtout lorsqu'elle est disséminée à grande échelle (**Broadbent, 1964**).

- **Barrières physiques**

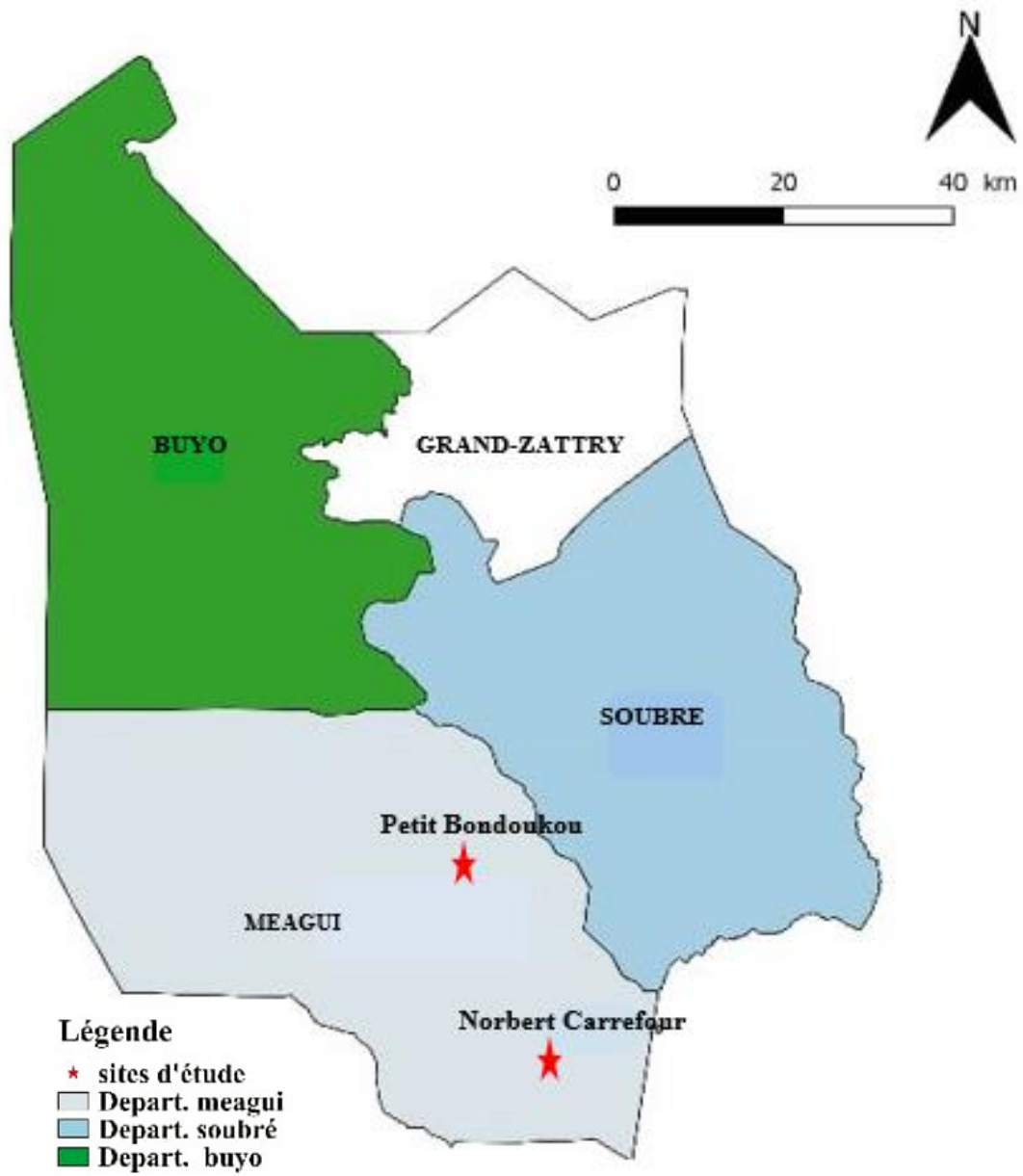
Ces méthodes consistent à isoler les cacaoyers les uns des autres en utilisant des plantes résistantes au CSSV entre les rangées des cacaoyers pour renforcer la séparation entre arbres afin d'intercepter l'inoculum et restreindre le mouvement des cochenilles (**Thresh et al., 1988**). La méthode des barrières physiques inclut également la suppression rapide des cacaoyers infectés en les remplaçant par des variétés tolérantes (**Adegbola, 1989; Adeyemi, 2000**).

## **1.9 Zone d'étude**

L'étude a été conduite à Petit Bondoukou et à Norbert Carrefour, dans le département de Soubré. Le département de Soubré est une zone forestière dont la végétation est essentiellement dominée par la forêt dense avec un sol profond, perméable et bien drainé pouvant répondre à tout type de cultures et particulièrement à la culture de cacaoyers.

La région de la Nawa (département de Soubré) constitue la première zone cacaoyère de la Côte d'Ivoire avec un climat de type équatorial localement appelé « climat attiéen » (**N'Guettia, 2015**). Ce climat est caractérisé par de fortes précipitations qui oscillent selon l'année et le lieu entre 1400 mm et 1600 mm de pluie. L'humidité atmosphérique est élevée (90 %) avec une faible variation annuelle de la température (28 °C) et une alternance d'une longue saison pluvieuse et d'une courte saison sèche (**N'Guettia, 2015**).

Cette région est menacée par les deux plus grandes maladies de la culture cacaoyère, à savoir, le *Swollen shoot* et la pourriture brune des cabosses du cacao. Ces deux fléaux font baisser la production cacaoyère de cette région.



**Figure 7:** Carte de localisation des sites d'étude

## **CHAPITRE 2:MATÉRIELS ET MÉTHODES**

## 2 Matériel et Méthodes

### 2.1 Matériel

#### 2.1.1 Matériel biologique

Le matériel biologique est composé du matériel végétal et du matériel animal.

- **Matériel végétal :**

Il est principalement constitué de cacaoyer (*Theobroma cacao*), d'acacia (*Acacia auriculiformis*) et du caféier (*Coffea canephora*) (**Figure 8**).

- **Matériel animal :**

Il est constitué des différents insectes échantillonnés sur les parcelles expérimentales

#### 2.1.2 Matériel technique

Le matériel technique est constitué du matériel de capture, de tri, de conservation et d'identification des insectes.

- **Matériel de capture des insectes**

Le matériel de capture est composé d'un filet fauchoir, de boîtes de collecte, d'une nappe de battage de couleur blanche, de tubes contenant de l'alcool (70°), d'une paire de pinces entomologiques, d'un marqueur, de sel, de coton, de pots en plastiques, d'un aspirateur à bouche, de mini passoir et de détergent (**Figure 9**).

- **Matériel de tri, de conservation et d'identification des insectes**

Le matériel de tri et de conservation est constitué d'une pince entomologique et de boîtes de Pétri pour la manipulation des insectes. Les insectes sont conservés dans des bocaux contenant de l'alcool à 70°. Le matériel utilisé pour d'identification est constitué d'une loupe binoculaire, de clés pour la reconnaissance de **Delvare et Aberlenc (1989)**, de **Delobel et Tran (1993)** et de catalogues consultés sur internet.

### 2.2 Méthodes

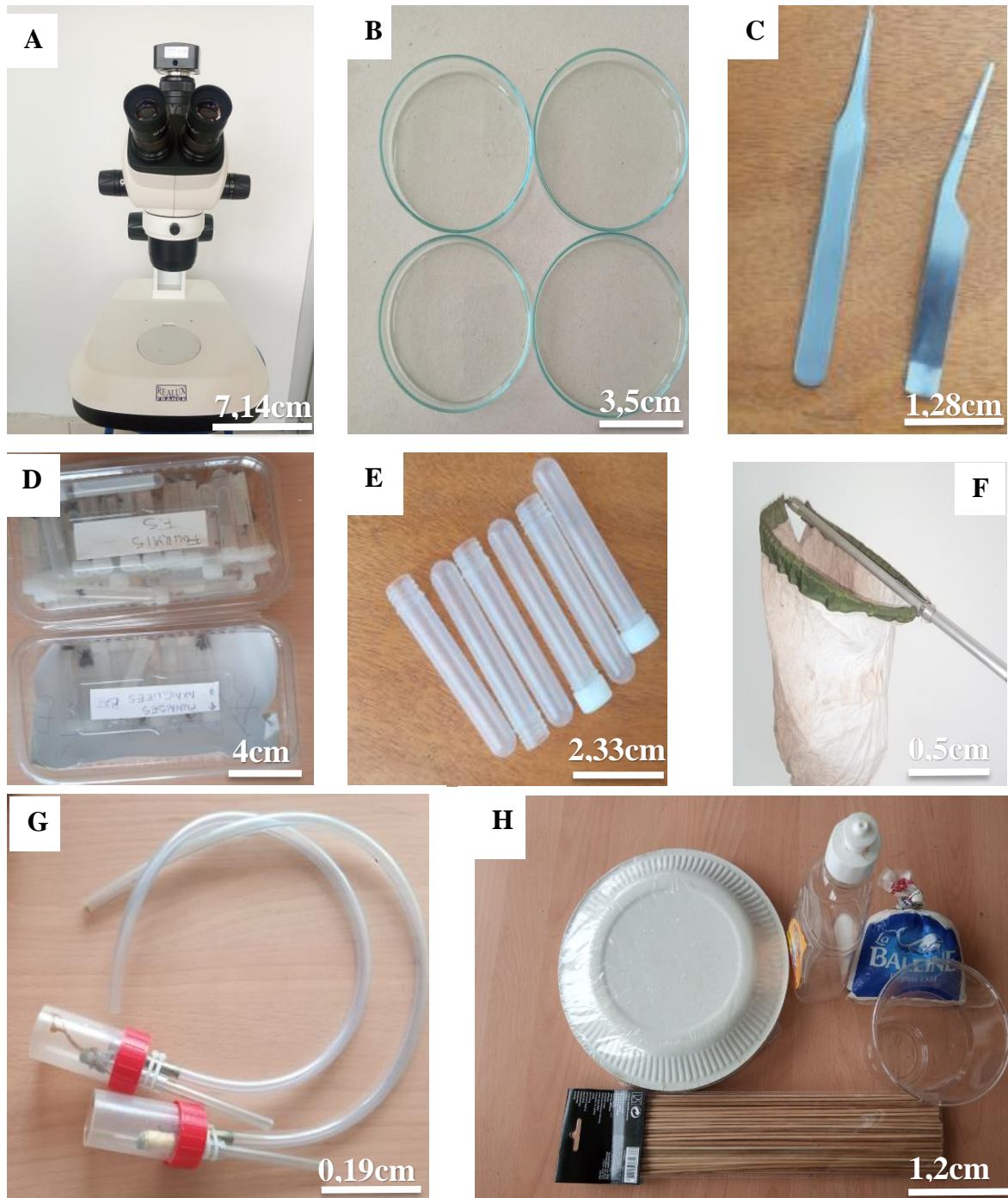
#### 2.2.1 Dispositif expérimental

Le dispositif utilisé dans cette étude est constitué de 12 parcelles de 250 m<sup>2</sup> (50 m x 50 m) dont 6 à Petit Bondoukou et 6 à Norbert Carrefour.



**Figure 8:** Matériel végétal

(A) Caféier, (B) acacia, (C) cacaoyer



**Figure 9:** Matériel technique.

(A) loupe binoculaire, (B) boîtes de Pétri, (C) pinces souples, (D) boîtes de collecte, (E) tubes contenant de l'alcool, (F) filet fauchoir, (G) aspirateur à bouche, (I) détergent, sel, pot en plastique, brindilles et assiettes jetables.

Toutes ces parcelles sont situées dans des foyers de *swollen shoot* où elles sont soumises à la pression de la maladie. Chaque parcelle dispose de 144 cacaoyers soit 12 lignes de 12 plants. Sur les lignes, les plants sont séparés de 2,5 m. Sur les parcelles, les lignes de cacaoyers sont distantes de 3m et séparées par des lignes de bananiers de sorte que chaque bananier se trouve au centre d'un carré constitué de 4 cacaoyers. Sur les différentes parcelles, les cacaoyers sont protégés par des plantes barrières qui sont des acacias et des caféiers. L'écart entre les cacaoyers de la barrière fait 4m sur chaque côté. La barrière est formée de 3 lignes qui entourent les plants de cacaoyers. Ces lignes sont séparées de 3m et sur une ligne, les plants sont distants de 2,5 m (**Figure 10**).

### **2.2.2 Méthodes d'échantillonnage**

Les données ont été collectées sur les sites de Petit Bondoukou et de Norbert Carrefour dans la période du 22 février au 21 mars 2021. Cette collecte se faisait du lundi au samedi entre 8h et 14h parce que l'activité des insectes est importante à cette période la journée (**Yéboue, 1998**). Les méthodes utilisées pour l'échantillonnage sont : le battage pour les haies d'acacia, la fouille systématique pour les cacaoyers mais aussi pour les haies de café. Les pièges fosses sont utilisés au niveau des haies et le fauchage pour les végétations basses dans les parcelles (**Figure 11**)

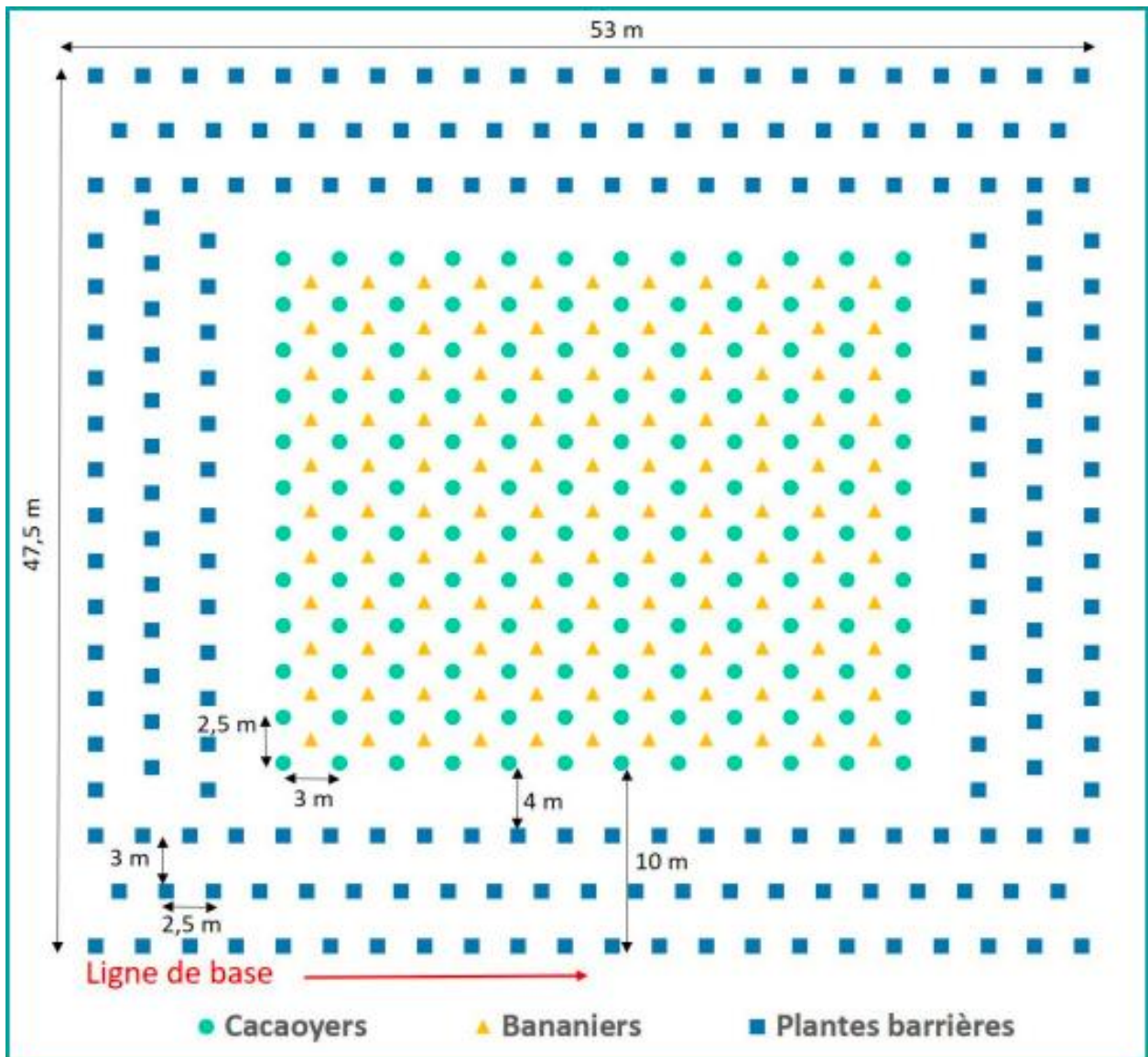
- **Méthode de battage**

C'est une méthode qui est utilisée pour capturer les insectes perchés sur les branches. Elle consiste à tendre des nappes sous les branches et à battre celle-ci de sorte à recueillir les insectes qui tombent. Dans ces travaux, cette méthode a été utilisée pour évaluer l'entomofaune des acacias. Sur les parcelles, 12 plants d'acacia ont été considérés pour ce battage avec 3 plants sur chaque côté de la barrière

- **Méthode des pièges fosses (pitfall)**

Les pièges fosses sont des pots en plastiques placés dans un trou de 10 cm de profondeur et de 10 cm de diamètre pour capturer les insectes qui se déplacent sur le sol. Leur choix réside dans le fait qu'ils sont susceptibles de capturer tous les insectes qui se déplacent au sol (**Antoine, 2008**). Les pots sont remplis d'un tiers par un détergent ainsi que du sel, pour faciliter la conservation des individus capturés et laissés dans le terrain pendant deux jours afin de capturer le maximum d'espèces. Dans cette étude, les pièges fosses ont permis d'évaluer l'entomofaune terrestre des parcelles. Sur chaque parcelle, 12 pièges ont été posés en raison de 3 pièges par côté c'est-à-dire, un à l'extérieur des parcelles, un dans les barrières et un dans les parcelles.





**Figure 10:** Dispositif expérimental utilisé (Barco)

Pour la récolte des pièges, les insectes sont recueillis 48h après la pose des pièges à l'aide de la mini passoire et d'une pince.

- **La capture au filet fauchoir**

Cette méthode consiste à animer le filet par des mouvements de va-et-vient, proche de l'horizontale, tout en maintenant le plan perpendiculaire au sol (**Benkhelil, 1992**). Il permet de capturer les insectes en plein vol grâce aux différents mouvements perpétués. Sur les parcelles, Le filet fauchoir est utilisé pour capturer les insectes dans la végétation basse en fauchant d'abord entre les linges de cacaoyer ensuite entre les cacaoyers et les barrières et enfin à l'extérieur des barrières.

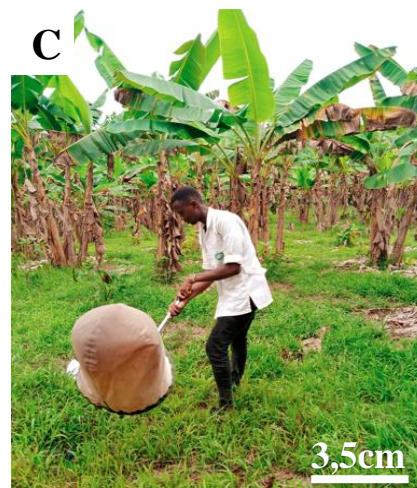
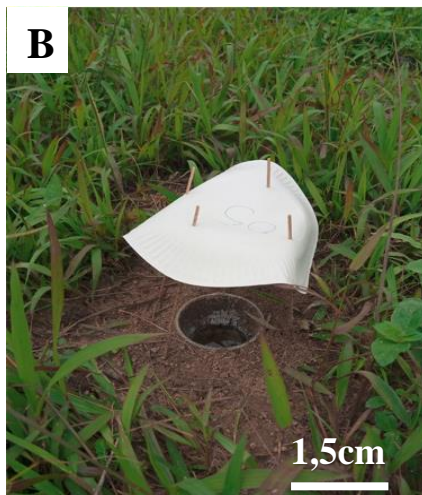
- **Fouille systématique**

Cette méthode de capture est la plus simple et la plus couramment pratiquée (**Clavel, 2011**). Elle consiste à l'observation directe à l'œil nu des rameaux et des feuilles des plants dans les parcelles. Le but est de capturer les insectes les moins rapides. Sur chaque parcelle, tous les plants de cacaoyers et de caféier ont été fouillés. A l'aide d'un aspirateur à bouche et d'une pince entomologique, les insectes présents sur les tiges et les feuilles, sont capturés.

Pendant l'échantillonnage, Les insectes récoltés sont mis dans de l'alcool à 70 °dans les piluliers sur lesquels sont inscrits le code du site, de la parcelle et la date de collecte.

### **2.2.3 Méthode d'identification**

L'identification des insectes récoltés a eu lieu au laboratoire. À l'aide d'une pince souple, les insectes sont placés dans le couvercle d'une boîte de Pétri et sont ensuite observés à l'aide d'une loupe binoculaire. Ainsi, chaque spécimen est classé dans une morpho-espèce (les individus morphologiquement identiques) en fonction de ses caractéristiques morphologiques (les antennes, les pattes, les ailes, les pièces buccales, la tête, le thorax, l'abdomen, etc...). Par la suite, les morpho-espèces sont classées jusqu'au niveau taxonomique de la famille à l'aide des clés d'identification de **Delvare et Aberlenc (1989)**, de **Delobel et Tran (1993)**, complétées par d'autres clés d'identification, des catalogues et des ouvrages techniques (**Bordat & Arvanitakis, 2004; Poutouli et al., 2011**). Ces ouvrages nous ont permis de catégoriser les morpho-espèces identifiées en groupes biologiques puis en groupes fonctionnels



**Figure 11:** méthodes d'échantillonnages

(A) Battage, (B) piège fosse ou pitfall, (C) fauchage

- **Groupes biologiques et fonctionnels**

Les différents individus collectés sont regroupés en fonction de leur importance en trois grands groupes biologiques : les écologistes, nuisibles (ravageurs) et les utiles (auxiliaires). Le groupe des écologistes est constitué des insectes qui se nourrissent de la matière organique en décomposition. Ce groupe est constitué des insectes saprophages. Les utiles sont des insectes qui ont un apport bénéfique et sont généralement utilisés dans la lutte biologique. Dans ce groupe biologique on trouve les groupes fonctionnels suivants : les parasitoïdes, les pollinisateurs et les prédateurs. Les nuisibles, comme son nom l'indique, ce sont des insectes ravageurs de culture. Ils sont constitués des insectes phytophages.

Le choix des fourmis comme un groupe fonctionnel réside dans le fait que ses insectes sont omniprésents sur toutes les parcelles, leurs rôles et leurs impacts sont multiples et complexes. Ils présentent une grande diversité de mode de vie et un régime alimentaire très varié. De plus ils sont impliqués dans des interactions avec divers groupes d'insectes.

#### **2.2.4 Traitement des données**

Les données obtenues ont permis le calcul d'indices écologiques tels que : l'abondance absolue (Aa), l'abondance relative (Ar) des familles d'insectes, l'indice de diversité de Shannon (H) et indice de similarité de Sorensen.

- **Abondance absolue et abondance relative des familles**

L'abondance absolue (Aa) d'un groupe taxonomique, ici la famille, est le nombre d'individus de cette famille. Alors que l'abondance relative (Ar) correspond au pourcentage des individus de la famille ( $n_i$ ) prise en considération par rapport au total des individus N de toutes les familles confondues (**Dajoz, 1971**) ; elle s'exprime par la formule suivante:

$$Ar (\%) = n_i \times \frac{100}{N}$$

- **Indice de Shannon**

Il mesure la diversité du peuplement et donne une indication globale de l'importance relative des différentes espèces (**Bournaud et Keck, 1980**). Il est calculé par la formule suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \text{Log}_2 p_i$$

Avec :  $p_i = \frac{n_i}{N}$

H' : Indice de diversité de Shannon;  $p_i$  : Probabilité de rencontrer l'espèce  $i$  ;

$n_i$  : Nombre d'individus de l'espèce  $i$  ;  $N$  : Nombre total d'individus de toutes espèces confondues ;  $\text{Log}_2$  : est le logarithme à base de 2

Cet indice permet d'avoir une information sur la diversité des espèces de chaque milieu pris en considération. Si cette valeur est faible, le milieu est considéré comme pauvre en espèces, par contre, si cet indice est élevé, il implique que le milieu est très peuplé en espèces ou favorable au développement des espèces.

Généralement et quel que soit le groupe taxinomique, l'indice de Shannon est compris entre moins de 1 et 4,5 ; rarement plus. Une valeur voisine de  $H = 0,5$  est dite très faible (**Kouadio, 2018**).

#### – **Indice de Sorensen**

Cet indice permet de mesurer la similitude en espèces entre deux sites d'études.

$$Cs = \frac{2c}{(a + b)} \times 100$$

Cs : indice de similarité de Sorensen ; a : nombre d'espèces présentes sur le site A ; b : nombre d'espèces présentes sur le site B ; c : nombre d'espèces commune aux sites A et B.

Il varie de 0 quand il n'existe aucune espèce commune entre les sites A et B à 100 quand toutes les espèces rencontrées dans le site A existent dans le site B.

Dans notre étude, les indices de diversité de Shannon et de similarité de Sorensen ont été calculé sur la base de notre classification en morpho-espèces.

## **CHAPITRE 3: RÉSULTATS ET DISCUSSION**

### **3.1 Résultats**

#### **3.1.1 Inventaire des insectes collectés**

L'inventaire des différents insectes associés au CSSV de Soubré a permis de dénombrer au total 6315 individus appartenant à 142 morpho-espèces. Ces morpho-espèces ont été classées en 4 Ordres, les Hyménoptères, les Hémiptères, les Coléoptères et les Diptères et, 39 familles (**Tableau I**). Le nombre et la classification des insectes capturés diffèrent selon les sites d'étude. Sur le site de Petit Bondoukou, 3389 individus ont été collectés, répartis en 117 morpho-espèces, classées en 4 ordres et 35 familles, avec l'absence de quelques familles telles que les Cerambycidae, les Lampyridae, les Apidae et les Sphecidae.

Sur le site de Norbert Carrefour, les 2926 individus capturés appartiennent à 127 morpho-espèces réparties en 4 Ordres et 37 familles avec l'absence de la famille des Diopsidae et des Vespidae.

#### **3.1.2. Répartition des individus par Ordres en fonction des sites de collectes**

La répartition des individus collectés sur les deux sites montre que l'ordre des Hyménoptères est le plus abondant avec 2432 individus sur le site de Petit Bondoukou (PB) et 1705 sur le site de Norbert Carrefour (NC).

A l'opposé, les individus appartenant à l'ordre des Diptères sont les moins abondants avec 86 individus au niveau de PB et 48 individus au niveau NC. Le plus grand nombre d'Hémiptères a été capturé sur le site de NC avec 659 individus (**Figure 12 et 13**).

#### **3.1.2 Diversité et abondances des individus collectés**

##### **3.1.2.1 Abondance des individus par famille en fonction des sites**

Les valeurs des abondances absolues et relatives des familles capturées sur les différents sites sont données dans le **Tableau II**.

Sur le site de PB, la famille la plus abondante est celle des Formicidae avec une abondance relative de 69,61 %. Elle est également la plus abondante au niveau NC avec une valeur de 56,63 % et suivi par les Reduviidae avec 7,93 % et les Chrysomelidae avec 6,32 %.

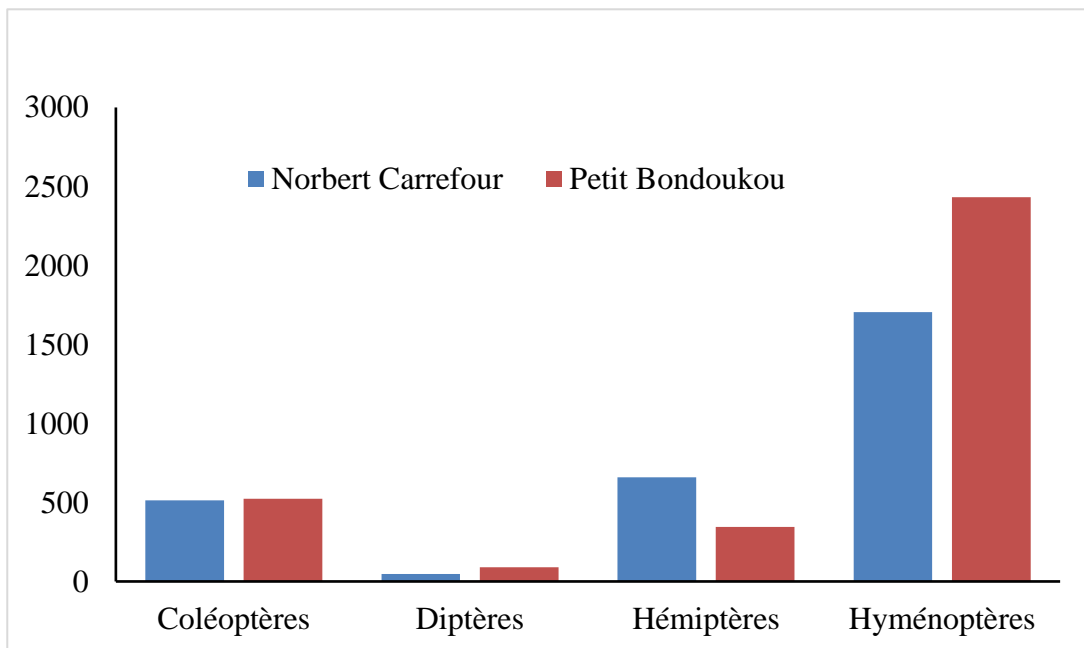
Sur l'ensemble des deux sites, les autres familles sont faiblement représentées avec des valeurs d'abondance inférieures à 5 %.

**Tableau I:**Liste des insectes capturés pendant l'étude, classés par ordres, familles et morpho-espèces, pour les deux sites Petit Bondoukou et Norbert Carrefour.

Ordres	Familles	Nombre de Morpho-espèces		Nombre d'individus	
		Petit Bondoukou	Norbert Carrefour	Petit Bondoukou	Norbert Carrefour
Coléoptères	Brentidae	1	2	1	3
	Carabidae	3	3	27	32
	Cerambycidae	0	1	0	1
	Chrysomelidae	19	20	82	185
	Coccinellidae	5	8	132	116
	Curculionidae	3	2	7	3
	Elateridae	3	2	10	13
	Endomycidae	2	2	25	79
	Lampyridae	0	1	0	2
	Phalacridae	1	1	125	5
	Scarabeidae	4	5	96	24
	Tenebrionidae	4	5	18	51
Diptères	Bibionidae	1	1	1	1
	Calliphoridae	1	1	2	1
	Diopsidae	1	0	1	0
	Drosophilidae	2	1	6	10
	Muscidae	1	1	10	4
	Otitidae	2	2	33	23
	Platypezidae	1	1	25	5
	Sphaeroceridae	1	1	5	3
	Tephritidae	1	1	6	1
Hémiptères	Alydidae	3	3	34	22
	Coreidae	4	6	46	40
	Pentatomidae	3	5	24	117
	Plataspidae	2	2	99	74



Hémiptères	Pyrrochoridae	2	2	39	109
	Reduviidae	8	10	64	232
	Rhyparochromidae	3	3	38	43
	Scutelleridae	1	1	1	22
Hyménoptères	Apidae	0	2	0	4
	Braconidae	1	1	1	1
	Chalcididae	1	1	3	10
	Eurytomidae	1	1	6	12
	Formicidae	22	21	2359	1657
	Halictidae	3	2	6	11
	Ichneumonidae	2	1	2	4
	Pompilidae	3	4	16	5
	Sphecidae	0	1	0	1
	Vespidae	2	0	39	0



**Figure 12:**Répartition du nombre d'individus capturé par ordre en fonction des sites

**Tableau II:** Abondances absolue et relative des familles d'insectes en fonction des sites d'étude

Ordres	Familles	Petit Bondoukou		Norbert Carrefour	
		Aa	Ar(%)	Aa	Ar(%)
Coléoptères	Brentidae	1	0,03	3	0,10
	Carabidae	27	0,80	32	1,09
	Cerambycidae	0	0,00	1	0,03
	Chrysomelidae	82	2,42	185	6,32
	Coccinellidae	132	3,89	116	3,96
	Curculionidae	7	0,21	3	0,10
	Elateridae	10	0,30	13	0,44
	Endomycidae	25	0,74	79	2,70
	Lampyridae	0	0,00	2	0,07
	Phalacridae	125	3,69	5	0,17
	Scarabeidae	96	2,83	24	0,82
	Tenebrionidae	18	0,53	51	1,74
	Diptères	Bibionidae	1	0,03	1
Calliphoridae		2	0,06	1	0,03
Diopsidae		1	0,03	0	0,00
Drosophilidae		6	0,18	10	0,34
Muscidae		10	0,30	4	0,14
Otitidae		33	0,97	23	0,79
Platypezidae		25	0,74	5	0,17
Sphaeroceriidae		5	0,15	3	0,10
Tephritidae		6	0,18	1	0,03
Hémiptères	Alydidae	34	1,00	22	0,75
	Coreidae	46	1,36	40	1,37
	Pentatomidae	24	0,71	117	4,00
	Plataspidae	99	2,92	74	2,53

Hémiptères	Pyrochoridae	39	1,15	109	3,73
	Reduviidae	64	1,89	232	7,93
	Rhyparochromidae	38	1,12	43	1,47
	Scutelleridae	1	0,03	22	0,75
Hyménoptères	Apidae	0	0,00	4	0,14
	Braconidae	1	0,03	1	0,03
	Chalcididae	3	0,09	10	0,34
	Eurytomidae	6	0,18	12	0,41
	Formicidae	2359	69,61	1657	56,63
	Halictidae	6	0,18	11	0,38
	Ichneumonidae	2	0,06	4	0,14
	Pompilidae	16	0,47	5	0,17
	Sphecidae	0	0,00	1	0,03
	Vespidae	39	1,15	0	0,00

### 3.1.2.2 Abondance des insectes en fonction des méthodes de capture

Sur l'ensemble des deux sites étudiés, l'abondance des insectes capturés par les différentes méthodes a fait l'objet d'une comparaison. Les captures du plus grand nombre d'insectes ont été réalisées par les méthodes de pièges fosses et du fauchage avec respectivement 2747 et 2344 individus. Elles sont suivies par la méthode du battage avec 751 individus. Avec une valeur de 473, la fouille systématique est la méthode qui a enregistré le plus petit nombre d'insectes capturés (**Figure 14**).

Sur le site de PB, l'ordre des Hyménoptères est le plus représenté parmi les différentes méthodes utilisées pour la collecte des insectes (**Figure 15**). A NC, les Hémiptères sont les plus abondants des individus capturés par les méthodes du fauchage et de la fouille systématique (**Figure 16**).

### 3.1.2.3 Estimation de la diversité des insectes collectés par site

Le calcul de l'indice de diversité de Shannon montre que les captures effectuées à PB avec un indice de diversité  $H' = 2,85$  sont plus diversifiées que les captures effectuées à NC, avec  $H' = 2,80$  (**Tableau III**). Mais cependant, le calcul de l'indice de similarité de Sorensen montre que les individus collectés sur les deux sites sont similaires à 88,74 %.

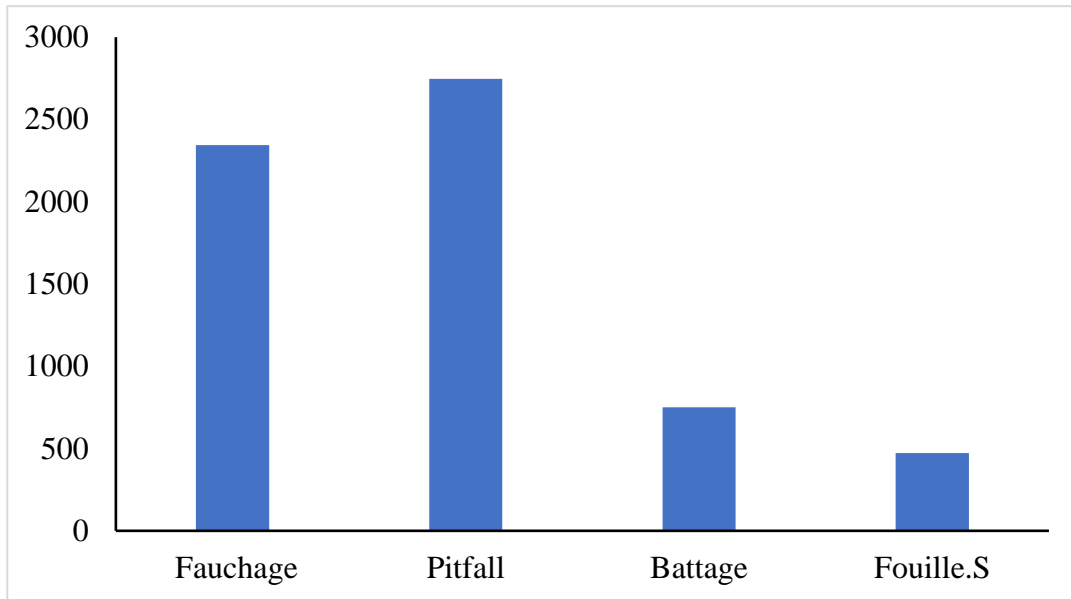
### 3.1.2.4 Estimation de la diversité des insectes collectés par méthode de capture

Les valeurs des indices de Shannon des échantillons des différentes méthodes de collectes sont consignées dans le tableau (**IV**). En effet, les échantillons les plus abondants en espèces sont ceux obtenus par le fauchage avec un indice de diversité  $H' = 2,32$ . Il est suivi de la méthode des pitfall avec  $H' = 2,08$ . Cependant, le battage et la fouille systématique sont les moins diversifiés comparativement aux deux premières méthodes.

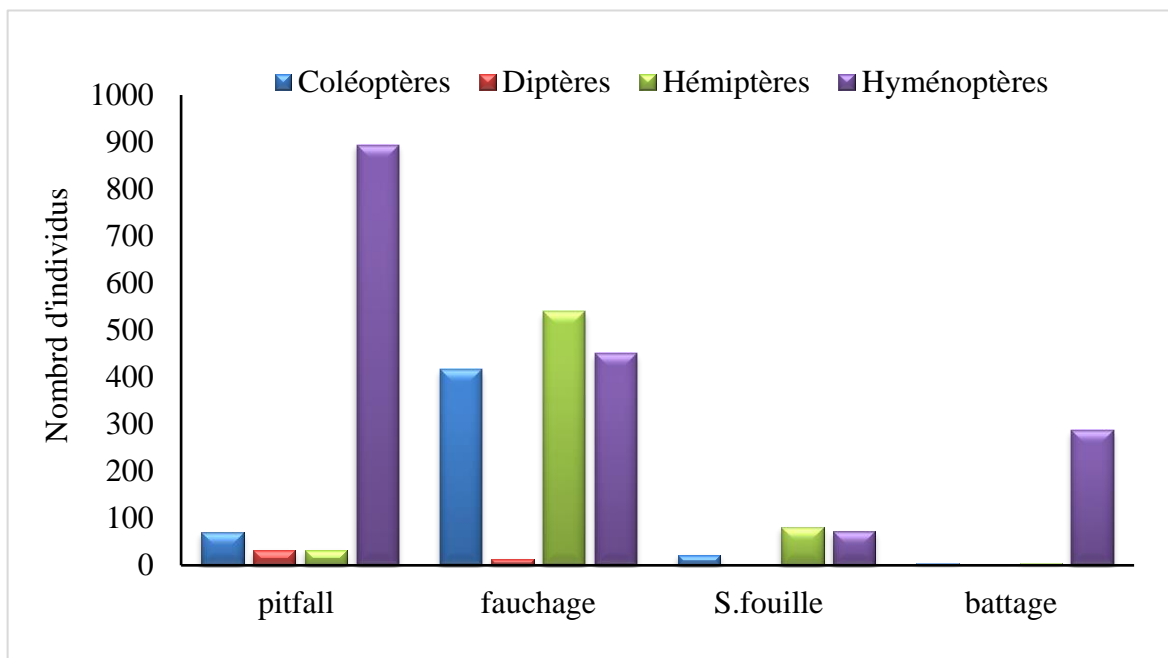
### 3.1.3 Groupes biologiques des insectes collectés

Les différents groupes biologiques identifiés ont été repartis en fonction des sites d'études.

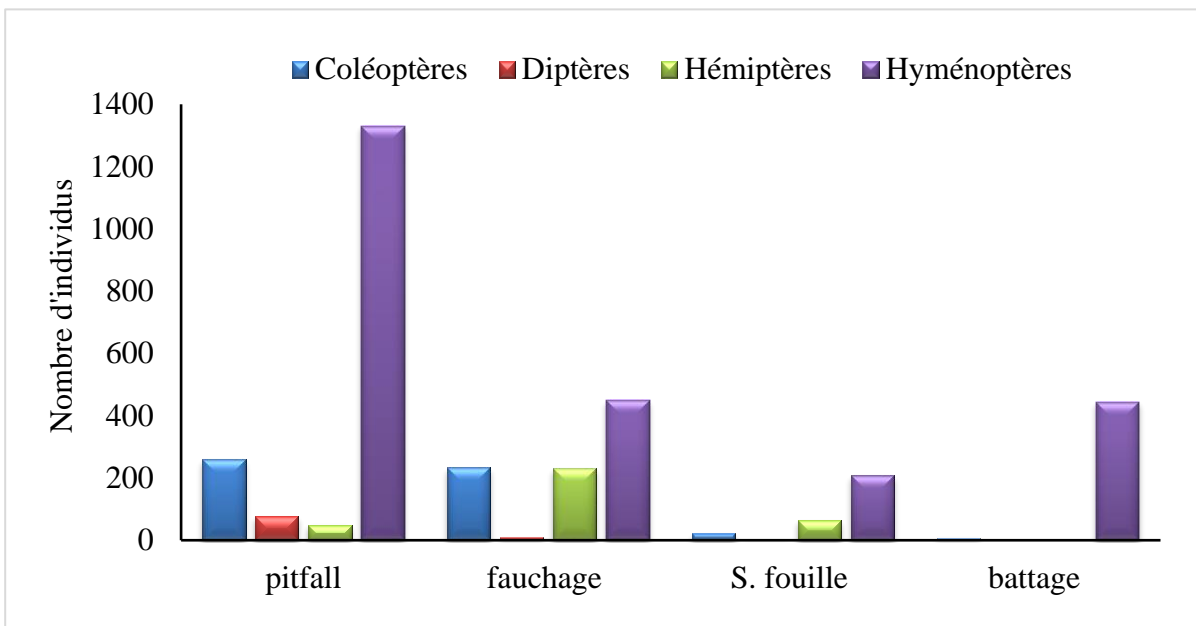
Sur le site de PB, les insectes nuisibles sont les plus abondants avec 80% des individus capturés. Ils sont suivis des insectes utiles ou auxiliaires avec 18% des individus capturés (**Figure 17**). Les écologistes, avec 2% des individus capturés sont les moins représentés. Des résultats similaires sont obtenus sur le site NC avec 75% d'insectes nuisibles, 23% d'insectes utiles et 2% d'insectes écologistes (**Figure 18**).



**Figure 13:** Abondance des insectes en fonction des méthodes de capture utilisées



**Figure 14:** Abondance des insectes par ordres en fonction des méthodes de capture utilisées sur le site de Petit Bondoukou



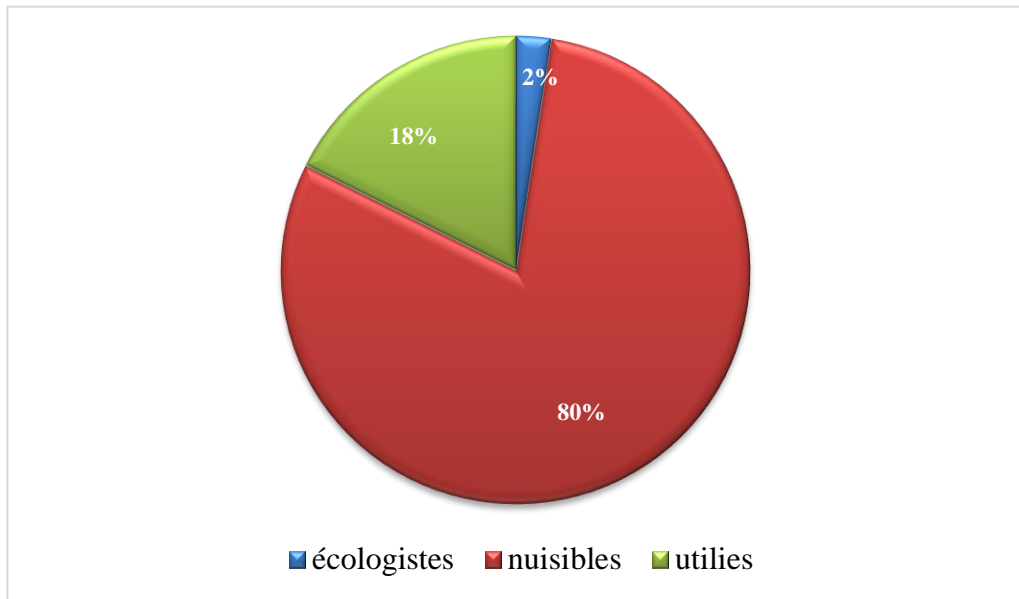
**Figure 15** : Abondance des insectes par ordres en fonction des méthodes de capture utilisées sur le site de Norbert Carrefour

**Tableau III**: Indices de diversité de Shannon des sites de petit Bondoukou et Norbert Carrefour

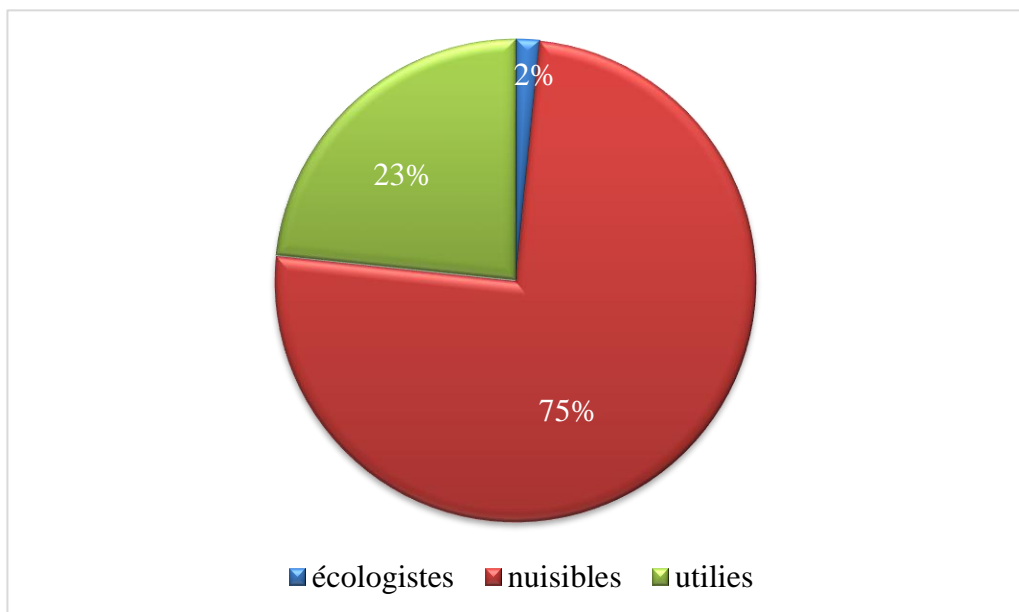
Sites	Petit Bondoukou	Norbert Carrefour
H'	2,85	2,80

**Tableau IV**: Indices de diversité de Shannon des différentes méthodes de capture utilisées

Activités	Fauchage	Pitfall	Battage	F.Systématique
H'	2,32	2,08	0,66	0,59



**Figure 16:**Proportion des différents groupes biologiques identifiés sur le site de Petit Bondoukou



**Figure 17:**Proportion des différents groupes biologiques identifiés sur le site de Norbert Carrefour

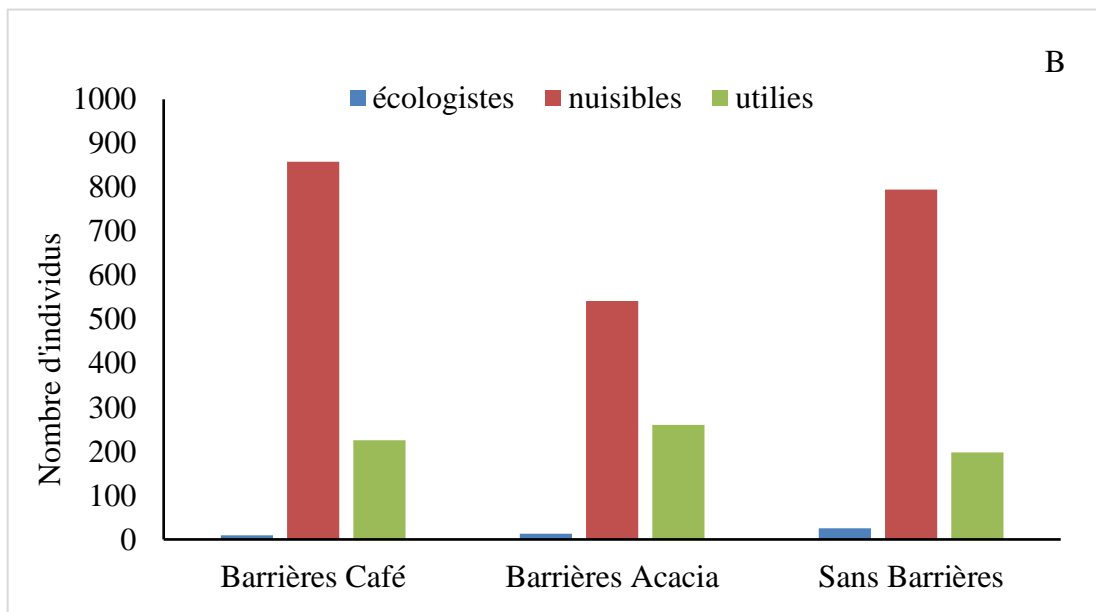
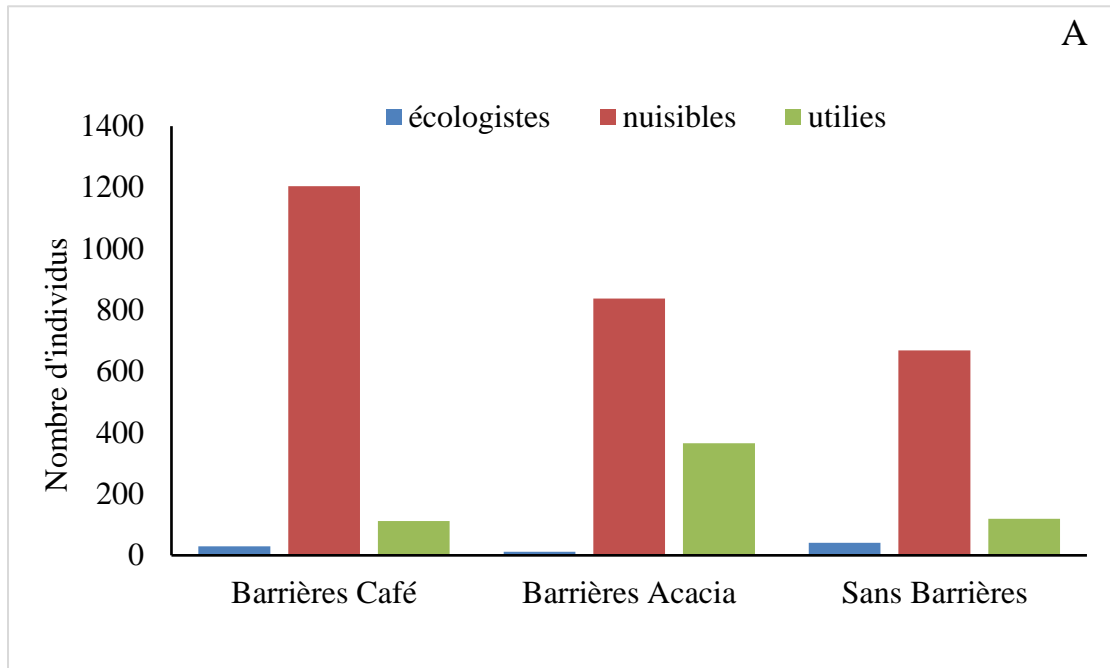


La répartition des groupes biologiques en fonction des différents systèmes de barrières montre que sur l'ensemble des deux sites, les plus grands nombres d'insectes nuisibles sont observés sur les parcelles avec les barrières de caféiers et les plus grands nombres d'insectes utiles sur les parcelles avec les barrières d'acacia. Les parcelles sans barrière ont donné les plus grands nombres d'insectes écologistes (**Figure 19**).

#### **3.1.4 Groupes fonctionnels des insectes collectés dans les systèmes**

Les différents groupes fonctionnels sont constitués de plusieurs familles (**Tableau V**).

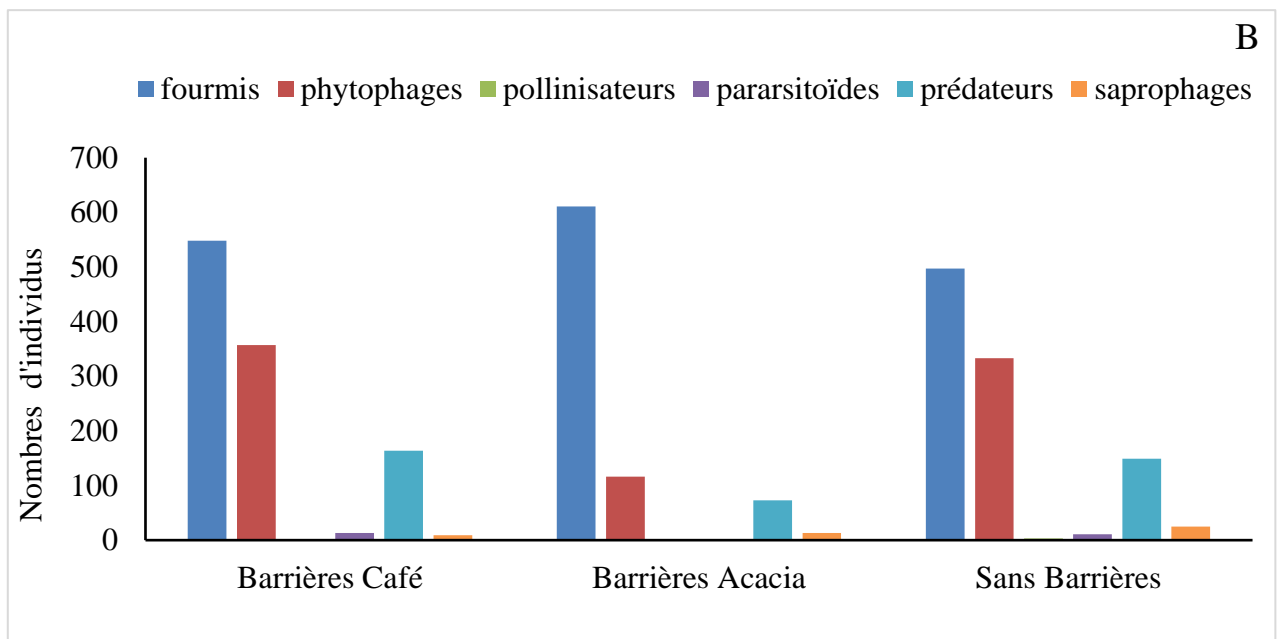
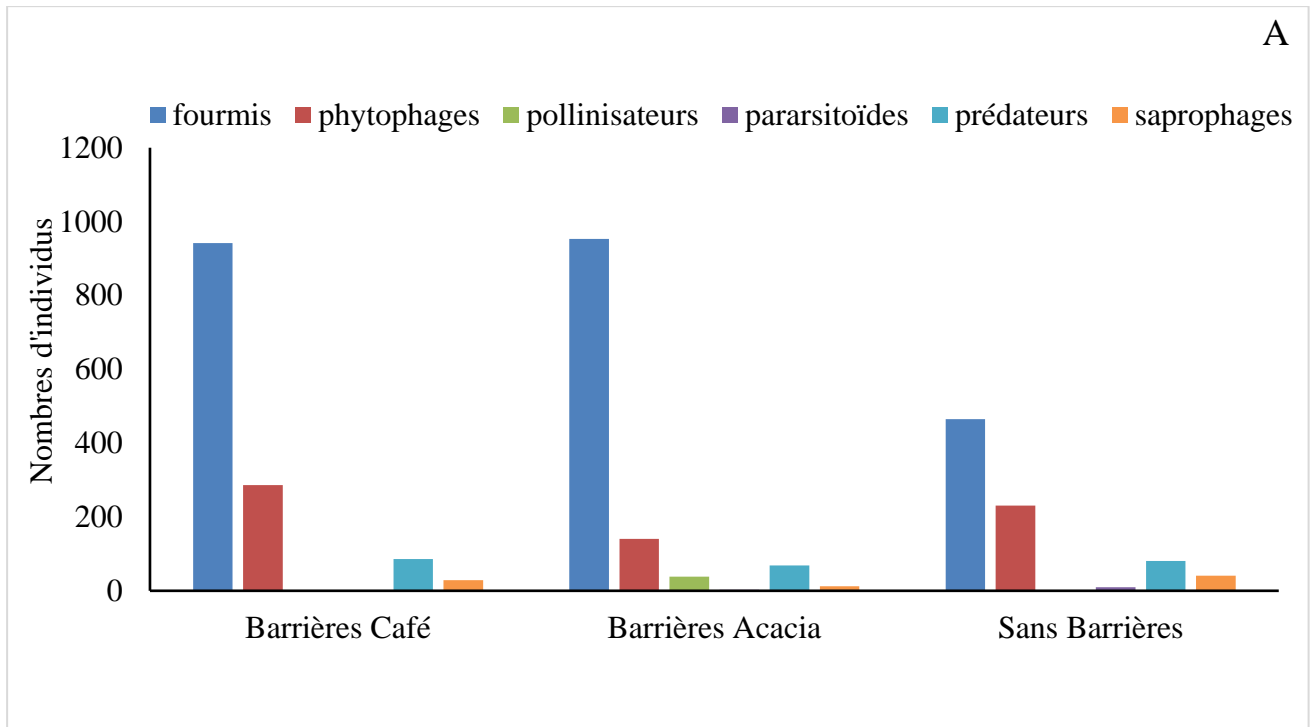
La répartition des groupes fonctionnels par site en fonction des différents types de parcelles montre une forte présence des fourmis avec plus de 50 % d'individus. Elles sont suivies respectivement par les phytophages et les prédateurs. Les pollinisateurs, les parasitoïdes et saprophages sont les moins nombreux et représentent moins de 3 % d'individus sur les différentes parcelles (**Figure 20**).



**Figure 18:** Répartition des différents groupes biologiques identifiés en fonction des systèmes de barrière. (A) Petit Bondoukou, (B) Norbert Carrefour

**Tableau V:** Répartition des différentes familles identifiées en groupe fonctionnels

<b>Familles</b>	<b>Groupes Fonctionnels</b>
Alydidae	Phytophages
Apidae	Pollinisateurs
Bibionidae	Saprophages
Braconidae	Parasitoïdes
Brentidae	Phytophages
Calliphoridae	Saprophages
Carabidae	Prédateurs
Cerambycidae	Phytophages
Chalcididae	Parasitoïdes
Chrysomelidae	Phytophages
Coccinellidae	Prédateurs
Coreidae	Phytophages
Curculionidae	Phytophages
Diopsidae	Phytophages
Drosophilidae	Saprophages
Elateridae	Phytophages
Endomycidae	Phytophages
Eurytomidae	Phytophages
Formicidae	Fourmis
Halictidae	Parasitoïdes
Ichneumonidae	Parasitoïdes
Lampyridae	Phytophages
Muscidae	Saprophages
Otitidae	Saprophages
Pentatomidae	Phytophages
Phalacridae	Phytophages
Plataspidae	Phytophages
Platypezidae	Saprophages
Pompilidae	Prédateurs
Pyrrochoridae	Phytophages
Reduviidae	Prédateurs
Rhyparochromidae	Phytophages
Scarabeidae	Phytophages
Scutelleridae	Phytophages
Sphaeroceriudae	Saprophages
Sphecidae	Prédateurs
Tenebrionidae	Phytophages
Tephritidae	Phytophages
Vespidae	Pollinisateurs



**Figure 19:** Répartition du nombre individus des différents groupes fonctionnels des sites de Petit Bondoukou et de Norbert Carrefour en fonction des types de parcelle. (A) Petit Bondoukou, (B) Norbert Carrefour

### 3.2 Discussion

L'inventaire de l'entomofaune des parcelles de jeunes cacaoyers installés dans des foyers de *Swollen shoot* dans le département de Soubré a révélé au total 6315 individus repartis en Ordres, 39 familles et 142 morpho-espèces. Ces résultats sont proches de ceux de **Yao (2015)**. Selon cet auteur, les insectes associés aux cacaoyers appartiennent à plusieurs ordres et familles.

La variation du nombre des individus collectés par ordres montre une forte présence des Hyménoptères avec plus de 4000 individus. Cela s'explique par le fait que l'ordre des hyménoptères renferme plusieurs familles dont les Formicidae (fourmis) qui représentent plus des 50% de tous les insectes collectés. Cette même remarque a été faite au niveau de la répartition des insectes par ordre en fonction des méthodes de capture. Ainsi parmi les quatre méthodes de collectes utilisées, la plus grande taille d'échantillon a été obtenue par les pièges fosses (pitfall), toujours grâce à la présence d'une grande quantité d'hyménoptères Formicidae. D'après **Antoine (2008)**, cette méthode est utilisée pour les arthropodes du sol, tels que les fourmis. Pour **Agosti et al. (2000)**, elle est utilisée pour estimer l'abondance et la composition des espèces.

La collecte des insectes sur les différentes parcelles a permis de récolter 6315 spécimens ce qui constitue un inventaire donnant une abondance et une diversité intéressante. En effet, cette grande diversité a permis de répertorier trois grands groupes biologiques à savoir les écologistes, les utiles et les nuisibles.

L'étude des abondances absolues et relatives des familles dans les différents systèmes a montré d'une manière générale que les formicidés, avec plus de 60% sont les plus abondantes de tous les insectes collectés. Cela pourrait s'expliquer par le fait que ces fourmis tiennent une place prépondérante dans l'écologie forestière tropicale en raison de leurs grandes capacités d'adaptation, de richesse en espèces et de vie sociale (**Dufour, 1991**). Pour **Agosti (2000)**, les fourmis sont écologiquement dominantes dans presque tous les milieux terrestres du monde entier et aussi elles représentent jusqu'à 10% ou plus de la biomasse animale totale dans les forêts tropicales.

Les proportions des groupes fonctionnels des différents systèmes montrent d'une manière générale une faible présence des pollinisateurs, des parasitoïdes et des saprophages. Selon **Posnette et strickland (1949)** la faible proportion des parasitoïdes serait due à la présence des fourmis.

Dans cette étude, le groupe fonctionnel des phytophages sont représentés par plusieurs familles parmi lesquelles nous pouvons citer les Chrysomelidae, les Pyrochoridae et les Plataspidae. Quant aux groupes des prédateurs, les familles qui comptent le plus de spécimens sont les Carabidae, les Coccinellidae et les Reduviidae. Les individus de ce groupe sont le plus souvent utilisés comme insectes auxiliaires dans la lutte biologique contre plusieurs autres insectes nuisibles tel que les Mirides, les cochenilles etc. Ceci est conforme aux résultats de **Dufour (1991)** qui affirme que plusieurs espèces de coccinelles peuvent s'attaquer aux cochenilles du cacaoyer.

Cependant le groupe fonctionnel des fourmis occupent une place importante dans l'écologie du cacaoyer conformément aux résultats de **Williams (1954)** relatif à l'action des prédateurs généralistes sur les mirides dans les parcelles d'observation. Il a aussi estimé que les fourmis font parties des groupes de prédateurs les plus nombreux sur les cacaoyers. Pour **Gotwald (1989)** et **Paulson (1990)**, les fourmis sont des prédateurs efficaces contre une diversité d'insectes nuisibles.

En plus d'être des prédateurs, les fourmis ont la capacité de développer le mutualisme avec d'autres insectes tels que les cochenilles et les pucerons. Ceci est conforme aux résultats de **Dufour (1991) et Bacacant (1981)** qui rapportent que les fourmis vivent en association avec les cochenilles et les protègent contre les agents physiques et les ennemis naturels en les élevant dans leurs nids en terre.

## **CONCLUSION ET PERSPECTIVES**

Les captures réalisées dans le cadre de l'inventaire de l'entomofaune des parcelles de jeunes cacaoyers installés dans des foyers de *swollen shoot* dans le département de Soubré ont concerné 6315 individus au total repartis en 4 ordres (Hyménoptères, Hémiptères, Diptères et Coléoptères), 39 familles et 142 morpho-espèces. La répartition de ces individus par ordres en fonction des sites de collecte montre une très grande abondance des Hyménoptères et une faible abondance des Diptères sur les deux sites. La comparaison des abondances des familles identifiées montre que les Formicidae avec plus de 50% sont les plus abondantes sur les deux sites

L'étude des indices de diversité de Shannon et de similarité de Sorensen des deux sites montre une similarité de 88,74 % mais avec une diversité légèrement plus élevée sur le site de PB. Cependant, les indices de Shannon des méthodes de captures montrent que échantillons obtenus par le fauchage sont les plus diversifiés avec une valeur d'indice  $H' = 2,32$ . La grande diversité de l'entomofaune collectée dans le département de Soubré a permis d'établir d'une part les groupes biologiques (les écologistes, les nuisibles et les utiles) et d'autre part les groupes fonctionnels (les saprophages, les pollinisateurs, les parasitoïdes, les fourmis et les prédateurs).

A la suite de cette étude, les perspectives qui se dégagent sont :

- Mener la même étude aux différentes saisons de l'année afin d'avoir une vision plus large de la diversité entomologique des vergers de cacaoyer.
- Étudier les relations trophiques entre les différents groupes fonctionnels associés aux cacaoyers



## **RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

## Références bibliographiques

- Adegbola M. O. K., 1989.** Recent developments in the studies of diseases of cocoa, *Theobroma cacao* L. in Nigeria. In progress in tree crop research coco apes. *Inst. Nigr.* pp 76- 88.
- Adegbola. A. A., Omole. T. A., 1973.** A simple technique for preparing discarded cocoa bean meal for use. in livestock feed. *Nig Agric J*, 10: 72-80.
- Adeyemi A. A., 2000.** Effective management of cocoa farms in Nigera for profitability. *Cocoa Crowers Bulletin*, 52 : 21- 31.
- Adu-Ampomah, Y., Ollennu, L.A.A, & Adomako B., 2003.** Source of resistance / tolerance to the cococa *swollen shoot* virus disease. Communication à la 14è Conférence internationale sur la recherche cacaoyère. Accra, Ghana, 2003
- Agosti D., Jonathan D., Leanne M., Alonso E., & Schultz T. R., (2000).**Standard methods for measuring and monitoring biodiversité. Library of congress cataloging *in publication Data*. Smithsonian Institution press washington and London.304p
- Alibert H., 1946.** Note préliminaire sur une nouvelle maladie du cacaoyer le « *swollen shoot* ». *Agronomie Tropicale*, Paris, **V.1**, pp. 34 – 43.
- Alibert H., 1951.** Les insectes vivant sur les cacaoyers en Afrique occidentale. *Memoires de l'Institut Francais d'Afrique Noire*, 15: 1-174
- Assiri A., 2007.** Identification des pratiques paysannes dans la conduite des vergers de cacaoyers en Côte d'Ivoire. Mémoire de DEA, option agro-pédologie, Université de Cocody-Abidjan, 56 p
- Attafuah A., Blencowe, J.C., & Brunt A.A., 1963.** -*Swollen shoot* virus disease of cocoa in Sierra Leone. *Trop. Agric. Trin.*, **40**: pp. 229-232.
- Baldauf S. L., 2008.** -An overview of the phylogeny and diversity of eukaryotes. *Journal of Systematics and Evolution*, **46**: pp.263- 273.
- Benkhelil, M.L. (1992).** Les techniques de récoltes des insectes et de piégeages utilisées en entomologie terrestre. Ed office publication Univ. Alger, 68p.
- Blaha G., Lotodé R (1976)** Un caractère primordial desélection du cacaoyer au Cameroun : la résistanceà la pourriture brune des cabosses. *Café CacaoThé* 20, 97-116

- Bordat D. & Arvanitakis L., 2004.** Arthropodes des cultures légumières d'Afrique de l'Ouest, centrale, Mayotte et Réunion. Montpellier (France): CIRAD-FLHOR, 291 p
- Bournaud M & Keck G., 1980.** Diversité spécifique et structure des peuplements de macro-invertébrés benthiques au long d'un cours d'eau : *le Furans (Ain)*. *Acta Oecologia, Oecol. Génér.*, 1 (2) : 131-150p
- Braudeau, J., 1969.** -Le cacaoyer. *In: Techniques Agricoles et Productions Tropicales. Ed. Maisonneuve et Larose, Paris, 304 p.*
- Burle L., 1962.** -Le cacaoyer. Tome deuxième. G-P. Maisonneuve et Larose, Paris, pp. 486-491. cacao using cloned DNA of cacao *swollen shoot* virus and particle bombardment. *Mol Plant Pathol* 84, pp: 1239–1243.
- Cardon D., 2003.** Le Monde des Teintures naturelles. Paris, Eds Belin, 586 p.
- Cilas, C. Dufour, B. & Djiekpor E.K., 1988.** Etude de la résistance au *Swollen Shoot* du cacaoyer (*Theobroma cacao* L.) dans un diallèle quasi complet 8 x 8. *Café Cacao Thé* 32(2), 105-10.
- Clavel B., (2011).** La prise en compte de la biodiversité dans la conception de projets. Etat initial naturaliste des études d'impact : constat, analyse et recommandations. DREAL LR.20P
- Cotterell G.S., 1943.** *Swollen shoot virus*. Rep. Centr. Res. Sta. Tafo, 1940, **42**: pp. 51-55.
- Crowdy S.H. & Posnette, A.P. 1947.** Virus diseases of cocoa in West Africa. II. Cross Immunity Experiments with Viruses IA, IB, and IC. *Ann. Biol.* 34, 40311.
- Dajoz, R. (1971)** - Précis d'écologie. Ed. DUNOD, Paris, 434 p
- Delobel, A. & Tran, M., 1993.** Les Coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes. ORSTOM, Paris, 424 p.
- Delvare G. & Aberlenc H.P., 1989.** *Les insectes d'Afrique et d'Amérique tropicale : clé de reconnaissance des familles d'insectes*. CIRAD-GERDAT, Montpellier, France, 302 p.
- Dick, M. W. 2001.** Straminipilous fungi: systematics of the peronosporomycetes, including accounts of the marine straminipilous protists, the plasmodiophorids, and similar organisms, Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic Publishers, 670 p.

- Dufour B, Djekpor EK, Paulin D, & Cilas C. 1993.** Méthode de criblage pour la résistance au virus du *swollen shoot* : Amélioration de la transmission par cochenilles. In : Actes de la 11<sup>e</sup> conférence internationale sur la recherche cacaoyère. Yamoussoukro, Côte d'Ivoire, pp. 243-244.
- Dufour B. 1987.** Utilisation d'une méthode de transmission pour l'identification des formes Togolaises du *swollen shoot* du cacaoyer. Premiers résultats. In : *Actes de la 10<sup>e</sup> conférence internationale sur la recherche cacaoyère*. Santo Domingo, République Dominicaine, pp. 521-526.
- Dufour B.P., 1991.** Place et importance des différentes espèces d'insectes dans l'écologie du CSSV (Cocoa Swollen Shoot Virus) au Togo. *Café, Cacao, Thé*, 35 (3) :. 197-204
- Dufumier M. 2016.** L'adaptation de la cacao-culture ivoirienne au dérèglement climatique : L'agroécologie pourrait-elle être une solution ? Rapport de mission, Côte d'Ivoire, 16p
- Dzahini O. H., Akumfi, A.G. and Ollennu, L.A. 2006.** Control of cocoa *swollen shoot* disease by eradicating infected trees in Ghana: *A survey of treated and replanted areas*. *Crop Protection* 25: 647-652
- Dzahini O. H., Domfeh O, Amoah F M, 2010.** Review: Over seventy years of a viral disease of cocoa in Ghana: *From researchers' perspective*. *Afr. J. Agric. Res.* 5 (7): 476-485.
- Entwistle PF, 1972.** Pests of cocoa. London, UK: Longman, 779 pp.
- Freud E. H., Pétithuguenin P., & Richard J., 2000.** Les champs de cacao. In: *un défi de compétitivité Afrique-Asie*. Editions Karthala et CIRAD. Paris. 207 p.
- ICCO., 2000.** Célébration du cacao 2000. KP Sales (50 à 51). Glastonbury, Angleterre: Partners in Publishing Ltd.
- ICCO., 2015.** What are the effects of intensive commercial production of cocoa on the environnement ? Westgate House W5 1YY, United Kingdom. Rapport Annuel ICCO. 25p.
- ICCO., 2019.** Bulletin trimestriel des statistiques du cacao, Vol. XLV, n ° 1, cacao année 2018/19, 1 p
- Idowu O.L., 1989.** Control of economic insect pests of cacao in progress in tree crop research in Nigeria cocoa pest. *Inst Nigr.* Ibadam. 2<sup>ème</sup> édition, 89-102 p

- Iwaro, A.D., Sreenivasan T.N and Umaharan, P., 1997.** Foliar resistance to *Phytophthora palmivora* as an indicator of pod resistance in *Theobroma cacao*. *Plant Dis.*, 81: 619-624.
- Kébé, B.I., 1996.** Phytopathologie du cacaoyer. Dans : Cahier du stagiaire. Formation des techniciens spécialisés à la culture du café et du cacao. IDEFOR-DCC/ANADER, pp : 96-97.
- Kébé, B.I., Koffi, N., Konan, A., N'guessan, F., Kohi, N. J., Irié, B. Z., 2005.** Bien cultiver le cacao en Côte d'Ivoire. Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), Abidjan. 4 p.
- Kenten, R. H. and Legg J.T., 1967.** Some properties of cocoa mottle leaf virus. *Journal of General Virology*, 1:465-470.
- Konaté Z., 2008.** Etude comparative des pratiques paysannes de plantation ou de replantation cacaoyère en Côte d'Ivoire. Mémoire de DEA. UFR STRM, Université de Cocody Abidjan (Côte d'Ivoire), 91 p.
- Kouadio M.F.N., 2018.** Effet de deux insecticides sur la distribution des insectes en fonction des stades phénologiques en culture de concombre (*cucumis sativus* linneaus, 1753) à Bonoua (Côte d'Ivoire). Mémoire de master (Option Entomologie et Gestion des Ecosystèmes), UFR Biosciences, Université Félix Houphouët –Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire, 56 p
- Kouakou B.J., Irie B.Z., Dick E., Nemlin G., Bomisso L.E., 2013.** Caractérisation des techniques de séchage du cacao dans les principales zones de production en Côte d'Ivoire et détermination de leur influence sur la qualité des fèves commercialisées. *J. Appl. Biosci.* **64** :4797- 4812.
- Kouakou, K., Kébé, B.I., Kouassi, N., Anno, A. P., Aké, S., Muller, E., 2011.** Impact de la maladie virale du *swollen shoot* du cacaoyer sur la production de cacao en milieu paysan à Bazré (Côte d'Ivoire). *Journal of Applied Biosciences*, **43**: pp 2947 -2957.
- Mossu G., 1990.** Le cacaoyer. Le technicien d'agriculture tropicale. N° 14, pp: 9-109.
- Motamayor J C., Risterucci A M., Lopez P A., Ortiz C. F., Moreno A., & Lanaud C., 2002.** Cacao domestication I: the origin of the cacao cultivated by the Mayas. *Heredity* 89: 308-386.

- N'guessan K.F., Coulibaly N., 2001.** Dynamique des populations de mirides et de quelques autres déprédateurs du cacaoyer dans la région Ouest de la Côte d'Ivoire. In : *Actes de la 13<sup>e</sup> conférence internationale sur la recherche cacaoyère*. Kota Kinabalu, Sabah, Malaysia, pp : 425-435.
- N'Guettia A.M.C., 2015 :** Efficacité de doses de deux formulations de Movento (Ketoenoles) contre les cochenilles farineuses, vectrices du virus *Swollen shoot* du cacaoyer dans la localité de Soubré (Sud-ouest de la Cote d'Ivoire). Mémoire de Master de l'Université Felix Houphouët Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire, 58 p
- Ollennu L.A.A., Osei-Bonsu K., Aneani F., & Acheampong K., 2005,** études préliminaires sur le contrôle de la maladie des pousses gonflées du cacao par l'utilisation de cultures immunitaires comme barrière dans les recherches de la 14<sup>e</sup> Conférence internationale sur le cacao, 839-843
- Oro Z.F., 2011.** Analyse des dynamiques spatiales et épidémiologie moléculaire de la maladie du *Swollen shoot* du cacaoyer au Togo: Etude de la diffusion à partir des systèmes d'information géographiques. *Thèse de Doctorat d'Ecole Doctorale Sibaghe, Montpellier, France, 262p*
- Partiot, M., Amefia Y.K., Djiekpor E.K., & Bakar. K.A., 1978.** Le “*swollen shoot*” du cacaoyer au Togo. Inventaire préliminaire et première estimation des pertes causées par la maladie. *Café cacao Thé, Vol XXII, n° 3juil. – sept. 1978, pp : 217–228.*
- Posnette A. F. 1952.** Virus diseases of cacao in West Africa: the present position. Report of the thirteenth international horticultural congress, sect. 7, 11 p.
- Posnette A.F., 1940.** Transmission of swollen shoot. *Trop. Agriculture, Trin., pp : 1798.*
- Poutouli W., Silvie P. & Aberlenc H.P., 2011.** Hétéroptères phytophages et prédateurs d'Afrique de l'Ouest. *CTA, 79 p*
- Quainooa A.K., Wettena A.C. et Allainguillaumea J. 2008.** Transmission of cocoa *swollen shoot* virus by seeds. *Journal of Virological Methods 150 (2008), pp: 45–49.*
- Soupi, N.M., 2013.** Implication des arabinogalactanes proteines dans le developpement des embryons chez *Theobroma cacao* L. Laboratoire de Chimie des Substances Naturelles. Université de Yaoundé I, Cameroun. 164 p.

- Steven W. F., 1936.** A new disease of cocoa in Gold Coast. Gold Coast Farmer, Vol. 7, pp: 122-123.
- Thompson, J E S., 1956.** Note on use of cacao in Middle American Archeology. Institution of Washington and Ethnology N° 128. Carnegie: 95- 116 pp
- Thresh, J.M., 1958.** The spread of virus disease in cacao. West African Cocoa Research Institute. Technical Bulletin N. 5, 36 p.
- Vos J. G. M., Barbara J. R., Julie F., 2003.** À la découverte du cacao. Un guide stimulant pour la formation des facilitateurs. CABI Biosciences, a division of CAB International, pp : 11-58.
- Vos J. G. M., Barbara J. Ritchie et Julie Flood. 2003.** A la découverte du cacao. Un guide stimulant pour la formation des facilitateurs. CABI Biosciences, a division of CAB International, pp : 11-58.
- Wood G.A.R., Lass, R.A., 1985.** Cacao. Logmar scientific and technical, England, 620p.
- Wood, G.A.R. and Lass, R.A. (1985)** Cocoa. 4th Edition, Longman, London, 620-632.
- Yao K.A., 2015.** Biodiversité entomologique du cacaoyer dans le département de Taï (Côte d'Ivoire). Mémoire de Master (Option : Protection des Végétaux et de l'Environnement), UFR des Sciences de la Nature, Université Nangui Abrogoua, Abidjan, Côte d'Ivoire, 72 p
- Yéboué N.L., 1998.** Inventaire des insectes des cultures maraichères dans la région d'Abidjan. Mémoire Diplôme d'Études Approfondies d'Entomologie Générale (D.E.A) Université de Cocody Abidjan (Côte d'Ivoire). 96 p.

## Résumé

Dans le but de connaître le peuplement d'insectes associés à la maladie du cacao *swollen shoot* virus dans les plantations de cacao, une étude a été menée dans le département de Soubré. Pour cela, nous avons utilisé des méthodes d'échantillonnages telles que : le battage, le fauchage la fouille systématique et les pièges fosses (pitfalls) sur 12 parcelles dans deux (02) sites différents, à savoir : 6 parcelles sur le site « Petit Bondoukou » et 6 parcelles sur le site « Norbbet Carrefour ». Comme résultats, 6315 insectes ont été collectés. Ces insectes sont repartis en 4 ordres (Hyménoptères, Hémiptères, Coléoptères et Diptères), 39 familles et 142 morpho-espèces. Parmi ces insectes il y avait des phytophages, des pollinisateurs, des parasitoïdes, des saprophages, des prédateurs et des fourmis qui étaient les plus abondantes

**Mots clés :** cacao, entomofaune, *swollen shoot*, groupe fonctionnel, Soubré

## Abstract

In order to know the population of insects associated with the cocoa *swollen shoot* virus in cocoa plantations, a study was conducted in the department of Soubré. For this, we used sampling methods such as: threshing, mowing, systematic excavation and pitfalls on 12 plots in two (02) different places, namely: 6 plots on the place "Petit Bondoukou" and 6 plots on the place "Norbbet Carrefour". As results, 6315 insects were collected. These insects are divided into 4 orders (Hymenoptera, Hemiptera, Coleoptera and Diptera), 39 families and 142 morpho-species. Among these insects there were phytophagous, pollinators, parasitoids, saprophagous, predators and ants which were the most abundant.

**Keywords:** cocoa, entomofauna, *swollen shoot*, functional group, Soubré