

BURKINA FASO

Unité-Progrès-Justice

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET DE L'INNOVATION (MESRSI)**

UNIVERSITE NAZI BONI (UNB)

INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL (IDR)



MEMOIRE DE FIN DE CYCLE

En vue de l'obtention du

DIPLOME D'INGENIEUR DU DEVELOPPEMENT RURAL

OPTION : AGRONOMIE

Thème :

**CONTRIBUTION A LA CONNAISSANCE DE L'ÉCOLOGIE DES
MOUCHES DES FRUITS (DIPTERA : TEPHRITIDAE) : RÔLE DES
PLANTES-HOTES, DES ZONES REFUGES ET DES ENNEMIS
NATURELS DANS LEUR PROLIFÉRATION DANS L'OUEST DU
BURKINA FASO.**

Présenté par: Timothé KIENOU

Maître de stage : Dr Rémy A. DABIRE

Directeur de mémoire : Pr Irénée SOMDA

Chargé de recherche

Professeur titulaire

N :2017/AGRO

Juillet 2017

Table des matières

	Pages
DEDICACE	vi
REMERCIEMENTS.....	vii
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS.....	ix
LISTE DES TABLEAUX.....	x
LISTE DES FIGURES	xi
LISTE DES PHOTOS ET PLANCHES	xii
RESUME.....	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I : BIO-ECOLOGIE DES MOUCHES DES FRUITS ET DE LEURS	
PARASITOÏDES.....	4
1.1 Mouches des fruits	4
1.1.1 Systématique des mouches des fruits	4
1.1.2 Biologie et cycle de développement des mouches des fruits	4
1.1.2.1 Biologie des mouches des fruits.....	4
1.1.2.2 Cycle de développement des mouches des fruits	5
1.1.3 Ecologie et distribution des mouches des fruits	6
1.1.4 Ennemis naturels des mouches des fruits	6
1.1.5 Incidence économique des mouches des fruits	7
1.1.6 Stratégies de lutte contre les mouches des fruits.....	8
1.1.6.1 Lutte préventive	8
1.1.6.2 Lutte curative	8
1.2 Plantes-hôtes des mouches des fruits	11
1.2.1 Description	11
1.2.2 Relation entre les Tephritidae et leurs plantes-hôtes.....	12

1.3 Parasitoïdes des mouches des fruits	12
1.3.1 Systématique	12
1.3.2 Bio-écologie des parasitoïdes des Tephritidae	12
1.3.2.1 Biologie et cycle de développement des parasitoïdes des Tephritidae	12
1.3.2.2 Ecologie des parasitoïdes	13
1.3.3 Éthologie des parasitoïdes	14
1.3.4 Relation entre les parasitoïdes et les mouches des fruits	14
1.3.5 Importance des parasitoïdes dans le contrôle des mouches des fruits.....	15
1.4 Zones de refuges des mouches des fruits	15
1.4.1 Définition d'une zone de refuge	15
1.4.2 Caractéristiques d'une zone de refuge des mouches des fruits	15
CHAPITRE II : MATÉRIEL ET MÉTHODES	16
3.1 Présentation de la zone et des biotopes d'étude	16
3.1.1 Localisation des biotopes d'étude	16
3.1.5 Caractéristiques pluviométriques des provinces d'étude	18
3.1.5.1 Province de la Comoé	18
3.1.5.2 Province du Houet.....	18
3.1.5.3 Province du Kéné Dougou	18
3.1.2 Choix des biotopes d'étude	20
3.1.3 Caractéristiques des vergers sélectionnés	20
3.1.4 Caractéristiques des formations végétales sélectionnées	20
3.2 Matériel	25
3.2.1 Matériel végétal.....	25
3.2.2 Matériel animal	25
3.2.3 Matériel de piégeage	25
3.3 Méthodes d'étude	26
3.3.1 Recensement des espèces végétales présentes dans les biotopes d'étude.....	26

3.3.2 Inventaire des plantes hôtes, des espèces de Tephritidae et de leurs parasitoïdes ..	26
3.3.2.1 Echantillonnage et mise en incubation des fruits.....	27
3.3.2.1.1 Echantillonnage des fruits	27
3.3.2.1.2 Mise en incubation des fruits.....	27
3.3.2.1.3 Suivi des incubations au laboratoire.....	27
3.3.2.2 Piégeage de détection des mouches des fruits.....	28
3.3.2.2.1 Mise en place des pièges de détection des mouches des fruits.....	28
3.3.2.2.2 Collecte des mouches des fruits capturées dans les pièges	29
3.3.3 Identification des mouches de fruits et de leurs parasitoïdes	29
3.4 Traitement et analyse de données.....	29
3.4.1 Logiciels utilisés.....	29
3.4.2 Traitements des données et tests statistiques.....	29
3.4.2.1 Fluctuation des populations des espèces de mouches des fruits dans la zone d'étude.....	30
3.4.2.2 Calcul du taux d'infestation des fruits (Ti)	30
3.4.2.3 Calcul du taux d'émergence (Te).....	30
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION	31
4.1 Résultats	31
4.1.1 Plantes hôtes des mouches de fruits	31
4.1.1.1 Niveaux d'infestation spatio-temporelle des fruits-hôtes (toutes dates et toutes localités confondues).....	31
4.1.1.2 Impact de l'espèce de la plante hôte sur le taux d'émergence des mouches de fruits (toutes localités et toutes dates confondues).....	32
4.1.2 Tephritidae responsables des attaques des fruits.....	32
4.1.2.1 Espèces des mouches de fruits et diversité de leurs plantes-hôtes (tous sites confondus).....	32
4.1.2.2 Abondance et distribution spatio-temporelle des différentes espèces de Tephritidae dans les fruits (toutes espèces de fruits, toutes localités et dates confondues)	34
4.1.2.3 Relation entre espèce de plante hôte et espèce de mouches des fruits.....	34

4.1.2.4 Distribution spatiale des populations de <i>Bactrocera dorsalis</i> , <i>Ceratitis cosyra</i> et <i>Zeugodacus cucurbitae</i> dans les différents fruits (toutes dates et toutes espèces de fruits confondues)	35
4.1.2.5 Evolution temporelle de la population de <i>Bactrocera dorsalis</i> , <i>Ceratitis cosyra</i> et <i>Zeugodacus cucurbitae</i> dans les fruits (toutes localités confondues).	36
4.1.3 Parasitoïdes indigènes des mouches de fruits	37
4.1.3.1 Nombre moyen des parasitoïdes en fonction des plantes-hôtes (toutes dates et toutes localités confondues)	37
4.1.3.2 Diversité des parasitoïdes indigènes associés aux mouches des fruits.....	37
4.1.3.3 Evolution temporelle du nombre de parasitoïdes (toutes localités et toutes espèces de fruits confondues).....	38
4.1.3.4 Relation entre les espèces de parasitoïdes et les espèces de mouches de fruits	38
4.1.4 Diversité des mouches de fruits capturées	39
4.1.5 Fluctuation des populations des principales espèces de Tephritidae capturées (tous biotopes et toutes localités confondues).....	39
4.1.5.1 Fluctuation des populations de <i>Bactrocera dorsalis</i>	39
4.1.5.2 Fluctuation des populations de <i>Ceratitis cosyra</i>	40
4.1.5.3 Fluctuation des populations de <i>Zeugodacus cucurbitae</i>	40
4.1.6 Importance des populations des principales espèces des mouches de fruits par localité (tous biotopes et dates confondues).	42
4.1.6.1 Importance des populations de <i>Bactrocera dorsalis</i> dans les localités.....	42
4.1.6.2 Importance des populations de <i>Ceratitis cosyra</i> dans les localités	42
4.1.6.3 Importance des populations de <i>Zeugodacus cucurbitae</i> dans les localités	42
4.1.7 Effet du biotope sur la répartition des différentes espèces de mouches de fruits par localité	43
4.1.7.1 Effet du biotope sur la répartition des différentes espèces de mouches de fruits à Badara.....	43
4.1.7.2 Effet du biotope sur la répartition des différentes espèces de mouches de fruits à Bama.....	44

4.1.7.3	Effet du biotope sur la répartition des différentes espèces de mouches de fruits à Bandougou	44
4.1.7.4	Effet du biotope sur la répartition des différentes espèces de mouches de fruits à Banfora	45
4.1.7.5	Effet du biotope sur la répartition des différentes espèces de mouches de fruits à Bérégadougou.....	45
4.1.7.6	Effet du biotope sur la répartition des différentes espèces de mouches de fruits à Dinderesso	46
4.1.7.7	Effet du biotope sur la répartition des différentes espèces de mouches de fruits à Kourignon.....	46
4.1.7.8	Effet du biotope sur la répartition des différentes espèces de mouches de fruits à Toussiana.....	47
4.2.	Discussion	47
4.2.1	Importance des espèces de plantes-hôtes dans la reproduction des Tephritidae.....	47
4.2.2	Diversité des parasitoïdes indigènes des mouches de fruits.....	49
4.2.3	Gamme des mouches de fruits présentes dans l'ouest du Burkina Faso	49
4.2.4	Effet du biotope sur la distribution spatiale des mouches de fruits.....	50
4.2.5	Effet des plantes-hôtes sur la fluctuation des mouches de fruits.....	51
CONCLUSION ET PERSPECTIVES		53
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....		55

DEDICACE

Je dédie le présent mémoire :

- A MES PARENTS **KIENOU Damy** et **DEMBELE Sanihan Marguerite**.

Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez. Puisse Dieu, le tout puissant, vous accordé santé, bonheur et longue vie ;

- A MA GRAND-MERE **KIENOU Véronique**.

Merci pour tes prières et conseils.

Que le Seigneur t'accorde une longue vie pleine de santé ;

- A la mémoire du Dr **DAKOUO Dona**

mon maître de stage qui,

malheureusement, nous a quitté trop tôt le 07 Janvier 2017.

J'aurai tant aimé que vous soyez présent.

Que la terre vous soit légère ;

- Aux familles **KIENOU**, **DEMBELE** et **DAKOUO**.

REMERCIEMENTS

Le présent mémoire est le fruit des efforts conjugués de plusieurs personnes. Nous saisissons cette occasion pour leur adresser nos sincères remerciements. Nous disons particulièrement merci:

- au **Dr Jacob SANOU**, Directeur Régional de l'INERA-Ouest au moment de notre arrivée, pour notre accueil au sein de la station de recherche de Farako-Bâ, de même qu'au **Dr Ibrahima OUEDRAOGO**, actuel Directeur Régional de l'INERA-Ouest ;
- au **Dr Remy A. DABIRE**, Chargé de recherche, notre Maître de stage. Votre constante disponibilité, vos critiques et suggestions nous ont permis de nous améliorer. Sans votre aide, l'étude n'aurait pas abouti. Nous vous en sommes reconnaissant ;
- au **Pr Irénée SOMDA**, Professeur titulaire à l'Institut du Développement Rural (IDR), notre Directeur de mémoire. Vos critiques et suggestions ont été judicieusement exploitées pour l'amélioration de la qualité scientifique du document ;
- à **Mme Rabièta SIMDE**, Ingénieur de recherche au Centre National de Spécialisation en Fruits et Légumes (CNS-FL). Vous êtes pour nous, un « Co-maître de stage ». Malgré la présence des serpents et autres dangers dans cette brousse, vous nous y avez guidé lors de la collecte des données. Merci également pour vos suggestions et votre soutien moral au cours de la conduite de cette étude ;
- au **Dr Karim NEBIE**, Attaché de recherche au CNS-FL, pour avoir analysé nos données, pour nous avoir appuyé dans la réalisation de la carte de notre zone d'étude et porter des corrections et suggestions pour l'amélioration du document. Votre attachement au travail bien fait est un exemple pour nous ;
- au **Dr Massimiliano VIRGILIO**, Taxonomiste des mouches des fruits au Musée Royal d'Afrique Centrale de Tervuren, pour nous avoir initié à l'identification des mouches des fruits ;
- à **M. Issaka ZIDA**, Doctorant au CNS-FL, pour vos critiques et suggestions qui ont surtout permis de prendre en compte certains paramètres de l'agroforesterie ;
- à tous les membres de « l'équipe mouches des fruits » du CNS-FL. Nous remercions particulièrement les observateurs spécialisés de terrain, **Boukari OUEDRAOGO**, **Zézouma SANOU** et **Adama SOW** pour leur soutien dans les collectes des données. Nous remercions également les chauffeurs qui nous ont conduits sur le terrain ;
- au personnel enseignant de l'IDR, nous vous disons merci pour la qualité de l'enseignement reçu. Merci à vous, camarades de la 40^{ème} promotion de l'IDR pour la

cohésion et le partage d'idées. Merci également à **Stanislas FAHO**, élève ingénieur à l'Institut des Sciences de l'Environnement et du Développement Rural, Option Agronomie, stagiaire au CNS-FL.

Que **Dieu tout puissant** récompense tout un chacun au centuple de ses bienfaits.

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

DDVP: Dichlorvos (0, 0 –dimethyl-0-(2, 2-dichloro) phosphate)

DPAAH: Direction Provinciale de l'Agriculture et des Aménagements Hydrauliques

CIRAD: Centre de Coopération International de Recherche Agronomique pour le Développement

COLEACP: Comité de Liaison Europe-Afrique-Caraïbes-Pacifique

CNS-FL: Centre National de Spécialisation en fruits et légumes.

FAO: Food and Agriculture Organization

FTD: Flies per Trap per Day

GPS: Global Positioning System

IDR: Institut du Développement Rural

IITA: International Institut of Tropical Agriculture

IN.E.R.A: Institut de l'Environnement et de Recherches Agricole

ITC: International Trade Centre

OMS: Organisation mondiale de la Santé

SOSUCO: Société Sucrière de la Comoé

UNB: Université Nazi Boni

LISTE DES TABLEAUX

	Pages
Tableau I : Caractéristiques des vergers sélectionnés.....	23
Tableau II : Caractéristiques des formations végétales sélectionnées	24
Tableau III : Plantes hôtes et mouches des fruits associées	33
Tableau IV : Abondance des espèces de Tephritidae dans les fruits (toutes espèces de plantes hôtes et toutes dates confondues)	34
Tableau V : Densité moyenne des mouches de fruits dans les fruits suivant l'espèce de la plante-hôte.....	35
Tableau VI : Répartition de <i>Bactrocera dorsalis</i> , <i>Ceratitis cosyra</i> et <i>Zeugodacus cucurbitae</i> en fonction des localités	36
Tableau VII : Matrice des coefficients de corrélation (R) entre les parasitoïdes et Tephritidae	38
Tableau VIII : Espèces de mouches des fruits capturées	39
Tableau IX : Importance des trois principales espèces de Tephritidae dans les localités.....	43
Tableau X : Effet du biotope sur la distribution des espèces de mouches de fruits dans la localité de Badara.....	43
Tableau XI : Effet du biotope sur la distribution des espèces de mouches des fruits dans la localité de Bama	44
Tableau XII : Effet du biotope sur la distribution des espèces de mouches de fruits dans la localité de Bandougou.....	44
Tableau XIII : Effet du biotope sur la distribution des espèces de mouches de fruits dans la localité de Banfora	45
Tableau XIV : Effet du biotope sur la distribution des espèces de mouches de fruits dans la localité de Bérégadougou	45
Tableau XV : Effet du biotope sur la distribution des espèces de mouches de fruits dans la localité de Dinderesso	46
Tableau XVI : Effet du biotope sur la distribution des espèces de mouches de fruits dans la localité de Kourignon	46
Tableau XVII : Effet du biotope sur la distribution des espèces de mouches de fruits dans la localité de Toussiana	47

LISTE DES FIGURES

	Pages
Figure 1 : Cycle de développement de <i>Bactrocera dorsalis</i> (Gomina, 2015).....	5
Figure 2 : Cycle de développement pré imaginal des parasitoïdes de Tephritidae (CIRAD, 2013)	13
Figure 3 : Situation de la zone d'étude et localisation des différents biotopes d'étude	16
Figure 4 : Evolution des moyennes mensuelles de la pluviométrie et du nombre	19
Figure 5 : Evolution des moyennes mensuelles de la pluviométrie et du nombre	19
Figure 6 : Evolution des moyennes mensuelles de la pluviométrie et du nombre	19
Figure 7 : Niveau d'infestation des fruits des différentes plantes hôtes des mouches des fruits	31
Figure 8 : Taux d'émergence des mouches de fruits en fonction de l'espèce de la plante hôte	32
Figure 9 : Evolution des niveaux de concentration des principales espèces de Tephritidae dans les fruits suivant la période de collecte des fruits.....	37
Figure 10 : Evolution du nombre de parasitoïdes en fonction du temps (toutes localités et toutes espèces de fruits confondues).....	38
Figure 11 : Evolution du nombre moyen d'individus de <i>Bactrocera dorsalis</i> par piège/jour	41
Figure 12 : Evolution du nombre moyen d'individus de <i>Ceratitis cosyra</i> par piège/jour.....	41
Figure 13 : Evolution du nombre moyen d'individus de <i>Zeugodacus cucurbitae</i> par piège/jour	41

LISTE DES PHOTOS ET PLANCHES

	Pages
Photo 1: Matériel de piégeage des mouches de fruits (Photo: KIENOU T., 2017).....	26
Photo 2: Disposition d'un piège pour le suivi des populations de Tephritidae dans les biotopes (Photo : KIENOU T., 2017)	28
Planche 1 : (a) Piqûre des mouches des fruits ; (b) mangue contenant des larves des mouches des fruits (OUEDRAOGO, 2011)	7

LISTE DES ANNEXES

	Pages
Annexe 1: Quelques caractéristiques des fruits incubés au laboratoire.....	lxii
Annexe 2: Fiche d'identification des mouches et parasitoïdes issus des fruits incubés.....	lxiv
Annexe 3: Fiche d'identification des mouches capturées	lxv

RESUME

Les mouches des fruits (Diptera: Tephritidae) constituent, au Burkina Faso, l'une des principales contraintes au développement de la filière fruitière. L'objectif du présent travail est d'étudier l'écologie de ces ravageurs dans les perspectives de mise au point d'une stratégie de lutte. Il s'est agi d'une part de faire le point sur la diversité des mouches des fruits, d'identifier leurs plantes hôtes, leurs parasitoïdes indigènes et d'autre part leurs zones préférentielles de concentration à l'ouest du Burkina Faso. Ainsi, trois (3) provinces ont été choisies dans la région de l'Ouest reconnue pour son potentiel de production des fruits au Burkina Faso. Dans ces provinces, huit (8) localités dont 3 dans la province du Houet, 3 dans la province du Kéné Dougou et 2 dans la province de la Comoé ont abrité les sites d'étude. Dans chaque localité, une formation végétale naturelle et un verger ont servi de sites d'étude. Dans chaque site, huit (8) pièges de type Tephri-Trap fonctionnant avec quatre (4) types de paraphéromones ont été installés pour capturer les mouches des fruits. Par ailleurs, les fruits de toutes espèces végétales présentes sur les sites ont été échantillonnés et incubés au laboratoire. Les résultats ont montré qu'au total, seize (16) espèces de mouches des fruits, appartenant à cinq (5) genres de Tephritidae, ont été rencontrées. Parmi ces espèces, *Dacus humeralis* et *Trirhithrum validum* ont été détectées au Burkina Faso pour la première fois au cours de la présente étude. Les principales espèces que sont *Bactrocera dorsalis*, *Ceratitis cosyra* et *Zeugodacus cucurbitae* se sont concentrées respectivement dans les localités de Kourignon, Bandougou et Dinderesso. Il est ressorti des incubations des fruits qu'il existe douze (12) espèces de plantes-hôtes des mouches des fruits à l'ouest du Burkina Faso. Parmi ces plantes hôtes, sept (7) ont hébergé six (6) espèces de parasitoïdes dont quatre (4) espèces de parasitoïdes indigènes associées à *C. cosyra* et une espèce associée à *B. dorsalis*. L'analyse de l'importance des fruits de toutes les plantes-hôtes attaquées indique que les espèces *C. cosyra*, *B. dorsalis* et *Z. cucurbitae* méritent une attention particulière et nécessitent une étude plus approfondie. Ces résultats fournissent donc des informations non négligeables à prendre en compte dans les méthodes de lutte à préconiser.

Mots clés : Tephritidae, plantes-hôtes, parasitoïdes indigènes, lutte biologique, Burkina Faso.

ABSTRACT

In Burkina Faso, fruit flies (Diptera: Tephritidae) are one of the main constraints to the development of the fruit sector. The objective of this work is to study the ecology of these pests in order to develop a control strategy. The aim was to assess the diversity of fruit flies, to identify their host plants, their indigenous parasitoids and, moreover, their preferential zones of concentration in western Burkina Faso. Three (3) provinces were selected in the Western Region, which is recognized for its fruit production potential in Burkina Faso. In these provinces, eight (8) localities, including three in the province of Houet, three in the province of Kénédougou and two in the province of Comoé, housed the study sites. In each locality, vegetation and orchards were used as study sites. In each site, eight (8) Tephri-Trap traps operated with parapheromones were installed to capture fruit flies. In addition, the fruits of all plant species present on the sites were sampled and incubated in the laboratory. The results showed that a total of sixteen (16) fruit fly species including two new, *Dacus humeralis* and *Trirhithrum validum* were detected in Burkina Faso for the first time in this study. The main species that are *Bactrocera dorsalis*, *Ceratitis cosyra* and *Zeugodacus cucurbitae* focused respectively in the localities of Kourignon, Bandougou and Dinderesso. Fruit incubations showed that there are twelve (12) host plant species of fruit flies in western Burkina Faso. These plant host, seven (7) are located six (6) parasitoid species which four (4) indigenous parasitoid species associated with *C. cosyra* and species associated with *B. dorsalis*. Analysis of the importance of fruits of all attacked host plants indicates that the species *C. cosyra*, *B. dorsalis* and *Z. cucurbitae* deserve special attention and require further study. These results provide significant information therefore to take in account in the methods for struggle to recommend.

Keywords: Tephritidae, host plant, native parasitoids, biological control, Burkina Faso.

INTRODUCTION

Le secteur horticole joue un rôle socio-économique très important dans les pays d'Afrique sub-Saharienne (NGAMO *et al.*, 2010). Les cultures fruitières et maraichères constituent une alternative à la production céréalière. En effet, les fruits et légumes contribuent à la lutte contre la faim, la malnutrition (par l'autoconsommation de ces produits) et la pauvreté (par leur transformation et commercialisation). Ces produits peuvent remplacer les céréales, dans l'alimentation, pendant les périodes de soudure (VAYSSIERE *et al.*, 2008). Ils occupent une place importante dans les régimes alimentaires des populations, de par leur richesse en sels minéraux et en vitamines. Selon OMS/FAO (2014), la consommation quotidienne des fruits et légumes pourrait aider à prévenir les maladies cardiovasculaires et certains types de cancers.

Au Burkina Faso, les filières fruits et légumes emploient plus de 400 000 personnes et rapportent plus de 10 milliards de francs CFA par an à l'économie nationale (ANONYME, 2016). L'arboriculture fruitière, au Burkina Faso, est dominée par le manguier (*Mangifera indica* L.) et l'anacardier (*Anacardium occidentale* L.). L'exportation des produits horticoles est essentiellement dirigée vers le marché européen. Les demandes de ce marché sont croissantes et très exigeantes en matière de qualité (produits certifiés, produits bio) (ITC, 2011). La filière fruitière, au Burkina Faso, en particulier la mangue joue un rôle important dans l'économie. Cependant, elle est minée par des contraintes d'ordres biotiques et abiotiques. En effet, le vieillissement des vergers de manguiers, la baisse de la fertilité des sols, les aléas climatiques, les maladies et les bio-agresseurs constituent des contraintes limitant cette filière. Parmi ces contraintes, l'impact des bio-agresseurs en général et celui des mouches des fruits en particulier est devenu, ces dernières années, le plus important (OUEDRAOGO, 2002 ; SHARMAL *et al.*, 2015). Dans les années 2004, l'introduction et la dissémination de *Bactrocera dorsalis* Hendel en Afrique de l'Ouest a augmenté l'importance des dégâts sur la mangue (ITC, 2011). Selon OUEDRAOGO (2011), ces mouches des fruits peuvent causer, dans un verger, une perte de plus de 80% de la production de mangue. Aussi, qualifiés d'insectes de quarantaine en Europe, ces ravageurs sont la cause de nombreuses interceptions de mangues destinées à l'exportation. Ceci cause un grave préjudice économique à la filière mangue, principal moteur économique du secteur horticole en Afrique de l'Ouest (CTA, 2013).

Pour résoudre cette contrainte liée aux mouches des fruits, des stratégies de lutte ont été développées et vulgarisées auprès des producteurs. Il s'agit de la lutte prophylactique, la lutte chimique, la lutte biologique, l'utilisation des attractifs alimentaires et la lutte intégrée. Malgré

ces stratégies de lutte, la population des mouches des fruits continue de proliférer. Alors, nous émettons l'hypothèse selon laquelle une meilleure connaissance de l'écologie à travers l'étude de la diversité spécifique des populations, leurs répartitions spatio-temporelles, l'importance des plantes-hôtes de ces ravageurs, permettront de bien conjuguer de façon efficace l'utilisation de l'ensemble de ces méthodes de lutte et obtenir des résultats satisfaisants. Au Burkina Faso, l'écologie des mouches des fruits n'est pas encore totalement maîtrisée. En effet des études préliminaires ont été menées sur les facteurs climatiques (OUEDRAOGO, 2011) et les plantes-hôtes et zones refuges des mouches des fruits (OUEDRAOGO *et al.*, 2010 et SIMDE, 2013). Toutefois, les récents développements des stratégies de lutte engagée par les acteurs avec l'appui de l'Etat, ajoutés aux phénomènes de changement climatique récurrent, rendent encore très complexe le phénomène de contrôle de ces ravageurs. L'Afrique est la région natale de plus de 900 espèces de mouches des fruits (MOHAMED *et al.*, 2016). Selon les mêmes auteurs, des espèces parasitoïdes d'hyménoptères indigènes ont évolué avec ces mouches des fruits, ce qui fait de l'Afrique une source précieuse de parasitoïdes à utiliser dans le contrôle biologique classique des mouches des fruits surtout dans ce contexte de changement climatique. Malheureusement, aucune étude n'a été réalisée sur les auxiliaires indigènes des mouches des fruits dans l'Ouest du Burkina Faso d'où la nécessité de réactualiser les informations scientifiques en intégrant cette dimension écologique large à travers le thème : « **contribution à la connaissance de l'écologie des mouches des fruits (Diptera : Tephritidae) : rôle des plantes-hôtes, des zones refuges et des ennemis naturels dans leur prolifération dans l'Ouest du Burkina Faso** ». Cette étude a pour objectif principal de contribuer à l'amélioration des connaissances sur l'écologie des mouches des fruits afin de développer une lutte intégrée efficace et durable contre ces ravageurs. Pour atteindre cet objectif, nous nous sommes fixés quatre objectifs spécifiques à savoir : (i) identifier les plantes-hôtes alternatives des mouches des fruits, dans le bassin fruitier du Burkina Faso, (ii) identifier les zones qui hébergent les mouches des fruits en période hors production de mangues, (iii) inventorier les espèces de mouches des fruits et (iv) les hyménoptères parasitoïdes indigènes qui leur sont associés dans l'Ouest du Burkina Faso.

Les hypothèses de recherche sont formulées comme suit :

- 1 : il existe plusieurs espèces fruitières qui sont infestées par les mouches des fruits en période hors saison de mangues et constitue un moyen de refuge aux populations résiduelles qui réinfectent rapidement la mangue en période de production ;
- 2 : la dynamique des populations des mouches de fruits en période hors production de mangues varie en fonction des caractéristiques floristiques des sites ;

3 : il existe une diversité de mouches de fruits dans l'Ouest du Burkina Faso ;

4 : les ennemis naturels indigènes ne sont pas en mesure de réguler le niveau des populations des mouches de fruits, soit à cause de leur absence, leur inefficacité ou à cause des activités néfastes de l'homme.

Le présent mémoire est structuré en trois chapitres. Le premier chapitre fait le point sur la bio-écologie des mouches des fruits et leurs parasitoïdes. Le deuxième chapitre présente la zone d'étude, le matériel et les méthodes utilisées. Les résultats, discussion et perspectives sont présentés dans le troisième chapitre.

CHAPITRE I : BIO-ÉCOLOGIE DES MOUCHES DES FRUITS ET DE LEURS PARASITOÏDES

1.1 Mouches des fruits

1.1.1 Systématique des mouches des fruits

Les mouches des fruits appartiennent à la famille des Tephritidae qui regroupe plus de 4500 espèces répertoriées dans le monde. Connues sous le nom de Tephritidae frugivores, elles représentent 38% (soit 500 genres) de la famille des Tephritidae (WHITE et ELSON-HARRIS, 1992). Plus de 200 espèces sont d'importance économique.

Au Burkina Faso, trois genres de Tephritidae d'importance économique ont été identifiés. Il s'agit des genres *Ceratitis*, *Bactrocera* et *Dacus* (OUEDRAOGO, 2011). Selon le même auteur, ces trois (3) genres regroupent 18 espèces dont deux sont dominantes ; *B. dorsalis* et *C. cosyra*. La systématique des mouches des fruits se présente de la manière suivante :

Règne: Animal ;

Embranchement: Arthropodes ;

Classe: Insectes ;

Ordre: Diptères ;

Sous ordre: Brachycères ;

Infra ordre: Muscomorpha (Cyclorrhapha) ;

Section (Division): Schizophora ;

Super famille: Tephritoidae ;

Famille: Tephritidae.

1.1.2 Biologie et cycle de développement des mouches des fruits

1.1.2.1 Biologie des mouches des fruits

Les mouches des fruits sont des insectes holométaboles. Les femelles et les mâles des mouches des fruits possèdent respectivement une paire d'ovaires et de testicules (WILLIAMSON, 1989). Selon GOMINA (2015), la femelle de *B. dorsalis* a 41 ovarioles par ovaire. En général, les Daciné (Tephritidae) polyphages ont un nombre d'ovarioles compris entre 35 et 40 et supérieur à celui des oligophages et monophages dont le nombre d'ovarioles varie entre 8 et 25 (FITT, 1990). Le nombre d'œufs pondus fluctue avec l'âge. La période de ponte maximale de *B.*

dorsalis (17 œufs par jour) se situe entre le 11^{ème} et le 28^{ème} jour de leur émergence. Ces femelles peuvent pondre 770 œufs avec un taux de fertilité pouvant atteindre 96% (GOMINA, 2015).

1.1.2.2 Cycle de développement des mouches des fruits

Le cycle de développement des Tephritidae se déroule en plusieurs étapes (Figure 1). La durée de ces étapes diffère suivant les espèces, les conditions climatiques et le fruit-hôte (OUEDRAOGO, 2011 ; HASFI *et al.*, 2016). Selon VAYSSIERES *et al.* (2010), à 25°C de température et 75% d'humidité relative, le cycle biologique des Tephritidae se déroule comme suit : les femelles pondent leurs œufs dans les fruits. Ces œufs éclos, au bout de 2 à 3 jours, pour donner des larves (asticots). Ensuite, trois stades larvaires se succèdent pendant 5 à 15 jours. Une fois le troisième stade larvaire terminé, la larve migre dans le sol pour s'y nymphoser. Le stade nymphal dure 8 à 12 jours. Lorsque l'adulte est prêt à émerger, il perfore la cuticule de la chrysalide pour s'échapper. Les mouches nouvellement émergées sont sexuellement immatures. Les mâles acquièrent leur activité sexuelle environ 3–4 jours après émergence et les femelles environ 6–8 jours après. Les mâles matures sont attirés par la phéromone émise par les femelles. La femelle s'accouple une seule fois dans sa vie. L'accouplement a lieu essentiellement la nuit (entre 18h et 6h) et permet le développement des ovocytes chez la femelle après fécondation avec un spermatozoïde (GOMINA, 2015). En fonction des hôtes, l'expérience de vie des adultes varie entre 40 et 90 jours (EKESI et BILLAH, 2006).

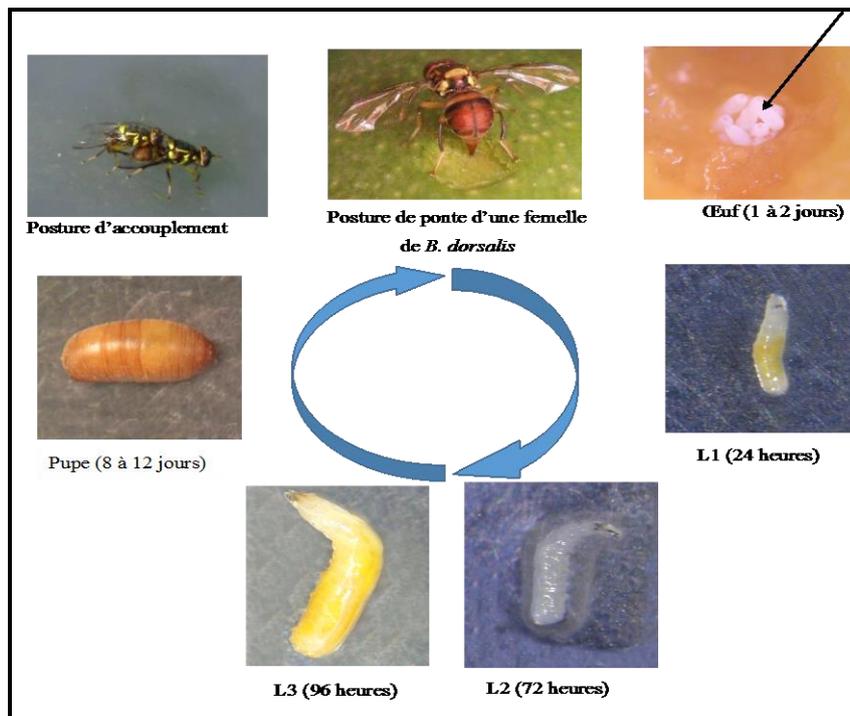


Figure 1: Cycle de développement de *Bactrocera dorsalis* (GOMINA, 2015)

1.1.3 Ecologie et distribution des mouches des fruits

Les climats chauds et secs sont favorables au développement de la tribu des cératites. Les cératites ont en général une population maximale pendant la saison sèche. Par contre leur effectif chute avec la hausse de l'humidité relative induite par la pluie (OUEDRAOGO, 2011). En revanche, certains genres de mouches des fruits sont peu abondants en saison sèche dans la zone soudanienne. La combinaison de l'humidité relative élevée et de basse température offre des conditions favorables au développement des genres *Bactrocera* et *Dacus*. Cependant, le développement de *B. dorsalis* est compromis à des températures inférieures à 13°C (VAYSSIERES *et al.*, 2006). Selon les mêmes auteurs, la baisse de l'humidité de l'air couplée à la hausse de la température entraîne la diminution des populations des espèces du genre *Bactrocera* et *Dacus*.

Les mouches des fruits sont présentes partout dans le monde à l'exception des régions polaires (HANCOCK, 2008 ; MILLE et HANCOCK, 2009). Leur répartition n'est pas homogène ni régulière dans l'espace et dans le temps. Elle est régie par des facteurs biotiques et abiotiques. La distribution des mouches des fruits est influencée par la température, l'humidité relative de l'air (KONTA *et al.*, 2015), l'environnement floristique (OUEDRAOGO, 2011), la présence ou l'absence de fruits-hôtes, de parasitoïdes et de prédateurs (KONTA *et al.*, 2015), et l'altitude du milieu (DEGUINE *et al.*, 2012).

1.1.4 Ennemis naturels des mouches des fruits

Tous les stades de développement des mouches des fruits sont sujets à des agressions d'autres organismes. Ces organismes sont des prédateurs, des parasites et des entomopathogènes. Parmi les prédateurs, on peut citer les fourmis du genre *Oecophylla* qui sont remarquables par leur agressivité envers d'autres insectes. Cette agressivité fait du genre *Oecophylla* l'un des genres de fourmis les plus efficaces en lutte biologique (WAY et KHOO, 1992). En effet, ces fourmis s'attaquent aux larves ainsi qu'aux imagos des mouches des fruits. Aussi de par leur odeur laissée sur les fruits, les fourmis rouges repoussent-elles les femelles des mouches des fruits (ADANDONON *et al.*, 2015). L'espèce *Oecophylla loginoda* Latreille influence l'abondance de *C. cosyra* et de *B. dorsalis* dans les vergers (VAN *et al.*, 2009). Les mouches des fruits sont aussi des proies pour des prédateurs tels que les perce-oreilles, certains carabes et araignées (DE GIUDICI, 2014).

Les principaux parasites sont: *Fopius arisanus* Sonan, *Psytalia fletcheri* Silvestri, *Opius humilis* Silvestri, *Diachasma tryoni* Cameron et *Dirhinus giffardii* Silvestri (LAFARGUE, 2015). On note aussi la présence de parasitoïdes indigènes au Togo (GOMINA, 2015). Ces

parasitoïdes parasitent les stades pré-imagos des mouches des fruits. Ceci conduit à une perturbation de la physiologie de la mouche parasitée puis à sa mort (DE GIUDICI, 2014).

1.1.5 Incidence économique des mouches des fruits

Les femelles des mouches des fruits sont responsables des dégâts en pondant leurs œufs dans les fruits. Les larves issues de ces œufs se nourrissent de la pulpe et accélèrent la maturation des fruits. Celles-ci entraînent la pourriture puis la chute prématurée des fruits qui deviennent impropres à la consommation. Les trous de ponte des mouches des fruits favorisent l'entrée d'autres organismes (bactéries, champignons...) dans les fruits. Ces organismes accélèrent la putréfaction des fruits en stockage (DEGUINE *et al.*, 2013). Il en résulte des conséquences socio-économiques néfastes dont la baisse des apports nutritionnels aux populations, la baisse des revenus des producteurs et commerçants ainsi que la chute des recettes d'exportation des pays touchés. Les mouches des fruits induisent aussi une augmentation des coûts de production. En effet, l'Australie dépense annuellement plus de 20 millions USD pour le traitement des cultures afin de lutter contre les mouches des fruits (COLEACP, 2008). Aussi le coût des traitements de mangues à l'eau chaude dépasse annuellement US\$ 1 million (ANEM, 2010). Les mesures de prévention d'introduction des mouches des fruits entraînent des dépenses dans les pays importateurs des fruits. En Nouvelle-Zélande, les budgets de mise en quarantaine atteignaient 4,8 millions USD en 1995. La détection d'un seul fruit infesté à l'arrivée, entraîne le renvoi du lot entier dans le pays d'origine ou l'incinération de ce lot aux frais de l'expéditeur. Si le nombre de saisies est important, le pays peut être mis sous embargo (EPPO A1 List 2013). Ainsi, les mouches de fruits causent des pertes chez l'exportateur. Cela peut conduire à la perte de marché d'exportation du pays producteur.

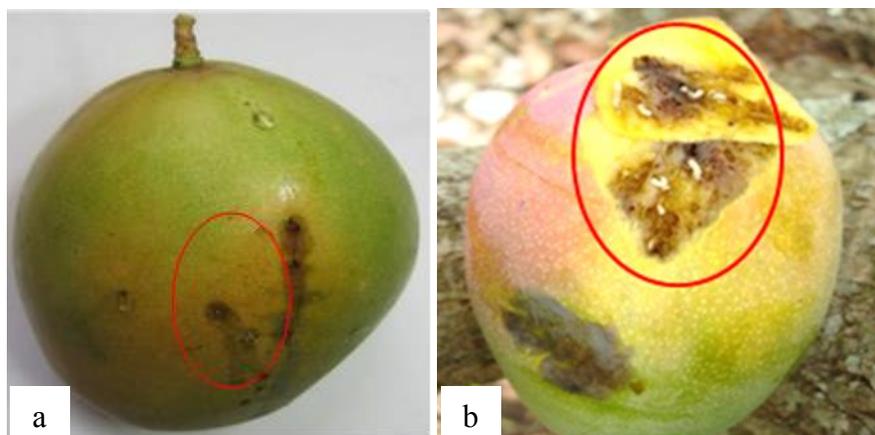


Planche 1 : (a) Piqûre des mouches des fruits ; (b) mangue contenant des larves des mouches des fruits (OUEDRAOGO, 2011)

1.1. 6 Stratégies de lutte contre les mouches des fruits

Les stratégies de lutte contre les mouches des fruits peuvent être classées en lutte préventive et lutte curative.

1.1.6.1 Lutte préventive

- **Culture de variétés précoces:** elle consiste à planter des variétés précoces. Les variétés précoces de manguiers, Amélie et Kent, subissent moins de pression des mouches des fruits par rapport aux variétés de fin saison comme la variété Brooks (OUEDRAOGO, 2011).
- **L'ensachage des fruits:** il permet de mettre les fruits à l'abri des attaques des mouches de fruits en les emballant dans des sachets. Mais cette technique pose des problèmes de mains d'œuvre et économiques (ALLAN *et al.*, 2011).
- **La récolte précoce de fruits:** la plupart des mouches des fruits sont très attirées par les fruits murs (ALLAN *et al.*, 2011). Il faut donc récolter ces fruits dès qu'ils atteignent leur maturité physiologique pour limiter les dégâts.
- **La lutte législative:** les facteurs tels que le changement climatique et la mondialisation des échanges augmentent le risque d'introduction de nouveaux bio-agresseurs dans des zones jusque-là indemnes (FONTAGNE *et al.*, 2001). Pour éviter l'entrée de ces organismes pathogènes dans leur territoire, certains Etats ont mis en œuvre des mesures protectionnistes à travers des contrôles phytosanitaires pointus au niveau des frontières.

1.1.6.2 Lutte curative

- **Utilisation d'insecticide:** elle consiste à effectuer un traitement partiel ou total de la plantation à l'aide d'un insecticide homologué (le Succès appât et le Proteus). Le GF-120 (Succès appât) est une suspension concentrée, à base de 0,24 g/L de spinosad et des substances alimentaires (protéines, sucre, arôme de fruits). Il est utilisé pour lutter contre les mouches des fruits en production biologique. Pour traiter 1ha de plantation, il est recommandé de diluer 1 L de Succès appât dans 5 L d'eau. Le traitement par taches doit être effectué sur les feuilles. Cette opération doit être renouvelée tous les 7 jours (DE GIUDICI, 2014).

Pour ce qui est du Proteus, sa matière active peut être du thiaclopride ou de la deltaméthrine. Cet insecticide est appliqué à la dose de 75 g/ha. Le Proteus a un temps

de rémanence de 15 jours. Il est donc conseillé de l'appliquer dès la phase de grossissement des fruits. Ceci permet d'éviter des résidus de l'insecticide dans les fruits. D'autres insecticides tels que le fenthion, le malathion et le trichlorion sont utilisés dans la lutte contre les mouches des fruits. Ils doivent être appliqués en début de maturation des mangues (DE GIUDICI, 2014).

L'utilisation d'insecticide chimique reste la méthode la plus efficace. Malheureusement, le contrôle des mouches des fruits par l'utilisation massive d'insecticide de synthèse a des effets néfastes sur l'homme et son environnement mais également économique puisque les marchés sont devenus de plus en plus exigeants et orientés vers les certifications bio. En effet, des études épidémiologiques suggèrent un lien de causalité entre certaines maladies chroniques chez l'homme et l'exposition prolongée aux pesticides (BOILEAU, 2015). Le contrôle des mouches des fruits basé exclusivement sur la protection chimique a montré ses limites (MARQUIER *et al.*, 2014). Ces produits détruisent les insectes utiles ; ce qui engendre la recrudescence de certains ravageurs jusqu'alors secondaires (CTA, 2013).

- **Le piégeage de masse des mâles ou « Male Annihilation Technique (MAT) » des mouches des fruits par les paraphéromones** se fait à l'aide de pièges contenant une paraphéromone (Terpényl acétate, Trimédllure, Cuelure,...) associée à une plaquette d'insecticide (la Deltaméthrine ou le Dichlorvos (DDVP)). Dans le verger, les pièges (au moins 10 pièges par hectare) sont installés deux (2) mois avant la période d'attractivité des fruits (CTA, 2013). Le Timaye qui est une combinaison de méthyl eugénol et de la Deltaméthrine est utilisé pour réduire l'effectif des mâles de *B. dorsalis*. D'après le guide du CTA (2013), il faut placer 10g de Timaye par poste. La densité des postes varie entre 45 et 75 postes/ha en fonction du niveau de parasitisme. Les pièges doivent être en place dans des zones connues comme refuge en saison sèche. Le piégeage de masse des mâles réduit la population des mouches des fruits en diminuant leur reproduction. Il limite les dégâts en début de saison de production (CTA, 2013).
- **Le piégeage de masse des mouches des fruits par les attractifs alimentaires** : pour lutter contre les mouches des fruits, des attractifs alimentaires locaux ont été développés. Il s'agit de la levure de bière traditionnelle, de la drêche de brasserie traditionnelle (dolo) et de la drêche de brasserie moderne (ILBOUDO, 2013). Une plaquette d'insecticide est combinée à ces attractifs pour tuer les mouches capturées dans les pièges de fabrication locale. Ces pièges locaux sont confectionnés à l'aide des bouteilles plastiques vides

(DAKOUO *et al.*, 2015). Selon les mêmes auteurs, il est recommandé de placer 10 à 40 pièges par hectare dès la nouaison des fruits.

- **La sanitation** : les mesures prophylactiques reposent sur la collecte et la destruction des fruits attaqués à travers l'enfouissement, l'ensachage ou l'incinération. Ces méthodes ne sont pas compatibles avec l'action des parasitoïdes. L'*augmentorium* constitue une alternative à ces méthodes de lutte. Il empêche une ré-infestation de la plantation par une nouvelle génération de mouches, tout en favorisant la lutte biologique par les parasitoïdes. La méthode prophylactique permet une réduction du taux d'infestation des mangues de 35% (NDIAYE *et al.*, 2015). Aussi, le succès de la lutte antiparasitaire, comme la pulvérisation d'appâts protéinés empoisonnés, dépende des bonnes mesures sanitaires. En effet, NDIAYE *et al.* (2015), en associant la prophylaxie au GF-120, ont obtenu une réduction du taux d'infestation de 42%.
- **Utilisation de parasitoïdes** : plusieurs espèces de parasitoïdes sont utilisées pour contrôler les mouches des fruits. Une étude réalisée au Sénégal par NDIAYE *et al.* (2015) a révélé que les lâchers de *F. arisanus*, dans un verger de manguiers, entraînent une réduction de 1,6 à 2,6% des populations de *B. dorsalis*.
- **Utilisation de prédateurs** : le contrôle naturel des mouches des fruits peut se faire par des lâchers massifs et saisonniers de prédateurs indigènes ou introduits. Dans la lutte biologique, les espèces *Oecophylla smaragdina* Fabricius et *O. longinoda* sont les principales espèces du genre *Oecophylla* utilisées. Ces espèces sont efficaces sur 18 familles d'insectes ravageurs de huit cultures horticoles (PENG et CHRISTIAN, 2010) dont l'anacardier et le manguiers. L'efficacité de ces prédateurs a été prouvée par plusieurs études menées en Afrique de l'Ouest. Au Bénin, ATIVOR *et al.* (2012) ont montré que la présence de *O. longinoda*, dans les vergers d'agrumes, entraîne une baisse des dégâts de 6 à 10%. La présence de cette espèce de prédateur dans les vergers de manguiers fait chuter les taux de pertes de 24% (VAN *et al.*, 2007).
- **Utilisation d'entomopathogènes** : certains microorganismes pathogènes comme les champignons parasites du genre *Metharhizium* sont utilisés pour lutter contre les mouches des fruits. Des études réalisées par BOKONON-GANTA *et al.* (2010) ont révélé que *Metharhizium anisopliae* Metchnikoff cause un taux de mortalité élevé chez *B. dorsalis*.
- **Utilisation des mâles stériles** : selon BLUM *et al.* (2015), elle consiste à élever en masse les mâles des mouches de fruits et à les stériliser. Les mâles stériles ainsi obtenus sont lâchés dans les zones peuplées par les mouches des fruits pour s'accoupler avec les

féelles. Cela entraîne une augmentation de la proportion des accouplements improductifs. Il en résulte une décroissance des effectifs des mouches des fruits de génération en génération.

- **La lutte intégrée** : la mise en œuvre de la méthode de lutte intégrée dans la zone de production des fruits est nécessaire pour le contrôle des mouches des fruits (CTA, 2013). Cette méthode consiste à combiner plusieurs techniques de lutttes compatibles. CUGALA *et al.* (2012) ont obtenu une réduction de la densité de *B. dorsalis* de 93,5% dans un verger de manguiers. En effet, ces auteurs ont combiné les techniques de piégeage en utilisant des appâts, l'utilisation de biopesticides à base de champignons (*M. anisopliae*) et de l'assainissement du verger avec l'augmentorium.

1.2 Plantes-hôtes des mouches des fruits

Les plantes constituent pour les mouches des fruits une source alimentaire, un abri et un lieu de ponte. Ces plantes sont dites hôtes lorsqu'elles permettent un développement complet des stades pré-imaginaux des mouches des fruits. Selon le degré de spécialisation de leur régime alimentaire, les Tephritidae peuvent être classés en trois catégories : les monophages, les oligophages et les polyphages. Les espèces monophages se nourrissent uniquement de plantes appartenant à une seule espèce, les espèces oligophages s'alimentent sur une seule famille de plantes et les polyphages se nourrissent sur des plantes appartenant à plusieurs familles et ordres. Le degré de spécialisation des phytophages peut évoluer au cours du temps et varier selon les zones géographiques (FLETCHER, 1989).

1.2.1 Description

Selon VAYSSIERES *et al.* (2009), les fruits qui hébergent les œufs et les larves de Tephritidae peuvent être regroupés en quatre classes :

- les fruits-hôtes primaires : ils subissent des dégâts très importants et permettent le développement de populations très importantes des mouches des fruits ;
- les fruits-hôtes secondaires : ils subissent des dégâts importants et permettent le développement de populations importantes des mouches des fruits ;
- les fruits-hôtes tertiaires : ils subissent des dégâts légers et permettent le développement de faibles populations des mouches des fruits ;

- les fruits-hôtes accidentels : ils subissent des dégâts occasionnels et permettent le développement de très faibles populations des mouches des fruits.

1.2.2 Relation entre les Tephritidae et leurs plantes-hôtes

La localisation et l'acceptation de l'hôte font partie du processus de sélection du fruit-hôte. L'attractivité des fruits vis-à-vis des femelles des Tephritidae est sous l'influence de plusieurs facteurs dont l'espèce de la plante-hôte, le stade de développement du fruit, sa composition chimique, sa couleur et sa structure. Pour certaines espèces hôtes, les fruits sont très attractifs juste après leur nouaison. C'est le cas des jeunes fruits de *Cucumis melo* L. qui attirent plus les femelles de *Z. cucurbitae* que les fruits matures. Contrairement au *C. melo*, ce sont les mangues mures qui attirent plus les femelles de *B. dorsalis* (TOULASSI, 2014).

1.3 Parasitoïdes des mouches des fruits

1.3.1 Systématique

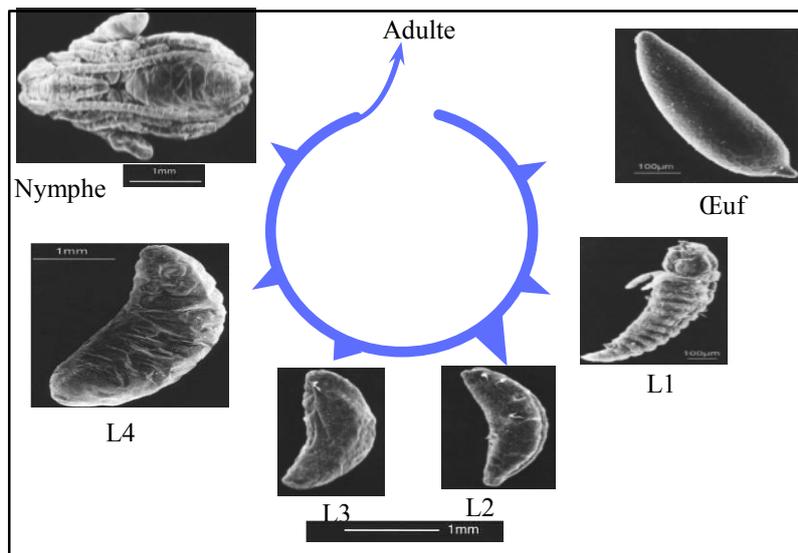
Les parasitoïdes sont des organismes dont le développement, de l'œuf et de la larve, s'effectue au sein d'un autre organisme dit « hôte ». Ce développement conduit à la mort de leur hôte. Les parasitoïdes peuvent être des insectes, des nématodes, des champignons, des bactéries, etc... Les insectes parasitoïdes sont les plus répandus. Les 87 000 espèces d'insectes parasitoïdes répertoriées sont réparties dans six ordres : Hymenoptera (67 000), Diptère (15 600), Coléoptère (4 000), Névroptère (50), Lépidoptère (10) et Trichoptère (1). Les familles d'hyménoptères couramment utilisées en lutte biologique sont les Braconidae, les Ichneumonidae, les Eulophidae, les Pteromalidae, les Encyrtidae et les Aphelinidae (WAJNBERG et RIS, 2007).

1.3.2 Bio-écologie des parasitoïdes des Tephritidae

1.3.2.1 Biologie et cycle de développement des parasitoïdes des Tephritidae

Les adultes des parasitoïdes des mouches de fruits sont aillés et de petite taille. Ils sont généralement libres et mobiles. Leurs paramètres biologiques sont influencés par certains facteurs dont l'hôte et l'environnement. La durée de vie et celle du développement (Figure 2) des parasitoïdes varient avec les conditions agroclimatiques. En effet, sur *B. dorsalis*, la longévité de *D. tryoni* est environ 36 jours et la durée de son développement 18 jours environ. Le nombre d'œufs pondus par *D. tryoni* est environ 115 (KADIO *et al.*, 2016).

Une femelle parasitoïde récemment émergée recherche des habitats accessibles et potentiellement colonisés par ses hôtes. Selon GOUBAULT (2003), les caractéristiques visuelles, acoustiques et olfactives de l'habitat de l'hôte permettent sa détection par les femelles parasitoïdes. Une fois fécondée, la femelle de parasitoïde recherche un hôte pour y pondre ses œufs. Les mécanismes impliqués dans les étapes pré-ovipositionnelles reposent sur les caractéristiques écologiques des niches occupées et les caractéristiques comportementales des deux partenaires. Ces mécanismes vont déterminer la capacité des femelles parasitoïdes à découvrir et à attaquer leurs hôtes. En effet, certaines plantes émettent, en cas d'attaques par des phytophages, des molécules caractéristiques appelées synomones, qui peuvent être détectées par des parasitoïdes pour trouver un habitat infesté par leurs hôtes (TURLINGS et TUMLINSON, 1992). C'est pourquoi les parasitoïdes sont considérés comme des spécialistes tandis que les prédateurs sont généralement des généralistes. Les parasitoïdes peuvent s'attaquer aux œufs, aux larves, aux pupes ou aux imagos de leurs hôtes.



*L1 : premier stade larvaire ; L2 : deuxième stade larvaire ; L3 : troisième stade larvaire
L4 : quatrième stade larvaire.*

Figure 2: Cycle de développement pré imaginal des parasitoïdes de Tephritidae (CIRAD, 2013)

1.3.2.2 Ecologie des parasitoïdes

Les parasitoïdes ne vivent que sur l'aire de répartition de leurs hôtes. Les facteurs climatiques, la diversité du paysage, les ennemis naturels et les pratiques de l'homme influencent la diversité et l'abondance des hyménoptères parasitoïdes. Ces derniers sont sensibles aux températures extrêmes. En effet, le taux de parasitisme diminue si les températures sont inférieures à 15°C ou supérieures à 30°C. La présence de source alimentaire (le nectar, du pollen ou d'autres

substances sucrées) est déterminante pour la survie des adultes. Le travail du sol détruit les parasitoïdes; il enfouit dans le sol les stades pré imaginaires des parasitoïdes. Leurs adultes sont très sensibles aux produits phytosanitaires (SULLIVAN, 1987).

1.3.3 Éthologie des parasitoïdes

Un hôte peut héberger un ou plusieurs parasitoïdes. On parle de parasitoïdes solitaires, lorsqu'un seul parasitoïde se développe à partir de l'hôte, et de parasitoïdes grégaires, lorsque plusieurs parasitoïdes se développent à partir du même hôte (VAN et BELLOWS, 1996). Dans leur milieu de vie, les parasitoïdes peuvent entrer en compétition pour l'exploitation des ressources alimentaires et pour l'hôte. Selon GOUBAULT (2003), l'hôte est la ressource la plus importante pour laquelle les femelles sont en concurrence.

Les parasitoïdes sont aussi attaqués par d'autres parasitoïdes. Ces derniers sont nommés hyperparasitoïdes dont certains sont obligatoires et d'autres facultatifs (SULLIVAN, 1987).

1.3.4 Relation entre les parasitoïdes et les mouches des fruits

Les parasitoïdes localisent, parasitent et se développent dans les larves des mouches des fruits (LAFARGUE, 2015). On distingue deux (2) groupes de parasitoïdes, les idiobiontes et les Koïnobiontes, en fonction de la durée de leur interaction avec l'hôte. Les idiobiontes, selon GREATHEAD *et al.* (1992), tuent et exploitent rapidement leur hôte. Alors que les Koïnobiontes entraînent de manière différée, la mort de leur hôte, en le paralysant et/ou en se développant en son sein (ASKEW et SHAW, 1986).

Lorsqu'une femelle de parasitoïde pond dans son hôte, l'organisme de celui-ci peut développer un système de défense pour enkyster l'œuf du parasitoïde et interrompre son développement. POYET *et al.* (2013) ont observé cette réaction chez *Drosophila suzukii* Matsumura. Ces auteurs ont observé un taux d'encapsulation de 10% des drosophiles infestés.

La larve du parasitoïde peut ensuite éviter la réaction immunitaire de son hôte soit en développant des mécanismes de défense, soit en détruisant le système immunitaire de l'hôte (GOUBAULT, 2003).

La diversité spécifique des parasitoïdes est la résultante de leurs interactions avec leurs hôtes, souvent issues d'une co-évolution parasitoïde-hôte. Contrôlant de manière naturelle les populations d'insectes phytophages, la spécificité des parasitoïdes est un atout pour leur utilisation en lutte biologique (BECHER, 2015).

1.3.5 Importance des parasitoïdes dans le contrôle des mouches des fruits

La lutte biologique emploie une diversité d'organismes. Les insectes parasitoïdes sont les plus exploités (GOUBAULT, 2003). Leur grande utilisation se justifie d'une part, par leur mode de reproduction particulier et des adaptations qui l'accompagnent, et d'autre part, par le rôle important que jouent ces organismes en lutte biologique. *F. arisanus* et *D. tryoni* sont deux des parasitoïdes des Tephritidae les plus efficaces en milieu tropical (KADIO *et al.*, 2016 ; VARGAS *et al.*, 2016). Les lâchers de ces parasitoïdes, dans des vergers de manguiers, ont permis une réduction de l'infestation des mangues. Les mangues en provenance du verger témoin sont 5 à 6 fois plus infestées que ceux des vergers traités. Aussi, suite à l'action de *F. arisanus*, observe-t-on une baisse du taux d'émergence de 92 à 39% des pupes échantillonnées (CIRAD, 2013).

1.4 Zones de refuges des mouches des fruits

1.4.1 Définition d'une zone de refuge

Les mouches des fruits répondent aux fluctuations des températures de l'environnement. Ces ravageurs se déplacent vers des zones dont les températures leurs sont favorables. Dans le contexte de changement climatique, ces zones de refuges constituent un aspect important dans la dynamique spatio-temporelle des mouches des fruits.

1.4.2 Caractéristiques d'une zone de refuge des mouches des fruits

Les zones de refuges des mouches des fruits sont caractérisées par la végétation et les activités humaines. En effet, la végétation crée un microclimat qui influence la dynamique des Tephritidae. L'humidité, facteur déterminant de l'abondance de la majorité des Tephritidae, est aussi influencée par le couvert végétal (TOULASSI, 2014). L'homme, de par ses activités, modifie l'environnement. En effet, les plantes ornementales mises en place par l'homme peuvent produire des fruits-hôtes alternatifs pour les mouches des fruits. La ville réunit les facteurs abiotiques (l'humidité relative, la température) et biotiques (fructification de plantes aux fruits charnus) qui permettent de maintenir des populations de *B. dorsalis* en saison sèche selon SIMDE (2013).

CHAPITRE II : MATÉRIEL ET MÉTHODES

3.1 Présentation de la zone et des biotopes d'étude

3.1.1 Localisation des biotopes d'étude

Nos travaux ont été conduits dans les provinces du Houet, de la Comoé et du Kéné Dougou. Ces provinces constituent la principale zone productrice des fruits et légumes au Burkina Faso. Elles sont situées à l'ouest du Burkina Faso. La province du Houet est limitée à l'ouest par la province du Kéné Dougou, et au Sud par la province de la Comoé. La province du Kéné Dougou fait frontière, à l'Ouest avec la République du Mali. La province de la Comoé fait frontière au Sud avec la République de la Côte d'Ivoire. Le Mali et la Côte d'Ivoire, pays frontaliers du Burkina Faso, occupent une place importante dans la production et l'exportation de fruits et légumes en Afrique de l'Ouest.

Pour la conduite de cette étude, huit (8) localités ont été choisies à cause de l'importance de la filière fruitière dans ces localités. Il s'agit de Bama, Toussiana, Dinderesso dans la province du Houet ; de Badara, Bandougou, Kourignon dans la province du Kéné Dougou; de Banfora, et Bérégadougou dans la province de la Comoé. Dans chacune de ces localités, deux biotopes (vergers et formations végétales) ont été sélectionnés pour suivre la dynamique des mouches de fruits et inventorier leurs parasitoïdes et plantes-hôtes (Figure 3).

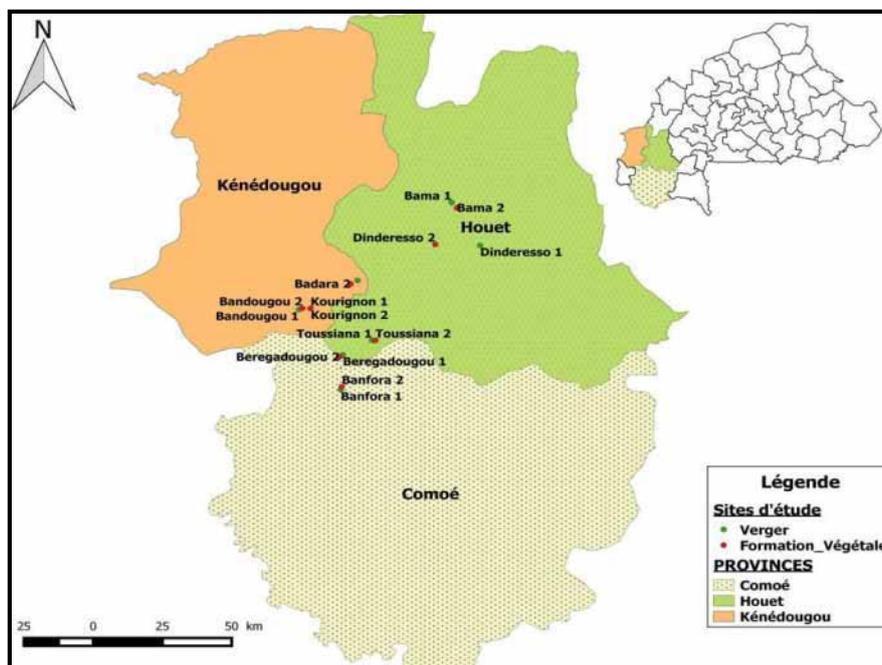


Figure 3: Situation de la zone d'étude et localisation des différents biotopes d'étude

2.1 Milieu physique et facteurs climatiques de la zone d'étude

2.1.1 Relief et hydrographie

La province du Kéné Dougou est constituée, en grande partie, de plateaux d'altitude moyenne de 450 m. On y observe une grande étendue de plaines. Ces plaines sont parcourues par les fleuves Mouhoun, Comoé et Léraba qui y prennent leur source (BENE, 2011).

Le relief de la Comoé est constitué essentiellement de plateaux et des plaines avec une dominance des plateaux. Leur altitude moyenne est de 450 m et l'ensemble est légèrement incliné vers le sud. Les plaines sont vastes et parcourues par d'importants cours d'eau dont la Comoé et la Léraba qui coulent de manière permanente toute l'année. La province de la Comoé est située dans le bassin du fleuve Comoé et celui de la Léraba. Le Lakoba et le Pa sont les principaux affluents de la Comoé. La Léraba est constituée de deux branches essentielles : la Léraba orientale et la Léraba occidentale. Le Nord-Est de la province est drainé par les affluents de la Bougouriba. Sur ces cours d'eau, plus d'une vingtaine d'ouvrages hydrauliques ont été édifiés. Ces ouvrages ont permis le développement de la culture irriguée (BENE, 2011).

Dans le bassin du Kou, les aménagements hydro-agricoles couvrent une superficie totale de près de 2.000 ha. Il s'agit de périmètres privés maraîchers et horticoles. Le bassin versant du Kou est relativement riche en ressources en eau : plusieurs sources, une rivière pérenne et une nappe phréatique peu profonde. Ce petit bassin (1.800 km²) couvre un périmètre de riz irrigué aménagé et plusieurs zones agricoles en pleine expansion (WELLENS, 2014).

2.1.4 Végétation

La combinaison de la bonne pluviométrie et des sols qui sont d'assez bonne qualité, offre des conditions favorables à l'éclosion d'un couvert végétal consistant avec des espèces ligneuses diverses. On rencontre plusieurs types de formations végétales dans le Kéné Dougou. La savane boisée qui couvre le Sud et une partie du département de Samorogouan. La savane arborée; elle se rencontre surtout dans la partie Nord et Nord-Ouest de la province

Il existe plusieurs types de formations végétales dans la province de la Comoé :

- la savane boisée : elle couvre la plupart des plaines, surtout à l'est, au centre et au sud-ouest. La strate se situe entre 5 et 15 m et renferme des essences telles que *P. biglobosa*, *Pтелиopsis suberosa*, Engl. & Diels., *V. paradoxa*, *Terminalia avicennioides* Guill. & Perr., *Bombax costatum* Pellegr & Vuillet (kapokier), *Adansonia digitata* L. (baobab) ;
- la savane arborée: elle se situe dans la partie Nord, Nord-Ouest et sur les plateaux gréseux.

- la forêt claire: elle est présente au Sud et au Nord-Est de la province. La strate se situe entre 15 et 20 m. Elle enferme des essences telles que *Azelia africana* Smith ex Pers., *Daniellia oliveri* Hutch. & Dalz., *Kaya senegalensis* (Desr.) A. Juss., *Acacia seyal* Del. ;
- la forêt galerie: elle s'étend le long des cours d'eau qui parcourent la province. Les espèces rencontrées sont: *Antiaris africana* Lersch, *Berlinia grandiflora* (Vahl) Hutch. Dalziel et autres ;
- le Tapis graminéen : les espèces graminéennes sont très variées et on peut citer entre autres: *Andropogon gayanus* Kunth, *Pennisetum pedicellatum* Trin (BENE, 2011).

3.1.5 Caractéristiques pluviométriques des provinces d'étude

3.1.5.1 Province de la Comoé

L'évolution de la pluviométrie dans la province de la Comoé (figure 4) au cours de l'année 2016 a été caractérisée par une longue saison des pluies. Cette saison s'est étendue sur neuf (9) mois ; de mars en novembre. Le mois d'août (333,6 mm) a été le plus arrosé avec. Une hauteur d'eau de 1077,4 mm avec 89 jours de pluie a été enregistrée au cours de cette campagne.

3.1.5.2 Province du Houet

La figure 5 donne l'évolution de la pluviométrie dans la province du Houet, enregistrée au cours de la campagne 2016. Cette figure indique que la saison des pluies s'est étalée sur six (6) mois ; d'avril à septembre. Les mois les mieux arrosés étaient respectivement août (261,6 mm) et septembre (225,3 mm). Une hauteur d'eau de 923,4 mm avec 57 jours de pluie a été enregistrée au cours de cette campagne.

3.1.5.3 Province du Kéné Dougou

Cette province est caractérisée par deux saisons. Une saison pluvieuse qui couvre huit mois (avril-novembre) et une saison sèche de quatre (4) mois. La saison pluvieuse 2016 a enregistré une hauteur d'eau de 1174 mm avec 67 jours de pluie (figure 6). Les mois les plus arrosés étaient respectivement septembre (356 mm) août (328,2 mm).

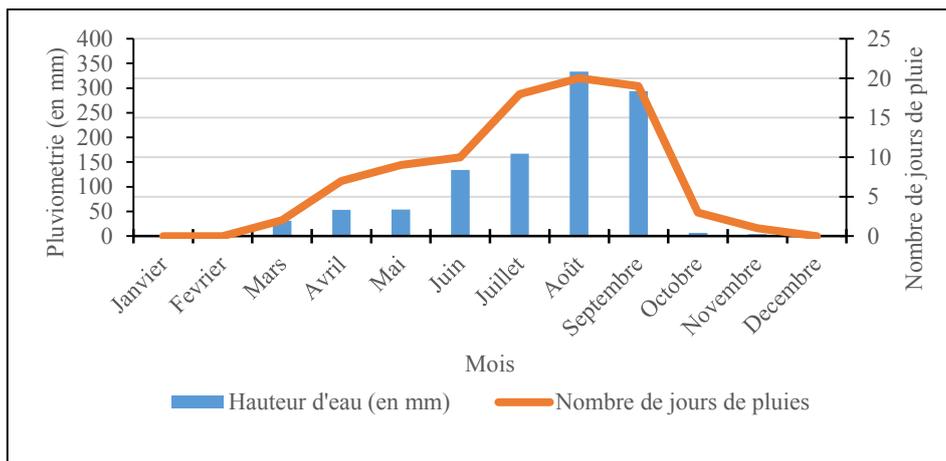


Figure 4 : Evolution des moyennes mensuelles de la pluviométrie et du nombre de jours de pluie au cours de l'année 2016, dans la Comoé au Burkina Faso

Source : SN-SOSUCO

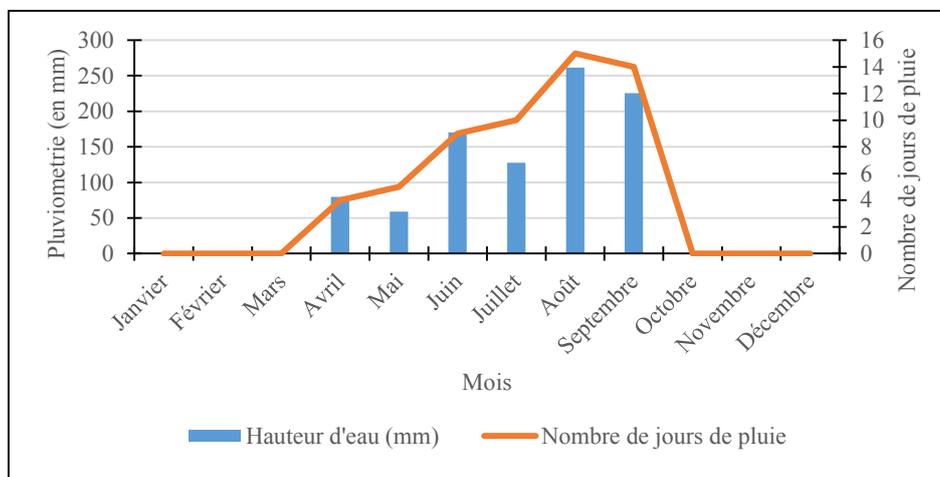


Figure 5 : Evolution des moyennes mensuelles de la pluviométrie et du nombre de jours de pluie au cours de l'année 2016, dans le Houet au Burkina Faso

Source : Station pluviométrique de Farakoba

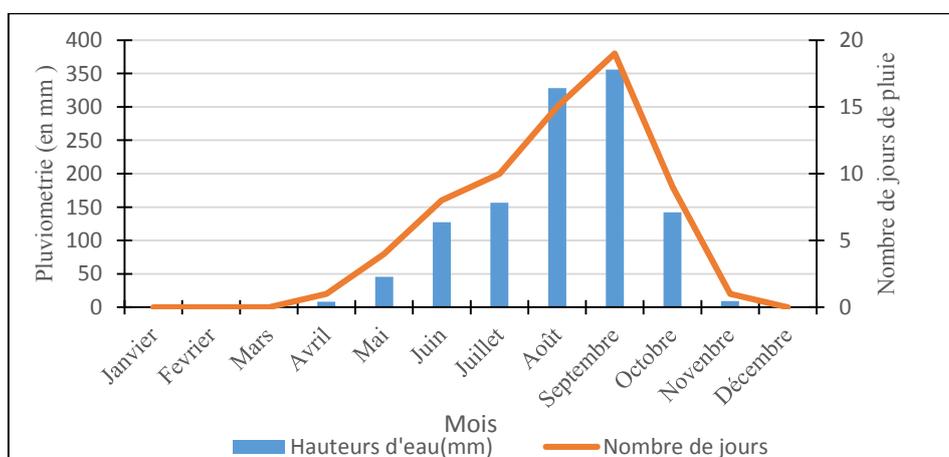


Figure 6 : Evolution des moyennes mensuelles de la pluviométrie et du nombre de jours de pluie au cours de l'année 2016, dans le Kénédougou au Burkina Faso.

Source : Station pluviométrique/DPAAH-Kénédougou, 2016

3.1.2 Choix des biotopes d'étude

Deux (2) biotopes dont une formation végétale (formation végétale naturelle ou Parc agroforestier) et un verger ont été choisis dans chacune des localités. Ce choix a été effectué après une prospection préliminaire d'essais réalisée du 20 au 22 Juillet 2016. Le choix des biotopes s'est opéré en prenant en compte les critères suivants : une distance d'au moins un (1) km entre le verger et la formation végétale de chaque localité ; l'accessibilité des biotopes ; l'accord du propriétaire du biotope ; la présence d'arbres fruitiers et une superficie d'au moins 1 ha. En plus, chacun des vergers sélectionnés est isolé d'autres vergers.

3.1.3 Caractéristiques des vergers sélectionnés

Les vergers retenus pour cette étude sont tous des vergers de manguiers à l'exception de celui de Bama qui est un verger de *Citrus*. D'une superficie comprise entre 1 et 2 ha, ces vergers sont tous situés à proximité des cours d'eau à l'exception du verger de Banfora. Dans les vergers de Bama et de Bérégadougou un système d'irrigation goutte à goutte est utilisé par les producteurs. On note la pratique de cultures intercalaires dans les vergers de Banfora et de Bérégadougou. L'association des manguiers aux cultures maraichères a été observée dans les vergers de Dinderesso, Kourignon, Bérégadougou et Toussiana. Les courgettes (*Cucurbita pepo* L.), les concombres (*Cucumis sativus* L.), la tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) et les aubergines (*Solanum melongena* L.) étaient les spéculations mises en place dans ces vergers. Les caractéristiques des vergers sont consignées dans le tableau I.

3.1.4 Caractéristiques des formations végétales sélectionnées

Les formations végétales choisies sont des parcs à *V. paradoxa* à l'exception de celles de Kourignon, de Bandougou et de Bérégadougou qui sont des jachères. Les cultures annuelles mises en place dans les parcs agroforestiers sont essentiellement le bissap (*Hibiscus sabdariffa* L.) à Banfora et le niébé (*Parkia biglobosa* (Jacq.) R.Br.) à Bama, Dinderesso et Badara. Dans les jachères, on rencontre d'autres espèces ligneuses comme le marula (*Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst.), *Sarcocephalus latifolius* (Smith) Bruce, l'abricot sauvage (*Landolhia heudelotii* A.), *Saba senegalensis* (A.DC.) Pichon et le karité (*Vitellaria paradoxa* Gaetan.F). Les principales espèces herbacées rencontrées sont *Andropogon gayanus* Kunth et *Schizachyrium exile* Hochst. Les caractéristiques des différentes formations végétales sont résumées dans le tableau II.

Tableau I : Caractéristiques des vergers sélectionnés

Provinces	Localités	Cultivar	Age (ans)	Superficie (ha)	Ecartement	Espèces végétales en bordure du verger
Comoé	Banfora	Brooks, Amélie	23	1	10m x 10m	<i>Azadirachta indica</i>
	Bérégadougou	Brooks Amélie	19	2	10m x 10m	<i>Cucurbita pepo, Solanum lycopersicon. Solanum melongena, Saba senegalensis, Sarcocephalus latifolius</i>
Houet	Bama	<i>Citrus sp</i>	16	2	10m x 5m	<i>Mangifera indica</i> (Brooks), <i>Azadirachta indica</i>
	Dinderesso	Brooks, Springfield, Amélie	26	2	Irrégulier	<i>Saba senegalensis</i> <i>Tectona grandis</i> <i>Azadirachta indica</i>
	Toussiana	Brooks, Springfield, Amélie	25	2	Irrégulier	<i>Annona senegalensis,</i> <i>Guirra senegalensis,</i> <i>Andropogon gayarnus</i> <i>Cucurbite pepo</i>
Kéné Dougou	Badara	Brooks, Lippens, Amélie	16	2	10m x 10m	<i>Vitellaria paradoxa</i> <i>Schizachyrium exile</i>
	Bandougou	Brooks, amélie, Lippens	20	2	Irrégulier	<i>Psidium guajava</i> <i>Citrus sinensis</i>
	Kourignon	Brooks, Amélie, Sabre, kent, keit	22	1,5	10m x 10m	<i>Psidium guajava, Ficus ingens, Borassus akeasii, Annona senegalensis</i>

Tableau II : Caractéristiques des formations végétales sélectionnées

Espèces végétales	Formations végétales							
	Banfora	Bérégadougou	Bama	Dinderesso	Toussiana	Badara	Bandougou	Kourignon
<i>Annona senegalensis</i> Pres.	-	+	+	-	+	+	+	+
<i>Borassus akeassii</i> Bayton, Ouédraogo et Guinko	-	+	-	+	+	+	+	-
<i>Blighia sapida</i> K.D.Koenig	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Tamarindus indica</i> L.	-	+	+	+	-	+	-	+
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh	-	-	+	+	-	-	-	-
<i>Ficus ingens</i> Miq.	-	-	+	-	+	+	+	-
<i>Lanea velutina</i> (A. Rich.) Oliv.	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Landolphia heudelotii</i> A.	-	-	-	-	+	+	+	+
<i>Parkia biglobosa</i> (Jacq.) R.Br.	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Saba senegalensis</i> (A.DC.) Pichon	-	+	+	-	+	+	+	+
<i>Sarcocephalus latifolius</i> (Smith) Bruce	-	-	-	-	+	+	+	+
<i>Sclerocarya birrea</i> (A. Rich.) Hochst.	-	+	+	-	-	+	+	-
<i>Strychnos innocua</i> Del.	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Strychnos spinosa</i> Lam.	+	-	-	-	-	-	-	+
<i>Tectona grandis</i> L. f	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Vitellaria paradoxa</i> Gaetan.F	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Vitex doliana</i> Sweet	-	-	-	+	-	-	-	-
Richesse spécifique	3	7	8	7	8	11	9	10

NB : + = présence de l'espèce végétale dans la formation végétale ; - = absence de l'espèce végétale dans la formation végétale.

3.2 Matériel

3.2.1 Matériel végétal

Au cours cette étude réalisée du 20 juillet 2016 au 21 décembre 2016, nos observations ont porté sur les fruits charnus de toutes les plantes fruitières cultivées et sauvages rencontrées dans les sites d'étude (annexe 1).

3.2.2 Matériel animal

Toutes les espèces des mouches des fruits (Tephritidae) et les insectes qui émergent des fruits incubés (parasitoïdes) ont été pris en compte au cours de cette étude.

3.2.3 Matériel de piégeage

Le piégeage des mouches des fruits a été fait à l'aide du piège de type Tephri Trap (photo 1). C'est un cylindre vertical en polyéthylène de 15 cm de haut et de 12 cm de diamètre à la base et peut contenir un liquide jusqu'à 450 ml. Ce type de piège dispose d'une base jaune.

Nous avons disposé dans chaque piège une paraphéromone sexuelle (pour attirer les mouches mâles) et une plaquette d'insecticide (pour tuer les mouches capturées) fournis par « International Parapheromone Shop ». Pour obtenir une meilleure estimation de la diversité des mouches de fruits, quatre (4) types de paraphéromones ont été utilisés. Il s'agit du:

- Méthyl eugénol (ME) ou 4-allylvératrole pour attirer les espèces de mouche des fruits du genre *Bactrocera* ;
- Terpinyl acétate (TA) ou 2-(4-Méthyl-3-cyclohexenyl) -2-propyl pour capturer les espèces de mouches des fruits du genre *Ceratitidis* ;
- Cuelure (CUE) ou 4-(p-hydroxyphényl) -2-butanone acétate qui attire principalement les espèces de mouches des fruits du genre *Dacus* et *Zeugodacus* ;
- Triméd lure (TM) ou *Ceratitidis capitata* lure est un t-butyl-4 (et 5), -chloro-2-methylcyclohexane-1-carboxylate qui attire principalement les mâles du genre *Ceratitidis* (par exemple *C. capitata* Wiedemann et *C. rosa* Karsch).

Les paraphéromones sexuelles utilisées au cours de cette étude ont une durée d'action de 28 à 42 jours. L'insecticide utilisé dans les pièges est le DDVP (0,0 -diméthyl-0-(2,2-dichloro) phosphate). C'est un insecticide organophosphoré. La concentration de sa matière active est de

30% Dichlorvos. Une plaquette de DDVP a pour dimensions 27x10x5 mm. Son poids est d'environ 1,6g. la durée d'action de cet insecticide varie entre 35 à 42 jours.

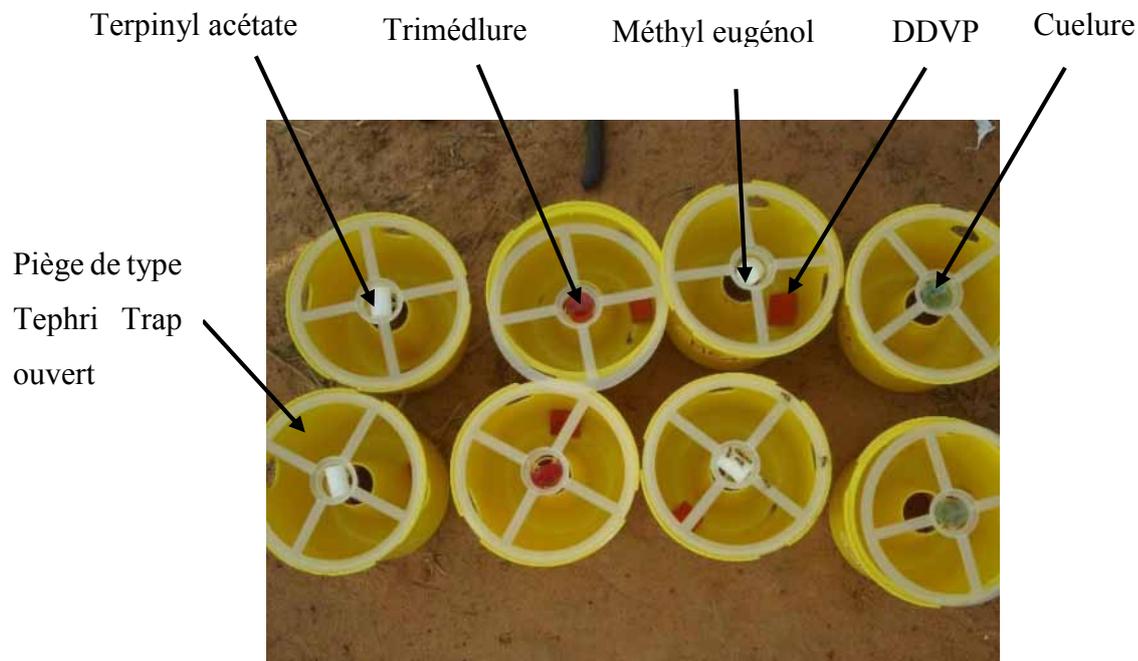


Photo 1: Matériel de piégeage des mouches de fruits (Photo: KIENOU T., 2017)

3.3 Méthodes d'étude

3.3.1 Recensement des espèces végétales présentes dans les biotopes d'étude

Les espèces végétales ligneuses et herbacées présentes sur les biotopes d'études ont été recensées. Cette opération a consisté à identifier les espèces végétales dominantes au cours de notre étude.

3.3.2 Inventaire des plantes hôtes, des espèces de Tephritidae et de leurs parasitoïdes

Dans cette étude réalisée du 20 Juillet au 21 Décembre 2016, deux (2) techniques ont été retenues pour inventorier les espèces des mouches des fruits et leurs parasitoïdes. Il s'agit de la technique de piégeage des mâles à l'aide de paraphéromones ; et celle de l'échantillonnage des fruits et leur mise en incubation (DEGUINE *et al.*, 2012). La technique de piégeage a permis de suivre la dynamique de la population des mouches des fruits. L'incubation des fruits a servi à l'identification des plantes hôtes et à l'inventaire des parasitoïdes des mouches de fruits.

3.3.2.1 Echantillonnage et mise en incubation des fruits

3.3.2.1.1 Echantillonnage des fruits

Pour inventorier les plantes hôtes des Tephritidae et leurs parasitoïdes, et évaluer leurs taux d'infestation, nous avons fait des prélèvements de fruits de toutes les espèces végétales en fructification dans les biotopes. Des prélèvements complémentaires de fruits ont été aussi effectués à la périphérie, à une distance maximale de 30 mètres, des biotopes (DEGUINE *et al.*, 2012). Toutes les deux (2) semaines, un prélèvement aléatoire de trente (30) fruits par espèce végétale a été effectué. Ces fruits ont été directement prélevés sur la plante. Les fruits de la même espèce végétale, du même biotope et de la même localité constituent un échantillon et sont mis dans un seul sac étiqueté. L'étiquette porte les informations suivantes: nom de la localité, du biotope, de l'espèce végétale et la date de collecte. Les fruits ainsi collectés, sont transportés au laboratoire pour y être incubés.

3.3.2.1.2 Mise en incubation des fruits

Les échantillons de fruits ont été pesés individuellement avant leur mis en incubation au laboratoire. Pour permettre le bon déroulement du cycle de développement des insectes hébergés par les fruits, chaque échantillon a été disposé dans une cuvette dont le fond est couvert de sable stérilisé et humidifié. Ce sable est surmonté d'un grillage à grosse maille sur lequel les fruits sont déposés afin de faciliter les observations. Le tout est recouvert d'une toile de mousseline scellée par du caoutchouc pour empêcher de nouvelles infestations des fruits incubés. Les cuvettes ont été doublement étiquetées. L'étiquette porte les informations sur la localité, le biotope, le genre et l'espèce végétale d'origine, la date de collecte et le poids de l'échantillon.

3.3.2.1.3 Suivi des incubations au laboratoire

Durant un (1) mois, des observations ont été effectuées tous les 4 jours sur chaque échantillon de fruits incubés. Un tamisage du sable a été réalisé à l'aide d'un tamis (mailles de 3 mm x 3 mm) afin de collecter les pupes qui s'y trouvent. Les pupes collectées ont été comptées puis transférées dans des boîtes de pétri finement perforées. Chaque boîte de pétri est repérée par une étiquette portant les informations de l'échantillon d'origine et le nombre de pupes collectées. L'ensemble a été mis dans les conditions d'élevage (25°C de température et 75% d'humidité relative), pendant vingt un (21) jours, au laboratoire jusqu'à l'émergence des imagos

(Tephritidae et parasitoïdes). Ces insectes ont été identifiés puis dénombrés par espèce. Les résultats ainsi obtenus ont été enregistrés sur des fiches d'identification (annexe 2).

3.3.2.2 Piégeage de détection des mouches des fruits

Pour évaluer la diversité spécifique et suivre la dynamique des populations des Tephritidae, 128 pièges ont été installés dans 16 biotopes à raison de 8 pièges par biotope. Dans chaque biotope, 4 types de paraphéromone (Terpinyl acétate, Triméd lure, Méthyl eugénol et Cuelure) ont été utilisés. Chaque type de paraphéromone a été placé dans deux (2) pièges. Une combinaison d'une paraphéromone et d'une plaquette d'insecticide DDVP a été introduite dans chaque piège. La paraphéromone et l'insecticide ont été renouvelés tous les 28 jours.

3.3.2.2.1 Mise en place des pièges de détection des mouches des fruits

Une distance de 40 m a été respectée entre deux pièges contenant le même attractif. Les ont été fixés (à 1,5 m du sol) aux branches des arbres fruitiers, sous le houppier, à l'aide d'un fil de fer mou induit de graisse solide pour empêcher la prédation des fourmis tisserandes sur les mouches prises dans les pièges (photo 3). Dans chaque biotope, les pièges ont été disposés selon le dispositif de VAYSSIERES et SINZOGAN (2008). Les pièges ont été étiquetés en inscrivant le nom de la paraphéromone utilisée et le numéro du piège.



Photo 2: Disposition d'un piège pour le suivi des populations de Tephritidae dans les biotopes (Photo : KIENOU T., 2017)

3.3.2.2 Collecte des mouches des fruits capturées dans les pièges

La collecte des mouches des fruits capturées dans les pièges a été réalisée toutes les deux (2) semaines, les pièges ont été relevés dans tous les sites d'étude. A l'aide de pinceaux, les mouches ont été collectées puis mises dans des piluliers contenant de l'alcool à 70°. Les piluliers ont été doublement étiquetés au préalable avant d'être utilisés. Les informations suivantes ont été inscrites sur les étiquettes: la localité, le biotope, la date de collecte, le nom de la paraphéromone utilisée et le numéro du piège.

3.3.3 Identification des mouches de fruits et de leurs parasitoïdes

Les mouches des fruits capturées dans les pièges ou émergées des fruits incubés ont été identifiées à l'aide d'une clé d'identification des mouches des fruits. Nous avons réalisé l'identification des mouches des fruits et des parasitoïdes à l'aide d'une loupe binoculaire en nous basant sur les caractères morphologiques et les traits ornementaux. Les résultats obtenus ont été enregistré dans une fiche d'identification (annexe 3).

Les parasitoïdes non identifiés ont été envoyés à l'Institut Internationale d'Agriculture Tropicale (IITA) -Centre de lutte biologique au Bénin pour identification.

3.4 Traitement et analyse de données

3.4.1 Logiciels utilisés

Le tableur Excel de Microsoft office 2013 a été utilisé pour saisir les données collectées et pour construire les graphiques. Quant aux analyses statistiques, elles ont été réalisées à l'aide des logiciels GenStat Discovery Edition 4 et IBM-SPSS Statistics 20.

3.4.2 Traitements des données et tests statistiques

L'Analyse de Variance (ANOVA) a été appliquée pour tester l'effet de chaque paramètre (biotopes, localité, plante hôte) sur le niveau des populations des mouches des fruits en présence. Si l'analyse se révèle significative, des tests de comparaisons des moyennes sont utilisés: le t-test lorsqu'il s'agit de deux traitements et le test de Student-Newman-Keuls (SNK) lorsque le nombre de traitements est supérieur à 2 et au seuil de signification alpha égal 0,05.

Aussi, pour mettre en évidence la spécificité des parasitoïdes indigènes, une analyse de Corrélation de Pearson (Rho) a été réalisée au seuil de 5% entre les espèces de Tephritidae et les parasitoïdes.

3.4.2.1 Fluctuation des populations des espèces de mouches des fruits dans la zone d'étude

L'indice journalier de capture (IJC) ou « Flies per Trap per Day » (FTD) donne une estimation du nombre relatif d'adultes de mouches des fruits capturées par piège et par jour. Le FTD est utilisé pour comparer les populations des mouches de fruits à différents emplacements et pour différents laps de temps. Sa valeur est obtenue en divisant le nombre total de spécimens de mouches de fruits capturés par le produit obtenu en multipliant le nombre total des pièges inspectés par le nombre moyen de jours pendant lesquels ceux-ci ont été exposés. Selon l'IAEA (2003), le FTD se calcule en utilisant la formule suivante:

$$FTD = \frac{\text{Nombre total de mouches de la même espèce}}{\text{Nombre de jours d'exposition des pièges sur le terrain} \times \text{nombre de pièges inspectés}}$$

3.4.2.2 Calcul du taux d'infestation des fruits (Ti)

Pour évaluer l'importance des différentes plantes-hôtes dans la reproduction des Tephritidae, le taux d'infestation (Ti) a été calculé. Il est obtenu par la formule ci-dessous (VAYSSIERES *et al.*, 2010) :

$$Ti = \frac{\text{nombre de pupes collectées}}{\text{poids de fruits frais(Kg)}}$$

3.4.2.3 Calcul du taux d'émergence (Te)

Pour évaluer l'effet de la plante-hôte sur l'émergence des mouches de fruits, le taux d'émergence (Te) a été calculé selon la formule suivante :

$$Te = \frac{\text{nombre de pupe éclo}}{\text{nombre total de pupes collectées}}$$

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

4.1 Résultats

4.1.1 Plantes hôtes des mouches de fruits

4.1.1.1 Niveaux d'infestation spatio-temporelle des fruits-hôtes (toutes dates et toutes localités confondues)

La figure 7 montre que douze (12) espèces de plantes dont cinq (5) cultivées et sept (7) sauvages, servent de sites de ponte pour les Tephritidae. Aucune mouche des fruits n'a émergé des fruits des quinze (15) autres espèces de plantes incubées. Les résultats de l'analyse statistique sur le nombre moyen de pupes par kilogramme de fruits ont révélés une différence très hautement significatives ($F=0,62$; $P<0,0001$) entre les différentes plantes-hôtes. Selon le test de Student-Newman-Keuls, les fruits de *C. limon* (4 pupes/kg) et ceux de *L. heudelotii* (3,2 pupes/kg) ont connu des taux d'infestations similaires à ceux de *S. spinosa* (3,14 pupes/kg) au seuil de 5%. Ils ont subi la plus faible infestation. Les fruits de *S. birrea* ont été les plus infestés (433 pupes/kg).

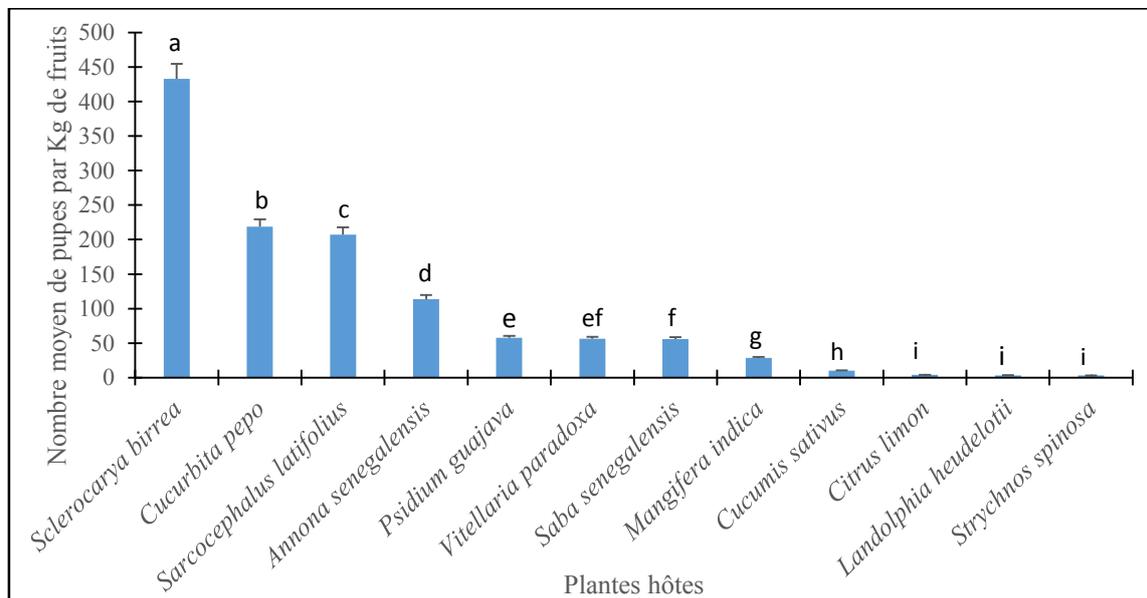


Figure 7 : Niveau d'infestation des fruits des différentes plantes-hôtes des mouches des fruits

NB : les moyennes ayant les mêmes lettres ne diffèrent pas significativement au seuil $\alpha=0,05$ selon le test de Student-Newman-Keuls.

4.1.1.2 Impact de l'espèce de la plante hôte sur le taux d'émergence des mouches de fruits (toutes localités et toutes dates confondues)

Le suivi de l'éclosion des pupes issues des fruits incubés a permis de faire le rapport entre le nombre de pupes écloses et le nombre de pupes collectées. La figure 8 présente le taux d'émergence des Tephritidae par espèce de fruit-hôte. Les analyses statistiques ont présentés des différences significatives entre les taux d'émergence ($F=2$; $P=0,04$) des Tephritidae suivant l'espèce du fruit-hôte. Les pupes issues de *C. sativus* ont eu le taux d'émergence le plus élevé (100%) alors que celles provenant du *C. limon* donnent le plus faible taux d'émergence (33%).

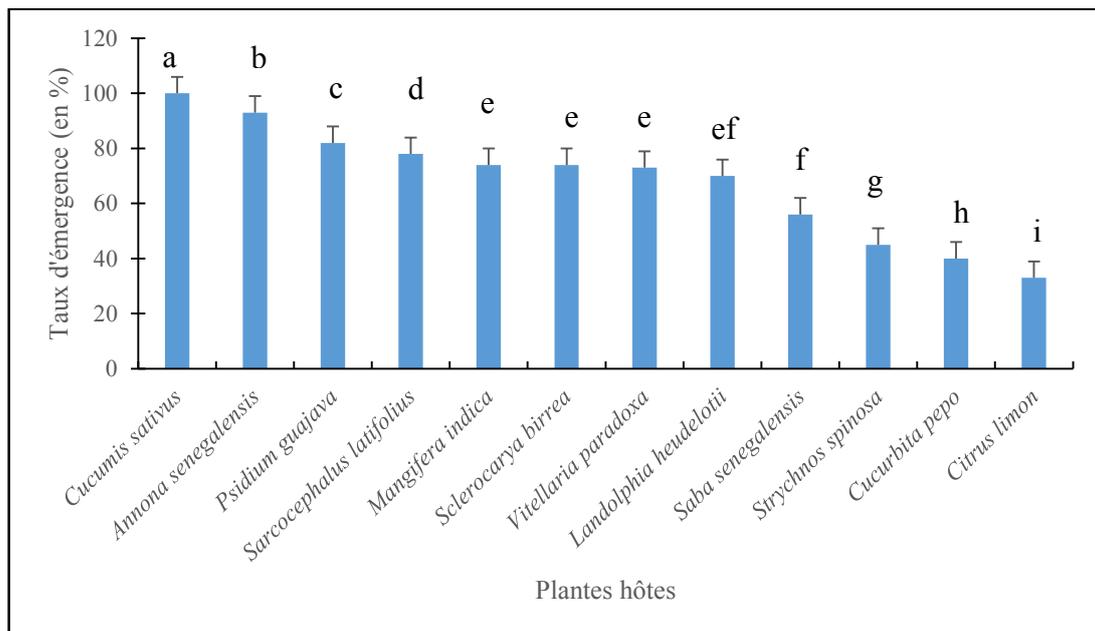


Figure 8 : Taux d'émergence des mouches de fruits en fonction de l'espèce de la plante-hôte

NB: les moyennes ayant les mêmes lettres ne diffèrent pas significativement au seuil $\alpha=0,05$ selon le test de Student-Newman Keuls.

4.1.2 Tephritidae responsables des attaques des fruits

4.1.2.1 Espèces des mouches de fruits et diversité de leurs plantes-hôtes (tous sites confondus)

Le tableau III présente les différentes plantes hôtes et les espèces des mouches de fruits qui leurs sont associées. Il ressort de l'analyse de ce tableau que treize (13) espèces de mouches des fruits sont responsables des dégâts sur les plantes cultivées ou sauvages. Les espèces de Tephritidae, *C. cosyra*, *B. dorsalis* et *Z. cucurbitae* sont les plus polyphages avec respectivement neuf (9), six (6) et trois (3) plantes hôtes. Les espèces végétales ; *C. pepo* et *V. paradoxa* sont les plantes hôtes respectives de six (6) et quatre (4) espèces de Tephritidae.

Tableau III : Plantes hôtes et mouches des fruits associées

Plantes hôtes	Espèces des mouches des fruits collectées des fruits incubés													Total
	<i>Bactrocera dorsalis</i>	<i>Ceratitis breyii</i>	<i>Ceratitis cosyra</i>	<i>Ceratitis ditissima</i>	<i>Ceratitis fasciventris</i>	<i>Ceratitis quinaria</i>	<i>Ceratitis silvestrii</i>	<i>Dacus bivittatus</i>	<i>Dacus cilliatu</i>	<i>Dacus humeralis</i>	<i>Dacus punctatifrons</i>	<i>Dacus vertebratus</i>	<i>Zeugodacus cucurbitae</i>	
<i>Annona senegalensis</i> Pers.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Citrus limon</i> L.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Cucumis sativus</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	3
<i>Cucurbita pepo</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	6
<i>Landolphia heudelotii</i> A.	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Mangifera indica</i> L.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	3
<i>Psidium guajava</i> L.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Saba senegalensis</i> (A.DC.) Pichon	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Sarcocephalus latifolius</i> (Smith) Bruce	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Sclerocarya birrea</i> (A.Rich) Hochst	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Strychnos spinosa</i> Lam.	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Vitellaria paradoxa</i> Gaetan.F	+	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	4
Total	6	1	9	1	2	1	1	1	2	1	2	1	3	

NB : le signe « + » signifie que l'espèce de Tephritidae a émergé des fruits de la plante hôte et « - » signifie que l'espèce de Tephritidae n'a pas émergé des fruits.

4.1.2.2 Abondance et distribution spatio-temporelle des différentes espèces de Tephritidae dans les fruits (toutes espèces de fruits, toutes localités et dates confondues)

L'identification et le dénombrement des mouches de fruits émergées des pupes ont permis d'évaluer la moyenne pour chaque espèce de mouche des fruits. Les mouches des fruits rencontrées appartiennent aux genres *Bactrocera*, *Ceratitis*, *Dacus* et *Zeugodacus*. Pour toutes les espèces de fruit-hôte confondues, le nombre moyen de Tephritidae par kilogramme de fruit a varié entre $0,04 \pm 0,34$ pour *C. quinaria* et $86,65 \pm 168,09$ pour *C. cosyra* (Tableau IV). Les espèces de mouches des fruits prédominantes rencontrées étaient *C. cosyra* (86,65) et *B. dorsalis* (23,13).

Tableau IV : Abondance des espèces de Tephritidae dans les fruits (toutes espèces de plantes-hôtes et toutes dates confondues)

Espèces de Tephritidae	Moyenne \pm Ecart type
<i>Ceratitis cosyra</i> Walker	86,65 \pm 168,09
<i>Bactrocera dorsalis</i> Hendel	23,13 \pm 57,79
<i>Ceratitis dittissima</i> Munro	2,38 \pm 16,65
<i>Zeugodacus cucurbitae</i> Coquillett	1,95 \pm 11,68
<i>Ceratitis silvestrii</i> Walker	1,62 \pm 7,02
<i>Dacus cilliatu</i> s Loew	1,17 \pm 6,36
<i>Ceratitis fasciventris</i> Bezzi	0,44 \pm 3,65
<i>Dacus vertebratus</i> Bezzi	0,39 \pm 2,15
<i>Dacus bivittatus</i> Bigot	0,35 \pm 2,45
<i>Dacus humeralis</i> Bezzi	0,23 \pm 1,94
<i>Dacus punctatifrons</i> Karsch	0,14 \pm 0,82
<i>Ceratitis quinaria</i> Walker	0,04 \pm 0,34

4.1.2.3 Relation entre espèce de plante hôte et espèce de mouches des fruits

Les analyses statistiques du nombre d'individus de *B. dorsalis* par kilogramme de fruit, ont révélé une différence très hautement significative ($F=5,69$; $P<0,0001$) entre les fruits-hôtes. Le niveau d'infestation de *B. dorsalis* a été plus élevé sur *M. indica* ($145,44 \pm 91,59$) et plus faible sur *L. heudelotii* ($0,20 \pm 0,40$) (Tableau V).

Une différence significative ($F=3,19$; $P=0,002$) entre les nombres de *C. cosyra* a été révélée par l'analyse statistique en fonction de l'espèce des fruits-hôtes. *L. heudelotii* est aussi la moins infestée ($0,80 \pm 0,75$) par *C. cosyra*. La plante hôte la plus infestée par ce ravageur est *S. latifolius* ($233,09 \pm 23$) (Tableau V).

Pour ce qui est de *Z. cucurbitae*, les analyses statistiques ont présenté une différence très hautement significative ($F=5,74$; $P<0,0001$) entre les fruit-hôtes. Le niveau d'infestation de *Z.*

cucurbitae a été plus marqué sur *C. pepo* (36,75) ; tandis que *M. indica* ($0,22 \pm 0,63$) a été la moins infestée (Tableau V).

Tableau V : Densité moyenne des mouches de fruits dans les fruits suivant l'espèce de la plante-hôte.

Plantes hôtes	Espèces des mouches de fruits		
	<i>Bactrocera dorsalis</i>	<i>Ceratitis cosyra</i>	<i>Zeugodacus cucurbitae</i>
<i>Annona senegalensis</i> Pers.	0,40 ± 0,8 e	75,20 ± 87,40 c	0 d
<i>Citrus limon</i> L.	0 g	1 h	0 d
<i>Cucumis sativus</i> L.	0 g	0 h	1,00 b
<i>Cucurbita pepo</i> L.	0 g	0 h	36,75 a
<i>Landolphia heudelotii</i> A.DC.	0,20 ± 0,40 f	0,80 ± 0,75	0 d
<i>Mangifera indica</i> L.	145,44 ± 91,59 a	28,11 ± 44,51 f	0,22 ± 0,63 c
<i>Psidium guajava</i> L.	40 ± 22 b	0 h	0 d
<i>Saba senegalensis</i> (A.DC.) Pichon	0 g	41,60 ± 81,15 d	0 d
<i>Sarcocephalus latifolius</i> (Smith) Bruce	10,52 ± 37,61 d	233,09 ± 234,62 a	0 d
<i>Strychnos spinosa</i> Lam.	0 g	4,71 ± 7,46 g	0 d
<i>Sclerocarya birrea</i> (A.Rich) Hochst	0 g	122,50 ± 55,51 b	0 d
<i>Vitellaria paradoxa</i> Gaertn. F	37,60 ± 55,62 c	3,80 ± 10,11 g	0 d
Valeur de F	5,74	3,19	5,74
Probabilité	<0,0001	0,002	<0,0001
Signification	THS	HS	THS

NB : THS= Très hautement significatif, HS= Hautement significatif. Les moyennes portant la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil $\alpha=0,05$ selon le test de Student-Newman-Keuls.

4.1.2.4 Distribution spatiale des populations de *Bactrocera dorsalis*, *Ceratitis cosyra* et *Zeugodacus cucurbitae* dans les différents fruits (toutes dates et toutes espèces de fruits confondues)

Le tableau VI présente la concentration des trois (3) principales espèces de Tephritidae d'importance économique rencontrées dans les fruits en fonction des localités. Le nombre d'individus par kilogramme de fruits a varié suivant l'espèce de Tephritidae et la localité. Les résultats de l'analyse statistique du nombre de *B. dorsalis* par kilogramme de fruit, ont révélé une différence significative ($F=3,40$; $P=0,001$) entre les localités. En effet, dans les localités de Toussiana ($8,92 \pm 18,25$) et de Banfora (9,79), l'espèce *B. dorsalis* a été moins abondante dans les fruits comparativement à Bama ($59,25 \pm 83,22$) et Bérégadougou ($56,4 \pm 11$).

Pour l'espèce indigène *C. cosyra*, l'analyse statistique n'a révélé aucune différence significative ($F=1,83$; $P=0,09$) entre les localités.

En ce qui concerne la mouche des cucurbitacées, *Z. cucurbitae*, les analyses statistiques ont révélé une différence significative ($F=2,14$; $P=0,005$) de son abondance entre les localités. La séparation des moyennes a permis de regrouper les localités en trois groupes. L'espèce *Z.*

cucurbitae n'a émergé que dans les fruits collectés à Dinderesso (7,86±19) et Toussiana (7,31±24).

Tableau VI : Répartition de *Bactrocera dorsalis*, *Ceratitis cosyra* et *Zeugodacus cucurbitae* en fonction des localités

Localités	Espèces de mouches de fruits		
	<i>Bactrocera dorsalis</i>	<i>Ceratitis cosyra</i>	<i>Zeugodacus cucurbitae</i>
Badara	14,45 ± 35,78 cd	192,73 ± 189,54	0 c
Bandougou	19 ± 53,74 c	55,75 ± 93,08	0 c
Banfora	9,79 d	27,50	0 c
Bama	59,25 ± 83,22 a	52,5 ± 85,02	0 c
Bérégadougou	56,4 ± 116,99 a	33,5 ± 57,99	0 c
Dinderesso	29,71 ± 27,66 b	21,29 ± 54,57	7,86 ± 19,48 a
Kourignon	28,25 ± 61,36 b	51,33 ± 91,99	0 c
Toussiana	8,92 ± 18,25 d	51,33 ± 73,06	7,31 ± 24,6 b
Valeur de F	3,40	1,83	2,14
Probabilité	0,001	0,09	0,005
Signification	HS	NS	HS

NB : HS= Hautement significatif, NS= Non significatif. Les moyennes portant la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil $\alpha=0,05$ selon le test de Student-Newman-Keuls.

4.1.2.5 Evolution temporelle de la population de *Bactrocera dorsalis*, *Ceratitis cosyra* et *Zeugodacus cucurbitae* dans les fruits (toutes localités confondues).

Le nombre d'individus, par espèce de Tephritidae, obtenu par kilogramme de fruits est présenté dans la figure 9. L'analyse de cette figure révèle que la concentration des Tephritidae dans les fruits a varié avec le temps et dépend de l'espèce de mouche des fruits.

Le nombre moyen de *B. dorsalis* a baissé entre le mois de juillet (46,23 mouches/kg de fruit) et septembre (1 mouche/kg de fruit). Après cette période, aucun individu de *B. dorsalis* n'a émergé des fruits incubés.

Contrairement à *B. dorsalis*, le nombre moyen de *C. cosyra* a augmenté entre juillet (43,8 mouches/kg de fruit) et décembre (310 mouches/kg de fruit). Cette espèce a été la plus abondante dans les fruits.

En ce qui concerne *Z. cucurbitae*, son nombre a augmenté dans les fruits, entre juillet (0,07 mouche/kg de fruit) et septembre (9,89 mouches/kg de fruit) avant de diminuer en octobre (7,57

mouches/kg de fruit). Tout comme *B. dorsalis*, aucun individu de *Z. cucurbitae* n'a émergé des fruits en novembre et en décembre.

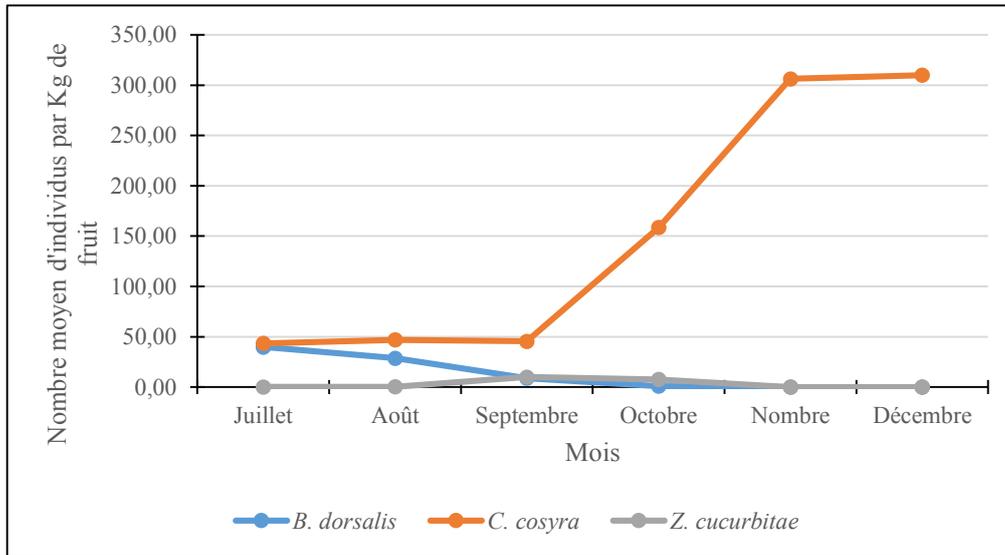


Figure 9 : Evolution des niveaux de concentration des principales espèces de Tephritidae dans les fruits suivant la période de collecte des fruits

4.1.3 Parasitoïdes indigènes des mouches de fruits

4.1.3.1 Nombre moyen des parasitoïdes en fonction des plantes-hôtes (toutes dates et toutes localités confondues)

Au total, 1012 parasitoïdes ont émergé de sept (7) espèces de fruits incubés. Le nombre de parasitoïdes a évolué en fonction de l'espèce du fruit-hôte. L'espèce végétale, *S. latifolius* a hébergé le plus grand nombre des parasitoïdes émergés (83,99%) alors que l'espèce végétale *S. spinosa* a hébergé le plus faible nombre de ces parasitoïdes (0,10%).

4.1.3.2 Diversité des parasitoïdes indigènes associés aux mouches des fruits

Six (6) espèces de parasitoïdes indigènes des mouches des fruits ont été recensées. Parmi ces espèces de parasitoïdes, une seule a été identifiée : *Tetrastichus giffardianus* Silvestri. C'est un parasitoïde grégaire appartenant à la famille des Eulophidae. *T. giffardianus* est un endoparasitoïde, larvo-pupal originaire d'Afrique du Sud.

4.1.3.3 Evolution temporelle du nombre de parasitoïdes (toutes localités et toutes espèces de fruits confondues)

Le nombre de parasitoïdes a varié selon la période de collecte des fruits. La figure 10 montre que le niveau de parasitisme a connu deux pics. Le premier pic est apparu en août (687) et le deuxième, moins important que le premier, est apparu en novembre (29).

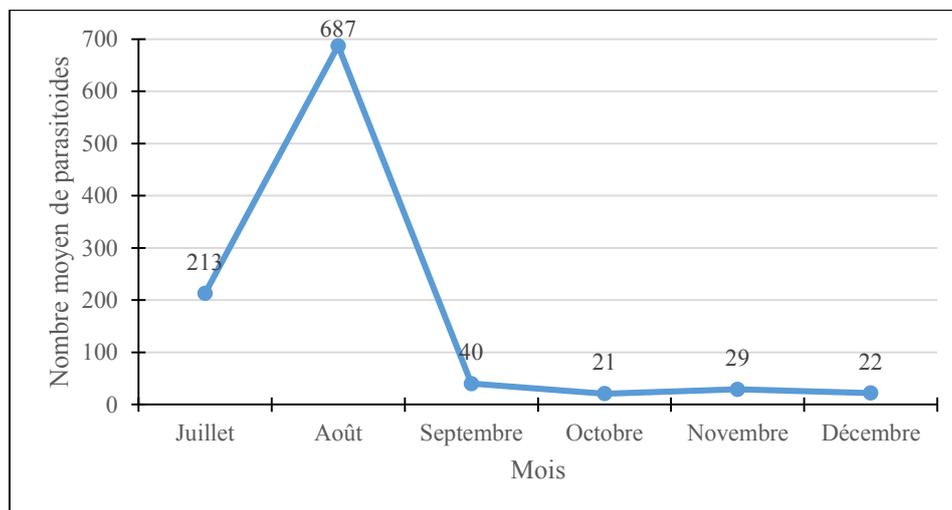


Figure 10 : Evolution du nombre de parasitoïdes en fonction du temps (toutes localités et toutes espèces de fruits confondues)

4.1.3.4 Relation entre les espèces de parasitoïdes et les espèces de mouches de fruits

L'analyse du tableau VII révèle que le nombre de *B. dorsalis* est positivement corrélé avec celui du parasitoïde de l'espèce P5 ($r^2=0,24$); tandis que le nombre de *C. cosyra* augmente avec celui des parasitoïdes de l'espèce P1 ($r^2=0,57$), P2 ($r^2=0,26$), P3 ($r^2=0,33$) et P5 ($r^2=0,26$). Aucune corrélation significative n'a été observée entre l'espèce *Z. cucurbitae* et un parasitoïde.

Tableau VII : Matrice des coefficients de corrélation (r) entre les parasitoïdes et Tephritidae

Mouches de fruit	Désignation	Parasitoïdes					
		<i>Tetrastichus giffardianus</i>	P1	P2	P3	P4	P5
<i>B. dorsalis</i>	r	-0,02	-0,05	0,10	0,08	-0,048	0,24
	Sig. (P)	0,86	0,63	0,40	0,46	0,674	0,030
	Nbre d'échantillon (N)	80	80	79	80	80	80
<i>C. cosyra</i>	r	0,21	0,57	0,26	0,33	0,11	0,26
	Sig. (P)	0,07	<0,0001	0,02	<0,0001	0,32	0,02
	Nbre d'échantillon (N)	80	80	79	80	80	80
<i>Z. cucurbitae</i>	r	-0,02	-0,05	-0,05	-0,05	-0,03	-0,03
	Sig. (P)	0,86	0,66	0,64	0,64	0,80	0,83
	Nbre d'échantillon (N)	80	80	79	80	80	80

NB: la corrélation est significative au niveau 0,05 (bilatéral). P1 ; P2 ; P3 ; P4 et P5 sont des parasitoïdes non identifiés.

4.1.4 Diversité des mouches de fruits capturées

Quinze (15) espèces de Tephritidae ont été capturées. Ces espèces sont réparties dans 5 genres que sont : *Bactrocera* (1), *Dacus* (5), *Ceratitis* (7), *Trirhithrum* (1) et *Zeugodacus* (1). Le genre *Ceratitis* a enregistré la plus grande richesse spécifique. Les indices moyens de captures journalières ont varié entre $0,00 \pm 0,02$ pour *C. ditissima* et $50,18 \pm 52,43$ pour *B. dorsalis*. L'analyse du tableau VIII montre que les espèces les plus abondantes sont respectivement *B. dorsalis* ($50,18 \pm 52,43$), *C. cosyra* ($0,60 \pm 32,45$) et *Z. cucurbitae* ($0,17 \pm 4,32$).

Tableau VIII : Espèces de mouches des fruits capturées

Genre	Espèce	Moyenne \pm Ecart type
<i>Bactrocera</i>	<i>dorsalis</i> Hendel	$50,18 \pm 52,43$
	<i>ananae</i> Graham	$0,01 \pm 0,32$
<i>Ceratitis</i>	<i>bremii</i> Guérin-Méneville	$0,03 \pm 0,78$
	<i>capitata</i> Wiedemann	$0,01 \pm 0,19$
	<i>cosyra</i> Walker	$0,60 \pm 32,45$
	<i>ditissima</i> Munro	$0,00 \pm 0,02$
	<i>fasciventris</i> Bezzi	$0,01 \pm 0,32$
	<i>silvestrii</i> Bezzi	$0,09 \pm 2,71$
	<i>bivittatus</i> Bigot	$0,01 \pm 0,19$
<i>Dacus</i>	<i>humeralis</i> Bezzi	$0,03 \pm 0,70$
	<i>langi</i> Curran	$0,00 \pm 0,05$
	<i>punctatifrons</i> Karsch	$0,15 \pm 0,92$
	<i>vertebratus</i> Bezzi	$0,02 \pm 0,09$
	<i>validum</i> Bezzi	$0,00 \pm 0,04$
<i>Trirhithrum</i>	<i>validum</i> Bezzi	$0,00 \pm 0,04$
<i>Zeugodacus</i>	<i>cucurbitae</i> Coquillet	$0,17 \pm 4,32$

4.1.5 Fluctuation des populations des principales espèces de Tephritidae capturées (tous biotopes et toutes localités confondus).

4.1.5.1 Fluctuation des populations de *Bactrocera dorsalis*

Le suivi de la fluctuation des populations de *B. dorsalis* (figure 11) montre une baisse de 96% du nombre moyen de mouches/piège/jour entre juillet ($111,07$) et décembre ($4,46$). L'analyse de cette figure fait ressortir deux phases. Une première phase correspondant à la période de juillet à août, pendant laquelle il y a une faible baisse de la population de *B. dorsalis*. Le nombre moyen de capture est passé de $111,07$ à $100,92$ soit une baisse de 9% en référence au mois de

juillet. Une deuxième phase correspondant à la période d'août à décembre caractérisée par une forte baisse des populations de *B. dorsalis*. Au cours de cette période, le nombre moyen de captures de *B. dorsalis* a baissé de 96% en référence au mois d'août.

4.1.5.2 Fluctuation des populations de *Ceratitis cosyra*

Le nombre moyen d'individus de *C. cosyra* capturés/piège/jour le plus élevé (3,35) est obtenu en juillet et le plus faible (0,01) en septembre. La figure 12 qui montre la fluctuation des populations de *C. cosyra* présente deux phases que sont :

- la première phase correspondant à la période de juillet à août. Au cours de cette période, la population de *C. cosyra* a fortement baissé. Le nombre moyen d'individus capturé/piège/jour est passé de 3,35 à 0,03 soit une baisse de 99% ;
- la deuxième phase correspondant à la période d'octobre à décembre. Une légère augmentation de la population de *C. cosyra* a été observée à la fin de la saison des pluies. En effet, entre octobre et décembre, la population a augmenté de 88%.

4.1.5.3 Fluctuation des populations de *Zeugodacus cucurbitae*

Pour l'espèce *Z. cucurbitae*, la figure 13 montre que le nombre moyen d'individu/piège/jour a varié entre 0,08 et 0,31. En août, la population de *Z. cucurbitae* a connu d'abord une baisse de 68% en référence au mois de juillet. Ensuite en septembre et en octobre, elle a augmenté de 74% en référence au mois d'août. Enfin, en novembre et décembre la population de *Z. cucurbitae* a diminué de 74%. On observe un pic de la moyenne des captures de cette espèce en octobre avec une moyenne des captures de 0,31.

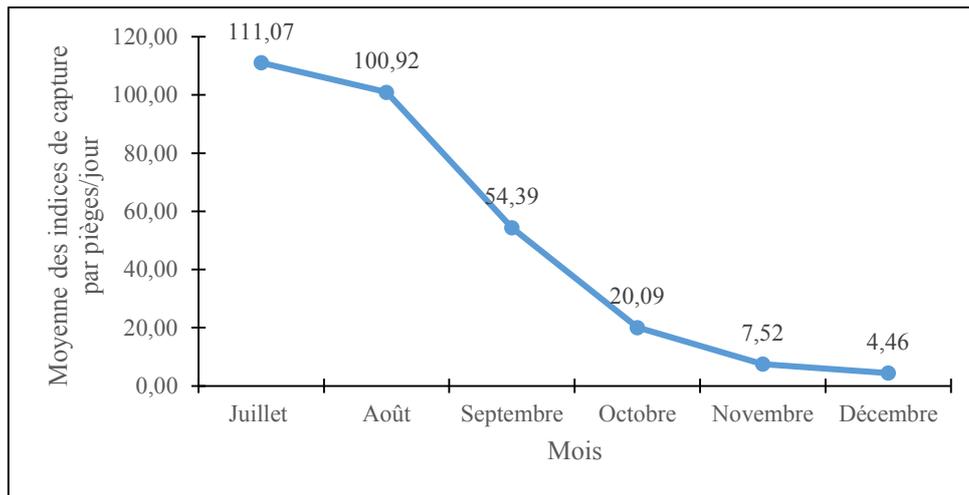


Figure 11 : Evolution du nombre moyen d'individus de *Bactrocera dorsalis* par piège/jour en fonction de la période de capture

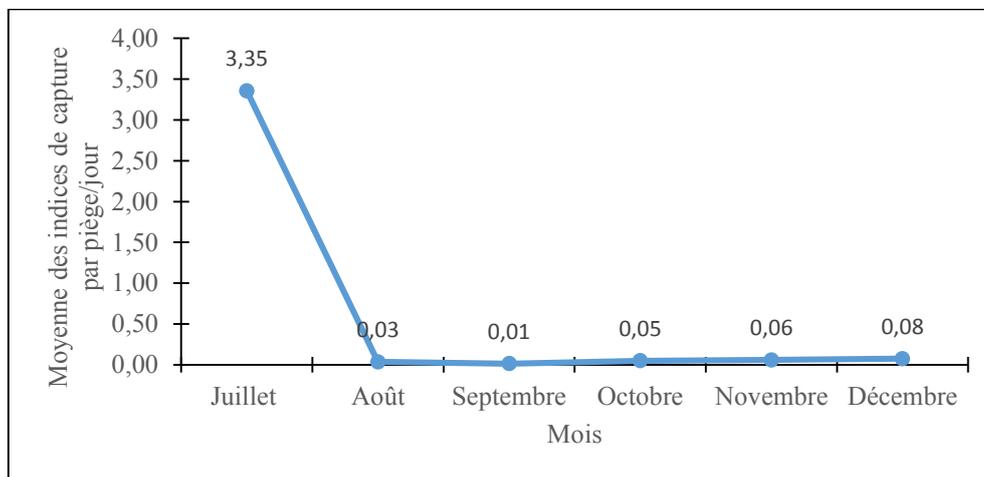


Figure 12 : Evolution du nombre moyen d'individus de *Ceratitis cosyra* par piège/jour en fonction de la période de capture

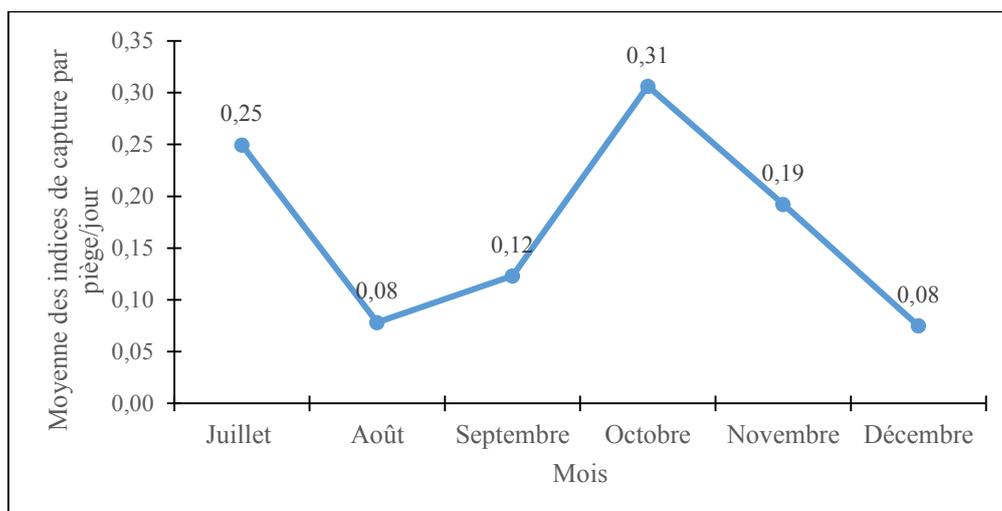


Figure 13 : Evolution du nombre moyen d'individus de *Zeugodacus cucurbitae* par piège/jour en fonction de la période de capture

4.1.6 Importance des populations des principales espèces des mouches de fruits par localité (tous biotopes et dates confondus).

4.1.6.1 Importance des populations de *Bactrocera dorsalis* dans les localités

L'abondance des populations de *B. dorsalis* dans les localités est présentée dans le tableau IX. Les analyses statistiques des moyennes de captures journalières de cette espèce ont révélé une différence très significative ($P < 0,001$) de sa répartition entre les localités. La localité de Kourignon a enregistré la plus forte moyenne de capture journalière (84,52). Les localités de Bandougou (65,85), Badara (65,10) et Dinderesso (59,35) ont eu des moyennes de captures journalières similaires. Les localités de Bama (31,94), Toussiana (27,51) et Banfora (24,52) ont enregistré les plus faibles moyennes de captures journalières; leurs moyennes ont été similaires.

4.1.6.2 Importance des populations de *Ceratitis cosyra* dans les localités

Pour l'espèce *C. cosyra*, c'est la localité de Bandougou qui a abrité la plus forte population avec une moyenne de capture journalière de 2,73 (Tableau IX). Tout comme l'espèce *B. dorsalis*, c'est la localité de Banfora qui a la plus faible densité de *C. cosyra* avec une moyenne de capture journalière de 0,03. Cependant, les analyses statistiques des moyennes de captures journalières de *C. cosyra* n'ont pas présenté de différences significatives ($P = 0,50$) quant à la distribution de cette espèce entre les localités.

4.1.6.3 Importance des populations de *Zeugodacus cucurbitae* dans les localités

Pour l'espèce *Z. cucurbitae*, le tableau IX indique que la moyenne de capture journalière a évolué entre 0,03 à Banfora et 0,60 à Dinderesso. L'analyse statistique des moyennes de captures journalières de *Z. cucurbitae* a décelé une différence hautement significative ($P = 0,006$) de la distribution de cette espèce dans les localités.

Tableau IX : Importance des trois principales espèces de Tephritidae dans les localités

Localités	Espèces de mouches des fruits		
	<i>Bactrocera dorsalis</i>	<i>Ceratitis cosyra</i>	<i>Zeugodacus cucurbitae</i>
Badara	65,10 ± 57,43 ab	0,34 ± 0,28	0,14 ± 0,20 b
Bama	31,90 ± 51,15 b	0,15 ± 0,10	0,10 ± 0,15 b
Bandougou	65,90 ± 58,49 ab	2,73 ± 3,20	0,16 ± 0,19 b
Banfora	24,50 ± 36,16 b	0,03 ± 0,10	0,04 ± 0,04 b
Bérégadougou	38,2 ± 44,03 ab	0,04 ± 0,19	0,11 ± 0,16 b
Dinderesso	59,4 ± 62,71 ab	0,78 ± 1,01	0,60 ± 0,95 a
Kourignon	84,50 ± 63,16 a	0,53 ± 0,77	0,16 ± 0,19 b
Toussiana	27,50 ± 29,18 b	0,19 ± 0,31	0,06 ± 0,08 b
Probabilité	<0,001	0,50	0,006
Signification	HS	NS	HS

HS : hautement significatif, NS = non significatif

NB : les valeurs affectées par les mêmes lettres dans la même colonne ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5% selon de test de Student-Newman Keuls.

4.1.7 Effet du biotope sur la répartition des différentes espèces de mouches de fruits par localité

4.1.7.1 Effet du biotope sur la répartition des différentes espèces de mouches de fruits à Badara

Les résultats de l'analyse statistique des nombres moyens d'individus/piège/jour en fonction des biotopes n'ont pas montré de différences significatives entre les biotopes pour *B. dorsalis*, *C. cosyra* et *Z. cucurbitae* dans la localité de Badara (Tableau X).

Tableau X : Effet du biotope sur la distribution des espèces de mouches de fruits dans la localité de Badara

Biotopes	Nombre moyen de captures des espèces de mouches de fruits (± écart type)		
	<i>Bactrocera dorsalis</i>	<i>Ceratitis cosyra</i>	<i>Zeugodacus cucurbitae</i>
Formation végétale	24,93±12,34	0,15±0,08	0,04±0,02
Verger	30,08±12,54	0,24±0,22	0,07±0,04
Valeur de F	1,03	7,28	3,15
Probabilité	0,78	0,73	0,63
Signification	NS	NS	NS

NS = Non Significatif

4.1.7.2 Effet du biotope sur la répartition des différentes espèces de mouches de fruits à Bama

Les résultats de l'analyse statistique des nombres moyens d'individus/piège/jour en fonction des biotopes n'ont pas indiqué de différences significatives ($F=61,81$; $P=0,05$) pour l'espèce *Z. cucurbitae* dans la localité de Bama (Tableau XI). Cette espèce a été plus abondante dans le verger que dans la formation végétale. En ce qui concerne *B. dorsalis* et *C. cosyra*, aucune différence significative n'a été observée.

Tableau XI : Effet du biotope sur la distribution des espèces de mouches des fruits dans la localité de Bama

Biotopes	Nombre moyen de capture des espèces de mouches de fruits (\pm écart type)		
	<i>Bactrocera dorsalis</i>	<i>Ceratitits cosyra</i>	<i>Zeugodacus cucurbitae</i>
Formation végétale	50,95 \pm 27,63	0,08 \pm 0,05	0,01 \pm 0,01
Verger	12,94 \pm 7,16	0,21 \pm 0,19	0,19 \pm 0,07
Valeur de F	14,89	15,43	61,81
Probabilité	0,23	0,55	0,05
Signification	NS	NS	NS

NS = non significatif

4.1.7.3 Effet du biotope sur la répartition des différentes espèces de mouches de fruits à Bandougou

Les résultats de l'analyse statistique des nombres moyens d'individus/piège/jour en fonction des biotopes n'ont pas décelé de différences significatives pour les espèces *B. dorsalis*, *C. cosyra* et *Z. cucurbitae* dans la localité de Bandougou (Tableau XII).

Tableau XII : Effet du biotope sur la distribution des espèces de mouches de fruits dans la localité de Bandougou

Biotopes	Nombre moyen de captures des espèces de mouches de fruits (\pm écart type)		
	<i>Bactrocera dorsalis</i>	<i>Ceratitits cosyra</i>	<i>Zeugodacus cucurbitae</i>
Formation végétale	67,74 \pm 29,02	0,31 \pm 0,29	0,05 \pm 0,02
Verger	63,98 \pm 20,27	5,15 \pm 5,13	0,26 \pm 0,10
Valeur de F	2,05	309,75	25,50
Probabilité	0,92	0,39	0,09
Signification	NS	NS	NS

NS = non significatif

4.1.7.4 Effet du biotope sur la répartition des différentes espèces de mouches de fruits à Banfora

Les résultats de l'analyse statistique des nombres moyens d'individus/piège/jour en fonction des biotopes n'ont pas montré de différences significatives pour *B. dorsalis*, *C. cosyra* et *Z. cucurbitae* dans la localité de Banfora (Tableau XIII).

Tableau XIII : Effet du biotope sur la distribution des espèces de mouches de fruits dans la localité de Banfora

Biotopes	Nombre moyen de captures des espèces de mouches de fruits (\pm écart type)		
	<i>Bactrocera dorsalis</i>	<i>Ceratitis cosyra</i>	<i>Zeugodacus cucurbitae</i>
Formation végétale	19,86 \pm 13,24	0,03 \pm 0,02	0,02 \pm 0,01
Verger	29,17 \pm 17,19	0,03 \pm 0,02	0,05 \pm 0,01
Valeur de F	1,69	1,38	1,38
Probabilité	0,38	0,92	0,17
Signification	NS	NS	NS

NS = non significatif

4.1.7.5 Effet du biotope sur la répartition des différentes espèces de mouches de fruits à Bérégadougou

Les résultats de l'analyse statistique des nombres moyens d'individus/piège/jour en fonction des biotopes n'ont pas révélé de différences significatives pour *B. dorsalis*, *C. cosyra* et *Z. cucurbitae* dans la localité de Bérégadougou (Tableau XIV).

Tableau XIV : Effet du biotope sur la distribution des espèces de mouches de fruits dans la localité de Bérégadougou

Biotopes	Nombre moyen de captures des espèces de mouches de fruits (\pm écart type)		
	<i>Bactrocera dorsalis</i>	<i>Ceratitis cosyra</i>	<i>Zeugodacus cucurbitae</i>
Formation végétale	46,85 \pm 23,25	0	0,12 \pm 0,09
Verger	29,48 \pm 11,84	0,08 \pm 0,08	0,09 \pm 0,03
	3,86	-	12,86
Probabilité	0,52	0,34	0,74
Signification	NS	NS	NS

NS = non significatif

4.1.7.6 Effet du biotope sur la répartition des différentes espèces de mouches de fruits à Dinderesso

Les résultats de l'analyse statistique des nombres moyens d'individus/piège/jour en fonction des biotopes n'ont pas présenté de différences significatives pour *B. dorsalis*, *C. cosyra* et *Z. cucurbitae* dans la localité de Dinderesso (Tableau XV).

Tableau XV : Effet du biotope sur la distribution des espèces de mouches de fruits dans la localité de Dinderesso

Biotopes	Nombre moyen de captures des espèces de mouches de fruits (\pm écart type)		
	<i>Bactrocera dorsalis</i>	<i>Ceratitis cosyra</i>	<i>Zeugodacus cucurbitae</i>
Formation végétale	52,20 \pm 26,26	0,18 \pm 0,1	0,14 \pm 0,03
Verger	66,51 \pm 27,05	1,38 \pm 1,31	1,07 \pm 0,49
Valeur de F	1,06	182,14	293,03
Probabilité	0,71	0,40	0,12
Signification	NS	NS	NS

NS = non significatif

4.1.7.7 Effet du biotope sur la répartition des différentes espèces de mouches de fruits à Kourignon

Les résultats de l'analyse statistique des nombres moyens d'individus/piège/jour en fonction des biotopes n'ont pas montré de différences significatives pour *B. dorsalis*, *C. cosyra* et *Z. cucurbitae* dans la localité de Kourignon (Tableau XVI).

Tableau XVI : Effet du biotope sur la distribution des espèces de mouches de fruits dans la localité de Kourignon

Biotopes	Nombre moyen de captures des espèces de mouches de fruits (\pm écart type)		
	<i>Bactrocera dorsalis</i>	<i>Ceratitis cosyra</i>	<i>Zeugodacus cucurbitae</i>
Formation végétale	92,59 \pm 28,44	0,22 \pm 0,19	0,07 \pm 0,02
Verger	76,45 \pm 25,05	0,84 \pm 0,81	0,25 \pm 0,10
Valeur de F	1,29	17,28	35,83
Probabilité	0,68	0,48	0,13
Signification	NS	NS	NS

NS = non significatif.

4.1.7.8 Effet du biotope sur la répartition des différentes espèces de mouches de fruits à Toussiana

Les résultats de l'analyse statistique des nombres moyens d'individus/piège/jour en fonction des biotopes n'ont pas présenté de différences significatives pour *B. dorsalis*, *C. cosyra* et *Z. cucurbitae* dans la localité de Toussiana (Tableau XVII).

Tableau XVII : Effet du biotope sur la distribution des espèces de mouches de fruits dans la localité de Toussiana

Biotopes	Nombre moyen de captures des espèces de mouches de fruits (\pm écart type)		
	<i>Bactrocera dorsalis</i>	<i>Ceratitits cosyra</i>	<i>Zeugodacus cucurbitae</i>
Formation végétale	24,93 \pm 12,34	0,15 \pm 0,08	0,04 \pm 0,02
Verger	30,08 \pm 12,54	0,24 \pm 0,22	0,07 \pm 0,04
Valeur de F	1,03	7,28	3,15
Probabilité	0,78	0,73	0,63
Signification	NS	NS	NS

NS = non significatif.

4.2. Discussion

4.2.1 Importance des espèces de plantes hôtes dans la reproduction des Tephritidae

A partir des résultats de l'incubation des fruits, nous constatons que les mouches des fruits ont été hébergées par douze (12) espèces de fruits cultivés ou sauvages. Toutes ces plantes hôtes avaient déjà été identifiées par OUEDRAOGO (2011). Les espèces fruitières telles que les *C. limon*, *L. heudelotii* et *S. spinosa* ont hébergé de faibles nombres de Tephritidae. En effet, tous ces fruits possèdent des épicarpes épais; ce qui pourrait constituer une résistance à la piqûre des mouches des fruits. De plus, selon HAFSI *et al.* (2016), l'abondance et la composition nutritive des fruits ont une influence sur le taux de survie larvaire. Ceci conduirait à une réduction des taux d'infestation et d'émergence des Tephritidae (SADOUDI *et al.*, 2012). Les mouches des fruits se sont plus concentrées dans les fruits de *S. birrea* probablement à cause d'une prédisposition physiologique comme la tendresse d'épicarpe, l'odeur et la couleur. En effet, ces résultats sont similaires à ceux obtenus par VAYSSIERES *et al.* (2010). Ces auteurs ont montré que *S. birrea* est le fruit-hôte le plus infesté. Cela serait dû, non seulement aux caractéristiques du fruit, mais aussi à la période de fructification de *S. birrea*. En effet, la faible épaisseur de

l'épicerpe de ces fruits, facilite leur infestation par les Tephritidae. Aussi, l'abondance de la pulpe en ressources nutritives favorise-t-elle le développement des larves ; cela augmente le taux de pupaison et par conséquent celui de l'infestation. En outre, nous notons que le fait que la fructification du *S. birrea* coïncide avec la période de pullulement de *C. cosyra*, expose les fruits de cette plante à plus d'attaques. Aussi, la compétition interspécifique entre *B. dorsalis* et *C. cosyra* sur les sites de ponte (mangue), aurait-elle contraint *C. cosyra* à se développer sur les fruits non hôtes pour *B. dorsalis*. En effet, selon MWATAWALA *et al.* (2004), *B. dorsalis* est plus compétitive que *C. cosyra*.

En général, l'espèce indigène des mouches des fruits, *C. cosyra*, a été la plus abondante dans les fruits suivie de *B. dorsalis* et *Z. cucurbitae*. Ces observations sont semblables à celles rapportées par OUEDRAOGO (2011). Ce constat s'expliquerait d'abord par le fait que *C. cosyra* se trouve dans sa zone de prédilection ; ensuite par le fait qu'elle possède une large gamme de plantes hôtes (9) et enfin par la synchronisation des périodes de fructification des hôtes (*M. indica*, *S. birrea*, *S. latifolius* et *S. senegalensis*) de cette espèce. Cela favorise le maintien et la prolifération de *C. cosyra*. Concernant *B. dorsalis*, elle s'est plus concentrée dans la mangue que dans les autres fruits comme *P. guajava*. La mangue est donc le premier fruit-hôte préférentiel de *B. dorsalis* devant la goyave. Ces résultats corroborent ceux obtenus par VAYSSIERES *et al.* (2009). Pour l'espèce *Z. cucurbitae* qui a aussi utilisé la mangue comme site de ponte (EKESI et BILLAH, 2006), ses hôtes préférentiels sont plutôt des cucurbitacées en l'occurrence *C. pepo*. Ces résultats concordent ceux obtenus par HAFSI *et al.* (2016) qui ont trouvé que *Z. cucurbitae* est une espèce de Tephritidae spécialiste des cucurbitacées.

Parmi les douze (12) plantes hôtes des Tephritidae, les parasitoïdes ont attaqué les œufs et/ou larves des mouches de fruits hébergées par sept (7) espèces de fruits. En ce qui concerne les plantes hôtes des parasitoïdes, elles ont été identifiées au Togo par GOMINA (2015). *C. pepo* a été la plante-hôte qui favorise le plus la reproduction des parasitoïdes. Cela s'expliquerait par la facilité avec laquelle les parasitoïdes arrivent à percer l'épicerpe des fruits pour infester les œufs et/ou larves des mouches hébergées par *C. pepo*. L'abondance et la composition chimique des réserves des courgettes seraient un atout pour le bon développement des larves des mouches de fruits ; ce qui offre par conséquent aux larves des parasitoïdes des substances suffisantes pour accomplir leurs stades larvaires.

4.2.2 Diversité des parasitoïdes indigènes des mouches de fruits

Des parasitoïdes indigènes sont associés à certaines espèces de mouches de fruits. En effet, nous avons mis en évidence l'existence de six (6) espèces de parasitoïdes indigènes. L'espèce de parasitoïde identifiée, *T. giffardianus* n'est pas spécialiste ni de *B. dorsalis*, ni de *C. cosyra* ni de *Z. cucurbitae*. Il pourrait utiliser ces espèces de mouches de fruits comme des hôtes secondaires, tertiaires ou transitoires. Ces observations sont similaires à celles de GOMINA (2015). Selon cet auteur *T. giffardianus* n'est pas associé à *B. dorsalis*. En effet, les larves de *T. giffardianus* sont encapsulées par celles de *B. dorsalis*. Une seule espèce de parasitoïde indigène serait associée à *B. dorsalis*. Cette faible présence de parasitoïdes spécifiques à *B. dorsalis* s'explique par le fait que *B. dorsalis* n'est pas native du Burkina Faso. Par contre, quatre (4) espèces d'hyménoptères parasitoïdes sont associées à *C. cosyra*. Ces parasitoïdes seraient responsables de la régulation naturelle des populations de cette espèce. Cela s'expliquerait par le fait que *C. cosyra* est une espèce indigène au Burkina Faso.

4.2.3 Gamme des mouches de fruits présentes dans l'ouest du Burkina Faso

L'incubation des fruits et le piégeage des mouches des fruits, nous ont permis d'identifier seize (16) espèces de Tephritidae. Celles-ci sont les mêmes que celles identifiées par OUEDRAOGO (2011). Cependant, *Dacus humeralis* Bezzi et *Trirhithrum validum* Bezzi ont été détectés au Burkina Faso pour la première fois au cours de la présente étude. L'espèce *D. humeralis* a aussi été détectée au Togo par GOMINA (2015). C'est un ravageur des Courgettes. Quant à l'espèce *T. validum*, elle fait partie des mouches du café. Ce genre de Tephritidae a été aussi détecté au Togo par GOMINA (2015), au Ghana par BADIO *et al.* (2015) et au Bénin par DE SOUZA *et al.* (2016). Le faible taux de prévalence de ces deux espèces de mouches des fruits s'expliquerait par leur récente introduction au Burkina Faso.

En ce qui concerne l'abondance des différentes espèces de Tephritidae capturées, l'espèce *B. dorsalis* s'est révélé la plus abondante suivie de *C. cosyra* et *Z. cucurbitae*. Nos résultats sont similaires à ceux obtenus par OUEDRAOGO (2011) et SIMDE (2013). Ces auteurs rapportent que les espèces de mouches des fruits abondantes dans les captures au Burkina Faso sont respectivement *B. dorsalis* et *C. cosyra*. Contrairement à OUEDRAOGO (2011) qui avait trouvé que *Z. cucurbitae* était une espèce rare, la présente étude montre que cette espèce a un niveau de population supérieur à ceux de *C. silvestrii* et *C. fasciventris*. Ce constat s'explique par le fait que notre étude s'est déroulée pendant une grande partie de la saison pluvieuse (juillet-septembre) et à coïncider avec la fructification de certaines spéculations maraichères

(courgette et concombre). Ces conditions auraient favorisé la prolifération de *Z. cucurbitae*, espèce spécialiste des cucurbitacées (HAFSI *et al.* 2016). Il n'est pas exclu non plus que les récentes mesures de protection contre les mouches de fruits engagées par les acteurs de la filière avec l'appui de l'Etat, en plus du phénomène de changement climatique, pourraient probablement jouer un rôle dans l'explication de ces résultats.

4.2.4 Effet du biotope sur la distribution spatiale des mouches de fruits

La dynamique des populations des Tephritidae inventoriées, diffère selon les localités et la période. Ces résultats corroborent ceux obtenus par OUEDRAOGO (2011) qui avait mis en évidence une distribution spatio-temporelle des différentes espèces de Tephritidae inventoriées dans l'Ouest du Burkina Faso. L'analyse statistique a montré que la localité influence significativement la répartition de *B. dorsalis* et de *Z. cucurbitae*. Toutefois, la distribution de *C. cosyra* est homogène à l'Ouest du Burkina Faso. La localité de Kourignon s'est révélée la plus favorable au développement de *B. dorsalis* alors que *Z. cucurbitae* s'est beaucoup plus concentrée à Dinderesso.

La concentration de *B. dorsalis* à Kourignon serait due aux activités agricoles et aux caractéristiques climatiques et floristiques favorables au maintien et à la prolifération de cette espèce. En effet, dans cette localité, la présence de variétés précoces (Amélie, Sabre), de variétés de pleine saison (Kent) et de variétés tardives (Brooks, Keit) permet une production étalée dans le temps, d'où la présence de l'hôte préférentiel de *B. dorsalis*. Aussi, l'association d'une diversité de spéculations comme la goyave à la plantation de manguiers permet d'assurer à *B. dorsalis* des hôtes de relai à l'absence de la mangue. Il faut ajouter que la présence dans les voisinages des vergers et surtout dans les formations végétales, d'une large gamme de plantes non cultivées (*V. paradoxa*, *S. latifolius*, *L. heudelotii*,...) met à la disposition de ce ravageur une source alimentaire et des sites de ponte qui lui permettent de maintenir sa population pendant la période hors production des mangues (SIMDE, 2013). Ainsi, à l'ouest du Burkina Faso, la localité de Kourignon serait la zone de refuge par excellence de *B. dorsalis*.

L'espèce *Z. cucurbitae* s'est concentrée à Dinderesso à cause de la présence d'une diversité de cultivars de manguiers. Les cucurbitacées comme le concombre et la courgette, hôtes préférentiels de *Z. cucurbitae*, mis en place dans le verger, seraient la principale raison de l'abondance de cette espèce. Tout ceci favorise le développement et la prolifération de *Z. cucurbitae* dans le milieu. La localité de Dinderesso serait donc la zone de refuge par excellence de *Z. cucurbitae*.

Les espèces de Tephritidae ont été peu abondantes dans la localité de Banfora. Ce constat serait dû à la rareté des plantes-hôtes (*V. paradoxa* et *S. spinosa*) et à une faible richesse spécifique floristique dans cette localité. En plus, la seule plante-hôte (*S. spinosa*) en présence est difficilement infestée. La composition floristique du milieu est donc la cause de la faible présence des Tephritidae (OUEDRAOGO, 2011).

4.2.5 Effet des plantes-hôtes sur la fluctuation des mouches de fruits

De l'analyse de la fluctuation des principales espèces de Tephritidae, il ressort que ces espèces ne pullulent pas à la même période.

La baisse de la population de *B. dorsalis* après le mois de juillet, fin de la saison des mangues, s'explique par l'absence de son hôte préférentiel. Cependant, les conditions climatiques (basses températures et humidité relative de l'air élevée) qui sont favorables à sa fécondité (OUEDRAOGO, 2011 et GOMINA, 2015) et les plantes-hôtes de relai ont permis à ce ravageur de maintenir un niveau de population élevé jusqu'en Septembre. Lorsque les conditions climatiques deviennent défavorables (faible taux d'humidité et températures élevées) et que les plantes-hôtes se raréfient, le niveau de la population de *B. dorsalis* chute considérablement sans toutefois s'annuler grâce à la présence de quelques fruits-hôtes dans les formations végétales. Ce constat serait dû certainement à l'acclimatation de *B. dorsalis* dans le milieu ; car cette espèce est aussi abondante dans les vergers que dans les formations végétales.

Tout comme *B. dorsalis*, la population de *C. cosyra* a considérablement baissé en Août tel que déjà mentionné par les travaux de OUEDRAOGO (2011). Cela s'explique par la combinaison de conditions climatiques (basses températures et humidité relative de l'air élevée) défavorables, de l'absence de la mangue et surtout celle de *S. birrea*, l'une des plantes-hôtes alternatives préférentielles. Les populations de *C. cosyra* augmentent progressivement après la saison pluvieuse à cause de la disponibilité de ses hôtes préférentiels de relai (*S. latifolius* et *S. senegalensis*) mais aussi grâce à la baisse de l'humidité relative et la hausse des températures (OUEDRAOGO, 2011). On remarque que le niveau des populations de *C. cosyra* est resté bas par rapport celui de *B. dorsalis*. Cette observation serait due à la régulation naturelle des populations de *C. cosyra* par les quatre (4) espèces de parasitoïdes indigènes alors que celles de *B. dorsalis* ne sont régulées que par une seule espèce de parasitoïde indigène.

Les populations de *Z. cucurbitae* ont aussi connu une baisse en Août. Cependant, contrairement à *B. dorsalis*, les populations de *Z. cucurbitae* ont augmenté, surtout dans les vergers, en Octobre. La fructification des cultures maraîchères dans les vergers pendant le mois d'Octobre

serait la cause de cette pullulation. En effet, les composés volatiles émis par les cucurbitacées attirent, dans le biotope, les mouches des fruits telles que *Z. cucurbitae* (TOULASSI, 2014) d'où l'abondance de cette espèce pendant la fructification des cucurbitacées. A cela, on peut ajouter que le microclimat induit par l'irrigation, rend les vergers propices au développement de *Z. cucurbitae*. Ainsi, les vergers constituent des zones de refuges pour les populations de *Z. cucurbitae* à cause de leur composition floristique (présence de cucurbitacées). La chute de la population de *Z. cucurbitae* en novembre et décembre serait due à l'absence de cucurbitacée dans les vergers et aux conditions climatiques (températures élevées et humidité relative faible) qui lui sont défavorables.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

L'étude s'est penchée sur l'inventaire des plantes hôtes de la faune des mouches de fruits et de celle des parasitoïdes associés. Elle a aussi eu pour but d'identifier et de caractériser les zones de concentration des mouches de fruits pendant la période hors production des mangues.

Deux nouvelles espèces de mouches de fruits, *D. humeralis* et *T. validum* ont été détectées pour la première fois au Burkina Faso par la présente étude. L'étude a aussi mis en évidence six espèces de parasitoïdes indigènes dont une (1) est associée à *B. dorsalis* et quatre (4) sont associées à *C. cosyra*. En ce qui concerne les zones de concentration des mouches de fruits pendant la période hors production de mangues, elles ont été identifiées et caractérisées. Les espèces de mouches de fruits, *B. dorsalis*, *C. cosyra* et *Z. cucurbitae* se sont concentrées respectivement dans les localités de Kourignon, Boudougou et Dinderesso. Cette répartition est régie par la composition floristique de l'environnement. L'existence des plantes hôtes de relais dans l'environnement, assure la prolifération de ces Tephritidae. Ces plantes hôtes, de par leurs fruits (épaisseur de l'épicarpe, composition chimique et densité), ont influencé la répartition spatio-temporelle des mouches de fruits. Les espèces spécialistes des cucurbitacées se sont plus concentrées dans les vergers où les spéculations maraîchères sont mises en place. Les deux (2) principales espèces de mouches de la mangue, *B. dorsalis* et *C. cosyra*, ont été abondantes aussi bien dans les vergers que dans les formations végétales.

Les résultats obtenus au cours de notre étude enrichissent la connaissance sur l'écologie des mouches de fruits présentes dans l'ouest du Burkina Faso. L'introduction des deux nouvelles espèces de mouches de fruits, *D. humeralis* et *T. validum*, constitue une menace supplémentaire pour la filière fruitière Burkinabè. Il est donc important de suivre l'évolution de ces espèces. Aussi, des stratégies de lutte contre ces ravageurs devraient être mises en place le plus tôt possible tout en tenant compte des résultats de la présente étude. Ceci permettrait de pouvoir contrôler ces espèces nouvellement introduites avant qu'elles ne s'acclimatent aux conditions locales du pays; car cette acclimatation occasionnera des pertes énormes de production imputable à ces mouches de fruits.

Ces nouvelles connaissances sur l'écologie des mouches de fruits mises en évidence par la présente étude, pourront être utilisées pour la mise au point d'une stratégie de lutte intégrée. D'abord, des lâchers de mâles stériles pourront être effectués dans les zones de concentration des populations résiduelles des mouches de fruits étudiées.

Ensuite l'identification des plantes hôtes constitue une piste de recherche sur les composés volatiles qui attirent les mouches des fruits. Ces recherches pourront aboutir à la mise au point d'appât alimentaire empoisonné pour lutter contre les mouches des fruits.

Enfin, les parasitoïdes indigènes détectés par la présente étude pourront être utilisés en lutte biologique. Cependant, afin de renforcer les acquis actuels, il serait souhaitable de poursuivre des études sur :

- la biologie des parasitoïdes indigènes afin d'avoir des informations sur leur cycle de développement, leur efficacité et spécificité, le stade de l'hôte parasité. Ces informations pourront être utilisées pour conduire un élevage de masse des parasitoïdes indigènes afin de développer une méthode de lutte biologique augmentative ;
- l'écologie des parasitoïdes indigènes pour connaître les facteurs abiotiques (température, de l'humidité relative de l'air), et biotiques (plantes hôtes et hyperparasitoïdes) qui influencent le développement de ces auxiliaires. L'acquisition de ces connaissances sur l'écologie des parasitoïdes indigènes permettra de développer une méthode de lutte biologique par conservation.

Aussi, des études pourront-elles être entreprises pour évaluer l'effet des insecticides actuellement utilisés sur la faune des parasitoïdes et autres auxiliaires des mouches de fruits. Les résultats issus de ces études permettront d'identifier les insecticides compatibles avec l'utilisation des parasitoïdes indigènes dans les perspectives d'une lutte intégrée.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Activor I. N., Afreh-Nuamah K., Billah M. K., Obeng-Ofori D., 2012.** Weaver ant, *Oecophylla longinida* (Latreille) (Hymenoptera: Formicidae) activity reduces fruit fly damage in Citrus orchards. *Journal of Agriculture and Science Technology A2*: 449-458.
- Adandonon A., Anato M. F., Hala N., 2015.** La fourmi rouge protège vos fruits. *Fiche technique*, 1p. Disponible sur <http://www.agroinsight.com>
- Allan J. A., Leblanc L., Vueti E. T., et Bull R., 2011.** Méthodes de lutte contre les mouches des fruits dans les pays et territoires insulaires du Pacifique. Fiche technique n°40. Pest Advisory Leaflet/Secretariat of Pacific Community. *Plant Protection Service*, 11p
- ANEM, 2010.** Accord de coopération pour le développement de la filière mangue et la certification des fruits destinés à l'exportation. *MARNDR-ANEM*. 10 p.
- Anonyme, 2016.** Journées promotionnelles de la mangue. Disponible sur <http://www.aib.bf/m> consultée le 14 Novembre 2016.
- Askew R. R., Shaw M. R., 1986.** Parasitoid communities: their size, structure and development. In: Insect parasitoids (ed. J. K. Waage et D. Greathead). *Academic Press*, London: 225-264.
- Badii K. B., Billah M. K., Afreh-Nuamah, Obeng-Ofori D., 2015.** Species composition and host rang of fruit-infesting flies (Diptera: Tephritidae) in northern Ghana. *International Journal of Tropical Insect Science*. Vol. 35, No. 3: 137-151
- Becher N., 2015.** Lutte biologique, introduction-Acclimatation d'insectes auxiliaires. *CIRAD* Vol.2 37p
- Bene A., 2011.** *Evolution de l'occupation des terres et des feux de végétation en pays sèmè. Village de Kotoudéni.* Mémoire d'ingénieur du Développement Rural. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. 96p.
- Blum B., Damoiseau L., Lacordaire A., 2015.** Le contrôle autocide des insectes ravageurs de grande dimension : une méthode efficace et durable en développement. *Cinquième conférence internationale sur les méthodes alternatives de protection des plantes*. Lille 10p+ annexes.

Boileau E., 2015. Écotoxicologie et impacts sanitaires des pesticides en réponse à l'augmentation des ravageurs amenés par les changements climatiques : portrait, perspectives et recommandations. *Centre universitaire de formation en environnement et développement durable (CUFE)*. [Jhttp://hdl.handle.net/11143/6725](http://hdl.handle.net/11143/6725)

Bokonon-Ganta A.H., Noudoufinin M.R.H., Gnanvossou D., 2010. La lutte biologique contre les mouches nuisibles aux fruits et légumes. Fiche technique. ISBN 978-99919-369-9-4

CIRAD, 2013. Lutte biologique contre les bio-agresseurs dans l'Océan Indien: état des lieux et perspectives. Comportement des mouches des fruits et méthodes de lutte, 39p. Disponible sur www.umr-pvbmt.cirad.fr.

COLEACP, 2008. La lutte régionale contre les mouches des fruits et légumes en Afrique de l'ouest. *Lettre d'information N8*, p4. Disponible sur www.coleacp.org

CTA., 2013. Comment lutter contre les mouches des fruits infestant les mangues. *Collection Guides pratiques du CTA, N°4. Programme PIP/COLEACP, Rue du Trône, Brussels-Belgique. Revised version CTA 2013*, ISSN 1874-8864.1-8p.

Cugala D., Jose L., Cocorrea H., Ekesi S., 2012. Assessing the impact of integrated pest management programme for suppressing the invasive fruit fly (*Bactrocera invadens*) on mango in Mozambique. *Third RUFORUM Biennial Meeting. Research Application Summary. Entebbe, Uganda*, pp: 301-306

Dakouo D., Ouagoussounon I., Olounladé A. P., 2015. Attirer et tuer les mauvaises mouches. *Fiche technique*. 1p. Disponible sur <http://www.agroinsight.com>

De Giudici P., 2014. Notice d'impact Environnemental et Social pour le Projet de contribution au plan Régional de lutte et de contrôle des infestations par des mouches des fruits en Afrique de l'Ouest. *Rapport final. Agence Française de développement*. 90p

De Souza O.; Anato M. F.; Bokonon-Ganta H. A., Hintenou M. V., 2016. Infestation naturelle de *Murraya paniculata* L. Jack, (Rutaceae) par les mouches Tephritidae nuisibles aux fruits dans la commune de Porto-Novo (Sud-Est Bénin). *Journal of Applied Biosciences* 105 pp : 10111-10119.

Deguine J-P, Anaïs Lavigne, Morguen Atiama, 2012. Dynamiques des populations de mouches des légumes durant l'hiver austral à La Réunion. *Cirad UMR PVBMT 97410 Saint-Pierre La Réunion*. Volume 21, numéro 6.8 p

Deguine J-P., Augusseau X., Insa G., Jolet M., Le Roux K., Marquier M., Rouse P., Roux E., Soupapoullé Y., Suzanne W., 2013. Gestion agroécologique des Mouches des légumes à La Réunion. *Innovations Agronomiques* 28, 59-74.

Ekesi S., Billah M.K., 2006. A field guide to the management of economically important tephritid fruit flies in Africa. *2nd edition. ICIPE Science Press ISBN: 92-9064-1797*, Nairobi, Kenya , 115p.

EPPO A1 (version 2013-09). List of pests recommended for regulation as quarantine pests <http://www.eppo.int/QUARANTINE/listA1.htm>.

Gomina M., 2015. *Contribution à la connaissance des mouches des fruits (Diptera : Tephritidae) et de leurs parasitoïdes au sud du Togo.* Thèse de doctorat. Université de Lomé, Faculté des Sciences, Lomé, Togo. 190p

Goubault M., 2003. *Exploitation des hôtes chez un hyménoptère parasitoïde solitaire : conséquences adaptatives de la compétition interspécifique sur les stratégies comportementales des femelles.* Thèse de doctorat, mention biologie. Université de Rennes 1, France. 153 p

Greathead D. J., Waage J. K., Evans H. C., van den Berg N., 1992. Protection intégrée contre les ravageurs. In : Manuel de lutte biologique. *PNUD/FAO*, pp: 25-83.

Hafsi A., Facon B., Ravigné V., Chiroleu F., Quilici S., Brahim C. B., Duyck P-F., 2016. Host plant range of a fruit fly community (Diptera: Tephritidae): does fruit composition influence larval performance? Article de recherche. *BioMed Central Ecology*. La Réunion. 13p.

Hancock, D. L., 2008. A new species of *Oedaspis* Loew and new records of other fruit flies (Insecta: Diptera: Tephritidae from New Caledonia. *Memoir of the Queensland Museum* 52: 203-206.

IAEA., 2003. Trapping guidelines for area-wide fruit fly programmes. *International Atomic Energy Agency*, Vienna, Austria, 47p.

Ilboudo K., 2013. *Etude de l'efficacité de produits locaux à base de déchets de brasseries modernes et traditionnelles sur le piégeage alimentaire des principales espèces de mouches de la mangue dans l'ouest du Burkina Faso.* Mémoire de master professionnel en protection et amélioration des plantes. Université de Ouagadougou, Burkina Faso. 54p.

ITC, 2011. Mangue. Bulletin d'information du Service des Nouvelles des marchés. Editorial, dernier trimestre, 1^{er} numéro, 26p. www.intracen.org

Kadio E. A. A. B., Aboua L. R. N., Tano D. K. C., N'Guessan E. N. M., Seri-Kouassi B. P., 2016. Biological parameters of *Diachasmimorpha tryoni* (Hymenoptera: Braconidae) in the presence of the host *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) pests of mango in Côte d'Ivoire. *Journal of Entomology and Zoology Studies*; 4(4): 453-457.

KONTA I. S., DJIBA S., SANE S., DIASSI L., NDIAYE A. B., NOBA K., 2015. Etude de la dynamique de *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae) dans les vergers de mangues en Basse Casamance: influence des facteurs climatiques. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 9(6): 2698-2715. <http://ajol.info/index.php/ijbcs>

Fitt G. P., 1990. Variation in ovariole number and egg size of species of *Dacus* (Diptera: Tephritidae) and their relation to host specialization. *Ecology Entomology* 15: 255-264.

Fletcher B. S. 1989. Life history strategies of tephritid flies. Fruit flies: their biology, natural enemies and control. *Elsevier, Amsterdam*, 3B: 195-208.

Fontagné L., von Kirchbach F., Mimouni M., 2001. Une première évaluation des barrières environnementales au commerce international. Version 2. 39p

Marquier M., Clain C., Albon B., Roux E., Deguine J-P, 2014. Lâchers de *Psytalia fletcheri* (Silvestri) (Braconidae: Opiinae) sur cultures de cucurbitacées de la Réunion. *Cahier Agriculture*, 23: 188-194.

Mille C., Hancock D. L., 2009. Additions to recent checklist of the fruits flies (Diptera: Tephritidae) of New Caledonia. *Australian Entomologist*, 36: 84.

Mohamed, S. A. De Meyer M., Ekési S., 2016. In and Out of Africa: Parasitoids Used for Biological Control of Fruit Flies. In « Fruit Fly Research and Development in Africa-Towards a Sustainable Management Strategy to Improve Horticulture. *Springer International Publishing*, pp: 325-368.

Mwatawala M. W., White I. M., Maerere P. A., Sekondo F. J., De Meyer M., 2004. A new invasive *Bactrocera* species (Diptera: Tephritidae) in Tanzania. *African Entomology*, 12 (1): 154-156.

Ndiaye O., Ndiaye S., Djiba S., Ba T. D., Vaughan L., Rey J-Y., Vayssière J-P., 2015. Preliminary surveys after release of the fruit fly parasitoid *Fopius arisanus* sonan (Hymenoptera Braconidae) in mango production systems in Casamance (Senegal). *Fruits* Vol.70 (2), 1-9

Ngamo T. L., Ladang D., Vayssières J.-F., Lyannaz J. P., 2010. Diversité des espèces de mouches des fruits (Diptera: Tephritidae) dans un verger mixte dans la localité de Malang

(Ngaoundéré, Cameroun). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 4, 1425-1434.

Lafargue P., 2015. *Evaluation d'un parasitoïde exotique, Asobara japonica (Ichneumonoidea, Braconidae), contre le Diptère ravageur Drosophila suzukii (Diptera, Drosophilidae).* Mémoire de fin d'études d'ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaire, horticole et du paysage, Université d'Angers, France, 66p.

OMS/FAO, 2014. Fruits et légumes pour la santé. *Rapport de l'atelier conjoint OMS/FAO.* 50p+ annexes.

Ouédraogo S. N., 2002. *Etude diagnostique des problèmes phytosanitaires du manguier (Mangifera indica L.), de l'oranger (Citrus sinensis (L) Osbeck) et du mandarinier (Citrus reticulata Blanco) dans la province du Kéné Dougou.* Mémoire d'ingénieur du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. 95p.

Ouédraogo S. N., Vayssières J-F., Dabire A. R., Roulan L., 2010. Fruitiers locaux hôtes des mouches des fruits (Diptera: Tephritidae) de la mangue dans l'Ouest du Burkina Faso : Identification et taux d'infestation. *Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnologie*, 36-41.

Ouédraogo S. N., 2011. *Dynamique spatio-temporelle des mouches des fruits (Diptera, Tephritidae) en fonction des facteurs biotiques et abiotiques dans les vergers de manguiers de l'Ouest du Burkina Faso.* Thèse de Doctorat, Université de Paris Est, Paris, France, 156p.

Peng R., Christian K., 2010. Ants as biological-control agents in the horticultural industry, in : *Ant Ecology*, Lach L., Parr CL., Abbott KL (eds.), Oxford University Press, pp 123-124.

Poyet, M., Havard, S., Prevost, G., Chabrerie, O., Doury, G., Gibert, P., Eslin, P., 2013. Resistance of *Drosophila suzukii* to the larval parasitoids *Leptopilina heterotoma* and *Asobara japonica* is related to haemocyte load. *Physiological entomology*, 38(1), 45-53.

Sadoudi Ali A. D., Rezoug N., Saiki F., Soltani N., 2012. Effet of the variety of fig tree on some biological parameters of *Ceratitis capitata* Wied. 1824 (Diptera: Tephritidae) in some orchards in the Kabily. *Journal of life Sciences*, 6: 313-320.

Sharma D. R., Adhikari D., Tiwari D. B., 2015. Fruit fly surveillance in Nepal. American Institute of Science. *Agricultural and Biological Sciences Journal*. Volume : 1, N° 3: 121-125.

Simde R., 2013. *Importance des plantes hôtes et des zones de refuges dans le maintien des populations des mouches des fruits en période hors production des mangues dans le bassin*

fruitier de l'ouest du Burkina Faso. Mémoire de Master professionnel en protection et amélioration des plantes. Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 54p.

Sullivan, D.J., 1987. Insect hyperparasitism. *Annual review of entomology*; 32: 49-70.

Toulassi A-N., 2014. *Réponse des femelles de Bactrocera cucurbitae (Diptera, Tephritidae) aux composés volatils de fruits-hôtes*. Thèse de doctorat, Faculté des Sciences et Technologie agricoles, Université de la Réunion, 213p.

Turlings T. C. J., Tumlinson J. H., 1992. Systemic release of chemical signals by herbivore-injured com. *Proceedings of the National Academy of Sciences*; 89, 8399-8402.

Vargas R. I., Leblanc L., Mc Kenney M., Mackey B., Harris E., Badji K., 2016. Rearing *Fopius arisanus* (Sonan) (Hymenopter; Braconidae) on Mediterranean Fruit Fly and its Introduction into Senegal against oriental Fruit Fly (Diptera: Tephritidae). *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society*, 48, 85-94.

Van D. R. R., Bellows J. T. S., 1996. Biological control. Chapman et Hall (ed) Toronto, 40p.

Van Mele P., Vayssières J.-F., Van Tellingen E., Vrolijk J., 2007. Effect of an African Weaver Ant, *Oecophylla longinoda*, in Controlling Mango Fruit Flies (Diptera: Tephritidae) in Benin. *Journal of Economic Entomology*; 100, 695-701.

Van Mele P., Vayssières J.-F., Adandonon A., Sinzogan A., 2009. Ant cues affect the oviposition behaviour of fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Africa. *Physiological Entomology* 34: 256-261.

Vayssières J.-F., Lokossou O., Ayegnon D., Akponon C., 2006. Inventaire, fluctuation des populations et importance des dégâts des espèces de mouches des fruits inféodées au manguier dans le département du Borgou (Bénin) en 2005-2006. *Proc. Actes Atelier Sciences Naturelles*, (1) 27-34.

Vayssières J.-F., Sinzogan A., 2008. Piégeage de détection des mouches des fruits. Projet régional de lutte contre les mouches des fruits en Afrique de l'Ouest. *Fiche N° 3, IITA-CIRAD*, 4p.

Vayssières J.-F., Sinzogan A., Bokonon-Ganta A., 2008. La nouvelle espèce invasive de mouche des fruits : *Bactrocera invadens* (Drew Tsuruta and White). *Fiche technique 2, CIRAD, UPR Production Fruitière, Montpellier, France ; IITA Cotonou*, 4p.

Vayssières J.-F., Sinzogan A., Adandonon A., 2009. Gamme de plantes-hôtes cultivées et sauvages pour les principales espèces de mouches des fruits au Bénin. *Projet régional de lutte contre les mouches des fruits en Afrique de l'Ouest. Fiche N° 8, IITA-CIRAD*, 4p

Vayssières J-F, Sinzogan A., Adandonon A., Ayegnon D., Ouagoussounon I., Modjibou S., 2010. Main wild fruit trees of Guineo-Sudanian zone on Benin: inventory, period of production and losses due to fruits flies. *Fruit, vegetable and cereal science and biotechnology. Global Science Books*. 46p

Wajnberg E., Ris N., 2007. Ecologie et évolution des systèmes parasités in *Parasitisme et lutte biologique*, Paris, France, 257-289.

Way M. J., Khoo K. C., 1992. Role of ants in pest management. *Annual Review of Entomology*, 479-503.

Wellens J., 2014. *A framework for the use of decision-support tools at various spatial scales for the management of irrigated agriculture in semi-arid West-Africa*. Ph.D. dissertation. Liege University, Belgium, 106p.

White I. M., Elson-Harris M., 1992. Fruit flies of economic significance: their identification and bionomics. *Cab Int., Aciar, Redwood Press, Melksham, UK*, 601p.

Williamson D. L., 1989. Oogenesis and Spermatogenesis. In: Robinson A. S. & Hooper G. (eds.), Fruit flies, their biology, natural enemies and control. *World Crop Pests Ser. Vol. 3A*. Elsevier, Amsterdam, pp: 141-151.

ANNEXES

Annexe 1: Quelques caractéristiques des fruits incubés au laboratoire

N°	Famille	Espèce végétale	Nom vernaculaire	Période de collecte	Caractéristiques des fruits	Mouche des fruits
1	Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Anacardier	janvier-juillet	La pomme de cajou est un pédoncule mou qui passe de la couleur verte au jaune et/ou rouge suivant la variété quand il est mûr et porte à son extrémité le fruit. la pomme est charnue avec une chaire acide	-
2	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	Manguier	juillet	Drupe parfumée, jaune foncée, onctueuse. La peau peut être de couleur jaune, verte ou rouge.	+
3	Apocynaceae	<i>Landolphia heudelotii</i> A.DC.	liane à caoutchouc	juillet-août	Baie globuleuse, orange à maturité, graines noyées dans une pulpe plus ou moins gélatineuse blanc crème.	+
4	Anacardiaceae	<i>Sclerocarya birrea</i> (A.Rich) Hochst	prunier d'Afrique	juillet	Drupe globuleuse glabre, jaune à maturité, peau épaisse, contient un noyau épais.	+
5	Annonaceae	<i>Annona senegalensis</i> Pers.		juillet-août	Baie globuleuse et charnue, orange à maturité, avec une odeur d'ananas.	+
6	Apocynaceae	<i>Saba senegalensis</i> (A.DC.) Pichon	Liane goïne	juin-décembre	Baie ovoïde, orange à maturité, pulpe blanc jaunâtre légèrement translucide.	+
7	Arecaceae	<i>Borassus akeassii</i> Bayton, Ouédraogo & Guinko	Le rônier	octobre-novembre	Les fruits sont regroupés en grappes serrées. Ils sont ovoïdes ou globuleux, lisses de couleur jaune marron ou orange.	-
8	Boraginaceae	<i>Cordia myxa</i> L.		juin-août	Drupe globuleuse à ovoïde	-
9	Cucurbitaceae	<i>Cucumis sativus</i> L.	Concombre	septembre-octobre	Baie dont le péricarpe est plus ou moins rugueux et de couleur plus ou moins foncée	+
10	Cucurbitaceae	<i>Cucurbita pepo</i> L.	Courgette	septembre-octobre	Baie de forme allongée ou ronde, et de couleur verte ou jaune	+
11	Ebenaceae	<i>Diospiros mespiliformis</i> Hochst. Ex A.DC.	Ebène d'Afrique	octobre-décembre	Baie globuleuse, verruqueuse, pubescente puis glabre, jaunâtre puis pourpre. Elle est verte puis devient jaune à maturité	-
12	Loganiaceae	<i>Strychnos innocua</i> Del.		juillet	Fruit sphérique, à coque lisse, dure et cassante, jaune à maturité, graines noyées dans une pulpe visqueuse orangée.	-
13	Malvaceae	<i>Hibiscus esculentus</i> L.	Gombo	juillet-août	Le fruit est une capsule dont la peau est couverte d'un duvet soyeux.	-
14	Moraceae	<i>Ficus ingens</i> (Miq.) Miq		juillet	Figues globuleuses ou ovoïdes, plus ou moins tomenteux, rougeâtres à maturité.	-

N°	Famille	Espèce végétale	Nom vernaculaire	Période de collecte	Caractéristiques des fruits	Mouche des fruits
15	Moraceae	<i>Ficus gnanfocarpa</i> (Miq.) C.C. Berg		juillet	Figues globuleuses ou ovoïdes, plus ou moins tomenteux, rougeâtres à maturité	-
16	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	Goyavier	août-novembre	Peau fine et fragile, complètement verte à jaune quand il est mûr, rose à rouge chez d'autres. Sa chair est crème à orange avec plusieurs petits grains et a un arôme fort caractéristique	+
17	Loganiaceae	<i>Strychnos innocua</i> Del		juillet	Fruit sphérique, à coque lisse, dure et cassante, jaune à maturité, graines noyées dans une pulpe visqueuse orangée.	-
18	Loganiaceae	<i>Strychnos spinosa</i> Lam.		juillet	Fruit sphérique, à coque lisse, dure et cassante, jaune à maturité, graines noyées dans une pulpe visqueuse orangée.	+
19	Rubiaceae	<i>Sarcocephalus latifolius</i> (Smith) Bruce	Pêcher africain	juillet-décembre	Baie charnue, irrégulièrement globuleuse, rouge à marron foncé à maturité, très nombreuses graines noyées dans une chair rosée.	+
20	Rutaceae	<i>Citrus. limon</i> L.	Citronnier	juillet-décembre	Baie globuleuse, juteuse de couleur orange à maturité. Epicarpe contient une huile essentielle.	+
21	Rutaceae	<i>Citrus. sinensis</i> (L.) Osbeck	Oranger	juillet-décembre	Baie globuleuse, juteuse de couleur orange à maturité. Epicarpe contient une huile essentielle.	-
22	Rutaceae	<i>Citrus. reticulata</i> (L.) Blanco	Mandarinier	juillet-décembre	Baie globuleuse, juteuse de couleur orange à maturité. Epicarpe contient une huile essentielle.	-
23	Sapindaceae	<i>Blighia sapida</i> K. D. Koenig	Aki	juin-juillet	Le fruit en forme de poire rouge brillant à jaune orangé est une capsule déhiscente à maturité contenant des graines surmontées d'un arille mou, crémeux ou spongieux.	-
24	Solanaceae	<i>Solanum melongena</i> L.	Aubergine	septembre-octobre	Baie de couleur blanc ivoire, violette, à chair blanche et moelleuse	-
25	Solanaceae	<i>Solanum lycopersicum</i> L.	Tomate	septembre-octobre	Baie parfumée à peau rustique dont la couleur est d'abord verdâtre, tourne au rouge ou jaune ou orange, à maturité, selon la variété.	-
26	Sapotaceae	<i>Vitellaria paradoxa</i> Gaertn. F.	Karité	juillet-août	Drupe ovoïde, vert jaunâtre à maturité, contenant une seule graine noyée dans une pulpe charnue et sucrée.	+
27	Verbenaceae	<i>Vitex dolliana</i> L.	Bois de bouchon	juin-septembre	Les fruits ponctués de points blancs, sont oblongs. Tout d'abord verts, les fruits deviennent noirs	-

+ : présence de mouches des fruits ; - : absence de mouches des fruits.

Annexe 3: Fiche d'identification des mouches capturées

Localité..... Date de relevé.....Date d'identification.....

Biotopes	Attractif	N° de piège	Mouches capturées																	Autres			
			<i>B. dorsalis</i>	<i>Z. Cucurbitae</i>	<i>D. bivittatus</i>	<i>D. vertebratus</i>	<i>D. punctatifrons</i>	<i>D. langi</i>	<i>D. humeralis</i>	<i>T. validum</i>	<i>C. connexa</i>	<i>C. cosyra</i>	<i>C. fasciventris</i>	<i>C. anonae</i>	<i>C. punctata</i>	<i>C. ditissima</i>	<i>C. bremsii</i>	<i>C. sibirica</i>	<i>C. quinaria</i>	<i>C. capitata</i>			
			verger	TA	1																		
	TA	2																					
	TM	1																					
	TM	2																					
	ME	1																					
	ME	2																					
	CUE	1																					
	CUE	2																					
Formation végétale	TA	1																					
	TA	2																					
	TM	1																					
	TM	2																					
	ME	1																					
	ME	2																					
	CUE	1																					
CUE	2																						

B : *Bactrocera*, *C* : *Ceratitis*, *D* : *Dacus*, *T* : *Trirhithrum*, *Z* : *Zeugodacus*, *CUE* : *Cuelure*, *ME* : *Méthyl eugéol*, *TA* : *Terpinyl acétate*, *TM* : *Trimédhure*.